



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

2
Rij
1996

FACULTAD DE INGENIERIA

TUTORIAL DE ATM CON APLICACION EN REDES DE AREA
LOCAL Y LA FACTIBILIDAD DE LA IMPLANTACION
EN MEXICO

T E S I S
QUE PRESENTAN:
PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES
ALICIA NEYRA CASTAÑEDA



N
Z

ASESOR DE TESIS: MC. FELIPE ADAM SIADE



MEXICO, D. F.

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Agradecimientos

A:

MC. Felipe Adam:

Ya que sin su ayuda este trabajo no hubiéramos podido realizarse y llegar a su terminación.

Gracias por tu apoyo y guía, eres un excelente amigo y un gran profesor.

MC. Raúl Santoyo:

Gracias por tu tiempo empleado en la elaboración de esta tesis y por tus consejos los cuales nos brindaron una posibilidad de cambio.

Ing. Jesús Reyes:

Gracias por todo el apoyo brindado y por confiar en todos nosotros. Ya ha empezado a recoger todos sus frutos.

Facultad de Ingeniería y todos nuestros profesores:

Por abrírnos sus puertas y compartir con nosotras un mundo lleno de conocimientos. Gracias a todos los profesores por su tiempo y dedicación.

Con respeto y cariño

Martha y Alicia.

Dedicatorias

A mis padres Alfredo y Alicia.

Gracias a Dios que me ha dado unos padres como no hay otros en este mundo; de quienes he recibido muchísimas cosas, en especial apoyo y comprensión en todo lo que he hecho, sin ellos no hubiera llegado hasta donde estoy. Con cariño les dedico esta tesis.

A mis hermanos y familia.

Porque sin ustedes no hubiera logrado nada, gracias por su cariño.

A mi amiga Alicia.

Porque yo sé que no voy a encontrar otra amiga igual, gracias por tu amistad, comprensión, cariño y ayuda! con mucho cariño y mi mas sincero agradecimiento te dedico esta tesis.

A todos mis amigos.

Porque cada uno de ellos forma una pieza muy importante en mi vida, gracias por su amistad, cariño y comprensión.

A:

Mis Padres:

A Él:

Por enseñarme que la bondad y la nobleza son características que hacen a un ser humano valioso y a no carecer de espíritu.

A Ella:

Por enseñarme a nunca rendirme y a alcanzar todos mis sueños, por ser la única persona que jamás se doblegó y siempre me apoyó, por ser mi gran ejemplo y mi mejor amigo.

Con todo el Amor que les puedo profesar les dedico esta tesis.

Mi Hermana y Familia:

De quienes siempre recibí ayuda y palabras de aliento. Gracias por confiar en mí.

Con cariño

Martha:

Quién me enseñó que la amistad va mucho más allá de toda palabra y de toda acción. Gracias por compartir tantos momentos conmigo. Eres una excelente amiga.

Con cariño

Todos mis amigos (Adriana Domínguez, Mónica Hernández, Javier Saucedo, Salvador Ojeda, Sergio, Ruy, Mauricio, Rocio, Alejandro y Todos los de Tercero, Raúl Santayo, Alberto, Carlos, Luis, Rodolmar, Gabriela, Ricardo y todos los del Comité, Dora Elena, Fabiola, Eusebio, Rodolfo, y todos los que no nombré):

Por ser mis amigos y por ayudarme a recaudar un enorme tesoro..... Su amistad.

Con Cariño

Alice.

INDICE

PREFACIO	3
I. MARCO DE REFERENCIA	5
I.1 ISDN	5
1.1.1 Introducción.....	5
1.1.2 Modelo de referencia OSI.....	6
1.1.3 Normatividad de ISDN.....	9
1.1.4 Servicios en ISDN.....	10
1.1.5 Características técnicas de ISDN.....	13
1.1.6 Ventajas y desventajas de ISDN.....	18
1.1.7 Servicios integrados en México.....	21
I.2 B-ISDN	29
1.2.1 Introducción.....	29
1.2.2 Servicios de Banda Ancha.....	30
1.2.3 Normatividad en Banda Ancha.....	31
1.2.4 Implementación de B-ISDN.....	34
1.2.4.1 SONET Y SDH.....	34
1.2.4.2 Frame Relay.....	39
1.2.4.3 ATM.....	41

II. CARACTERÍSTICAS INHERENTES AL ATM..... 43

II.1 Introducción al ATM.....	43
II.2 Concepto de ATM.....	45
II.3 Estructura de una red ATM.....	60
II.3.1 Canales virtuales y rutas virtuales.....	52
II.3.2 Formato de celdas de ATM.....	53
II.3.3 Protocolos de arquitectura de red ATM.....	54
II.3.4 Adaptación de capas en ATM.....	54
II.4 Características de tráfico en ATM.....	61
II.4.1 Tráfico de voz.....	63
II.4.2 Tráfico de imagen.....	67
II.4.3 Tráfico de video full motion.....	68
II.5 Calidad de servicio en ATM.....	62
II.6 Hardware y software en ATM.....	66

III. APLICACIONES DE ATM EN REDES DE AREA LOCAL (LANs) TENDENCIAS DE ATM EN REDES CORPORATIVAS.

III.1 Introducción.....	117
III.2 El estándar ATM.....	119
III.3 El backbone para redes corporativas.....	120
III.4 Redes ATM locales.....	121

IV. FACTIBILIDAD DEL USO DE NUEVAS TECNOLOGIAS DE TELECOMUNICACIONES EN MEXICO.

IV.1 Red del Sistema Financiero del Banco de México	
Desarrollo, Usos y Perspectivas.....	125
IV.1.1 Introducción.....	125
IV.1.2 Situación actual en el Banco.....	126
IV.1.3 Estructura de comunicaciones de las Instituciones Financieras.....	127
IV.2 Estrategias de interoperabilidad del grupo PRIME.....	131
IV.2.1 Introducción.....	131
IV.2.2 Situación inicial en el Banco.....	132
IV.2.3 Solución.....	133
IV.2.4 Estrategias.....	134
IV.3 Estrategia del grupo financiero PROBURSA para la instalación de ATM.....	135
REFERENCIAS.....	139
CONCLUSIONES.....	137
GLOSARIO.....	141

PREFACIO.

Las telecomunicaciones juegan hoy en día un papel muy importante en el desarrollo tecnológico de cualquier país, sin embargo, la demanda de recursos de comunicación no ha podido ser totalmente satisfecha.

Los factores más importantes que han ejercido presión sobre la tecnología de comunicaciones son, entre otras:

- La creciente demanda por mayor capacidad de procesamiento en PC's.
- La evolución de aplicaciones de las PC's requiriendo ahora una mayor capacidad de procesamiento.
- El uso ineficiente de ancho de banda.
- El auge y desarrollo de aplicaciones de multimedia que requieren de mayores velocidades y ancho de banda.

Tanto para las compañías que utilizan la tecnología como para los proveedores de servicios de comunicación, mantenerse en la punta de la tecnología es crítico para conservar su ventaja competitiva. Además, con las constantes inversiones en equipos de telecomunicaciones, surge el reto de asegurar una rentabilidad en las inversiones que se hacen en infraestructura sin sacrificar las eficiencias prometidas por la tecnología que comienza a estar disponible en nuestra era. Las organizaciones que resuelvan este reto, aventajarán a sus competidores.

Además, las necesidades de telecomunicaciones modernas han hecho necesario el surgimiento de nuevos estándares. En el caso de la comunicación de redes surge el estándar ATM.

Consideramos que es de vital importancia, dado el auge de las telecomunicaciones en nuestro país, que nosotros como profesionistas conozcamos la tecnología de punta y sus tendencias futuras.

Por lo anteriormente citado, creemos que el conocer, analizar y comprender el estándar ATM nos ayudará de forma integral en nuestra formación como ingenieros especialistas en el área.

El trabajo desarrollado en esta tesis se conforma de cuatro capítulos conteniendo al final un glosario con el fin de facilitar la rápida comprensión de los términos no conocidos por algunos lectores.

En el capítulo 1 analizamos las diversas tecnologías existentes, sus características, los servicios que proporcionan, las carencias con las que cuentan y la necesidad que implica el crear un nuevo protocolo con menores restricciones y mayores beneficios.

En el capítulo 2 describimos las características que presenta ATM como nueva tecnología, su concepto, su estructura, las características del tráfico que soporta, como se lleva a cabo el control del tráfico, la calidad del servicio y por último se menciona el hardware y software que hace posible la implementación de ATM.

En el capítulo 3 presentamos las aplicaciones de ATM en redes de área local así como las tendencias de ATM en redes corporativas.

Por último, en el capítulo 4 realizamos un estudio sobre la factibilidad del uso de nuevas tecnologías de telecomunicaciones en México en dos redes corporativas. Estas corresponden a la red del sistema financiero del Banco de México y el grupo PRIME. Presentamos una descripción de su sistema actual y una posible solución para obtener un mejor desempeño en su red mediante la utilización de esta nueva tecnología llamada ATM.

I. Marco de Referencia

I. MARCO DE REFERENCIA.

I.1 ISDN.

I.1.1 INTRODUCCION.

Las necesidades de comunicación tienen gran importancia en el desarrollo de un país; de tal forma que el grado de desarrollo de un país puede ser medido conforme a la infraestructura de sistemas de telecomunicaciones.

A medida que un país crece, los requerimientos de comunicación se van incrementando y existe la necesidad de crear redes que puedan proporcionar servicios de comunicación a nivel local, regional e internacional para satisfacer los requerimientos de cada usuario.

PRINCIPALES REDES DE TELECOMUNICACIONES.

Podemos observar que la primer y más antigua red de telefonía es la Red Telefónica de Conmutación Pública PSTN (Public Switched Telephone Network) con 600 millones de suscriptores alrededor del mundo, la cual proporciona servicios de voz, telefax, videotex y transmisión de datos vía modem.[1]

Encontramos también la Red Pública de Datos de Conmutación de Circuitos CSPDN (Circuit Switched Public Data Network), que únicamente se expande a algunos países. Los servicios que proporciona son teletex y servicios de cajeros automáticos.[1]

Otra red importante es la Red de Datos Pública de Conmutación de Paquetes PSPDN (Packet Switched Public Data Network) usada para acceder bases de datos y para interconexiones de tipo LAN. [1]

Por otro lado el telex es la red de datos más antigua usada para enviar mensajes cortos. [1]

A continuación se presenta la tabla 1 que muestra la velocidad de transmisión de datos de cada una de las redes de datos descritas anteriormente, con el fin de realizar una comparación entre las mismas.

Red de datos	Velocidad de transmisión de datos
PSTN	19.2 Kbps
CSPDN	superior a los 9.6 Kbps
PSPDN	64 Kbps
Telex	50 bps

Tabla 1.

Las redes públicas anteriormente citadas proveen servicios con ancho de banda limitado, por lo que los usuarios comerciales necesitan diferentes redes y servicios. Para poder realizar y agilizar sus operaciones de telecomunicaciones surge la Red Digital de Servicios Integrados, mejor conocida como ISDN (Integrated Service Digital Network), que proporciona la solución al problema de conectividad, dando al suscriptor acceso integrado o combinado a diferentes servicios (voz, video y datos).

El acceso integrado implica que un usuario de ISDN cuente con los servicios de voz y datos por medio de una sola línea de acceso común. Una ISDN puede, geográficamente hablando, expandirse sobre un país entero ó limitarse a una región.

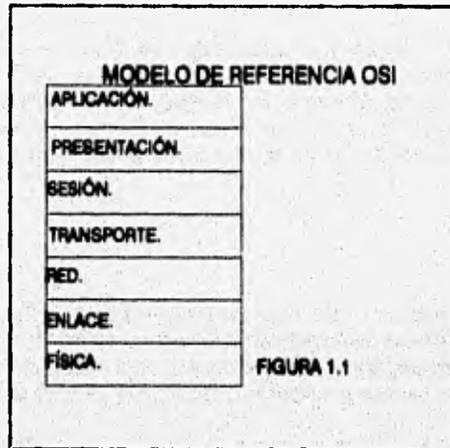
1.1.2 MODELO DE REFERENCIA OSI.

Durante la década de los 70's, el impulso de las telecomunicaciones permitió el desarrollo de tecnologías para crear nuevas arquitecturas de redes. Los diversos proveedores crearon sus propios protocolos de comunicación, así como sus terminales y equipos de interconexión; por lo tanto resultaba imposible la interconexión entre equipos de diferentes proveedores.

Como un paso a la solución del problema de incompatibilidad, la Organización Internacional de Estándares ISO (International Organization for Standardization), desarrolló un conjunto de estándares para sistemas distribuidos llamado modelo de referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos OSI (Open System Interconnection).

El modelo OSI está compuesto por siete capas ó niveles; cada uno de ellos con una funcionalidad específica, para permitir la interconexión e interoperatividad de sistemas heterogéneos. La utilidad del mismo radica en la separación que en él se hace de las distintas tareas que son necesarias para comunicar los sistemas independientes.

Es importante señalar que este modelo no es una arquitectura de red en sí misma, debido a que no especifica en forma exacta los servicios y protocolos que se utilizarán en cada nivel. Solamente indica la funcionalidad de cada uno de ellos. La siguiente figura nos muestra las siete capas del modelo.



Los tres niveles inferiores están orientados al acceso del usuario-comunicación de datos, en tanto, que los niveles superiores están orientados a la presentación.

Para poder entender la funcionalidad del modelo de referencia OSI, se presenta a continuación una breve descripción de cada una de sus capas.

CAPA FÍSICA.

Proporciona los medios mecánicos, eléctricos, funcionales y de procedimiento para mantener y desactivar las conexiones físicas para la transmisión de bits entre entidades de enlace de datos.

La misión básica de este nivel consiste en transmitir bits por un canal de comunicación, de manera tal, que cuantos bits envíe el transmisor lleguen sin alteración al receptor. [4]

CAPA DE ENLACE.

Facilita los medios funcionales y de procedimiento para establecer, mantener y liberar conexiones de enlace de datos entre entidades de red y para transferir información del servicio de enlace de datos.

Las funciones básicas que realiza este nivel están orientadas a resolver los problemas planteados por la falta de confiabilidad de los circuitos de datos, agrupándose los datos recogidos del nivel de red para su transmisión, formando tramas que además incluyen bits de paridad y control. Es decir, enmascara a las capas superiores las imperfecciones de los medios de transmisión utilizados. [4]

CAPA DE RED.

Proporciona los medios para establecer, mantener y liberar la conexión a través de una red entre sistemas abiertos que contienen entidades de aplicación en comunicación, así como los medios funcionales y de procedimiento para el intercambio de unidades de datos del servicio de red entre entidades de transporte para su conexión.

Es el responsable de las funciones de conmutación y ruteo de la información. Proporciona los procedimientos necesarios para el intercambio entre el origen y el destino. Como ejemplo de este nivel tenemos las recomendaciones X.25, X.32, X.28. [4]

CAPA DE TRANSPORTE.

Provee una transferencia de datos (transparente) entre sistemas, además proporciona un control del intercambio de información entre terminal-terminal, con una calidad de servicio requerida por la aplicación del programa. [5]

CAPA DE SESION.

Proporciona el soporte para interacciones entre entidades que cooperan en la capa de presentación. Las funciones de la capa de sesión se pueden dividir en dos categorías:

- Determinación y cancelación de contrato entre dos entidades de la capa de presentación (Servicio de Administración de Sesión).

- Control de intercambio de datos, entre esas dos entidades, comprendiendo sincronización, delimitación y recuperación de operaciones con los datos (Servicio de Diálogo de Sesión). [4]

CAPA DE PRESENTACION.

Provee un conjunto de servicios de conversión y descifrado que la capa de aplicación puede seleccionar, para poder interpretar el significado de los datos intercambiados. [4]

CAPA DE APLICACION.

Para brindar soporte a esta capa existen las capas anteriores. Una aplicación se compone de procesos cooperativos que se intercomunican mediante el uso de los protocolos definidos en esta capa. Estos procesos de aplicación son la fuente y el destino último de los datos intercambiados. [4]

Este modelo ideal ha quedado únicamente como base de comparación de los servicios que se deben proporcionar en cada una de las diferentes capas que se definen para permitir la interconexión de redes.

1.1.3 NORMATIVIDAD DE ISDN.

El desarrollo de ISDN ha sido en gran parte regulado por ITU (International Telecommunications Union) junto con otros organismos de telecomunicaciones.

La ITU surgió en París en 1865 con el nombre de Unión Telegráfica Internacional cuando 20 estados aprobaron el primer convenio sobre telecomunicaciones y redactaron al mismo tiempo el primer reglamento telegráfico internacional. [6]

Para facilitar la interconexión entre usuarios en la red ISDN, ITU ha generado toda una serie de recomendaciones referidas a esta red. La serie de recomendaciones correspondientes a ISDN fueron definidos con la letra "I".

Las áreas principales dentro de la serie I se refieren a los servicios e interfaces. La figura 1.3.1 se muestra los aspectos que abarca cada serie. [6]

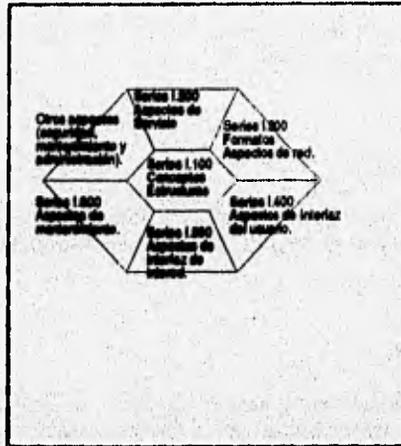


Figura 1.3.1 Normatividad de ISDN.

El tener un organismo encargado de regular todas las tecnologías existentes, y las futuras, permite la "fácil" interconexión de las mismas para así acceder a redes nacionales e internacionales.

Los avances tecnológicos, la aparición de otros servicios, el mayor uso de las bandas de frecuencias, etc., obligaron a la ITU a crear organismos consultivos que facilitarían la normalización y la reglamentación.

1.1.4 SERVICIOS EN ISDN.

ISDN es una red de comunicación que integra diferentes servicios de telecomunicaciones, por lo que permite al suscriptor tener acceso a una amplia gama de servicios incluyendo voz, datos y nuevos servicios de telecomunicaciones.

La ITU ha dividido los servicios proporcionados por ISDN en tres principales categorías:

- Servicios portadores.
- Teleservicios.
- Servicios suplementarios.

Los servicios portadores, como su nombre lo indica, transfieren voz, datos, textos o información de imágenes de manera digital en la red entre interfaces de usuario. Esto podría hacerse en tiempo real, sin alteraciones en el contenido de la información.

Las funciones de un servicio portador corresponden a los niveles 1-3 del modelo de referencia OSI, en donde se llevan a cabo funciones de ruteo y monitoreo mientras fluye la información en la red entre el origen y el destino.

Los teleservicios combinan la información transferida de un servicio portador con algunas funciones de terminal, por tanto, un teleservicio corresponde a las capas 1-7 del modelo de referencia OSI.

Los servicios suplementarios únicamente ofrecen en conjunción con los servicios portadores y los de teleservicios, mayor versatilidad en los mismos. Para obtener este tipo de servicios, el suscriptor tendrá que contratarlos en adición a los servicios portadores.

Para cada una de las categorías antes mencionadas se presentan a continuación los servicios que éstas ofrecen:

Servicios portadores:

- * Conmutación de circuito para voz a 64 kbps.
- * Conmutación de circuito para audio de 3.1 kHz a 64 kbps.
- * Conmutación de circuitos de 64 kbps a 2 Mbps sin restricciones de servicio.
- * Conmutación de paquetes (X.25).

Teleservicios:

- * Telefonía a 3.1 kHz.
- * Telefonía a 7 kHz.
- * Telefax del grupo 4.
- * Telefonía con imagen.
- * Videotex.

Servicios suplementarios:

- * Transferencia de mensajes.
- * Identificación de un suscriptor.
- * Cargo de información.
- * Transferencia de llamada.
- * Identificación de llamadas maliciosas.
- * Distribución automática de llamadas.
- * Llamadas en conferencia.
- etc.

A continuación se presentan diferentes servicios así como su requerimiento en ancho de banda. Desafortunadamente no todos éstos servicios los puede proporcionar ISDN. Los servicios se han agrupado en voz, video y datos.

SERVICIOS DE VOZ

- Telefonía < 100 kbps.
- Sonido de alta definición < 2 Mbps.
- Radiodifusión de radio < 2 Mbps.

SERVICIOS DE VIDEO

(Movimiento de imágenes y voz).

- Teléfono con imagen < 100 kbps.
- Videoconferencia < 2Mbps.
- Radiodifusión de T.V. < 6 Mbps.
- T.V. de alta definición < 30 Mbps.
- Servicios de multimedia < 80 Mbps.

SERVICIOS DE DATOS.

- Conexión LAN/PBX < 100 Mbps.
- Transferencia de archivos < 2 Mbps.
- Acceso a bases de datos < 2 Mbps.
- Aplicaciones de CAD/CAM < 2 Mbps.
- Imágenes, gráficos < 2Mbps.
- Teletax, grupo IV < 2 Mbps.

Los servicios que requieren de un ancho de banda de 2 Mbps o menor pueden realizarse dentro de ISDN. Los servicios que requieren un ancho de banda más grande no pueden ser conmutados sobre la red ISDN.

Podemos observar, que el principal objetivo de las redes integradas es frenar la evolución separada de las redes de voz y datos, utilizando los avances logrados en transmisión digital, señalización y conmutación, de tal forma que se provea a los usuarios de un punto de interconexión a una red de servicios múltiples.

Desde el punto de vista del usuario, podemos imaginar una simple conexión (de la cual podemos seleccionar varios servicios) y anchos de banda diferentes, de acuerdo a sus necesidades. (6), [7]

1.1.5 CARACTERISTICAS TECNICAS DE ISDN.

Un aspecto interesante de ISDN (como ya se había mencionado) es que dicha red proporciona un punto común de conexión, el cuál soporta diferentes aplicaciones (voz y datos) para cualquier usuario. ISDN define un grupo de estándares y puntos de referencia (Grupos Funcionales) para facilitar el acceso a la red.

En ISDN existe una interfase entre usuarios y la red ISDN, llamada suscriptoros. Varias estructuras de transmisión provistas definen el tipo de interfase de suscriptor. Una estructura de transmisión es la forma en que los canales proveen los servicios portadores organizados para la transmisión de información entre usuarios.

Desde un punto de vista del usuario, la interfase a una red ISDN se ve como una red digital privada. La red digital conecta el equipo del suscriptor a un switch ISDN localizado en una oficina central del proveedor del servicio. Un número de canales de comunicación son llevados sobre ésta red digital. Los canales de comunicación podrían diferir por el tipo de información que transmiten y por la velocidad que soportan. El número y tipo de canales puede ser diferente dependiendo de los requerimientos del usuario. Los canales pueden ser de los siguientes tipos:

- Canal B.
- Canal D.
- Canal H.

El canal B opera en modo full-duplex con una velocidad de datos síncrona de 64 kbps. La función principal del canal B es proporcionar el ancho de banda que es requerido para llevar el tráfico digital de un suscriptor. Es importante hacer notar que el canal B es conmutado terminal-a-terminal.

Existen tres tipos de conexión que se pueden establecer en el canal B:

* **CONMUTACION DE CIRCUITOS.** Provee un estándar de 64 kbps de conmutación a un servicio digital. Toda la información del canal B es entregada a una sencilla interfaz de usuario de manera transparente para él. El control o la señalización no se transmite en el canal B.

Para que un usuario realice una llamada emplea un canal D ya sea de 64 kbps o 16 kbps. Después de establecida la llamada, los datos a transmitir se envían en el canal B.

* **CONMUTACION DE PAQUETES.** Permite al usuario conectarse a una red de conmutación de paquetes PSN (Packet Switching Network). Este servicio permite integrarse a una red ISDN o hacer la conmutación en la PSN.

* **SEMIPERMANENTE.** Opera como una línea arrendada. La conexión se presenta cuando un par de usuarios desean comunicarse. Una conexión semipermanente puede operar bajo un horario programado para controlar la conexión por dato y tiempo para un costo efectivo del uso de servicios ISDN.

El canal D opera en modo full-duplex en 16 kbps ó 64 kbps. Su función principal es llevar información de señalización para el control y manejo de llamadas de conmutación de circuitos que utilizan uno o más canales del tipo B.

El canal H opera en modo full-duplex en velocidades de datos mayores a 64 kbps o múltiplos de él. La principal función de este canal es proveer un ancho de banda para aplicaciones que requieren de velocidades de transmisión más altas de las que provee el canal B. Algunas de las aplicaciones del canal H incluyen conectividad LAN-a-LAN de alto desempeño, video full-motion, T.V. de alta definición y transmisión de datos a alta velocidad.

Existen cuatro tipos de canales del tipo H:

- H0 Opera en modo full-duplex con una tasa de datos de 384 kbps. Esto es equivalente al ancho de banda provisto por 6 canales tipo B.
- H1 Existen dos diferentes versiones:
H11 El cual opera a 1.536 Mbps (24 canales tipo B) y soporta tasas T-1.
H12 Opera a 1.920 Mbps (30 canales tipo B) y soporta tasas E-1.
- H2 Tenemos dos versiones diferentes:
H21 Opera a 32.768 Mbps (512 canales tipo B) y soporta tasas E-3.
H22 Opera a 44.160 Mbps (690 canales tipo B) y soporta tasas T-3.
- H4 Desarrollado para soportar ISDN de banda ancha el cual está aún en estudio. H4 está diseñado para operar a 135 Mbps.

Para poder hablar de interfaces ISDN es necesario comprender los conceptos de Grupos Funcionales. Estos grupos forman un conjunto de funciones que se requieren en los accesos de los usuarios a ISDN. La función de este grupo es proporcionar las características de los diferentes equipos que forman una ISDN.

Los puntos de referencia son puntos de tipo conceptual. En una implementación específica, un punto de referencia podría corresponder a la interfase física entre dos elementos del equipo. [2]

Los grupos funcionales incluyen:

- Ø Terminales de red del tipo 1 (NT1)
- Ø Terminales de red del tipo 2 (NT2)
- Ø Equipo Terminal tipo 1 (TE1)
- Ø Equipo terminal tipo 2 (TE2)
- Ø Adaptador terminal (TA)
- Ø Terminal de línea (LT)
- Ø Terminación del equipo de conmutación (TE)

Algunas características de los grupos funcionales mencionadas se muestran en la tabla 1.5.a.

Para la interconexión de los grupos funcionales, como el TE1 ó TE2, TA, NT1 y/o NT2, contamos con diferentes interfaces que son utilizadas dependiendo del punto de referencia. Para dichos puntos tenemos:

- * R no es una interfase de ISDN, más bien, es una interfase entre TA y TE2.
- * S es un bus pasivo 2B+D, es un bus de suscriptor.
- * T es una interfase que nos permite cambiar de dos a cuatro hilos. Se establece entre NT1 y NT2.

En términos prácticos, los puntos de referencia S y T los podemos considerar como idénticos. Es importante para los fabricantes que la interfase S esté bien definida y finalmente estandarizada, para así, comenzar a producir equipo de usuario.

Como se mencionó anteriormente, la ISDN cuenta con dos tipos básicos de canales, el canal B y el canal D. Sobre el canal D se envía la señalización y sobre el canal B se envía la información que deseamos transmitir.

La información en el canal B, es transportada transparentemente a través de la red. Por ejemplo, si un paquete de información conmutado se envía, éste es transportado transparentemente sobre la capa 1 en la red ISDN del modelo de referencia OSI. Por otra parte, el canal D únicamente utiliza las tres primeras capas OSI. Sobre este canal, como ya se mencionó, se lleva la señalización. Para realizar dicho fin se utiliza en la red ISDN la "señalización No. 7", la cual se ha utilizado con anterioridad en redes de telecomunicaciones. La transmisión se hace sobre un canal de 64 kbps que puede ser un canal PCM o una línea dedicada de señalización.

ELEMENTO funcional	Descripción	Ejemplos
TE1 (Equipo terminal del tipo 1)	Equipos terminales ISDN y tiene conexión directa al ambiente ISDN.	Terminal ISDN, terminal de datos ISDN, fax ISDN y PC's con tarjeta ISDN.
TE2 (Equipo terminal tipo 2)	No equipos terminales ISDN. Requiere de un TA.	PC's sin terminal ISDN, terminal sin interfaz ISDN.
TA (Adaptador terminal)	Permite conectar dispositivos que no manejan estándares y protocolos ISDN a la red ISDN. Ayuda a que se envíen y reciban las aplicaciones de ISDN.	Tarjetas de un conmutador (tarjeta PCM -> voz, tarjeta de red-> datos).
NT2 (Terminación de red tipo 2)	Responsable de la terminación de cliente en la red ISDN. Aceptan múltiples TA's y TE1's a la red ISDN.	PAK, RAK, RASCOMS.
NT1 (Terminación de red tipo 1)	Responsable de conectar a los usuarios a la red de transmisión ISDN.	Tarjetas de línea del dispositivo conmutador de la central ISDN (dispositivos estándar).
LI (Terminación de línea)	Dispositivos funcionales de señalización ISDN y sincronía para poder salir a la red de transporte ISDN.	Tarjetas de conmutador ISDN a la central ISDN.
E1 (Terminación del equipo de conmutación ISDN)	Permite transmitir y recibir la información a través de la red ISDN.	Multiplexores con la función drop-insert, DCB's.

Tabla 1.5.a [6]

La combinación de los canales anteriormente descritos, nos pueden proporcionar diferentes tipos de acceso a los servicios que un usuario puede obtener.

ISDN especifica dos tipos de servicios de acceso:

- BRI (Basic Rate Interface)
- PRI (Primary Rate Interface)

Cada servicio de acceso provee una combinación de tipos de canales diferentes y tasas de transmisión.

El BRI consiste de 2 canales B full-duplex operando a 64 Kbps y un canal tipo D full-duplex operando a 16 Kbps. Debido a la combinación específica de canales, el BRI es comúnmente llamado 2B+D. El BRI ISDN es el tipo de interfase que la red telefónica analógica quisiera transportar.

Además del BRI, ISDN también provee el PRI, el cual fue diseñado para aplicaciones que requieren de más de dos conexiones simultáneas y/o ancho de banda mayor. Se asume que los usuarios PRI serán organizaciones que tienen LAN o PBX.

Podemos ver entonces, que ISDN cuenta con accesos diferentes, dependiendo de la aplicación que un usuario requiere.

1.1.6 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE ISDN.

Al hablar de ISDN, pensamos en una red que nos representará ventajas al contar con una red digital, y además que nos ofrecerá servicios integrados en una sola línea. Sin embargo, la ISDN también tiene desventajas y limitaciones. A cada usuario le corresponderá evaluar las ventajas y desventajas que ISDN le pudiera ofrecer.

De tal manera podemos ver que ISDN ofrece muchos beneficios a los usuarios, incluyendo:

*** Voz y datos sobre una sola línea.**

Una línea BRI proporciona dos canales B y un solo canal D que soporta aplicaciones de voz y datos. Una línea PRI provee 23 o 30 canales B y un canal D para la transmisión simultánea de voz y datos.

*** Reducción de costos.**

El usar conexiones de conmutación de circuitos sobre un canal B, permite que el suscriptor establezca su conexión cuando éste lo requiera cargándole el tiempo en que fue establecida la conexión, minimizando los costos. Además, el tener una sola red donde se combinen voz, datos y video en una sola línea, reducirá los costos por cableado.

*** Mejoras en el desempeño de la red.**

ISDN provee la facilidad de manejar una tasa de datos de 64 kbps.

*** Mejoramiento en la calidad de la transmisión.**

Las facilidades de transmisión digital en ISDN utilizando enlaces físicos con bajos niveles de ruido permiten obtener tasas de error extremadamente bajas, resultando transmisiones sin pérdida de información.

*** Estándares de ITU.**

Debido a que ISDN se basa en estándares establecidos por la ITU, la interconexión de diferentes equipos se realizará de manera fácil.

*** Incremento en la productividad de empresas.**

ISDN cuenta con servicios capaces de establecer conexiones entre diferentes usuarios en tiempo real, lo cual beneficia de manera primaria a empresas, reduciendo costos y tiempo en sus operaciones.

Por otro lado, ISDN cuenta con algunas limitaciones y desventajas, entre las cuales podemos mencionar:

*** Acceso Limitado.**

ISDN a pesar de proveer muchos servicios, existen pocas empresas que cuentan con la tecnología necesaria y muchas que no cuentan con los recursos suficientes para hacerlo.

*** Tarificación.**

Debido a que ISDN provee amplios beneficios con respecto a una simple red telefónica, los costos de tarificación aumentarán en comparación con el servicio telefónico existente.

*** Ancho de banda.**

ISDN tiene asignado como ancho de banda máximo 2 Mbps, con lo cual, para aplicaciones que requieran de un ancho de banda mayor, no podrán ser conmutadas dentro de ISDN. [3]

Como podemos observar son muchos los beneficios que ISDN ofrece y las principales limitaciones que presenta son referentes a costo; factor muy importante para la implantación de cualquier red. Además, otro aspecto muy importante es el ancho de banda que se puede manejar, ya que define en gran medida las aplicaciones que puede soportar. Así surge la necesidad de crear nuevas tecnologías que permitan soportar anchos de banda mayores a los 2 Mbps.

Aunque ISDN es una de las tecnologías más avanzadas, y cuenta con muchas ventajas; su implantación no es común, por tal motivo encontramos pocas redes ISDN. En México no existe ninguna.

1.1.7 SERVICIOS INTEGRADOS EN MEXICO.

En México contamos con una Red Digital Integrada provista por TELMEX, que a diferencia de ISDN, ésta permite, conjuntar centrales digitales que pueden ofrecer servicios de voz, datos y video pero no en una sola línea, además el servicio es restringido, es decir, éste servicio es proporcionado a empresas o personas que cuenten con el equipo necesario para llevar a cabo la conmutación.

TELMEX, con su Red Integrada nos ofrece diversos servicios integrados. Su evolución es hacia ISDN, pero debido a la apertura de la competencia, el futuro de la infraestructura y de los servicios de TELMEX es un poco ambiguo.

Los servicios ofrecidos por la Red Digital Integrada son:

***VIDEOCONFERENCIA.**

Videoconferencia es el más completo y avanzado servicio de transmisión de voz, datos e imágenes en vivo, para intercomunicar a dos o más personas o grupos que se encuentren distantes entre sí, en el país o en el extranjero.

Este servicio es ofrecido por la Red Digital Integrada de TELMEX y permite mejorar la comunicación interactiva de las empresas con sus empleados, proveedores y clientes, optimizando al mismo tiempo, productividad y eficiencia de su operación.

Características del servicio.

La videoconferencia utiliza, entre otros elementos, salas debidamente acondicionadas con equipos que codifican y decodifican imágenes, y accesorios como proyectores de gráficas y pizarrones electrónicos, generándose una transferencia de información, imágenes y sonidos que requieren alta calidad de servicio de la RDI. La transferencia puede ser punto a punto o multipunto.

Servicio Público.

Este servicio se proporciona en instalaciones de TELMEX, mediante salas totalmente equipadas en la modalidad de renta por tiempo limitado y se conoce como Video Enlace Digital.

Servicio Privado.

En este caso el servicio se incorpora a las redes corporativas formadas a través de RDI, y es para uso exclusivo de clientes que utiliza sus propias salas o sus oficinas, cuando es a nivel de un solo usuario.

Interconexión a nivel Nacional e Internacional del Servicio Público de video enlace digital.

La introducción en TELMEX de la Red Digital Integrada permite ofrecer, en la primera etapa, el servicio de videoconferencia, desde la Ciudad de México a más de 1000 salas distribuidas en toda la Unión Americana y en el resto del mundo. La lista de países asociados a dicha red es la siguiente: [9]

Alemania	España	Noruega
Argentina	Finlandia	Nueva Zelanda
Australia	Francia	Reino Unido
Austria	Grecia	Rep. Popular China
Bélgica	Holanda	Singapur
Bermuda	Hong Kong	Suecia
Braíl	Irlanda	Suiza
Dinamarca	Italia	Taiwán
Escocia	Japón	Rusia

Como segunda etapa, TELMEX incorporó este servicio en las ciudades más importantes del país, entre ellas Guadalajara, Puebla, Monterrey y Ciudad Juárez para suministrar enlaces tanto nacionales como internacionales.

El servicio de videoconferencia en México es ofrecido a través de circuitos digitales de la Red Digital Integrada de TELMEX en tres velocidades de transmisión, 2.048 Mbpe, 768 kbps y 128 kbps.

Interconexión del Servicio Privado.

Los usuarios que cuentan con una Red Corporativa conectados a la Red Digital Integrada pueden incorporar el servicio de videoconferencia con diferentes velocidades de transmisión; ya que el servicio es compatible con las velocidades que maneja la Red Digital Integrada.

Una de las principales aplicaciones para el servicio privado es la conexión multipunto, ya que la Red Digital Integrada permite enrutar la señal de video en forma óptima, enlazando a las Compañías con el Corporativo, o bien a sus distribuidores o concesionarios en conferencia simultánea de manera fácil y segura.

Enlaces punto a punto a E.U.A. constituyen otra de las aplicaciones permitiendo conectar redes a un mercado dinámico y de gran potencial de negocios. [9]

***SERVICIO DE CIRCUITOS PRIVADOS DIGITALES.**

Los Circuitos Privados Digitales son recursos de la planta telefónica de la Red Digital Integrada, dedicados exclusivamente para satisfacer la demanda de los usuarios que requerirán la formación de una Red Privada de telecomunicaciones con calidad multimedia.

Este servicio se basa principalmente en la infraestructura de radios digitales y de fibra óptica de la Red Digital Integrada. Los puntos terminales, equipados con la más alta tecnología de enrutamiento dinámico para conexión de enlaces (Digital Access Cross Connect (DACC's), que permiten establecer en segundos una ruta dedicada a nivel local, nacional e internacional. Este avance tecnológico y de infraestructura permite ofrecer el servicio de Circuitos Privados Digitales con una disponibilidad inmediata y tiempo de respuesta competitivos a las solicitudes de los usuarios.

Características de los Circuitos Privados Digitales.

Modalidades.

Los Circuitos Privados Digitales se ofrecen en las siguientes modalidades:

- **Circuito Privado Local.**- Enlace de comunicación establecido de manera exclusiva entre dos diferentes domicilios localizados dentro de la misma Ciudad.
- **Circuito Privado Nacional.**- Enlace de comunicación establecido de manera exclusiva entre dos diferentes domicilios localizados en ciudades distintas dentro del territorio nacional.
- **Circuito Privado Internacional.**- Enlace de comunicación establecido de manera exclusiva entre dos diferentes domicilios localizados en México y E.U.A.

- Circuito Privado de Cruce Fronterizo.- Enlace de comunicación establecido de manera exclusiva entre dos diferentes domicilios localizados en las Ciudades de la franja fronteriza entre México y E.U.A.

Capacidades.

Los Circuitos Privados Digitales se ofrecen en capacidades de 64 Kbps (E-0) y 2.048 Mbps (E-1). La avanzada tecnología permite manejar para un canal E-1 desde 30 comunicaciones de 64 Kbps hasta 240 con voz comprimida o 180 canales de datos de 9.6 Kbps, o combinaciones de ambas modalidades.

El contar con el servicio de Circuitos Privados Digitales, presenta una amplia gama de oportunidades que permiten mejorar el proceso de comunicación en empresas, en virtud de la existencia permanente de un canal abierto para la comunicación prioritaria. Tal es el caso de líneas telefónicas del tipo "Hot Line", interconexión de conmutadores distantes o de extensiones de un conmutador en otras localidades, con la consecuente reducción de costos de operación en una empresa. [9]

***SERVICIO DE BUZÓN TELEFÓNICO.**

Actualmente la Red Digital Integrada ofrece el servicio de buzón telefónico para la incorporación de correo de voz y correo de fax en redes de telecomunicaciones.

***CORREO DE VOZ.**

El servicio de correo de voz de la Red Digital Integrada (RDI) de Teléfonos de México, es un sistema de recepción de mensajes automático. Este sistema permite recibir y guardar todos los mensajes y recuperarlos cuando se desee. De tal forma que no se pierden llamadas importantes y la comunicación se hace más eficiente, además permite: grabar, recibir, contestar, enviar y distribuir mensajes telefónicos a otros usuarios del sistema y a números telefónicos fuera del sistema; sin necesidad de invertir en equipo o instalaciones especiales. Las facilidades con las que también cuenta se refieren a la administración de la información como: responder un mensaje y regresarlo a la persona que lo originó, añadir comentarios adicionales y simultáneamente, marcar mensajes como urgentes y/o confidenciales, registrar el día y la hora en que fueron recibidos los mensajes y solicitar acuse de recibo de los mensajes enviados.

***CORREO DE FAX.**

El correo de fax es un sistema electrónico que ofrece la Red Digital Integrada (RDI) de Teléfonos de México para ampliar las facilidades del correo de voz, permitiendo al usuario recibir, enviar, guardar y transferir faxes desde su respectivo buzón con las mismas características del sistema de correo de voz. [9]

***SERVICIO DE RED SATELITAL.**

La Red Satelital de TELMEX es una red multiusuario para la interconexión de localidades remotas o aisladas mediante el transporte de señales digitales punto a punto, con todas las modalidades de transmisión de información como voz, datos, textos e imágenes en un solo sistema para construir redes corporativas o institucionales a nivel local y de larga distancia nacional e internacional, de la más alta calidad.

Características de la Red.

Disponibilidad.

- Infraestructura existente para conexión inmediata.
- Tiempos mínimos de respuesta al servicio.
- Respaldo de la instalación y supervisión por compañías de prestigio mundial.

Confiabilidad.

- Medio de transmisión de alta calidad punto a punto.
- 99 % de disponibilidad.
- Equipo redundante en estaciones terrenas maestras.
- Centro de control de la red de la más alta tecnología para la supervisión, monitoreo, diagnóstico y atención inmediata de fallas.

Calidad.

- Alta calidad en la transmisión de señales con un promedio mínimo de errores.
- Garantía absoluta de confidencialidad de la información transmitida.

Principales servicios.

Transmisión de datos.- Capacidad de interconectar a través de la red satelital todas las ubicaciones del usuario mediante enlaces dedicados para transmisión de datos, con velocidades que van desde 9.6 Kbps hasta 2.048 Mbps.

Transmisión de voz.- Ofrece el establecimiento de enlaces para transmisión de voz en una red con configuración de malla, permitiendo la comunicación verbal entre cualesquiera de los puntos interconectados en la red satelital.

Transmisión de imágenes.- Los enlaces de alta calidad y velocidad que se ofrecen a través de la Red Satelital, permiten la transmisión de imágenes, por lo que es factible el servicio de videoconferencia a través de esta red.

Estos servicios tienen una total cobertura nacional, así como internacional, a través de la conexión con las redes de comunicaciones más importantes de los Estados Unidos de América y Canadá desde los puntos fronterizos del país.

Características del servicio.

La Red Satelital TELMEX cuenta actualmente con estaciones terrenas maestras en las ciudades de:

México
Monterrey
Guadalajara
Tijuana
Ciudad Juárez
Puerto Vallarta
Huatulco

Permite ofrecer servicios de enlaces utilizando protocolos de transmisión estandarizados y con un alto grado de disponibilidad y funcionalidad; siendo los enlaces conexión del usuario a las estaciones terrenas totalmente digitales, ya que son proporcionados a través de la Red Digital Integrada, asegurando una alta calidad en el servicio. Además garantiza la funcionalidad permanente de la red dada la seguridad de contar con el transponder en el sistema de satélites Morelos, así como en el sistema de satélites Solidaridad.

Los enlaces digitales dedicados para transmisión de voz, datos, texto e imágenes son establecidos vía estaciones remotas de la más alta tecnología del tipo "VERY SMALL APERTURE TERMINAL" (VSAT) con un diámetro máximo de 3.6 metros, lo que permite una rápida y fácil instalación en la localidad del usuario.

Los enlaces pueden ser establecidos según las siguientes configuraciones:

- Entre estaciones VSAT.
- Entre estación VSAT y estación terrena maestra.
- Entre estaciones terrenas maestras. [9]

La avanzada tecnología de la red satelital facilita y optimiza a la vez, su mantenimiento al incorporar sistemas de administración de red computarizados, en el centro de control para un diagnóstico y monitoreo sistemáticos del servicio y su calidad, que aunado a la configuración de la red asegura la operación continua en la red satelital.

Por otra parte, en los últimos años el avance en la tecnología de compresión de imágenes en movimiento, que se traduce en reducciones en los costos de los equipos, han permitido que la videoconferencia esté cada vez más al alcance de todas las empresas e instituciones.

Con el fin de asegurar los niveles de calidad de servicio y de atención que demandan los usuarios, se han incorporado además de la tecnología de la RDI, los sistemas computarizados de supervisión y diagnóstico, así como la administración centralizada del sistema de enrutamiento dinámico para la conexión de enlaces (DACC's) en el centro de control de red, lo que permite responder con efectividad a las necesidades de servicio de una empresa.

TELMEX nos ofrece diversos servicios sobre su RDI con lo cual toma una evolución hacia ISDN.

1.2 B-ISDN

1.2.1 INTRODUCCION A B-ISDN.

Hoy día es difícil predecir el futuro de ISDN, nuevas técnicas competitivas están surgiendo, debido a la gran demanda de ancho de banda en algunos servicios.

Podemos decir que ISDN es una antigua técnica, los diferentes servicios no son manejados fácilmente en un canal común, debido a que se emplea la conmutación de paquetes tanto como la conmutación de circuitos, y que además, existen al mismo tiempo lo que complica la estructura de ISDN.

Los servicios con tasas de bits menores de los 64 Kbps permiten el uso de un canal de 64 kbps, por ejemplo: la transmisión de datos vía modem de 2400 bps no utilizan totalmente el ancho de banda de los 64 kbps; o sea que utiliza 1/26 veces la disponibilidad del canal de voz.[3]

La nueva eficiencia de compresión de voz y video no puede utilizarse bajo una técnica inflexible, la conmutación a 64 Kbps no es lo suficientemente flexible para permitir la transferencia de tasas de voz de 16 ó 32 Kbps.[3]

La demanda de ancho de banda se incrementa día con día, por lo que requerimos de más de 2 Mbps para poder enviar información con dichas características. ISDN únicamente provee un ancho de banda de 2 Mbps, y los expertos en el mercado han observado las desventajas que presenta el no contar con un ancho de banda mayor. De aquí surge la necesidad de contar con nuevas tecnologías que permitirán solucionar este problema (ATM y B-ISDN).

La Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha (B-ISDN) ha comenzado a desarrollarse para soportar conmutación de conexiones permanentes y semipermanentes de banda ancha en aplicaciones de punto-a-punto y punto-multipunto. Las conexiones en B-ISDN soportan los servicios de modo de circuitos y modo de paquetes, pudiendo ser estos de un solo tipo o multimedia; además soporta conexiones bidireccionales o unidireccionales.

B-ISDN está diseñado para transportar dos tipos de tráfico, uno de tasa constante de bits CBR (Constant Bit Rate) y otro de tasa variable de bits VBR (Variable Bit Rate). [2]

La tecnología principal en medios de transmisión de la cual hará uso B-ISDN es la fibra óptica, la cual permite manejar un ancho de banda mayor y conseguir mínimas pérdidas en la transmisión de información.

En los siguientes puntos se describirán con mayor detalle las características y beneficios que presenta esta nueva tecnología llamada B-ISDN.

1.2.2 SERVICIOS DE BANDA ANCHA.

El concepto de implementación de Red pública de conmutación de banda ancha es conocida como B-ISDN (Broadband - ISDN). La Red B-ISDN es una red integrada de servicios digitales ISDN (Integrated Service Digital Network), la cual provee servicios de banda ancha. El primer paso hacia B-ISDN es tener una red basada en télex donde los servicios de banda angosta y banda ancha sean integrados. Se seleccionó ATM (Asynchronous Transfer Mode) como el protocolo de transporte para B-ISDN.

En ISDN únicamente los accesos a usuarios eran integrados, no así el mecanismo de conmutación. ISDN utiliza separadamente los mecanismos de conmutación tanto de paquetes como de circuitos. En B-ISDN, todos los servicios dentro de la red pueden utilizar un medio de transporte y mecanismos de conmutación común. En un futuro, existirá la posibilidad de integrar ISDN y B-ISDN.

A continuación se enumerará una lista de servicios que puede proveer B-ISDN y sus requerimientos de ancho de banda:

- Interconexión LAN/PBX < 100 Mbps.
- Multimedia < 80 Mbps.
- T.V. de alta definición < 30 Mbps.
- T.V. broadcasting < 6 Mbps.
- Videoconferencia > 2 Mbps.

Debe existir un cambio en la tecnología cuando consideramos altas velocidades de transmisión. Para tal fin es necesario tener:

- Nuevos suscriptores de líneas (coaxial).
- Nuevos medios de transmisión (fibras ópticas).
- Nuevos sistemas de transmisión (SONET, SDH y ATM).
- Nuevas capacidades de señalización.
- Nuevas conmutaciones (cell).
- Nuevas terminales.

La necesidad de transmitir información a altas velocidades, además de tener plena seguridad en que la información enviada sea idéntica a la información recibida, nos conduce a crear nuevas tecnologías que nos permitirán realizar dicho fin. De tal manera surgen las redes de Banda Ancha, cuyo objetivo es dar solución al problema anterior.

B-ISDN requiere de nuevas tecnologías para su implementación; estas técnicas son similares a las utilizadas en una red pura de banda ancha.

Sin embargo, cabe hacer mención, que el hecho de tener una red de Banda Ancha, no significa que en ella tengamos servicios integrados. La Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha (B-ISDN) cubre la necesidad de contar con una red de Banda Ancha y, además, tener servicios de voz, video y datos integrados sobre una misma línea.

1.2.3 NORMATIVIDAD EN BANDA ANCHA.

Uno de los aspectos más importantes que tienen en común tanto ISDN como B-ISDN es la configuración de referencia ITU-TS. El modelo de referencia B-ISDN es idéntico con el modelo de referencia de ISDN, ya que contiene los mismos grupos funcionales y los mismos puntos de referencia. Los grupos funcionales B-ISDN comienzan con una "B", por ejemplo; B-N12.

La interfase de red de usuario B-ISDN UNI (User Network Interface) corresponde al punto de referencia T. La Interfase de Nodo de Red NNI (Network Node Interface) es una interfase de transmisión dentro de la red B-ISDN. ITU-TS trata de obtener una máxima similitud entre NNI y UNI.

Solamente una interfase T puede existir en un acceso de un cliente, pero puede existir más de una interfase S. La interfase S será probablemente la misma que la interfase T de tal forma que terminales sencillas pueden ser conectadas directamente a B-NT1.

El grupo funcional B-NT se divide en dos partes con las siguientes funciones:

- * B-NT1 principalmente realiza las funciones de capas de protocolo más bajas.
- * B-NT2 se refiere por ejemplo a un PBX o a una LAN y funciones de manejo tales como sincronización de celdas, concentración y conmutación local.

La ITU-TS ha especificado la interfase física (UNI) entre usuario y red para:

- * Dos tasas de bits; 155 Mbps y 622 Mbps.
- * Interfase eléctrica y óptica.
- * Transmisión Jerárquica Digital Síncrona SDH (Synchronous Digital Hierarchy) así como transmisión de celdas puras.

Organizaciones que proporcionan normatividad en banda ancha.

Como sabemos, B-ISDN está estandarizado por ITU-TS, quien trabaja con estandarización de banda ancha como una parte del trabajo con ISDN. La serie I maneja recomendaciones tanto para ISDN como para B-ISDN. B-ISDN sólo cubría cerca de 10 recomendaciones (febrero de 1993), mientras ISDN cubría cerca de 100. Por algunos años, ITU-TS ha estado trabajando con preguntas referidas a banda ancha, pero el desarrollo técnico ha sido más rápido que la estandarización por ITU-TS.

Existen además organizaciones que se dedican a hacer investigaciones y a realizar proyectos para redes de banda ancha, entre estas organizaciones tenemos:

- * **ATM FORUM.** Surge a partir de 1991 por un grupo de vendedores de redes en los E.U. y actualmente cuenta con 800 miembros [10] alrededor del mundo.

El objetivo de ATM FORUM es acelerar el uso de productos basados en tecnología ATM. Para alcanzar dicho objetivo, el grupo propuso producir documentación rápidamente comenzando por el nivel de interfase red-usuario (UNI).

* **EURESCOM.**- Fue creado en 1991 por operadores de redes de telecomunicaciones (autoridades de telecomunicaciones tradicionales).

EURESCOM es un instituto europeo para investigaciones y estudios estratégicos en telecomunicaciones. Trabaja con un número de proyectos, en donde existe una dedicado exclusivamente a ATM. Algunos se refieren al proyecto como "la red piloto ATM".[1].

Los operadores de red involucrados, (cerca de 13) invirtieron en un nodo ATM cada uno. Alemania tomó la iniciativa en comenzar la red piloto, y junto con telecomunicaciones de Francia y telecomunicaciones británicas comenzaron el proyecto.

El plan inicial era interconectar nodos de 34 Mbps en una línea. Este ancho de banda quizá es muy grande y cada operador intentó seguir con las recomendaciones de ITU, ETSI y EURESCOM.

* **RACE.**- En 1987 la Comunidad Económica Europea, EEC, tomó la iniciativa en establecer el programa Red "RACE", los cuales proporcionaron la creación de una Red Europea de banda ancha cuya función principal fuera la interconexión de universidades donde participaban los vendedores y operadores de telecomunicaciones europeos.

Parte del trabajo fue dar entrada a las investigaciones realizadas de estándares europeos e internacionales y llevarlos a la práctica.

La diferencia entre RACE y EURESCOM es que la primera se dedica a la investigación y EURESCOM es más dedicada a la creación de proyectos comerciales.

Observando lo anteriormente citado podemos ver que los vendedores de servicios están más interesados en B-ISDN que ISDN, por lo que han puesto más atención a que se lleve a cabo, a la mayor brevedad posible, la estandarización del protocolo de transporte de B-ISDN (ATM).

En el siguiente punto se tratarán los protocolos de transporte de la red B-ISDN.

1.2.4 IMPLEMENTACION DE B-ISDN.

Durante la introducción de banda ancha, las redes de banda ancha pura consistían de conectores cruzados de modo de transferencia asíncrona solamente, es decir, no se consideraban como una red B-ISDN. En este caso, un usuario tenía que ser conectado semipermanentemente en una ruta virtual VP (virtual path). Los VP normalmente se colocan entre localizaciones de usuario diferentes; el acceso de usuario se enlaza normalmente a una LAN ó a un PBX.

También cabe mencionar que la diferencia entre un switch y una conexión cruzada, se refiere a que una conexión cruzada solamente provee las conexiones semipermanentes de usuario, las cuales son colocadas por un operador, y un switch da al usuario la posibilidad de colocar y terminar una conexión por sí mismo, vía señalización.

Las tres capas de ancho de banda para B-ISDN, compaginan con el modelo OSI de la siguiente manera:

- Capa 3: Capa de adaptación ATM (ATM switch).
- Capa 2: Capa ATM (conexión a través de ATM).
- Capa 1: Capa física (SDH).

Podemos observar que para la capa 1, que nos proporciona los medios físicos, eléctricos y mecánicos para llevar a cabo la transmisión de información, se utiliza la tecnología conocida como SDH.

Existe una tecnología similar a SDH conocida con el nombre de SONET. La diferencia entre una y otra es su lugar de origen.

1.2.4.1 SONET y SDH.

Tradicionalmente las compañías telefónicas públicas, han sido creadas bajo el concepto de multiplexores en cascada para llevar a cabo su conexión.

La estructura de multiplexaje en E.U. es diferente de la estructura utilizada en Europa, y ambas son diferentes de la estructura usada en Japón. Esto trae como consecuencia el tener problemas de compatibilidad en las interconexiones con diversos países que cuentan con equipos diferentes.

Ante tal problema, ITU-TS diseñó un esquema de multiplexaje que permite:

- Un método de estandarización para administración y operación de los diferentes equipos a utilizarse.
- Diversas modalidades de operación que permitan altas velocidades ópticas.
- Compatibilidad de equipos a nivel mundial, teniendo una sola jerarquía óptica de multiplexaje aplicable a todo el mundo.
- Un gran número de niveles de multiplexaje y demultiplexaje.
- Un gran número de diferentes canales con distintas velocidades.
- Acceso a pequeños anchos de banda que no tengan necesidad de multiplexaje.
- Considerable eficiencia mucho mejor que la anterior.

Existen sistemas "backbone" de telecomunicaciones, los cuales se basan exclusivamente en estructuras de multiplexaje por división de tiempo TDM (Time Division Multiplexing). Tales sistemas se pueden considerar de costo-efectivo y eficientes donde el ancho de banda es pequeño y fijo.

En un futuro, las redes con un backbone de área amplia de alta velocidad requerirán de mayor flexibilidad debido a que se predice una demanda de servicios significativa y los requerimientos de ancho de banda deberán ser variables.

Diversos estudios han mostrado que la tecnología TDM no es lo suficientemente flexible para satisfacer este requerimiento. Esto se debe, en parte al desperdicio de ancho de banda al usar tasas fijas para servicios de tráfico variable (tales como imagen interactiva, tasa variable de voz ó video) y al tener anchos de banda variables resulta difícil utilizar sistemas TDM. Este problema es conocido como "fragmentación de ancho de banda".

Este problema es la razón principal por lo que B-ISDN utiliza un sistema de switcheo o conmutación de células.

El modo de transmisión sincrónica STM (Synchronous Transfer Mode) fué sugerido por los sistemas TDM para implantarse en B-ISDN. Sin embargo, STM fué abandonado para dar paso a ATM (Asynchronous Transfer Mode). Una de las razones principales para este cambio, fue la mayor facilidad para manejar el ancho de banda.

Para llevar a cabo la misión de transmitir bits por un canal de comunicación B-ISDN se eligió SONET ó SDH.

La red óptica síncrona SONET (Synchronous Optical Network) es un estándar americano para la operación interna de redes telefónicas ópticas. Por otra parte, mantiene una relación íntima con SDH (Synchronous Digital Hierarchy) adoptado por ITU-TS como una recomendación para la operación interna de redes ópticas de portadora alrededor del mundo.

Originalmente SONET fue propuesto por Bellcore y estandarizado por ANSI. SONET ofrece a los diversos proveedores de servicios un rango enteramente nuevo de una línea privada de alta velocidad y servicios de multiplexaje.

SONET fue desarrollado para proporcionar estándares de multiplexaje y tasas de transmisión óptica variable.

La estructura básica de SONET es una trama de 810 bytes, los cuales se envían en 125 μ seg. La velocidad mínima a la cual opera SONET es 51.84 Mbps.

$$810 \text{ bytes} \times 6000 \text{ tramas/seg} \times 8(\text{bits}) = 51.84 \text{ Mbps.}$$

La trama básica de SONET se ha definido como Señal Síncrona de Transporte de Nivel 1 STS-1 (Synchronous Transport Signal level 1). Dicho nivel contiene 9 filas y 90 columnas por trama.

Las tres primeras columnas de cualquier fila son usadas para la administración y control del multiplexaje del sistema. A esto se le conoce como "overhead", además, la trama se transmite fila por fila de izquierda a derecha.

La jerarquía de SONET proporciona velocidades de transmisión superior a los 2.5 Gbps y se extiende si es necesario a más de 13 Gbps. [2]

En SDH el nivel primario es de 155.52 Mbps (módulo de transporte síncrono primario STM-1) y puede transportar las jerarquías plisíncronas existentes, tanto del sistema europeo; como el sistema japonés y el sistema de E.U...

SDH permite la transmisión de señales digitales a alta velocidad en forma económica y según normas internacionales con las siguientes ventajas:

- * Utiliza recomendaciones de ITU-TS en todas las interfaces eléctricas y ópticas.
- * Es una red de transmisión óptica universal.

- * Permite la interconexión de diferentes jerarquías: Europa, Japón y E.U.
- * Estandarización futura de la red de Supervisión de Transmisión (TMN).
- * Reducción de equipo para acceder canales dentro de una señal.

Las características principales de SDH son:

- Definición de interfaces eléctricas y ópticas arriba de 140 Mbps.
- Red de transmisión transporte a nivel mundial.
- Capacidad para facilitar operación, administración y mantenimiento.
- Manejo de ancho de banda y enrutamiento flexibles.
- Gran flexibilidad para proporcionar el transporte de las señales de las tecnologías futuras.

De la internacionalización de los niveles de señal por los cuerpos de estándares de ITU resultaron una serie de recomendaciones para B-ISDN; donde esfuerzos de B-ISDN manejaban la necesidad de comunicaciones a alta velocidad y habilitaron tecnologías para soportar nuevos servicios en una nueva forma de integración. Las tasas de datos ópticos, sincronización, y formatos de trama seleccionados para B-ISDN se llamaron SDH (Synchronous Digital Hierarchy) en Europa y SONET en Norteamérica. Con la finalidad de ejemplificar las diferencias que hay entre el manejo de las señales en Europa y América a continuación se presentará una tabla que contiene las jerarquías de señales digitales tanto en América como en Europa y Japón.

Nivel	Norteamérica	Europa	Japón
1	1.54 (DS1)	2.048	1.544
2	6.312 (DS2)	8.448	6.312
3	44.736 (DS3)	34.368	32.064

Tabla 1.b

SDH es una serie de recomendaciones de ITU-TS para poder introducir una red de transmisión universal de alta calidad a un costo relativamente bajo.

La idea es introducir SDH a nivel mundial coexistiendo con la red pleiócrona actual (PDH). Sin embargo, se basa la expansión de la red existente en SDH, permitiendo un desarrollo continuo.

Con el desarrollo de la tecnología, dando posibilidad cada vez de velocidades de datos más altas y la utilización de fibra óptica, se hizo posible la transmisión de grandes cantidades de datos.

Ahora, SDH permite ofrecer a las administraciones de redes, equipos compatibles para la transmisión de las señales de diferentes jerarquías a velocidades muy altas.

1.2.4.2 FRAME RELAY.

Las aplicaciones diseñadas para arquitecturas cliente-servidor, donde el servidor y las estaciones de trabajo dividen el procesamiento; requieren un tiempo de respuesta mínimo, y redes como X.25 no soportan estos requerimientos.

Las mejoras tecnológicas en redes (por ejemplo, la transmisión digital sobre fibra óptica) han dado excelentes resultados en la calidad de transmisión, lo cual reduce las funciones de verificación y de corrección de datos transmitidos en puntos intermedios de la red.

Las comunicaciones LAN a LAN han impulsado en gran medida la introducción de Frame Relay. [1]

Frame Relay es una técnica de acceso a una red de área amplia. Además es una tecnología de conexión orientada a soportar paquetes de longitud variable.

En Frame Relay es posible la transmisión de datos a alta velocidad y pequeños retardos por un simple protocolo de transmisión de datos con una corrección mínima de errores.

Frame Relay puede implementarse en formas diferentes:

- * Como parte de una red de conmutación privada de paquetes que solo soporta otros tipos de conmutación, tales como X.25.
- * Como una red privada virtual VPN (Virtual Private Network), la cual consiste de una sección de operador de red, utilizada únicamente por una compañía u organización.
- * Como un servidor público.
- * Como una solución híbrida, una red privada cubriendo una área específica de una compañía y unidades periféricas conectadas vía pública a los servicios de Frame Relay.

En Frame Relay existen dos principales elementos de red:

- 1) **Switch Frame Relay (FRS)** .- Es un nodo de red con servicios Frame Relay.

Un nodo de red principal contiene funciones (software) para conmutación de paquetes (X.25) y servicios Frame Relay.

2) **Equipo terminal de datos DTE (Data Terminal Equipment)**. - Es el equipo de usuario. Un DTE Frame Relay puede ser un ruteador, un gateway, una PC, una estación de trabajo o un host. Al software de "división de paquetes" de Frame Relay se le llama dispositivo de acceso de Frame Relay FRAD (Frame Relay Access Device).

El Switch Frame Relay lee la dirección del campo de la trama y la envía (sin alteraciones) sobre un canal, de acuerdo a la tabla de ruteo. Además el FRS puede detectar errores aunque no pueden ser corregidos por éste. Las tramas incorrectas son simplemente descartadas, de esta forma el usuario no pierde información, debido a que se verifica con el DTE si la transmisión fue recibida correctamente, si no fue así, se inicializará una retransmisión de datos; por lo que Frame Relay se considera una conmutación de paquetes rápida.

La calidad de transmisión de datos en Frame Relay es efectiva, la tasa de errores de bit (bit error rate) es $BER_{max} = 10^{-6}$ por canal aproximadamente. [1]

La estandarización de Frame Relay se describió por ITU-TS y ANSI. Frame Relay únicamente se encuentra definida para la capa 1 y 2 del modelo de referencia OSI. Además se han desarrollado estándares de Frame Relay para soportar las funciones que típicamente requieren los servicios de un protocolo de capa de red.

Otro de los aspectos que es importante recalcar es que Frame Relay define una interfase entre equipo de usuario y una Red de Área Amplia WAN (Wide Area Network), no así las interfaces o protocolos usados dentro de la WAN en sí misma. Esto significa que Frame Relay no define cómo los nodos interactúan dentro de la red uno con otro. Internamente, la WAN podría hacer uso de protocolos que no parecen estar relacionados a Frame Relay. Por ejemplo, una WAN soporta una interfase Frame Relay que podría usar Modo de transferencia asíncrona (ATM) el cual se basa sobre unidades de información llamadas celdas.

Como podemos observar, el desarrollo de Frame Relay ha sido necesario ante las necesidades de intercomunicar redes LAN a alta velocidad mientras se mantiene el más bajo costo asociado con redes de conmutación de paquetes. Además de ejecutar facilidades de transmisión con una transmisión casi libre de error.

1.2.4.3 ASYNCHRONOUS TRANSFER MODE (ATM).

Las redes de computadoras forman parte fundamental en el desarrollo de las telecomunicaciones, los servicios de información son muy importantes tanto en el sector público como en el privado. Las redes de voz fueron integradas con redes de datos durante los 80's, pero al crecer las necesidades del usuario se requirió de mayores capacidades, por ejemplo, el poder transmitir aplicaciones de multimedia con un ancho de banda alto y requerimientos para transmisión en tiempo real.

La tecnología de B-ISDN surge de la necesidad de comunicación a altas velocidades y permite que nuevas tecnologías sean soportadas en un diseño integrado. La sincronización, la tasa de datos ópticos y el formato de tramas hace que se prefiera SDH (Europa) y SONET (E.U.), para el enlace de B-ISDN.

El objetivo principal de B-ISDN es soportar los diversos requerimientos de tráfico y proveer el transporte de datos flexible y eficiente.

En 1988 ATM fue seleccionado como una técnica de switcheo y multiplexaje para B-ISDN. El estándar ATM está diseñado para soportar eficientemente voz, imágenes y datos digitales a alta velocidad.

El impulso de ATM se debe principalmente a las necesidades de:

- * Proveer transporte con la capacidad necesaria en tiempo real.
- * Aplicaciones de multimedia.
- * Incorporación de voz, video y datos a alta velocidad en redes de banda ancha y baja latencia.

Los principales objetivos de ATM son:

- ATM debe ser costeable y escalable, es decir, debe soportar diversas características de tráfico.
- Debe ser capaz de soportar múltiples cadenas de datos con retardos aceptables.
- Debe ser capaz de desempeñar operaciones de multicómputo eficientemente.

- Debe ser capaz de operar entre LAN's, MAN's y WAN's, además de usar los diferentes estándares existentes y cualquier protocolo posible.
- Proporcionar seguridad y privacidad en la integración de datos.

ATM se basa en un paquete virtual de tamaño fijo llamado celda. Dicha celda tiene 5 bytes de información de cabecera y 48 bytes de información. En la cabecera encontramos información de identificación, prioridad de la celda y enrutamiento, además de identificación de trayectoria y canal virtual. Esta información nos permite determinar cual celda corresponde a que conexión realizada. Cuando una conexión se realiza entre dos o más terminales sobre la red, una ruta virtual se define entre la fuente y el destino. Se usan dos etiquetas, el identificador de ruta virtual (VPI) y el identificador de canal virtual (VCI).

El modo de transferencia asíncrona (ATM) surge como solución a los nuevos problemas generados, se describe como una tecnología que permitirá flexibilidad total y eficiencia para lograr redes de multimedia, servicio integrado y alta velocidad de transmisión.

II. Características inherentes al ATM

II. CARACTERISTICAS INHERENTES AL ATM.

II.1 INTRODUCCION AL ATM.

La historia de las telecomunicaciones en los últimos 20 años ha sido determinada principalmente por la convergencia de grandes innovaciones tecnológicas, como son: la fibra óptica, el procesamiento digital de señales y la integración a grande escala (VLSI). Imaginar productos o servicios aún no conocidos en el mercado, combinando las tecnologías mencionadas, representa sólo una dificultad menor; de tal forma que es fácil imaginar su proyección. Por el contrario, es bastante difícil apreciar el impacto de las innovaciones sobre la clientela (empresas y hogares), y la manera en que un servicio será recibido, aceptado y utilizado debido a que tiene un alto contenido aleatorio que no siempre es posible traducir en términos de demanda y de flujo de comunicaciones.

La teleinformática profesional, las videocomunicaciones y los sistemas multimedia forman las tres fuentes de demanda de comunicación a muy alta velocidad. Estos dominios en evolución constante producen una ausencia de aplicaciones claramente definidas y normalizadas, tomando en cuenta las inversiones en infraestructura de alta velocidad que tiene que ser instalada. Es por esto que los prestadores de servicios de telecomunicaciones han sido obligados a diseñar redes integradoras, dotadas de grandes posibilidades de adaptación. Con las capacidades de teleprocesamiento disponibles actualmente con las computadoras, la solución de problemas muy complejos puede realizarse repartiendo las diferentes funciones entre la red y sus componentes periféricos.

La noción de alta velocidad incluye espontáneamente a la imagen, sea ésta fija o animada; algunos servicios de comunicación interpersonal como lo es el videofono y el servicio de videoconferencia (como el VED propuesto por TELMEX sobre RDI), que exige aún la utilización de un enlace fijo cuyos procedimientos de instalación son complicados y costosos. Por lo anterior podemos afirmar que una red conmutada a alta velocidad deberá favorecer la simplificación de su utilización.

Dentro de los grandes grupos industriales, los organismos bancarios y financieros, las administraciones, y en las instituciones de enseñanza e investigación la informática está presente, y en sus diferentes entidades y sitios se han equipado redes locales (LAN), de diferente tamaño y configuración. En cada lugar proliferan LAN's exigiendo que sean organizadas en un sistema de información coherente, incluyendo su interconexión.

Más allá de los problemas de estructura o de organización propias a cada empresa, la necesidad de enlazar equipos distantes toma una gran importancia dentro de la evolución de la informática. Las arquitecturas Informáticas más evolucionadas se diseñan según el modelo cliente-servidor, el cual procura una transparencia total. En este modelo el usuario accede a las diferentes aplicaciones y bases de datos sin tener que preocuparse por su ubicación (local o distante), lo que puede hacerse explotando las cualidades ergonómicas y las capacidades de diálogo en tiempo real de las nuevas estaciones de trabajo, que propician una relación entre máquinas inteligentes trabajando de manera cooperativa. [12]

Después de hacer un breve repaso de las técnicas de conmutación y transmisión aplicadas a las redes de conmutación actuales (ISDN), se presentan los principios fundamentales utilizados en la red de conmutación de transferencia asíncrona (ATM).

II.2 CONCEPTO DE ATM.

En todas las redes modernas de telecomunicación entran en juego tres tipos de funciones complementarias: la conmutación, el multiplexaje y la transmisión. Los equipos de conmutación se encargan del establecimiento de la trayectoria por donde han de pasar las señales a través de la red. El multiplexaje, siendo una técnica de optimización asociada al proceso de transmisión, permite agrupar sobre un mismo soporte las señales correspondientes a varias comunicaciones diferentes. Por último, los equipos de transmisión aseguran el transporte de señales entre dos extremos de la red. [2]

Haciendo un enfoque específico sobre la conmutación, ésta puede realizarse en forma espacial, temporal o utilizando una técnica llamada *space spectrum*. El principio de la conmutación espacial consiste en asignar un canal individual a cada comunicación, y fue diseñado en función del tráfico telefónico. Si tratamos de aplicar esta técnica a una red de alta velocidad que deberá transportar una gran diversidad de señales (voz, datos, imagen), constatamos que es necesario suponer diferentes redes, cada una dedicada a una categoría de señal, teniendo como punto de enlace común a la interfaz de usuario.

El principio de conmutación temporal tiene sus orígenes en la digitalización de señales de voz, en donde fue aplicado el principio de multiplexaje para optimizar el tiempo que separan a 2 muestras de la misma señal. De tal forma que las muestras son transportadas dentro de una trama o tren digital de 125 microsegundos llevando 32 intervalos de tiempo (conocido como E-1).

Por otra parte, tenemos la técnica llamada spread spectrum. Dicha técnica fué desarrollada en E.U. y su objetivo fué superar los problemas que surgían por interferencia intencional. Consiste en que la señal transmitida se propaga sobre una banda de frecuencia mucho más amplia que el mínimo ancho de banda requerido para transmitir la información que va a enviarse. Una señal spread spectrum se crea modulando la señal de radio frecuencia con una secuencia de propagación (un código consistente de algunas series de pulsos binarios), o "saltando" la frecuencia de la señal portadora. Algunos dispositivos como radios AM y FM transmiten una señal restringida a una banda de frecuencia baja para reducir el potencial de interferencia con canales adyacentes. Además, algunos radios spread spectrum pueden compartir la misma banda de frecuencia, de tal forma que cada sistema usa un código de propagación único para reducir interferencia entre los diferentes radios. Solamente el receptor con el mismo código de propagación que el transmisor puede reensamblar, o no propagar la señal como ruido para recobrar la información radiodifundida. Así, los radios spread spectrum pueden tolerar un nivel más alto de interferencia que los radios convencionales - alojando la misma frecuencia para ser reusada algunas veces dentro de un área dada.

La conmutación de paquetes representa una evolución posterior a las técnicas temporales. Esta técnica permite comparar en el tiempo la capacidad de transmisión disponible. En la conmutación de paquetes han sido definidos tres grandes modos de enrutamiento y cada uno de ellos se asocia a una etiqueta específica: autoenrutamiento, datagrama y por trayectoria lógica. En el modo de autoenrutamiento la etiqueta de cada paquete contiene una descripción completa del recorrido a efectuar, el cual es proporcionado a la red por la terminal de emisión. Con el procedimiento del datagrama la fuente emisora inscribe la dirección del destinatario en la etiqueta de cada uno de los paquetes que componen una comunicación. Donde cada paquete:

- 1) Es encaminado y procesado por los puntos de conmutación.
- 2) Es autónomo y puede seguir diferentes itinerarios en función de la ocupación de las arterias de la red en un instante dado.

Finalmente, en el modo de enrutamiento por trayectoria lógica, la terminal de emisión debe solicitar a la red el establecimiento de un itinerario. Esta operación se efectúa por medio de un paquete "de llamado", que marca dentro de la red el camino que deberán seguir los paquetes que componen una misma secuencia. La etiqueta contiene las referencias del itinerario en una forma más abreviada respecto al modo de autoenrutamiento. El camino trazado no es exclusivo para esa comunicación, sino que está disponible para otras comunicaciones durante los tiempos en los que no hay un paso efectivo de paquetes. [12]

En una red de alta velocidad se considera que estarán presentes simultáneamente las tres grandes familias de señales: voz, datos e imágenes. Cada una de éstas responde a una estadística de comportamiento particular y diferente. Algunas aplicaciones informáticas requieren tiempos de respuesta extremadamente rápidos, mientras que otras producen flujos de datos de manera esporádica. En aplicaciones que involucran señales de voz y de video se requiere una continuidad en la emisión. Entonces una red de alta velocidad involucra una noción de universalidad que da cabida a la cohabitación de aplicaciones muy diversas. Por otro lado, dentro de una misma categoría de aplicación se requiere una tolerancia a fluctuaciones en la cadencia de emisión, las que pueden ser fuertes e imprevisibles. [14]

Las muy diversas restricciones han conducido a determinar un conjunto de características especiales dentro de las redes asíncronas y en particular para la red ATM. Estas características están destinadas a proporcionar al sistema una robustez y una confiabilidad (a priori) que no podían ser obtenidas por los procedimientos de control utilizados en las redes actuales. En las redes ATM ha sido adoptada la fórmula de longitud fija del paquete, este conocido como celda y que está constituido por un conjunto de 53 bytes. Una etiqueta de información de 5 bytes precede a un campo de información (carga útil) de 48 bytes (ver figura 2.2.1). Una gran ventaja de utilizar un paquete de longitud fija sobre uno de longitud variable es que puede procesarse directamente por hardware, pudiendo obtener mejor partido de la tecnología de los equipos de comunicaciones.

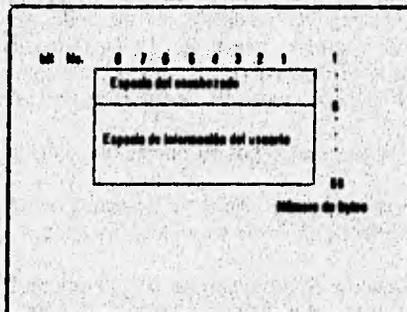


Figura 2.2.1 Estructura de la celda ATM.

Del mismo modo, en una red de paquetes es más fácil asegurar la fluidez del tráfico cuando circulan unidades de formato fijo. Los métodos probabilísticos de gestión de filas de espera no necesitan tomar en cuenta la variable ligada al tamaño del

paquete. Los riesgos de errores y de pérdida se reducen. La longitud fija del paquete favorece el funcionamiento de la red ATM con las redes existentes. En lo que se refiere al modo de enrutamiento, la selección ha sido determinada por la capacidad de mantener a las celdas en una secuencia coherente. Entonces, el modo de enrutamiento retenido por ATM es el de la trayectoria lógica.

Para que ATM sea verdaderamente una red universal se necesitan separar claramente las funciones de aplicación de las funciones de transferencia, razón que decidió llevar los procesos especializados a la periferia de la red, confiándolos a los equipos terminales dedicados a cada tipo de aplicación (ver figura 2.2.2). Este reparto de tareas sigue un modelo de protocolo dentro de la arquitectura del modelo OSI.

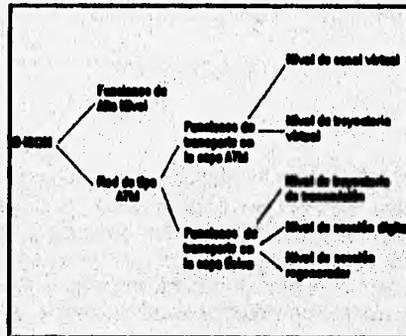


Fig. 2.2.2 Reparto de tareas de redes ATM

El concepto de ATM rebasa la oposición clásica entre enlace conmutado y enlace dedicado, ya que la celda es a la vez la unidad de transmisión, la unidad de multiplexado y la unidad de conmutación. [15]

ATM, por su nomenclatura en inglés: Asynchronous Transfer Mode, es considerado como el soporte sobre el cual será construida la Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha. El término transfer mode (modo de transferencia) comprende los aspectos de transmisión y conmutación de la información dentro de una red. El término asynchronous (asíncrono) se refiere al contenido de transmisión multiplexada en donde las celdas asignadas para la misma conexión pueden presentar un patrón de recurrencia irregular, que se muestra en la figura 2.2.3.

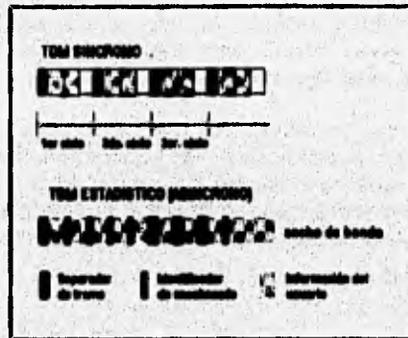


Figura 2.2.3

En la figura 2.2.3 para el TDM (multiplexaje por división de tiempo) síncrono, una unidad de datos asociada al canal dado es identificada por su posición en la trama de transmisión. El TDM asíncrono (ATM) una unidad de datos o celda asociada con un canal virtual específico puede ocurrir en cualquier posición. En una red ATM el multiplexaje y la conmutación de celdas es independiente de las aplicaciones. En esta red se proporciona una asignación dinámica del ancho de banda, permitiendo soportar la idea de una interfaz única que puede ser empleada por una variedad de usuarios con necesidades de servicios diferentes.

ATM describe un modelo de referencia de protocolo para asegurar un transporte de información flexible. El modelo del protocolo para este propósito está compuesto del nivel físico, el nivel ATM, el nivel de adaptación de ATM (AAL) y los niveles superiores (ver figura 2.2.4).

La naturaleza multiservicio del modo de transferencia está constituido de una capa de red o capa ATM que soporta sus servicios (hacia abajo) en una capa física que conjunta las funciones ligadas a la transmisión, y una capa de adaptación (hacia arriba) que hace el enlace con las capas aplicativas. [13]



El plano de
control y de usuario y de administración
se encuentran en el plano de usuario
de la capa de adaptación

Figura 2.2.4

El modelo del protocolo ATM es parecido al de la ISDN. Está constituido de igual forma en lo que se refiere a:

- * plano de usuario, en donde se encuentran los protocolos aplicativos.
- * plano de control, en donde se conjuntan los procedimientos ligados al procesamiento de llamada y comunicación gracias a una red de señalización construida arriba de la capa ATM vía su propia capa de adaptación.
- * plano de administración, que contiene las funciones de administración dentro de las diferentes capas y las relaciones de administración entre capas.

II.3 ESTRUCTURA DE UNA RED ATM.

En cualquier red de telecomunicaciones encontramos funciones complementarias como la conmutación, el multiplexaje y la transmisión. Para llevar a efecto dichas funciones, se debe contar con un soporte de red, de tal forma que su arquitectura permita el desempeño de las funciones antes citadas. Por lo tanto, encontramos en una red ATM dispositivos tales como: switches ATM, puntos terminales ATM, enlaces, celdas, adaptadores de capas ATM, interfase de usuario de red, etc. En la figura 2.3.1 podemos observar una estructura típica de una red ATM, donde encontramos redes públicas y privadas, así como switches públicos y privados.

Una red privada ATM generalmente será referida a redes de área local ubicadas en edificios ó universidades. Sin embargo, una red privada ATM puede tener conexión con una red de área amplia, convirtiéndose así en una red completamente de área amplia.

Para llevar a cabo la conexión entre los puntos terminales de una red ATM contamos con los "puntos terminales ATM", que son piezas del equipo de usuario terminal, cuya función es realizar la interfase entre ambos. Además dicho punto terminal contiene una función llamada "capa de adaptación ATM".

Para llevar a cabo las interfaces en la red ATM, se han definido dos interfaces distintas. La interfase de usuario de red "UNI" (User Network Interface) está completamente estandarizada. En ella encontramos dos diferentes tipos de interfaces UNI's, estas debidas al tipo de red, llamadas públicas y privadas. Sus diferencias principales son:

UNI Pública	UNI Privada
Larga distancia de red	Corta distancia de red
Direccionamiento similar al de un número telefónico	Direccionamiento derivado de LAN
Definida por ITU-TS	Definida por ATM FORUM

La conexión entre dos nodos de red NNs (Network Nodes), involucra la interconexión entre troncales. Para realizar esto contamos con el estándar NNI (Node Network Interface), que debido al crecimiento de las redes ATM, los encontramos en tres maneras distintas.

II.3.1 CANALES VIRTUALES Y RUTAS VIRTUALES.

Un campo del paquete de una celda ATM contiene la información del "header" o encabezado donde encontraremos la dirección de la información a transmitir, y la información de la carga útil. Sin embargo, mas que una dirección de destino específica, el header es un identificador de ruta virtual VPI (Virtual Path Identifier) y un identificador de canal virtual VCI (Virtual Channel Identifier) que reconocen la conexión virtual sobre la cual la celda debe ser enviada. Ver figura 2.2.1.

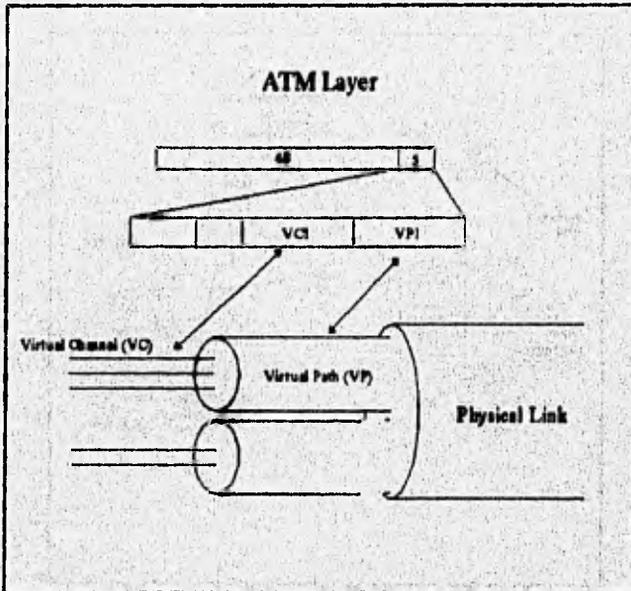


Figura 2.2.1

Por otro lado un canal virtual VC (Virtual Channel) es un circuito de comunicaciones que transporta celdas ATM entre dos o más puntos terminales. Los puntos terminales de un VC se pueden utilizar en conexiones de diferentes tipos:

- * usuario a usuario.
- * usuario a red.
- * red a red.

La estructura del encabezado de una celda ATM con una interfase UNI se ilustra en la figura 2.3.1

El campo de control de flujo genérico (GFC Generic Flow Control) tiene un tamaño de 4 bits, su función es permitir a varios dispositivos usar una única UNI con una configuración de medios compartidos. Sin embargo cabe hacer la aclaración que nunca ITU-TS o ATM FORUM han definido el estándar para el uso de este campo, por lo que el valor asignado al campo GFC es 0000.

Un VPI tiene una longitud de 8 bits donde se encuentra el valor de la ruta de la celda y soporta como máximo 256 rutas virtuales sobre una UNI.

Una VCI cuenta con un tamaño de 16 bits cuyo valor corresponde al identificador del canal virtual, soporta un máximo de 65,536 canales virtuales para cada trayectoria virtual a través de UNI. El VPI/VCI indica al switch ATM como deberá ser ruteada la celda.

El identificador de tipo de carga (PTI) tiene una longitud de 3 bits, el cual distingue la información del usuario contenida en las celdas de la información de red o de la información de administración. El campo PTI también indica si se han encontrado celdas en congestión a través de la red ATM.

La prioridad de pérdida de celda (CLP), tiene una longitud de 1 bit, el cual nos indica que si su valor es 1, la celda tiene una baja prioridad. En un evento de congestión de red, un switch ATM descarta las celdas que tengan baja prioridad (CLP=1) antes de descartar las celdas con prioridad regular (CLP=0). La función CLP es de suma importancia debido a que permite a ciertos tipos de tráfico tomar prioridad cuando una red esté congestionada.

El control de error de encabezado (HEC) con una longitud de 8 bits, provee un código de redundancia cíclica, el cual detecta los errores en el encabezado de la celda. Su principal función es validar los campos VPI y VCI para evitar el envío de celdas o celdas erróneas.

La única diferencia entre el encabezado de NNI y un encabezado de UNI es el primer byte ya que el resto de las funciones son idénticas.

En el encabezado de NNI se eliminan los 4 bits correspondientes al campo GFC incrementando así el campo VPI a 12 bits, de esta forma el campo VPI aumenta las capacidades de ruteo en la NNI, lo que permite soportar un máximo de 4096 rutas virtuales en comparación con las 256 rutas virtuales en una UNI. Cada trayectoria virtual soporta un máximo de 65 536 canales virtuales.

Recordando que una trayectoria virtual agrega canales virtuales que nos permiten el "trunking" de VC's facilitándonos la transmisión entre los diversos dispositivos ATM.

II.3.4 PROTOCOLO DE ARQUITECTURA DE RED ATM.

El modelo de referencia del protocolo ATM se muestra en la figura 2.2.4 podemos observar su similitud con el modelo de referencia OSI en el cual la comunicación de capas superiores ocurre entre las siguientes capas:

- Capa de adaptación ATM .
- Capa ATM.
- Capa física.

Sin embargo, adicionalmente a estas capas, el modelo también incluye tres diferentes planos:

- Plano de usuario (U-plane).
- Plano de control (C-plane).
- Plano de administración (M-plane).

El plano de usuario permite la transmisión de información del usuario, este contiene a la capa física, a la capa ATM y múltiples capas de adaptación ATM para diferentes servicios.

Por otra parte, el plano de control es el responsable del control de llamado y el control de las funciones de conexión, esto permite a la capa física y a la capa ATM junto con el U-plane así como a las capas de adaptación ATM contar con protocolos de señalización.

El plano de administración incluye la capa de administración y la administración del plano, esta capa es responsable de realizar funciones de administración para cada una de las capas del modelo de referencia ATM. La administración del plano es responsable de la coordinación de la administración entre planos y la total administración del sistema.

Ahora bien, para entender el modelo de referencia de una red ATM, conviene definir las funciones de las diversas capas.

La capa física define que celdas serán transportadas en la red, esto incluye las interfaces físicas, el medio y las tasas de información. La capa física también define que celdas serán convertidas a un cierto tipo de señal dependiendo del tipo de medio físico.

ATM es independiente del medio de cualquier capa física, sin embargo, para ATM han sido definidas las capas físicas. El protocolo de capa física está dividido en dos subcapas:

- *Subcapa de medio físico PM (Physical Medium).
- *Subcapa de convergencia de transmisión TC (Transmission convergence).

La subcapa PM soporta funciones que son dependientes del medio de transmisión seleccionado. La subcapa de convergencia de transmisión soporta funciones que son independientes de las características del medio de transmisión.

Algunas de las funciones realizadas por las subcapas TC y PM se muestran en la siguiente tabla.

CAPA FISICA	
Convergencia de transmisión	Medio físico
* generación/verificación del encabezado.	* codificación de la línea y conteo de bit.
* creación de celdas limitadoras dentro de la carga útil física.	* medio físico.
* adaptación de celdas dentro del sistema de transmisión.	
* transmisión de tramas generación/recuperación.	

Por otra parte tenemos que la capa ATM provee la capacidad de retransmisión de celdas utilizando técnicas TDM asíncrono. La información multiplexada es organizada en celdas fijas de 53 bytes. Los bytes en cada celda son transmitidos en orden progresivo comenzando con el bit 1. Esto pretende que el encabezado de la celda sea el primero transmitido seguido de la información del campo. Los bits dentro de cada byte son transmitidos de manera decreciente comenzando con el bit 8.

La transmisión de celdas a través de la red ocurre de acuerdo a una conexión previamente establecida de acuerdo al contrato de tráfico. La red requiere conservar el orden de celdas como fueron transmitidas desde el nodo fuente al nodo destino debido a que la red ATM no lleva a cabo la retransmisión de celdas perdidas o erróneas.

La capa ATM es independiente de la capa física. Las funciones de la capa ATM son:

- * **Función de multiplexaje y demultiplexaje de celdas.** Esta función proporciona la capacidad de multiplexar celdas de diferentes trayectorias virtuales y circuitos virtuales para formar un arreglo de flujo de celdas o en forma contraria a la capacidad de demultiplexaje.
- * **Función de traducción de celdas VPI/VCI.** Esta función se requiere para el conmutador ATM o el nodo de conexión ATM. Su función es mapear los valores guardados en el campo VPI/VCI para cada encabezado de la celda ATM en un nuevo conjunto de valores.
- * **Función de generación y extracción del encabezado.** Involucra la generación o extracción de los 4 primeros bytes en el encabezado de la celda ATM. Para la generación del encabezado, la información recibida de las capas más altas es mapeada dentro de los campos correspondientes, y lo contrario corresponde a la ejecución del proceso de extracción del encabezado. Esta función también es asociada a la traducción del identificador del punto de acceso al servicio (SAPI) dentro del VPI y VCI.
- * **Función de control genérico (GFC).**

El aspecto multi-aplicación de un servicio de capa ATM presenta contrapartidas en el aspecto de una falta de estandarización total. El desacoplamiento de velocidad (garantizando un servicio multi-velocidad) tiene por consecuencia inmediata que la velocidad de la fuente no es transportada explícitamente por la red. Por lo que no es posible deducir directamente el ritmo de la fuente a partir del ritmo del acceso en recepción. Además, las filas de espera de la capa ATM introducen una fluctuación aleatoria del tiempo de propagación. Desde el punto de vista semántico, el servicio de la capa ATM repercute en los errores de transmisión hacia las capas superiores y puede introducir dos defectos suplementarios:

- La pérdida de celdas, que puede ser provocada por las saturaciones de las filas de espera o por errores de transmisión destruyendo el encabezado de identificación.

- La generación de celdas, cuando el resultado de tales errores es el de modificar un encabezado activo y de enrutar esa celda hacia un destino equivocado.

Por otra parte la capa de adaptación ATM (AAL) provee funciones orientadas al usuario que no son incluidas como parte de la capa ATM. Estas funciones orientadas al usuario permiten a la capa ATM transportar diferentes tipos de protocolos de capas superiores y servicios. Dicho de otra manera, la AAL adapta la función de transporte pura de la capa ATM a los requerimientos de los diferentes servicios de usuario, entonces podemos decir que la principal función de la capa AAL es proveer una interfase entre los datos de usuario y la red ATM. Para lo cual, la AAL se divide en dos subcapas:

- Subcapa de convergencia (CS).
- Subcapa de segmentación y reensamble (SAR).

La subcapa de convergencia (CS) dependerá del tipo de servicio que se requiera, sus funciones principales son la detección y corrección de bits erróneos en las celdas; además de mantener una sincronización entre la estación fuente y el destino.

La subcapa de segmentación y reensamble (SAR) realiza diferentes funciones que dependerán de si se está hablando de datos transmitidos o recibidos. Por otra parte, en lo que se refiere a transmisión, el SAR es responsable de segmentar las unidades de datos del protocolo de capas superiores en 48 octetos (bytes) para formar el campo de información de una celda ATM. La función del SAR en la recepción consiste en reensamblar el contenido del campo de información de la celda ATM en unidades de datos de protocolo de capas superiores. En conclusión, podemos decir que la función del nivel AAL es establecer las características solicitadas, respondiendo a restricciones diferentes. Esto se lleva a cabo con las variantes bajo la forma de tipos AAL, las cuales las podemos encontrar perfectamente clasificadas.

PROTOSCOLOS DE CAPAS DE ADAPTACION.

AAL provee protocolos múltiples para manejar las diferentes necesidades de servicios que son requeridos por el usuario en esta capa. Cada protocolo AAL consiste de una subcapa de convergencia específica (CS) y una subcapa de segmentación y reensamble también específica. En otras palabras, los diferentes tipos de AAL dependerán del tipo de tráfico que requiera la transmisión. Para llevar a cabo esta selección, los diversos servicios son clasificados de acuerdo al servicio requerido.

Las aplicaciones de voz, datos y video demandan diferentes modos de transporte de servicio; por ejemplo, una aplicación de voz requiere de una tasa constante de bits, mientras se mantenga una sincronización entre la fuente y el destino. Por otro lado, una aplicación de datos típica requiere de una tasa variable de bits y no necesita una sincronización entre la fuente y el destino; entonces podemos afirmar que de acuerdo al servicio se definen tres parámetros básicos:

- Sincronización entre la estación fuente y destino (ya sea que la información lo requiera o no).
- Tasa de bits ya sea variable o constante, de acuerdo al tipo de servicio solicitado.
- La forma de conexión, orientada o sin conexión.

En la siguiente tabla se muestran las cuatro clases de servicio que han sido definidas. Sin embargo existe la posibilidad de combinaciones entre ellos.

Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
Sincronización	Sincronización	Sin Sincronización	Sin Sincronización
Tasa de bits constante	Tasa de bits variable	Tasa de bits variable	Tasa de bits variable
Orientada a Conexión	Orientada a Conexión	Orientada a Conexión	Sin Conexión

Un ejemplo de servicio de tipo A incluye un decodificador PCM de voz, video de tasa constante de bits y una emulación de circuito. Para la clase B está diseñada para sacar ventaja a las variaciones naturales de los sistemas analógicos (voz) y además provee un transporte eficiente del servicio de video. En lo referente al servicio de clase C, un ejemplo ilustrativo sería los servicios de datos orientados a la conexión tales como X.25, Frame Relay y la señalización del canal D de ISDN. Por último, el tráfico de clase D incluye aplicaciones de servicios de datos "sin conexión", como por ejemplo el transporte de paquetes en una LAN.

Ahora bien, observamos claramente que dependiendo del tipo de servicio, dependerá la utilización de las diferentes capas de adaptación. Cada protocolo AAL consiste de una Subcapa de Convergencia (CS) y una Subcapa de Segmentación y

Reensamblado (SAR). Las diferentes AALs soportan la detección de errores y los servicios de retransmisión de tramas. La clasificación más frecuente define cuatro protocolos AAL:

- ▶ **AAL1** Soporta la transmisión de información con tasa constante de bits tales como voz y video, manteniendo una sincronización entre la fuente y el destino. Generalmente AAL1 es designada al tráfico de clase A.
- ▶ **AAL2** Soporta la transmisión de voz y video con tasas variables de bits, manteniendo una sincronización entre los nodos fuente y el destino. AAL2 es designado para soportar tráfico de clase B, pero esto todavía está en desarrollo.
- ▶ **AAL 3/4** La cual soporta la transmisión de servicios orientados a conexión o sin conexión, con tasa de datos variable, sin establecer una sincronización entre los nodos fuente y destino. Originalmente este era un protocolo separado en dos AAL 3 y 4, el cual ahora está combinado en un sólo protocolo diseñado para soportar ambos tráficos tanto Clase C como Clase D.
- ▶ **AAL 5** Provee una capa de adaptación sencilla y eficiente (Simple and Efficient Adaptation Layer) SEAL, que soporta servicios orientados a conexión con comunicaciones de datos de tasa variable de bits sin establecer una sincronización entre los nodos fuente y destino.

La primera generación de equipo ATM soportará ambas AAL tanto 3/4 como 5, con el soporte de AAL 1 y 2, ya que como podemos ver, la transmisión de datos es la llave fundamental e inicial de la implantación de la tecnología de ATM. Por otra parte las aplicaciones de Multimedia en LAN que requieren del transporte de voz, video y datos no aparecerán, sino hasta que las interfaces de ATM estén completamente estandarizadas.

II.4 CARACTERISTICAS DE TRAFICO ATM.

Uno de los principales propósitos en las redes ATM es integrar diferentes tipos de tráfico en una sola red, de tal forma que puedan dichos tráficos manejarse fácilmente. Cada tipo de tráfico de red tiene características especiales por lo que cada uno de ellos requiere ser tratado de manera diferente. Los tipos de tráfico que se manejan son los siguientes:

- ◆ Tráfico de datos tradicional.
- ◆ Tráfico de Voz.
- ◆ Tráfico de sonido de alta calidad.
- ◆ Tráfico de video full-motion.
- ◆ Tráfico de multimedia interactiva.

Las redes de datos tradicionales se construyeron de manera que se pudieran manejar tanto datos interactivos como datos de procesos por lotes pero no se contempló el manejo de tráfico de imágenes, voz y video, por lo que los "nuevos tipos" de tráfico necesitan un conjunto de nuevos requerimientos dentro de la red.

TRAFICO DE DATOS TRADICIONAL.

Las redes de datos tradicionales presentan esquemas de control de congestión, control de flujo y control de recuperación en caso de error, pero las redes ATM no manejan este esquema.

En el tráfico de datos tradicional encontramos:

- * Transacciones interactivas.
- * Oficina interactiva.
- * Emulación ASCII.
- * Transferencia de archivos.
- * Tráfico de datos en una red LAN.
- * Redes multiprotocolo.

TRANSACCIONES INTERACTIVAS.

Este tipo de tráfico es el más común, debido a que es de gran importancia en la realización de procesos de información comercial donde se requiere de una gran confiabilidad y rápida actualización de la información. Como ejemplo de transacciones interactivas podemos mencionar transacciones realizadas en bancos, reservaciones, seguros, etc.

La velocidad de proceso de información en promedio se rige por la siguiente regla, se obtiene un máximo de tres transacciones por eventos de terminales por segundo. Así una red bancaria de 1000 terminales produce un máximo de 30 transacciones por segundo.

Por otra parte, al aumentar los requerimientos en el manejo de la información, el número de terminales empleadas se incrementa así como también aumenta la variabilidad del tráfico. A pesar de que el tamaño de las transacciones a manejarse es mucho mayor actualmente, el principio con el cual se maneja la información es el mismo.

OFICINA INTERACTIVA.

Este tráfico lo encontramos en sistemas basados en host que soportan un gran número de dispositivos (frecuentemente PC's). En este caso, los usuarios tienen una amplia libertad para realizar transacciones y ejecutar programas. Una de las complicaciones que presenta este tipo de tráfico es, el uso creciente de la conexión terminal-host para transferencia de archivos (en el caso donde la terminal es una PC).

EMULACION ASCII.

La emulación ASCII se refiere a convertir un carácter de manera que sea aceptado por una terminal. Estos caracteres son enviados dentro de una red LAN (o de una red) como caracteres individuales. Por otra parte, este tipo de tráfico se desempeñará muy bien dentro de una red ATM, debido a que se puede enviar una celda por cada carácter en la dirección terminal-a-procesador en una velocidad de teclado.

TRANSFERENCIA DE ARCHIVOS.

La forma de transferencia de archivos varía en gran medida, ya que dichos archivos pueden requerir un servidor (PC a servidor en una LAN por ejemplo) ó mainframe a mainframe y puede enviar una cantidad de datos desde unos pocos miles de bytes a pocos cientos de millones. Las principales características en ATM son:

- * El dato es enviado en grandes bloques llamados frames.
- * Se utiliza generalmente un control de recuperación de datos por error.
- * La tasa en la cual el dato se envía depende casi totalmente de la velocidad con la cual el procesador envía los caracteres y su acceso a disco.
- * Una transferencia de archivos es una transmisión regular y uniforme de frames de datos, generalmente son enviados en una tasa constante determinada por la velocidad del host del sistema.

TRAFICO DE DATOS EN UNA RED LAN.

En una red LAN se transporta no solamente tráfico interactivo sino también se transportan grandes archivos de diferentes tipos. Además existe un protocolo de tráfico creado por la variedad de protocolos de capas superiores de la red LAN en uso. Los sistemas LAN fueron creados con la convicción de que la capacidad de transmisión de la red LAN fuera infinita y libre de errores.

Algunos protocolos de redes LAN requieren de una respuesta interactiva por cada bloque de datos enviado y por lo tanto son sensibles a retardos de red. Por otra parte, los sistemas LAN han sido construidos para incluir recuperación de errores punto-a-punto, lo que provoca que la interfase existente entre un software de un sistema LAN y un sistema ATM sea clara y fácil.

REDES MULTIPROTOCOLO.

Este tipo de tráfico lo encontramos en la interconexión de varias redes LAN, presentando los mismos problemas que el tráfico de una red LAN normal. El uso de un ruteador que maneje algunos protocolos, permite obtener un mejor comportamiento del tráfico, lo que puede observarse en la misma red LAN.

TRAFICO DE VOZ.

Un aspecto interesante en este tipo de tráfico es la facilidad de digitalizarlo y así manejarlo como un tipo de dato, pero el tráfico de datos tradicional y la digitización de voz presentan algunos problemas técnicos en su integración.

Los principales conflictos que se tienen son:

Longitud de conexión. - En este caso la principal diferencia que encontramos entre una longitud de conexión de voz y una longitud de conexión de datos es la duración de dicha conexión, ya que para el caso de la longitud de conexión de voz se tiene una duración de cerca de 3 minutos y para una longitud de conexión de datos se presenta una duración de hasta algunas horas.

Control de flujo. - El ancho de banda requerido por la voz se designa de acuerdo con la técnica de digitización utilizada y el circuito en uso. En lo referente a los datos, éstos pueden ser enviados con una velocidad mayor a la velocidad de la línea en que fueron adquiridos. Por otra parte, la voz no requiere de un control de flujo mientras que los datos se deben controlar desde una computadora que presente una capacidad casi infinita para la generación de tráfico de datos.

La mayoría de los equipos se ha diseñado para manejar datos con una velocidad de enlaces que provee un control implícito de la tasa en la cual los datos pueden ser enviados o recibidos.

Características de los bloques. - Los datos son divididos en bloques discretos los cuales son transmitidos a través de la red, el tamaño de los bloques puede ser diferente. El tráfico telefónico es continuo y se considera de longitud indeterminada.

Características de los retardos en el tránsito de datos. - Un retardo de red aceptable para la mayoría de las redes de datos en tiempo real es cerca de 200 milisegundos, para un tráfico de datos interactivo se tiene un retardo de 500 milisegundos, en tanto que para un tráfico de voz se tiene un retardo de tránsito que no debe ser mayor a 50 milisegundos. Por otra parte, una variación en el tiempo de respuesta o tiempo de retardo en el tráfico de datos presenta solo algunos inconvenientes, mientras que esto provoca que el tráfico de voz sea imposible. Las celdas de voz deben ser enviadas al receptor utilizando una tasa firme y uniforme de tal forma que se tenga un tráfico fluido.

Características de bloques. - Como se mencionó anteriormente, los datos se dividen en bloques discretos y así son transmitidos a través de la red. El tráfico telefónico es continuo y se puede considerar como un bloque con longitud indeterminada pero las características de tiempo real no permiten a la red recibir un flujo de voz como un simple bloque y tratarlo de esa forma.

Control de errores. - Un aspecto importante en el tráfico de datos se refiere a que debe existir un control de errores, en tanto que para el tráfico de voz no se puede tolerar el tiempo de retardo inherente en recobrar errores.

Demanda de energía. - Los problemas que se tienen en la demanda de energía debidos a fluctuaciones no se presentan en los sistemas digitales modernos.

Las estadísticas nos muestran que en una llamada de voz si se toma la demanda de energía en una troncal que amplifique para un gran número de llamadas, entonces los requerimientos son estables y bien conocidos. La dinámica del habla cuando se aumentan algunas llamadas produce una demanda de un sistema estable. Por otra parte, cuando se utilizan datos en lugar de voz cambian algunos aspectos, por ejemplo, cuando se utilizan modems para comunicación de datos sobre un canal telefónico, no se presentan cortes entre palabras. Los modems producen una señal constante a un nivel alto, pero si demasiadas llamadas en modems se multiplexan en una troncal intertelefónica, entonces la energía eléctrica adicional requerida por los multiplexores y amplificadores puede causar fallas en los dispositivos. (Fuentes de energía están diseñadas para proveer energía suficiente para llamadas de voz).

Volumen de los datos. - El tráfico de datos constantemente aumenta, en tanto que en el tráfico de voz no se tiene esto.

Tráfico balanceado. - La mayoría de las llamadas de voz involucran dos vías de conversación, lo que significa que para la transmisión de voz, el tráfico es razonablemente balanceado. Esto no se tiene para la transferencia de datos, además el tráfico de datos interactivo involucra una entrada corta (30 a 50 bytes) y una salida grande (generalmente 500 bytes aunque frecuentemente 2000 bytes o más). En aplicaciones gráficas el desbalance es más grande que lo mencionado anteriormente.

Cancelación de eco. - El problema de supresión de eco en sistemas de voz tradicionales es muy importante, no así para sistemas digitales en donde parece que el eco no fué muy considerado. En un sistema donde la voz se empaqueta, el tamaño del paquete o celda determina la longitud de tiempo que le toma para llenar un paquete antes de su transmisión. Como el retardo en el circuito se incrementa entonces se tienen problemas causados por ecos.

CODIFICACION DE VOZ.

Cuando la voz se convierte a forma digital, de acuerdo con estándares internacionales, la señal analógica se muestra en un rango de 8000 veces por segundo y cada muestra se representa mediante 8 bits. Lo anterior permite obtener una tasa constante de bits de 64000 bits por segundo. El sistema de codificación de voz se denomina PCM cuyo concepto básico es que cada muestra de 8 bits es simplemente un código medido de la amplitud de la señal en el momento del muestreo.

Para realizar el transporte de tráfico de voz en una red ATM, muestras individuales se deben ensamblar en celdas. El principio para llevar a cabo la operación anterior se presenta a continuación.

1. El teléfono genera un flujo de 8 bytes de información de voz en la tasa de uno cada 125 microsegundos.
2. El flujo de voz digitalizado se recibe en un búfer hasta que la longitud de un bloque de una celda se ha recibido.
3. Cuando la celda se llena se envía dentro de la red.
4. Una vez que la celda se recibió en el otro punto, se desensambla y se envía al destino con una tasa de un byte cada 125 microsegundos.

Otro aspecto también importante en la transmisión de tráfico de voz se refiere al retardo de tránsito en una red, este corresponde al tiempo que le toma a la celda viajar a través de la red.

El retardo punto-a-punto experimentado en el tráfico de voz presenta tres componentes:

1. Tiempo de ensamblado de la celda.

Utilizando el estándar ATM para la división de celdas (48 bytes), se necesitará al menos de 4 bytes de encabezado (además del encabezado de la celda) dejando 44 bytes. En 64 Kbps (código PCM) se tiene un tiempo de ensamblado de 5.5 milisegundos. Para 32 Kbps el tiempo de ensamblado es de 11 milisegundos.

2. Tiempo de transmisión en la red.

Este aspecto depende de la estructura de la red pero debe ser menor de un milisegundo por nodo atravesado y el retardo de propagación de cerca de 5.5 microsegundos por kilómetro.

3. Retardo de sincronización.

Este retardo es el insertado inmediatamente antes del receptor listo para disparar los efectos de la variación de retardo de tránsito. Dependiendo de las características de la red este retardo podría ser colocado entre 2 y 10 milisegundos.

Las características del retardo de red son importantes por las siguientes razones:

1. La longitud de los retardos de tránsito causan el mismo efecto subjetivamente

como el conocido "retardo de satélite" (240 milisegundos). Hay algunos argumentos sobre que magnitud tiene un retardo aceptable, algunos académicos mencionan que 100 milisegundos y otros que 150 milisegundos; pero todos están de acuerdo que un retardo de 90 milisegundos no causa pérdida de calidad.

2. El problema de la presencia de ecos. La experiencia muestra que cuando se tiene un retardo de 45 milisegundos o más, existe un problema con los ecos. La fuente primaria de ecos es el dispositivo híbrido donde la conexión al usuario final se lleva sobre un circuito analógico de dos alambres. Otra de las fuentes que podríamos encontrar es la reflexión sobre la línea de dos alambres en sí misma.

La importancia de esto radica en que mientras la tecnología de cancelación de eco es buena, los canceladores de eco representan un costo elevado. En países pequeños donde las distancias son cortas, los proveedores de redes tienen instalados canceladores de eco sobre conexiones internacionales. Un requerimiento para cancelación de eco podría significar un costo adicional para la red. En países grandes (tales como Australia y E.U.) los retardos de propagación son tan grandes que la cancelación de eco es un requerimiento.

ESQUEMAS DE PRIORIDAD DE CODIFICACION.

En ATM el método permitido para la congestión es descartar las celdas cuando existe un problema de congestión. Si las celdas pueden ser codificadas de alguna forma en que las celdas se pueden clasificar como celdas "esenciales" y celdas "descartables", se puede separar una red sin congestión, gracias a que se pueden o no descartar algunas celdas que no tengan una importancia significativa. Un método sugerido es codificar las celdas de voz de forma tal que se codifiquen en celdas "esenciales" y celdas de "mejoramiento de calidad". Los bits más significativos de cada muestra se localizan dentro de la misma celda y los menos significativos en una celda diferente. Las celdas se marcan en el encabezado para saber cuales celdas son descartadas y cuales no pueden serlo. Una vez que las celdas se presentan en el destino, si una celda presenta prioridad baja se puede descartar, así el decodificador puede extrapolar y aunque la calidad de la voz sea afectada la señal es entendible.

TRAFICO DE IMAGEN.

El tráfico de imágenes es en forma conceptual muy similar al tráfico de datos tradicional con la diferencia de que las imágenes son muy grandes comparadas con los caracteres tradicionales.

Las imágenes se transmiten como grupos de frames y paquetes. El tiempo de respuesta es importante pero sólo dentro de los requerimientos de una respuesta humana normal, menos de un segundo es muy aceptable y hasta 30 segundos es tolerable.

TRAFICO DE VIDEO FULL-MOTION.

El tráfico de video comparte algunas de las características correspondientes al tráfico de voz, de tal forma que el transporte de video en una red ATM difiere muy poco en los problemas que se tienen cuando se transporta voz.

Los sistemas de video despliegan información como una secuencia de imágenes llamadas frames. Cada frame consiste de un número de líneas de información. Los dos sistemas de radiodifusión existentes usan actualmente 625 líneas en 25 frames por segundo (PAL) y 450 líneas en 30 frames por segundo (NTSC).

TASA DE DATOS.

Si una señal PAL se va a transmitir digitalmente, se puede dividir quizá una línea en 500 puntos y codificar cada punto en 12 bits (color, intensidad, etc.) obteniéndose una tasa de transmisión alta aproximadamente de 93,750,000 bits por segundo. Así podemos observar que para obtener una resolución razonable talvés no se necesitan 500 puntos en cada línea y el código de cada punto puede tener 8 bits, pero la tasa de datos es muy alta.

Por otra parte, encontramos que para el video broadcast en un canal con tasa fija, cada punto de la imagen se envía en cada frame. La información contenida en un frame de video es variable, sin embargo, la mayor parte de los frames difieren muy poco del frame anterior. Si una imagen fija se transmite por medio de un sistema de video, todo lo que se requiere es lo necesario para transmitir el primer frame y después solamente la información contenida de cada frame subsecuente que es un bit, cuyo valor va a indicar si el frame es el mismo que el anterior.

Si una imagen de video corresponde a una escena en la cual hay un cuarto, entonces solamente una tasa de datos de un bit por frame es necesario para mantener la imagen. Tan pronto como una persona entra y camina a través del cuarto, entonces se requiere más información en la transmisión. Existen algunos algoritmos que permiten comprimir una imagen sencilla a una cantidad mucho más pequeña. Así, aunque uno observa cierta redundancia, lo comprime; una imagen fija contiene una cantidad determinada de información. Con todo lo anteriormente citado podemos concluir que el video es muy variable en el requerimiento de una tasa de información a transferir. Esto sugiere que un canal con una tasa variable (tal como una red ATM) sea mejor medio

que un canal TDM con una tasa fija para el tráfico de video. Algunas veces la tasa de datos requerida es mucho menor que la tasa de 384 Kbps provista, otras veces la tasa de datos requerida es mucho mayor que la tasa del canal. Para lo anterior contamos con un búffer localizado antes del transmisor de tal forma de cuando el decodificador genera demasiados datos para el canal no se pierden. Pero cuando el dato llega al receptor del canal de datos, talvés no llegue a tiempo para el próximo frame, si el frame contiene muchos datos para el canal. Para solucionar esto, un búffer se insertó en el sistema y se introduce un retardo de tal forma que habrá más tiempo para irregularidades en la tasa de recepción, así se limpia antes de la presentación de una tasa fija en la pantalla.

Los búffers no son infinitos y si la demanda de la escena requiere de una tasa de datos alta en un período de tiempo extenso, entonces los datos se perderán cuando los búffers están demasiado saturados. Este caso lo podemos observar en sistemas de videoconferencia full-motion donde se opera sobre un canal limitado.

La variación extrema en información transferida significa que si un canal de tasa fija es capaz de manejar una tasa más rápida entonces se utiliza, pero habrá una gran cantidad de pérdidas de capacidad o si se utiliza un canal limitado la pérdida de capacidad es menor, pero la calidad también es menor, además cuando una tasa de transferencia es alta, se utiliza para un tiempo más largo que lo que los búffers pueden soportar.

En forma estadística, si un número de señales de video se habilitan compartiendo la misma fuente de comunicación, entonces es común que cuando un canal de video requiera un ancho de banda alto, otros requerirán uno menor. Por ejemplo, cuando hay sólo dos usuarios compartiendo la fuente de comunicación, hay una probabilidad alta de que habrá veces en las que ambas señales requieran de una tasa de transferencia alta al mismo tiempo. Cuando 50 señales comparten la fuente de comunicación hay una probabilidad finita de que las 50 señales requieran de una tasa de transferencia alta al mismo tiempo.

Todo lo anterior nos permite concluir que redes de alta velocidad y LANs son el medio natural para transmisión de video.

CONSIDERACIONES DE TIEMPO.

El tráfico de video como el de voz es importante con respecto a que éste es isócrono. Los frames se buscan en una tasa constante y cuando son desplegados en otra terminal se deben desplegar en la misma tasa. Pero redes de celdas tienden a entregar datos en una tasa desigual y algunas necesitan ser realizadas en la terminal receptora siempre

con un flujo de salida de celdas a una tasa constante. En el caso de tráfico de voz tenemos que se puede realizar insertando un factor de retardo planeado (justo una cola de celdas) en el receptor.

REDUNDANCIA.

Aún más que la voz, el video es muy redundante. La pérdida de pocos bits no se detecta fácilmente. La pérdida de pocas líneas no es problema si se despliega la línea desde un frame previo sin cambio, la mayoría de las veces, la pérdida no es detectable.

Aunque la pérdida de un frame o dos en una parte y otra no tiene mucha trascendencia porque nuestros ojos no lo perciben, cabe mencionar que cuando el video es codificado digitalmente y comprimido, la pérdida de celdas tendrá mayor efecto debido a que los datos son menos redundantes.

APLICACIONES DE VIDEO.

Frecuentemente las aplicaciones de video se encuentran en medios de transmisión por ejemplo la televisión, en este caso, la cantidad de retardo que se puede insertar al sistema sin dañarlo puede no ser grande, talvés 10 segundos o más.

El video interactivo difiere en que este es la aplicación videofono, esto es, que la gente habla a otra acompañada de una imagen. En este caso, aunque la comunicación de voz es half-duplex (es decir, sólo una persona habla a un tiempo), la porción de video es continua. Un retardo es menos estricto que para voz - aunque los componentes de la voz tienen todas las características de voz regular (sin video). Así la sincronización de voz con el movimiento de los labios no es muy crítica. La mayoría de la gente no detecta la diferencia de 120 milisegundos entre la imagen y el sonido en esta situación.

Como conclusión de lo anteriormente dicho podemos decir lo siguiente:

Una red que puede manejar tráfico de video presenta un manejo muy similar al manejo de voz en el sentido de que ambas requieren una sincronización para ser mantenidas entre el transmisor y el receptor. Los paquetes de celdas deben llegar en una tasa regular si el receptor es capaz de mantener una imagen estable.

Existen diferencias en cuanto al manejo del tráfico de video con el tráfico de voz, sin embargo:

* La cantidad absoluta de ancho de banda requerido es enorme comparado con la calidad telefónica de transmisión de voz.

* La calidad requerida de una transmisión de video varía ampliamente con la aplicación. La calidad de radiodifusión requiere un ancho de banda significativo que hace posible la educación remota o aplicaciones de videoconferencia.

* Mientras una señal de video se encuentra en una tasa constante alta, las características de video presentan esquemas de codificación de tasa variable considerablemente más efectivos de los que son para voz. El problema radica en que la cantidad de variación es extrema. Una imagen fija, propiamente codificada tiene un contenido de información de 25 bps. Una pieza de acción muy rápida requiere una tasa instantánea superior a 100 Mbps.

El tráfico de voz ocurre en momentos, pero los extremos de variación durante los requerimientos de tiempo que se habilita no están en todo el tiempo.

* El video es mucho más redundante que la voz. Un frame omitido no se percibe fácilmente.

* La codificación natural de video se realiza en grandes bloques.

* El video en gran parte no es interactivo. Por otra parte, para video se tiene un gran búffer de reensamble y un retardo de tal vez varios segundos para compensar las variaciones de retardo por tránsito dentro de la red.

* Video interactivo se acompaña usualmente de voz con lo que requiere de un retardo de tránsito, además el video no necesariamente se sincroniza estrictamente a la voz. Una diferencia de 100 milisegundos es aceptable.

* Esquemas de prioridad de codificación se permiten tanto para tráfico de video como para tráfico de voz. Dichos esquemas habilitan a celdas llevando partes menos esenciales de la señal para ser descartadas por la red durante períodos de congestión.

El principal problema que se presenta con el tráfico de video se refiere a la gran tasa de datos que se requiere. Si la tasa de datos requerida por un simple usuario de video es un porcentaje significativo de la capacidad total de la red entonces se presentan serios problemas de congestión.

Cabe mencionar, que una hay estándares de técnicas de compresión de video interesantes desarrollados por un grupo de gente que pertenece a la ISO, este grupo de gente formó el estándar MPEG (Motion Pictures Experts Group) referente a compresión de audio y video (secuencia de imágenes en cierto tiempo). En particular definieron una cadena de bits comprimida, la cual implícitamente define un decompresor. Así, los algoritmos de compresión son desarrollados por varios proveedores. MPEG se dirigió a un conjunto de aplicaciones específicas se basa en un esquema de video basado en bloques, no resuelve todas las necesidades de las aplicaciones, pero ofrece una sintaxis que es una buena solución para la mayoría de quien requiere de compresión de video.

MPEG ha desarrollado 4 estándares llamados MPEG-1, MPEG-2, MPEG-3 y MPEG-4. Para el primer esquema, se comienza con una resolución baja en la secuencia de video de cerca de 352 por 240 frames por 30 frames/s. El esquema básico es predecir movimiento de un frame a otro en la dirección temporal, y después usar transformadas discretas DCT (Discrete Cosine Transform) para organizar la redundancia en la dirección espacial. Los DCTs se hacen sobre bloques de 8×8 , y la predicción del movimiento se hace en el canal Y sobre bloques de 16×16 .

Otro estándar es el llamado MPEG-2 que presenta un concepto similar al MPEG-1, pero incluye extensiones para cubrir un amplio rango de aplicaciones. Las primeras aplicaciones a las cuales se dirigió fueron todas las transmisiones digitales de video de calidad de TV radiodifundida en tasas de bits codificados entre 4 y 9 Mbit/seg.

Por otra parte, el estándar MPEG-3 se dirige a aplicaciones HDTV (televisión de alta definición) con dimensiones arriba de $1920 \times 1080 \times 30$ Hz y tasas de bits codificados entre 20 y 40 Mbit/seg. Por último tenemos el estándar MPEG-4, el cual codificará objetos de video y audio en su resolución nativa, después seleccionando objetos y escalando su resolución, se podrán hacer una amplia variedad de presentaciones. Un factor importante que presenta es la aplicación dirigida por MPEG-4 en un medio ambiente de red heterogénea, que nosotros podemos prever.

CARACTERÍSTICAS DE APLICACIONES DE MULTIMEDIA.

Muchas personas piensan que la habilidad para proveer una mezcla coordinada de voz, datos y servicios de video de escritorio proporciona una mayor productividad en los negocios, y la consideran como una nueva forma de vida y trabajo para un gran número de personas, debido a que se podría tener contacto "remoto" e interacción entre ellas. Sin embargo dependiendo de la necesidad de comunicación, se podría clasificar a las aplicaciones de video de la siguiente manera:

- * Videoconferencia multiparte.
- * Colaboración visual en tiempo real (uno a uno).
- * Enseñanza interactiva.
- * Videoconferencia personal realizada.

Además se necesita considerar algunos puntos importantes, estos son:

1. La comunicación requiere una gran cantidad de ancho de banda.
2. La comunicación debe ser coordinada, es decir, la presentación de las diferentes formas de información relativa se debe sincronizar.

Sin embargo los aspectos más importantes a considerar en la creación de una red son:

- * Latencia .- es el retardo en tiempo cuando las cadenas son transmitidas y cuando se presentan al usuario final.
- * Jitter .- es una variación sobre el tiempo de latencia.
- * Skew .- se refiere a la diferencia en tiempo de presentación al usuario terminal (tal como un video de alguien hablando y el sonido relativo).

La importancia de cada uno de estos factores varía con la aplicación, pero el skew es el más importante para la aplicación y el más grande éxito para la red.

APLICACIONES INTERACTIVAS.

Las aplicaciones como Videoconferencia (personal o en grupo) presentan los mismos requerimientos que la voz regular. Esto es, una latencia máxima de aproximadamente 150ms es tolerable.

DISTRIBUCION DE VIDEO EN UN MEDIO.

En esta aplicación un retardo de varios segundos entre el emisor y el receptor es poco aceptable en algunas situaciones. Esta gran dependencia se observa si el usuario espera ver una película en dos horas o 20 segundos de segmentos animados en una aplicación de enseñanza. Los retardos sólo pasan porque es el tiempo entre el requerimiento de usuario la información y cuando esto comienza ha ser presentado.

APLICACIONES DE IMAGEN CON AUDIO.

Estas son aplicaciones tales como conferencias ilustradas y texto de voz anotado donde las imágenes son anotadas por comentarios de voz. Dependiendo de la aplicación, la latencia podría necesitar ser menor que 500 ms (entre lo requerido para la próxima imagen y su presentación) pero el skew (audio al lado de la imagen) podría ser tan duradero como un segundo.

Estos requerimientos toman lugar en una demanda significante en la red, por lo que se requiere:

1. Adecuar tasas de datos.
2. Baja latencia.
3. Muy bajo jitter.
4. Muy bajo skew.
5. Control punto a punto por medio de propagación de un bloque estable.

Todo lo anteriormente citado podría ser requerido en un lugar de trabajo ya fuera oficina o en la propia casa; por lo que podríamos decir que el video interactivo a altas velocidades nos permitiría trabajar en cualquier lugar del mundo en tiempo real, de tal forma que se administraran mejor todos los recursos de la empresa y se acortara sobre todo tiempo y distancias.

CONTROL DE TRAFICO Y CONTROL DE CONGESTION.

Uno de los principales aspectos que se debe tomar en cuenta en el manejo de una red se refiere al control de tráfico. Como ya se ha mencionado anteriormente, ATM divide la información en celdas, en donde cada una de ellas cuenta con un encabezado en el cual 4 bits se definen para el control del flujo del tráfico, así:

- Si el campo GFC se usa en la transmisión, el tráfico se controla por medio de este.
- Si el campo GFC tiene el valor de cero la transmisión no se controlada.

Además cuando una conexión es planeada para suscripción o por llamadas conmutadas, la red debe decidir si se realiza o no la conexión. Las características de tráfico proveen información sobre el promedio máximo de la tasa de celdas requeridas.

Por otra parte, uno de los problemas esenciales para la red es el como decidir cuando se debe habilitar una nueva conexión. Una de las maneras en las que se realiza es utilizando la máxima tasa de salida requerida para cada conexión en cada terminal. De esta forma, podemos asegurar que esta tasa máxima es menor que la totalidad de la velocidad de la terminal. Esta política garantiza que no habrá congestión. Otra política que se podría utilizar es tomar la suma del promedio de la tasa requerida e ignorar el extremo. Esto trabajaría en algunas situaciones pero garantizaría problemas de congestión en la mayoría de los casos.

En la conexión del switch ATM con la UNI se encuentra una función que verifica la tasa de tráfico que llega y asegura que este conoce el perfil del tráfico perteneciente a este usuario (VC). Un procedimiento que permite realizar esta función es el llamado "leaky bucket rate control" (tasa de control leaky bucket), el cual funciona de la siguiente manera:

Cuando una celda se recibe y ésta sobrepasa el nivel que puede manejar la red entonces:

1. La celda se descarta inmediatamente.
2. La celda se marca como una celda descartada (DE) ya que forma parte del exceso del rango acordado.

Como se puede observar, este algoritmo no almacena datos, sólo verifica la tasa de flujo de las celdas. El problema principal que presenta es como colocar la tasa mínima y cual debería ser la tasa a manejar. Otros aspectos que se consideran importantes son:

- El tráfico de voz con tasa de bits variable (VBR) cuenta con características predecibles y con un conjunto de estadísticas muy estables cuando algunos flujos son agregados.
- El tráfico de video es variable y menos predecible. Se puede considerar en este caso una tasa de tráfico promedio de 8 Mbps y permanecer ahí 15 o 20 minutos.
- El tráfico de datos es más difícil en un sentido. El tráfico de transacción interactivo tradicional es relativamente fácil. Las transacciones son pequeñas y son espaciadas porque requiere de interacción humana como parte del proceso. El tráfico cliente/servidor es muy diferente. Este es poco común para estaciones de trabajo que requieren de carga de archivos CAD utilizados por ingenieros en trabajos de diseño. Dichos archivos ocupan entre 20 a 30 Mbytes.

De acuerdo con lo anterior el principal problema al que se enfrenta es el colocar los parámetros más indicados para el leaky bucket, la forma más sencilla es tratar la tasa máxima accesible para un dispositivo en particular como si esta fuera una tasa constante. Así el algoritmo del leaky bucket arrojaría algo en exceso de la tasa acordada. Esta tasa sería usada para decidir si una nueva conexión puede ser aceptada simplemente aumentando todas las tasas a lo largo de la ruta de la nueva conexión y no aceptarla si la capacidad fue realmente asignada.

De esta forma para realizar un buen uso de ATM se requiere sobre cometer las fuentes de las redes y hacer uso del factor que el promedio de la tasa de transferencia de datos de algunos dispositivos será quizá 1/100 a 1/1000 del máximo de las tasas.

NOTIFICACION DE CONGESTION.

Recordando un poco de las partes que constituyen la celda ATM, hay que recordar que cuenta con un campo del encabezado de la celda que corresponde al tipo de carga útil, este campo hace posible la función de notificación de congestión. Esta función de notificación de congestión ATM se presenta sólo en una forma, los VCCs de transmisión y recepción utilizan la misma ruta a través de la red. La operación en forma detallada de la notificación de congestión no ha sido totalmente definida por los estándares.

En pocas palabras, en situaciones de congestión, algunos dispositivos podrían no estar habilitados para reaccionar a tiempo de tal forma que sean sensibles. Por lo que si se asume que una pequeña situación de congestión ha ocurrido en un nodo en particular tenemos que:

- * El paso del tráfico a través de este nodo ha sido marcado porque en dicho nodo hay congestión.
- * Los dispositivos terminales toman la notificación y bajan la tasa de transmisión de datos.
- * Después de un minuto o dos la congestión se elimina y termina el marcado de celdas.
- * Los dispositivos pueden de esta forma regresar a su medio ambiente original.
- * Esto funcionaría para algunos tipos de dispositivos y algunos tipos de tráfico.

Con todo lo anterior se presenta un problema. Si las terminales han almacenado su tráfico lógicamente estarán habilitadas para su tasa máxima acordada, pero que sucede si en alguna situación se genera una cola lógica de requerimientos insatisfechos en los dispositivos terminales de usuario. Entonces:

- Cuando la situación de congestión desaparece los dispositivos pueden regresar, no a sus patrones de promedio de tráfico, pero si a su máximo.
- El tráfico adicional causa ahora que la red se vuelva a congestionar.
- La red nuevamente reporta la congestión, etc.
- Esto provoca la construcción enormes colas de espera en los dispositivos terminales de usuario.

Las redes de datos anteriores utilizadas para ir dentro de una oscilación no controlada (en y fuera de la congestión) con el máximo de congestión que llega a estar mal en cada ciclo (Un ciclo puede ser de 20 minutos). Al final el resultado es que la red llega a estar también congestionada donde otra operación mas es imposible. En una red ATM se descartan celdas, después de pocos segundos las terminales tratarán de retransmitir dichas celdas y la mayoría de las celdas adicionales (ya que se transmiten frames enteros - no sólo celdas enteras).

Otro punto a considerar en la notificación de la congestión es que esto penaliza a usuarios que obedecen la notificación y recompensa a algunos que no lo hacen. En redes Frame Relay donde hay un protocolo de notificación similar se ha comprobado que un dispositivo en mal estado el cual ignora la notificación obtiene mucho mejor servicios que dispositivos que obedecen la notificación. Cuando los datos son descartados para aligerar la congestión es imposible identificar el dato que pertenece al dispositivo en mal estado y así también el dato desde dispositivos correctos se descarta.

RESERVACION DE ANCHO DE BANDA.

Si un usuario requiere una conexión a través de una red es necesario establecer un contrato con dicha red de tal forma que se llegue a un acuerdo sobre la calidad de servicio y el flujo de información que se va a manejar. Esto se realiza a pesar de si la conexión se coloca por procedimientos CASM (conexión permanente) o por medio de un proceso de señalización (conexión por switcheo). Hay un conjunto de descriptores de tráfico y descriptores de calidad de servicio que formalmente describen cuales son estas características. Hay dos clases respecto a la reservación de ancho de banda.

***Ancho de banda reservado (RB).**

Si la red se habilita para establecer una conexión reservando ancho de banda a lo largo de la ruta de esta conexión entonces se necesitan conocer las características del tráfico (tasa de celdas promedio y variabilidad). La red puede así aplicar algunos juicios estadísticos sobre si admite la conexión o no.

En este tipo de conexión RB el ancho de banda ha sido reservado y deberá ofrecer el mejor servicio de red.

***Ancho de banda no reservado (NRB).**

Una clase de servicio con ancho de banda no reservado se aplica a un tráfico muy elevado donde las tasas promedio y máxima son poco significantes. Esto se aplica a la vasta mayoría de tráfico cliente/servidor. Las celdas llegan en una conexión usando NRB donde serían automáticamente marcadas con el bit CLP (celda de pérdida de prioridad) como seleccionada para ser descartadas.

Esto se encuentra perfecto hasta que ocurre congestión. Entonces se generan una serie de problemas. Con lo anterior se hace necesario un mecanismo para realizar el control de conexiones NRB sin afectar las conexiones RB.

CONTROL DE FLUJO GENERICO EN LA UNI.

La necesidad de un control de flujo se puede considerar desde diferentes puntos de vista. Uno de estos puntos es la reservación de ancho de banda que considera las demandas de ancho de banda que un tipo particular de tráfico requiere en una red. Otro punto es considerar la capacidad de la red para el tráfico como un aspecto variable. Es decir, buscar desde la perspectiva de un usuario final simple donde la red tiene una capacidad variable dependiendo de que otro tráfico se requiera ahí en ese momento en un tiempo.

ESTATUS.

El grupo de estudio ITU-T en marzo de 1994 acordó sobre propósitos para controlar el flujo en la UNI tales que muchos de estos con capacidad de red no reservada pudieran ser usados sin el peligro de una catástrofe en la red. Esto no es un estándar ahora pero mucha gente cree que mientras los detalles cambian, el principio se mantendrá.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

OPERACION DEL CONTROL DE FLUJO GENERICO.

El principio de operación es muy similar al control de flujo en la capa de enlace en X.25 y SDLC/SNA. En detalle difiere muy poco.

- * El control de flujo CFG opera solamente en una dirección: desde la terminal ATM al switch ATM sobre la UNI ATM. El flujo de datos a la red es controlado, mientras el flujo de datos desde la red al punto final no es controlado.
- * El control de flujo es para tráfico en el enlace físico visto como un todo.
- * El mecanismo de control de flujo se realiza en la capa ATM pero no se sabe si se toma alguna notificación de los canales virtuales (VCs) y rutas virtuales (VPs).

El propósito de todo el proceso es proveer un mecanismo de control para tráfico no reservado. Sin embargo, desde el mecanismo de control de flujo GFC no se toma en cuenta VCs o VPs ya que no puede saber cuales están usando ancho de banda reservado y cuales no. El mecanismo de control de flujo reconoce dos clases de tráfico:

*Tráfico controlado.

En este tipo de tráfico el mecanismo GFC se aplica y estaría en todos los tráficos no reservados en una interface. Además, se distingue porque en el encabezado el campo GFC presenta un "uno".

*Tráfico no controlado.

Este tráfico no está sujeto al control GFC y se trata con prioridad más alta que el tráfico controlado por el mecanismo GFC. Este normalmente se encontraría en los casos en los cuales se tiene reservación de ancho de banda.

MECANISMO DE PARO (detención).

Hay un mecanismo de paro, que se refiere a un comando desde la red para detener todas las entradas (controladas y no controladas). Es decir, que se tenga como último recurso puesto que este para el tráfico reservado el cual podría tener requerimientos de tasa de bits constante.

CONTROL DE FLUJO.

Cada cola tiene una ventana de celdas que se permitió enviar, sin olvidar que antes la red debe responder para dar permiso para continuar. La ventana es solo un simple contador.

Cuando un reset se recibe desde la red, el contador se coloca en un valor especificado. Cada vez que una celda se envía, el contador se decrementa una unidad. Cuando el contador obtiene el valor de cero, la terminal no está libre para enviar algún tráfico a menos que el contador se haya reseteado.

En operación normal, la red enviaría RESET a la terminal regularmente de tal forma que el contador nunca llegue a cero.

Cada cola cuenta con un contador separado y valor de reset separado así que el tamaño de la ventana que se permite pueda ser diferente para las dos colas.

El valor de reset (el valor con el cual el contador se resetea) comienza en uno (en la inicialización del enlace) y quizá dinámicamente cambie mediante comandos desde el switch ATM.

El proceso opera utilizando el campo GFC en una cadena de celdas (bidireccional). Algunas celdas pueden ser usadas para llevar información necesaria. El GFC se utiliza de la siguiente forma:

***Hacia la red.**

En celdas viajando desde la terminal ATM a la red los bits GFC significan lo siguiente:

* Bit0 no se utiliza.

* Bit1 indica que esta celda pertenece a un flujo controlado por Q1.

* Bit2 indica que esta celda pertenece a un flujo controlado por Q2. (En el caso donde solamente se utiliza una cola entonces este bit siempre tiene el valor de "0").

* Bit3 indica si el equipo es controlado (1) o no controlado (0).

***Desde la red.**

En celdas viajando desde la red a la terminal ATM el campo GFC tiene el siguiente significado:

- . Bit0 significa PARO (1) ó NO PARO (0).
Esto significa que cuando la red presenta tráfico desde la red la terminal tendrá el bit de paro colocado. El tráfico podría recomenzar cuando el bit de paro se reseteara, es decir, tuviera el valor de cero de nuevo.
- . Bit1=1 significa RESET en Q1. Bit1=0 es una operación nula. Esto permite una ventana nueva de celdas que la terminal puede enviar.
- . Bit2 significa RESET Q2 (si Q2 existe). Bit2=0 es una operación nula.
- . Bit3 se reserva para un uso futuro.

CONTROL DEL SWITCH.

Para que el mecanismo GFC trabaje, el switch ATM de control debe tener información sobre la carga (y cantidad de congestión) presente en la red. Esto se requiere por la red para la utilización de procedimientos de señalización para distribuir información sobre la carga de la red. La información será requerida en cada adaptador de enlace.

II.5 CALIDAD DE SERVICIO.

La calidad de servicio nos ofrece un rango de estimación de posibles errores en una transmisión. En ATM la Calidad del Servicio "QoS" (Quality of Service) está definido por una serie de parámetros perfectamente bien definidos con respecto a las celdas de la transmisión que conforman el contrato de tráfico. Por simplicidad se han definido cuatro clases de servicio a las cuales se hará referencia en breve.

Básicamente podríamos decir que el QoS está definido sobre un esquema de terminal-a-terminal, entendiéndose por ésta una WorkStation, un cliente local de la red o una UNI ya sea privada o pública. El QoS está caracterizado en base a mediciones, las cuales fueron realizadas con respecto a las celdas enviadas por un usuario "(fuente)originante" y recibidas por un usuario "destino". Entre estas encontramos:

- El retardo de la celda.
- Transferencia de celdas exitosas al usuario destino.
- Celdas perdidas, que no llegaron al usuario destino.
- Celdas erróneas, las cuales llegaron al usuario destino pero que contiene errores en la carga útil.
- Celdas perdidas-insertadas, la cual llega al destinatario pero esta no fue enviada por el "fuente originante". Esto puede ocurrir cuando no se detectan errores en el header de la celda o se tienen errores en la configuración.

Sin embargo para poder obtener una medición de QoS, debemos tomar en cuenta las relaciones que se definen de la siguiente manera:

$$\frac{\text{celdas perdidas}}{\text{celdas transmitidas}} = \frac{\text{retardo de celdas}}{\text{perdidas}}$$

$$\text{relación de caídas erróneas} = \frac{\text{caídas erróneas}}{\text{caídas transferidas exitosamente} + \text{caídas erróneas}}$$

$$\text{relación de bloques de caídas exitosamente erróneas} = \frac{\text{bloques de caídas exitosamente erróneas}}{\text{bloques total de caídas transferidas}}$$

$$\text{relación de caídas perdidas} = \frac{\text{caídas perdidas} \cdot \text{intervalo}}{\text{caídas transferidas} \cdot \text{intervalo de tiempo}}$$

Además de estos parámetros tenemos otro parámetro que nos ayudará a medir el QoS, dicho retardo es el retardo en la transmisión de las celdas, el cual ocurre en las terminales, en los nodos intermedios ATM y sobre las líneas de transmisión que conectan los nodos ATM.

Todos los parámetros anteriormente mencionados son definidos en términos de los parámetros a continuación listados, los cuales fueron estandarizados por ITU-T para VCC o VPC de ATM. Los parámetros son:

- Retardo promedio.
- Variación de celdas.
- Tasa de errores.

La tasa de errores principalmente está determinada por los errores de la transmisión en la fibra óptica y es común para las distintas clases de QoS. El retardo promedio es altamente impactado por el retardo en la propagación de una red WAN y por el desempeño promedio de la cola.

CLASES DE QoS.

Por facilidad se han definido diferentes clases de servicio, clasificados con valores de parámetros particulares pre-especificados en la red. En la siguiente tabla se observa las diferentes clases de servicio con valores de parámetros específicos.

Una clase específica de QoS provee el desempeño de una conexión virtual de ATM especificada por un subconjunto de parámetros de ATM.

Inicialmente cada red podría definir sus propios parámetros de desempeño de la red ATM para al menos las clases de servicio definidos por la norma I.362 de ITU-T en referencia a configuración que podrían depender de un millón de otros factores. Dichas clases son:

- Servicio Clase A: Emulación de circuitos y tasa variable de bits de video.
- Servicio Clase B: Tasa variable de bits para Audio y Video.
- Servicio Clase C: Transferencia de datos orientada a conexión.
- Servicio Clase D: Transferencia de datos sin conexión.

El Foro de ATM, define frecuentemente las clases de servicio de la siguiente forma:

Clase 1 de QoS. Soporta una calidad de servicio que encuentra requerimientos de desempeño para la clase A. Esta clase se podría compararse con una línea digital privada.

Clase 2 de QoS. Soporta una calidad de servicio para la clase B. Esta clase esta encargada de la empaquetización de aplicaciones de multimedia y teleconferencia de audio y video.

Clase 3 de QoS. Soporta una calidad de servicio para los requerimientos de la clase C. Esta clase esta destinada para interoperación de protocolos de conexión orientada tal como Frame Relay.

Clase 4 de QoS. Soporta una calidad de servicio para los requerimientos de la clase D. Esta clase esta destinada para interoperación de protocolos "sin conexión" tal como IP.

Podemos observar que existen diferentes clases de servicio para diferentes aplicaciones, todas ellas relacionadas con el tipo de servicio que requiere el "contrato de tráfico". Aunque existen dos definiciones de estas clases de servicio no debemos de perder de vista que la idea es la misma; además tenemos que recordar que ATM aún no esta del todo estandarizado y por lo tanto encontramos algunas diferencias.

II.6 HARDWARE Y SOFTWARE EN ATM.

El desarrollo de una nueva tecnología da origen al surgimiento de nuevo hardware y software necesarios para la implantación de la misma. Para el desarrollo de este capítulo se tomaron en cuenta una serie de análisis realizados en E.U., los cuales consistieron en efectuar encuestas entre los vendedores de productos ATM, de tal forma que se compararan las características de los productos que ofrecen.

La tecnología ATM ha aparecido en algunos dispositivos para manejo de redes utilizados en nuestros días como son: los switches, los ruteadores, los puentes, los concentradores o hubs, los multiplexores y las tarjetas de interfase ATM para estaciones de trabajo. Así, ATM está desintegrando la línea entre las redes LAN, las redes de Campus y las redes WAN utilizando un mayor ancho de banda, así como una arquitectura basada en celdas que permite escalar la red en distancia, velocidad y tamaño.

Los productos ATM ofrecidos por varios proveedores se pueden dividir en 5 categorías:

- Switches.
- Ruteadores.
- Concentradores inteligentes.
- Tarjetas adaptadoras para estaciones de trabajo.
- Unidades de Servicios de Datos (DSUs).

A continuación se describirán las características de cada una de las categorías.

II.6.1 LOS SWITCHES ATM.

Los switches representan los elementos esenciales para la construcción de una red ATM. Cada switch ATM se utiliza para realizar tres funciones:

- Ruteo de celdas recibidas por un puerto de entrada al puerto de salida correcto.
- Amortiguamiento del tráfico antes de ser transmitido por un puerto de salida.
- Traducción del encabezado para garantizar que el identificador de ruta virtual (VPI) y el identificador de canal virtual (VCI) sean únicos sobre cada puerto de salida.

Es importante notar que en cada puerto de entrada y en cada puerto de salida los valores del VPI/VCI deben ser únicos, pero pares idénticos de VPI/VCI pueden existir en puertos diferentes. Para realizar las funciones mencionadas anteriormente, encontramos dos tipos de switches:

- * Switches de ruta virtual (switch VP).
- * Switches de canal virtual (switch VC).

SWITCHES DE RUTA VIRTUAL (SWITCH VP).

Lo que nos va a permitir realizar el ruteo de las rutas virtuales es precisamente el switch de ruta virtual o switch VP. Debido a que una ruta virtual consiste de un número de canales virtuales (VCs), un switch VP rutea múltiples VCs simultáneamente. Un switch VP es similar a un cross-connect debido a que este conmuta grandes cantidades de ancho de banda y se forma de algunas conexiones individuales.

Hay que aclarar que una ruta de transmisión es una capa física de enlace punto-a-punto entre dispositivos ATM. De esta forma, el identificador de ruta virtual (VPI) sólo distingue cada VP de los demás VPs compartiendo la misma ruta de transmisión en la red.

En la mayoría de los casos, cuando un VP pasa através de un switch ATM, este es asignado a un VPI diferente de la salida del switch debido a que la conexión de ruta virtual dada (VPC) ahora se define únicamente partiendo de un nuevo conjunto de VPCs que comparten la ruta de transmisión de salida. El VPI tiene sólo un significado local ya que el VPI para un VPC cambia cuando el VPC pasa a través de diferentes switches y facilidades de transmisión diferentes.

SWITCHES DE CANALES VIRTUALES (SWITCH VC).

La función que realiza un switch de canal virtual (switch VC) corresponde al ruteo de canales virtuales individuales, de tal forma que los VCs contienen dentro un VP; un switch VC debe ser habilitado para demultiplexar los canales VCs individuales desde un VP que viene y los switchea a diferentes VPs de salida. Por otra parte, un switch VC también puede soportar las funciones realizadas por un switch VP. Un switch VC está diseñado para proveer acceso local a una red MAN o WAN compuesta de switches VP.

La función básica que realiza un switch VC se refiere a que puede tomar los VCs asignados para diferentes VPs y combinarlos dentro de un VP simple, además puede tomar los VCs asignados a un VP y switchearlos a diferentes VPs, por último, puede funcionar como un switch VP y rutear todos los VCs de un VP a un nuevo VP. Cabe mencionar que cuando un VP es switchado, los valores de los VCI no se modifican y un VC no siempre tiene que ser miembro de un VP.

Un aspecto que es importante mencionar es que el acceso de los usuarios a una red ATM en cada nivel VC o VP es posible, debido a que el switch VC combina tráfico destinado para un sitio remoto dentro de VPs para transmisiones a través de una MAN o una WAN.

II.8.1.1 DISEÑOS DE LOS SWITCHES ATM.

Hace pocos años se crearon los diseños de los switches VP y los switches VCs. La arquitectura interna empleada por la mayoría de los switches ATM generalmente presenta cualquiera de los siguientes tipos:

- Switch backplane compartido.
- Switch de memoria de alta velocidad.
- Switch de matriz.

SWITCH DE BACKPLANE COMPARTIDO.

En un switch de backplane compartido, las celdas se transportan de un puerto de entrada a un puerto de salida por medio de un bus de alta velocidad. El ancho de banda del bus se comparte por todos los puertos y las transmisiones pueden ser garantizadas solamente si el ancho de banda del bus es menor que la suma de los anchos de banda de todos los puertos de entrada. Los switches backplane compartidos están diseñados especialmente donde se presenta un pequeño número de puertos o donde el requerimiento de ancho de banda es bajo.

En lo que se refiere al ancho de banda del bus, este puede ser compartido usando una técnica TDM o una técnica STDM. Un TDM es suficiente para un tráfico con tasa de bits constante porque en cada puerto se garantiza una cantidad mezclada de ancho de banda sobre una base round-robin. Por otra parte, la técnica STDM es mejor cuando se tiene un tráfico disparado porque cada puerto compete por el acceso al bus basado en las necesidades y el ancho de banda no utilizado.

SWITCH DE MEMORIA DE ALTA VELOCIDAD.

Para un switch de memoria de alta velocidad todos los puertos se unen para compartir memoria que puede ser utilizada por cualquiera de los puertos de entrada y por cualquiera de los puertos de salida, es decir, los encabezados de las celdas se escriben en la memoria por un puerto de entrada, y esta información es leída por los puertos de salida. El encabezado de la celda que se escribió en memoria se examina para determinar el puerto de salida correspondiente, y las celdas son directamente enviadas al puerto de salida o encoladas atrás de otras celdas esperando por el mismo puerto. Los switches de memoria de alta velocidad están diseñados para las ocasiones en que los requerimientos de los puertos y el ancho de banda son altos.

SWITCH DE MATRIZ.

El objetivo de un switch de matriz es obtener un switcheo de alta velocidad para implementar la función del switch en hardware. Es decir, que la velocidad de una celda a través de un switch de matriz está limitado solamente por la velocidad eléctrica de las señales a través del material semiconductor. Por otra parte, los switches de matriz están diseñados para MANs y WANs donde los requerimientos de los puertos y el ancho de banda de igual forma que el anterior son altos.

Una vez que una celda entra a un switch de matriz, el puerto de salida está determinado por la verificación del VPI y el VCI. El puerto de salida se especifica proponiendo un encabezado de ruteo especial para la celda. El encabezado de ruteo contiene la dirección del puerto de salida expresado en formato binario.

El switch consiste de una matriz de elementos de switcheo que son responsables de la interpretación de solamente un bit en el encabezado de ruteo. Cada elemento de switcheo dirige la celda de una salida si el bit que es responsable de la lectura tiene el valor de 1, y a otra salida si el bit contiene el valor 0.

La ventaja de un switch de matriz es que las celdas de una entrada pueden ser switcheadas simultáneamente con las celdas desde cualquier otra entrada. Esto se debe a que la matriz con los elementos de switcheo no están en un medio compartido.

II.6.1.2 MODELOS DE LOS SWITCHES ATM.

Las tres características más importantes en una arquitectura de switcheo son: el tipo de bloqueo, el cual puede ser de tres tipos: blocking, virtual non-blocking y non-blocking, el método que va a utilizar el búffer para el control de tráfico y las consecuencias que esto provoca en el desempeño del mismo. De esta forma, los switches ATM presentan una característica clave que los distingue y se refiere a su forma de operación.

Un aspecto importante que distingue a los switches ATM es el bloqueo, característica que ha sido tomada a partir de los switches de circuitos. Para comenzar, explicaremos el funcionamiento de los switches de circuitos en cuanto al bloqueo; si un canal de entrada puede ser conectado a algún canal de salida que se encuentra desocupado, aún cuando todas las entradas están ocupadas, entonces se dice que el switch va a ser estrictamente non-blocking. Por otra parte, una suposición típica es que la distribución de los canales de entrada necesarios para especificar los canales de salida es uniformemente distribuida y aleatoria, así los switches de circuitos se especifican frecuentemente como switches virtual non-blocking, esto significa que una probabilidad muy pequeña de que ocurra un bloqueo es tan grande como que no mas de una fracción de canales de entrada se encuentren en uso.

Este concepto de bloqueo ha sido tomado por los switches ATM aunque claro con algunas variantes, por ejemplo, para un switch de circuitos observamos que cuando un canal de entrada se conecta a una salida, el ancho de banda se reserva y se aísla completamente de otras conexiones, esto generalmente no se presenta en un switch ATM, debido a que hay conexiones virtuales (VPCs o VCCs) los cuales llegan a puertos de entrada destinados para puertos de salida diferentes potencialmente. La pérdida de celdas puede ocurrir dependiendo de la naturaleza estadística de este tráfico de conexiones virtuales, del método de switcheo de celdas y de la estrategia utilizada por el búffer. La pérdida de celdas en un switch ATM es el análogo a lo que se llama blocking en un switch de circuitos. La suposición se hace usualmente de que la llegada del tráfico en una conexión virtual es uniformemente y aleatoriamente distribuida por medio de las salidas. El desempeño del switch se define virtual non-blocking (algunas veces llamado non-blocking) cuando ocurre una cierta carga de entrada y una pequeña tasa de pérdida de celdas.

El desempeño del bloqueo de un switch ATM es muy sensible a la arquitectura del switch y a la suposición del tráfico fuente, lo cual representa una consideración práctica importante, de tal forma que, dependiendo en gran medida de las características de tráfico, un switch puede ser mas o menos costoso que otro.

II.6.1.3 ARQUITECTURA DE LOS SWITCHES.

Hay cuatro tipos principales de arquitecturas de switches: de bus sencillo, blocking, de bus múltiple y non blocking. Por supuesto, algunos switches son híbridos de estos diseños. Cada arquitectura se describe en términos de su complejidad, velocidad, escalabilidad, facilidad de soporte para multicast, nivel de bloqueo y otros atributos únicos. A continuación se describirá cada uno de los tipos de switches:

● **Switch de bus sencillo** : Este tipo de switch es el más sencillo.

- * **Forma de operación**: indica que los puertos se conectan básicamente a un bus simple, el cual puede ser implementado por un gran número de trazas de circuitos en paralelo.
- * **Velocidad total del bus**: regularmente en el rango de 1 a 10 Gbps.
- * **Complejidad**: esta se presenta por la necesidad de arbitraje para el bus, el cual en combinación con la estrategia utilizada por el búfer, controla el nivel de bloqueo.
- * **Función de multicast**: es relativamente fácil de hacer desde todos los puertos de salida debido a que están escuchando un bus en común.

● **Switch de bus múltiple** :

- * **Forma de operación**: provee un bus radiodifusor para cada puerto de entrada. Así se elimina la necesidad de un bus de arbitraje, pero se modifican los requerimientos adicionales sobre el control de bloqueo de salidas, utiliza circuitos múltiples trazados sobre un backplane compartido que las demás tarjetas tapan. El ancho de banda es comparable con el switch de bus sencillo. Para los switches mas pequeños cada salida puede estar habilitada simultáneamente. Otro método es emplear arbitraje para asegurar que el puerto de salida no recibe demasiadas celdas simultáneamente; sin embargo, esto crea una necesidad de amortiguar la entrada.
- * **Velocidad**: en general, cada bus funciona con una velocidad levemente mayor que la velocidad de la tarjeta de puertos, es decir, de 100 a 600 Mbpe y utiliza circuitos múltiples trazados sobre un backplane compartido que las demás tarjetas tapan.
- * **Escalabilidad**: Una versión mejorada de esta arquitectura de switches se denomina "el switch knockout" debido a que la salida puede recibir celdas desde un número limitado de entradas al mismo tiempo en un intento por hacer la arquitectura más escalable.

Características inherentes al
ATM

* Complejidad: Este aspecto aumenta ya que se requiere amortiguar la entrada de las celdas al emplear un arbitraje.

* Función de multicast: es natural en este tipo de switches como se mencionó para el caso de un bus sencillo cada entrada es radiodifundida a cada salida.

La siguiente tabla presenta una comparación de las características para estas arquitecturas de switches.

Características de los switches ATM.

Características	Bus simple	Bus múltiple	Blocking	Non-blocking
Complejidad	Baja	Media	Alta	Alta
Vel. máxima	1-10 Gbps	1-10 Gbps	1-200 Gbps	1-200 Gbps
Escalabilidad	Poca	aceptable	buena	muy buena
Soporte punto-multipunto	Bueno	Bueno	Pobre	Pobre
Nivel de bloqueo	Bajo	Medio-bajo	Medio	Bajo
Atributos únicos	No muy costoso	No muy costoso	Tratable por VLSI	Tratable para VLSI

H.6.1.4 METODOS DE AMORTIGUAMIENTO DE LOS SWITCHES.

La estrategia de amortiguamiento empleada en el switch también juega un papel clave en el desempeño del bloqueo de los switches. Hay cuatro tipos de estrategias de amortiguamiento:

- * Encolamiento interno.
- * Encolamiento de entrada.
- * Encolamiento de salida.
- * Encolamiento de salida compartido.

En el método de amortiguamiento en el que se presenta un encolamiento interno se tiene la oportunidad de escalar a un tamaño mayor, pero es difícil proveer funciones como: prioridad de colas, un mayor amortiguamiento y la función multicast.

Por otra parte, para el método de amortiguamiento con encolamiento de entrada, se tiene que cuando la celda en el encabezado de línea (HOL) no puede ser switchado por la fuente de celdas, todas las celdas detrás se retardan. De esta forma, los switches con límites de colas de entrada se colocan con un 50% a 60% de la velocidad del puerto, lo que indica que una sola cola de entrada no es adecuada para algunas aplicaciones y es usada en conjunción con otros métodos de encolamiento.

Otro método de amortiguamiento se tiene con un encolamiento de salida, este método es óptimo teóricamente y por último se tiene el método de amortiguamiento con encolamiento de salida compartido el cual es el mejor en términos de lograr la máxima salida con la menor posición de amortiguamiento de celdas. La mayoría de los switches ATM al menos emplea alguno de los encolamientos de salida por esta razón, los switches ATM reales pueden tener una combinación del método de amortiguamiento con encolamiento de entrada, del método de amortiguamiento de encolamiento de salida o del método de amortiguamiento de encolamiento interno. Cabe mencionar que este es un tema de amplia investigación a nivel doctorado y maestría.

II.6.1.5 SWITCHES DE ACUERDO AL MEDIO AMBIENTE DE HARDWARE.

ATM presenta tres medios ambientes de hardware, estos son: el medio ambiente de Oficina Central (Central Office, CO), el medio ambiente de premisas de cliente (Customer Premises Environment, CPE) y el medio ambiente de Campus (Ca), junto con otros dispositivos como ruteadores, switches y concentradores.

Los switches CO generalmente son más grandes y más industriales que los switches CPE. El medio ambiente de Oficina Central o CO frecuentemente requiere una fuente DC y la capacidad para escalar a un gran número de puertos. Por otro lado, el medio ambiente de premisas del cliente frecuentemente connota una menor capacidad, escalabilidad reducida, requiere una fuente AC y provee menor poder de procesamiento que el switch CO. El equipo ATM de premisas, tales como switches, ruteadores, concentradores y puentes, también juegan un papel muy importante en las redes ATM.

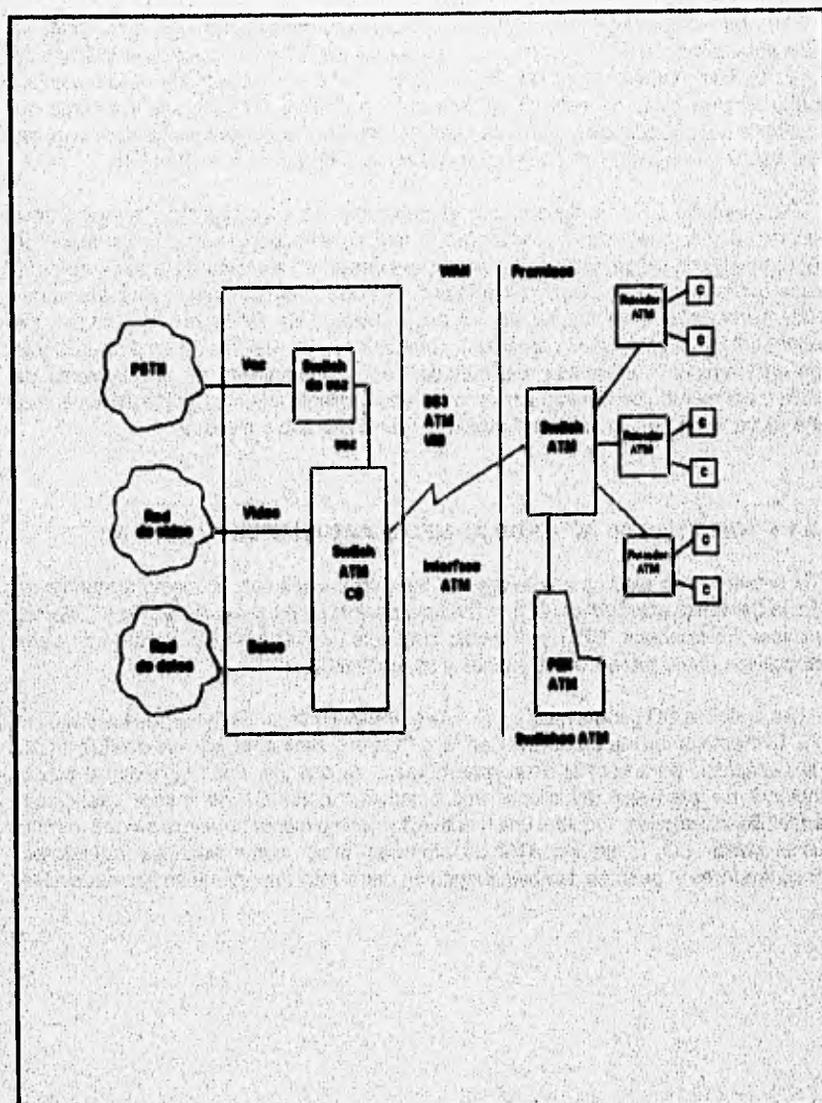


Figura 2.6.1

La figura 2.6.1 ilustra los diferentes papeles de un switch CO, un switch CPE y un switch Ca. Comenzando con un ruteador ATM CPE o concentrador, el cual permite a Clientes (C) y servidores (S) el tener comunicación en una red virtual. Un switch ATM local interconecta estos ruteadores ATM en lo que se llama un backbone colapsado. Las estaciones de trabajo y los servidores se pueden conectar directamente al switch ATM local formando un alto desempeño de trabajo en grupo. Los PBX ATM locales pueden ser también conectados para acceder datos de circuitos públicos y servicios de voz. Los switches ATM locales accesan las redes WAN vía una interfase de red de usuario (UNI) DS3, la cual se conecta al switch CO ATM soportando un servicio ATM público. El switch CO puede también conmutar tráfico de voz y video a los switches de voz y otras redes, como se muestra en dicha figura.

SWITCHES ATM DE OFICINA CENTRAL (CO).

Los switches CO ATM ó switches ATM de oficina central son los backbones de una red ATM, frecuentemente requieren una salida no mayor de 5 Gbps. El switch CO coloca llamadas para los switches CPE, tanto como los switches CO de voz colocan llamadas para los PBX CPE. El medio ambiente de oficina central CO requiere de una fuente de poder DC y una pila física, o más propiamente, la habilidad de expansión de la calidad de puertos y procesamiento.

SWITCHES ATM DE CAMPUS (Ca).

Los switches ATM de campus son más pequeños que su contraparte correspondiente a los switches CO, típicamente menor de 5 Gbps, pero proveen algunas interfaces que no son disponibles para los switches CO, tales como LAN nativas (por ejemplo Ethernet y Token Ring), MAN (por ejemplo, FDDI y DQDB), SNA, X.25, y voz. Algunos proveen conversión de protocolos, emulación a LAN y redes virtuales. Los switches de campus requieren de una fuente de poder AC, tienen menor capacidad en puertos y menor poder de procesamiento que los switches CO.

II.6.1.6 OTROS ASPECTOS DE LOS SWITCHES ATM.

Otros factores que son importantes en comparación con la arquitectura de los switches son los siguientes:

- * **Modularidad** .- la cual se define como el número incremental de puertos que pueden ser aumentados a un switch.
- * **Mantenibilidad** .- la cual mide el aislamiento de una disrupción sobre el resto del switch.
- * **Disponibilidad** .- lo que significa que la operación continúa en la presencia de múltiples o simples defectos.
- * **Complejidad** .- frecuentemente se mide por cuentas de compuertas lógicas, pines del chip de salida, y pines de salida de la tarjeta en comparación con otras implementaciones de switches.
- * **Flexibilidad** .- la cual cubre la capacidad de implementar más funciones de procesamiento de paquetes fácilmente.
- * **Expandibilidad** .- la cual considera el número máximo de puertos de los switches soportados por la arquitectura.

II.6.1.7 COMPARACION DE SWITCHES ATM DE VARIOS PROVEEDORES.

Los aspectos para realizar la comparación son los siguientes:

- Arquitectura del switch.

El atributo clave para la arquitectura del switch es el grado en el cual es virtualmente non-blocking. Algunos distribuidores como ADC Telecommunications, Inc. y otras empresas proveen una arquitectura de switches en donde utiliza la técnica non-blocking. Por otra parte, el switch Stratacom ofrece desempeño non-blocking cuando opera a 4.43 Gbps, pero puede también ofrecer virtual non-blocking de 9.6 Gbps con salida full duplex que es requerida. Muchos vendedores no reportan el grado de blocking que permiten sus switches, por lo cual no es posible hacer una comparación total.

- Capacidad del búffer.

La capacidad del búffer define el número total de entradas, las posiciones de almacenamiento interno y el almacenamiento externo para las celdas. Una mayor capacidad del búffer puede significar un mejor desempeño para los protocolos tales

como TCP, sin embargo los búffers más grandes pueden crear más latencia y retardo durante condiciones de tráfico elevadas. Como una regla básica, utilizando búffers más grandes, el tráfico es menos liberado, pero el retardo es mayor. La capacidad del búffer se puede medir en celdas por puerto, las celdas por switch o en el retardo para una cierta tasa de línea. Para comparar las dos, DSC ofrece 4096 celdas correspondiendo a un 1.26 segundos de retardo en una tasa DS1, 16,384 celdas igualando a cerca de 170 ms de retardo en la tasa DS3 y 65,535 celdas correspondiendo a un retardo de 186 ms en una tasa OC-3.

- Método utilizado por el búffer.

El método utilizado por el búffer puede ser encolamiento de entrada, encolamiento de salida y encolamiento interno. Synoptics y TRW utilizan los tres tipos de amortiguamiento. Cisco, GDC, LightStream, NEC (Modelo 5), y Stratacom usan encolamiento de entrada y salida. ADC, Cascade, DSC, NEC (Modelo 10) y Newbridge usan amortiguamiento con encolamiento de salida. Siemens y NT utilizan amortiguamiento con encolamiento interno.

- Retardo de switcheo.

Esta característica corresponde al total de retardos en una línea através del switch. Si se presentan grandes cantidades de retardos algunas formas de tráfico se pueden ver afectadas, tales como el tráfico orientado a sesión, el tráfico de voz y video y el tráfico SNA.

El retardo varía ampliamente en los switches con amortiguamiento que utilizan el método de encolamiento interno. Stratacom cita un retardo de 1.2 ms, NEC (ambos modelos) < 5ms, cascada < 10ms, DSC < 15ms (sin switch interno de congestión), entre otros. ADC cita un retardo máximo de 16 celdas, mientras que otros vendedores no proporcionan datos sobre este retardo.

- Número máximo de puertos.

Esta característica es importante, debido a que afecta la velocidad soportada por el switch. La mayoría de los proveedores de switches CO ofrecen solamente puertos para redes de área amplia WAN, dejando el soporte de la red de área local (LAN) a los vendedores de switches de premisas y CPE. La mayoría de los switches de Campus proporcionan tanto puertos para LAN como para WAN.

Stratocom ofrece 36 puertos DS3 en banda amplia, mientras que para banda angosta soporta 360 puertos. DSC soporta arriba de 150 OC-3, 360 DS3, \leq 1024 puertos DS1. Motorola ofrece 1000 puertos LAN y WAN de los cuales 6 son DS3s y 64 son DS1s. NEC puede soportar arriba de 17 puertos ATM TAXI o OC-3. Siemens soporta arriba de 62 puertos WAN, expandibles a 256 puertos.

- Soporte de AAL.

Algunos distribuidores como ADC, Cascade, DSC, GDC, Siemens, Stratacom y Synoptics soportan AAL1, 3/4 y 5; Cisco y NEC soportan AAL 3/4 y AAL 5; LightStream y Newbridge soportan AAL 1 y AAL 5; NT soporta AAL 1 para su interface DS1. Solamente el switch TRW no soporta las clases de servicio AAL.

- Interfaces Internetworking.

Los switches ATM también soportan trabajo de interred para una variedad de interfaces LAN, WAN y MAN, tales como: Ethernet, Fast Ethernet, FDDI, Frame Relay (FR), SMDS y emulación de circuitos. Los switches ADC y Stratacom soportan SMDS, emulación de circuitos y Frame Relay. Cascade soporta SMDS, emulación de circuitos, y Frame Relay. DSC soporta SMDS, emulación de circuitos y Frame Relay. Cisco soporta Ethernet, SMDS, Fast Ethernet, Frame Relay, Token Ring, FDDI, X.25, SDLC y canal IBM. LightStream soporta Ethernet, emulación de circuitos, FDDI y Frame Relay.

- Número de clases de calidad de servicio (QoS).

El número de clases de QoS soportadas por un switch ATM varía. Las múltiples clases de servicio permiten la asignación de la prioridad más baja o prioridad más alta a diferentes tipos de tráfico. El uso del bit de prioridad de pérdida de celdas (CLP) permite soportar dos niveles de priorización de pérdida de celdas.

ADC soporta arriba de 64 clases QoS, Stratacom 32 clases QoS, y TTRW y NT soportan 8. Cascade, Cisco, DSC, GDC y LightStream soportan 4 clases de servicio. Siemens soporta 3 clases QoS.

- Soporte punto-a-multipunto.

ADC, Cascade, Cisco, DSC, entre otras compañías soportan conexiones punto-a-multipunto. Frecuentemente, esta característica se soporta por software en los switches pero a baja velocidad y en hardware a mayor velocidad.

- Control de tráfico.

En este aspecto es importante el conocer el número de parámetros de tráfico que son monitoreados por cada conexión. Por ejemplo, TRW soporta 8, mientras que Stratacom soporta cerca de 20 por conexión para la mayor parte de los propósitos de manejo de una red.

- Control de congestión.

Los distribuidores como: ADC, Cascade, Cisco, DSC, GDC y otras, soportan el descarte de las celdas seleccionadas por CPE. Los modelos NEC soportan el descarte selectivo basado en una prioridad de conexión no el bit CLP.

- Puentes.

Los switches CPE y los switches Ca regularmente manejan tráfico LAN y encapsulación. Los switches Ca ATM actualmente soportan propiamente el puenteo encapsulado de protocolos LAN en ATM. Este método es comúnmente usado por los protocolos que no pueden ser enrutados, tales como Netbios y DEC LAT. GDC soporta AALS para puenteo o ruteo por medio de una tarjeta Ethernet AUI.

- Capacidad de LAN virtual.

Algunos switches Ca ATM soportan la capacidad de LAN virtual. Las LANs virtuales utilizan software para definir los grupos virtuales los cuales de una forma lógica unen múltiples usuarios en diferentes LANs en el mismo segmento de LAN virtual. Así, cada estación de trabajo puede pertenecer a múltiples LANs. Cisco, GDC, Newbridge, Siemens y Synoptics son los únicos distribuidores que soportan el trabajo de grupos virtuales.

- Manejo de red.

Comúnmente los protocolos de manejo de red soportados incluyen el Protocolo de Manejo de Red Simple (SNMP), el Protocolo de Información de Manejo Común (CMIP) o protocolos propios. Los proveedores como LightStream, NT, Stratacom y TRW soportan SNMP. Cascade, DSC y Siemens soportan tanto SNMP como CMIP.

11.6.2 RUTEADORES.

Un ruteador se puede comparar en funcionamiento con un dispositivo de acceso ATM. El ruteador realiza diferentes funciones, dichas funciones dependen de si está transmitiendo datos o se encuentra recibiendo datos desde un switch ATM. Cuando se encuentra transmitiendo datos, el ruteador acepta un paquete LAN como una entrada, determina el puerto de salida y convierte el paquete a celdas si el puerto de salida está asignado a un switch ATM. Por otro lado, cuando está recibiendo datos, el ruteador acepta las celdas desde el switch ATM como entrada, realiza un reensamblado de las celdas en un paquete, determina el puerto de salida y direcciona el paquete al segmento de LAN correcto.

De acuerdo con lo anterior podemos observar que el ruteador switchea paquetes y no celdas, los datos son reformateados a y desde las celdas solamente en la interface al switch ATM, por lo cual la función de los ruteadores como dispositivos de acceso ATM es permitir a las redes LAN que no sean del tipo ATM conectarse a una red ATM.

Los ruteadores que soportan ATM se pueden clasificar por el tipo de interface ATM que ellos implementan en:

- * Ruteadores con interface de Hardware
- * Ruteadores con interface de software
- * Ruteadores con interface Frame Relay.

RUTEADORES CON INTERFACE DE HARDWARE.

Los ruteadores que implementan una interface de hardware presentan una interface ATM natural que formatea los frames de los datos LAN directamente en celdas. Con este tipo de interface, los ruteadores implementan la Capa de Adaptación (segmentación y reensamblado de celdas), la capa ATM y la capa física. Un ruteador con una interface de hardware se conecta directamente a un puerto de un switch ATM.

RUTEADORES CON INTERFACE DE SOFTWARE.

Los ruteadores con una interface de software realizan el formateo de los paquetes de datos LAN en frames que pueden ser reconocidos por los DSUs ATM. La interface de intercambio de datos (DXI) del ATM Forum describe como un ruteador debe formatear los paquetes de LAN así que ellos pueden ser reconocidos por un DSU ATM. Un ruteador soporta los formatos DXI para cada paquete LAN de tal forma que el DSU sabe donde encontrar la información de la dirección y como dividir el paquete en celdas.

RUTEADORES CON INTERFACE FRAME RELAY.

Para un ruteador también es posible realizar la unión de un switch ATM por medio de una interface Frame Relay, asumiendo que el switch ATM contiene una interface Frame Relay. El switch de entrada acepta los frames en la interface Frame Relay y los reformatea en celdas. Las celdas son switcheadas a través de la red hasta que llegan al switch de salida. Por otra parte, si el nodo destino se une a una interface ATM, las celdas son simplemente switcheadas al dispositivo destino. Si por el contrario, el nodo destino se une a una interface Frame Relay, las celdas son reensambladas en frames para ser enviadas al dispositivo remoto.

Como ejemplos de ruteadores con capacidades ATM podemos mencionar los nodos backbones Cisco 7000 y Wellfleet. Los sistemas Cisco ofrecen DS3/E3, OC-3/STM-1 e interfaces ATM 4B/5B. Arriba de 30 LAN o 40 WAN (arriba de 300 canales) pueden ser soportados, incluyendo Ethernet, Token Ring, FDDI, Frame Relay, SMDS, ATM, X.25 e ISDN.

11.6.3 CONCENTRADORES INTELIGENTES.

Un concentrador tiene como función el permitir la construcción de topologías de tipo estrella en redes LAN, de tal forma que los usuarios están unidos al concentrador por medio de enlaces punto-a-punto. Hay dos métodos para utilizar ATM en concentradores inteligentes:

Método 1.- En este método el concentrador contiene un bus backplane de alta velocidad que es compartido por todas las tarjetas de los puertos. Un módulo de interface ATM proporciona la conectividad entre las tarjetas de puerto unidas al bus de alta velocidad y una red ATM.

Método 2.- En este método el concentrador maneja un backplane ATM natural. De esta forma, hay conectividad ATM por medio de la interface entre cada tarjeta de puerto y el backplane, así como cada tarjeta de puerto tiene una conexión ATM dedicada a un módulo de switcheo ATM.

II.6.4 SISTEMAS DE SWITCHEO LOCAL.

Para los métodos descritos anteriormente, el desempeño de un concentrador se puede incrementar colocando un sistema de switcheo en cada tarjeta de puerto. El sistema de switcheo opera como un puente de capa MAC en el cual se tiene dinámicamente la dirección de los dispositivos unidos a cada puerto y lleva acabo una desición de direccionamiento para cada paquete basado en una dirección MAC provista para cada frame. El sistema de switcheo permite la comunicación simultánea entre todos los puertos de la tarjeta y almacena los datos para pasar a través del switch con una velocidad lineal.

Hay dos formas de implementación de un sistema de switcheo en cada tarjeta de puerto para mejorar el desempeño de un concentrador y son las siguientes:

- * El sistema de switcheo reduce la cantidad de tráfico en las tarjetas de puerto localizadas en un backplane. Si el sistema de switcheo recibe un paquete en uno de sus segmentos LAN que se destina a un dispositivo unido a otro segmento LAN de la misma tarjeta de puerto, el sistema de switcheo direcciona el paquete al segmento LAN destino pero no hacia el tráfico en el backplane.
- * El sistema de switcheo reduce la cantidad de tráfico en una tarjeta de puerto localizada en cada segmento LAN. El sistema de switcheo solamente direcciona el tráfico a un segmento LAN dado, si el sistema de switcheo conoce el dispositivo destino se une al segmento LAN de salida.

En forma ideal, cada tarjeta de puerto soporta suficientes segmentos LAN de modo que cada segmento puede ser dedicado a un usuario. Por otra parte, los segmentos LAN dedicados usan cualquiera de los dos, Ethernet o Token Ring sobre la línea de acceso para proporcionar a cada usuario un solo acceso al ancho de banda LAN sin contención. Para Ethernet, este sería de 10 Mbps o 100 Mbps (Fast Ethernet) mientras que para Token Ring será cada 4 o 16 Mbps.

II.6.5 BACKPLANE DE ALTA VELOCIDAD CON UN MODULO DE INTERFACE ATM.

En primer lugar, cada tarjeta de puerto se conecta a un backplane de alta velocidad que se implementa utilizando tecnologías convencionales. Cada tarjeta de puerto contiene un sistema de switcheo local que le permite aceptar varios segmentos LAN dedicados.

La comunicación entre la tarjeta de puerto individual se lleva a cabo por medio de un backplane de alta velocidad. Un módulo de interface ATM proporciona la conexión entre el backplane de alta velocidad y una red ATM.

Cabe mencionar que un módulo de interface ATM proporciona la conectividad a un switch ATM pero no provee conectividad ATM entre los dispositivos individuales o segmentos LAN unidos al concentrador.

II.6.6 BACKPLANE ATM CON UN MÓDULO DE SWITCHEO ATM.

El siguiente punto a considerar se refiere al requerimiento de que el concentrador contenga un backplane ATM. Cada tarjeta de puerto contiene un sistema de switcheo local que lo aloja para aceptar varios segmentos LAN dedicados. La comunicación entre las tarjetas de puerto individuales se realiza por medio del backplane ATM. Los datos son transferidos por medio del backplane desde un módulo a otro módulo en celdas ATM, con los circuitos virtuales entre módulos definidos por los identificadores de una conexión ATM.

Una interface para los adaptadores de red ATM soportan estaciones de trabajo poderosas y servidores conectados directamente al backplane de un concentrador ATM.

II.6.7 TARJETAS ADAPTADORAS PARA ESTACIONES DE TRABAJO.

Un aspecto importante de las tarjetas adaptadoras para estaciones de trabajo es que proporcionan directamente acceso ATM a un medio ambiente de escritorio. Los adaptadores pueden actualmente habilitar estaciones de trabajo a alta velocidad incluyendo SBus SunSparcstations, EISA bus PCs, PC's de microcanal y PCs con bus VME. Aunque la primera generación de adaptadores ATM puede proporcionar solamente la conectividad con switches de diferentes vendedores.

II.6.8 UNIDADES DE SERVICIO DE DATOS (DSUs).

La función principal de las unidades de servicio de datos (DSUs) es convertir los paquetes de LAN a celdas para hacer posible la conexión de un ruteador (sin una interface ATM de hardware) a un switch ATM. Los DSUs pueden funcionar como

dispositivos de acceso y switches locales. Los primeros DSUs ATM estaban limitados para proveer acceso a usuarios porque estos soportan solamente un usuario por puerto y una interface ATM sencilla. Ahora, los DSUs ATM operan como un switch multiplexor de acceso a los puertos de usuario múltiples también como una interface ATM múltiple. Estos dispositivos switchean las celdas desde un puerto local a otra interface local, así como dirigen las celdas a un switch de red.

11.6.6 DESARROLLO INICIAL DE LA TECNOLOGIA ATM.

Dentro del desarrollo de nuevas tecnologías surge la tecnología ATM que permite emplear una amplia gama de productos que hacen uso de un medio ambiente de telecomunicaciones y computación completo. La promesa de unir voz, video y comunicaciones de datos en redes WAN/MAN/LAN integradas, hace a ATM una tecnología completa, lo que ha dado lugar a que los vendedores, los analistas de la industria, y los comercios se refieran a la "Revolución ATM". Dicha revolución puede reemplazar la tecnología actual con una tecnología que resolverá todos los problemas de telecomunicaciones de forma muy rápida. Sin embargo, la realidad indica que la revolución será mas que una evolución y que los cambios iniciales no serán tan dramáticos.

El consenso en la industria de comunicaciones de datos es que ATM inicialmente aparecerá en redes privadas a nivel de campus/edificio, y lentamente evolucionará a la LAN y eventualmente fuera de una WAN.

Hay algunas razones tecnológicas y financieras que soportan el desarrollo de ATM en el medio ambiente campus/edificio:

- * Para el nivel campus/edificio proporciona una solución inmediata a uno de los problemas más importantes que se presentan en un manejador de red, - la necesidad de un camino más rápido para interconectar LANs que provean un diseño de red flexible. La instalación del equipo ATM a nivel campus permite un incremento inmediato en el ancho de banda donde se necesita el mayor desempeño.
- * Dentro del nivel de campus se involucra la mínima cantidad de riesgo tecnológico. El costo inicial es relativamente bajo, el hardware de estaciones de trabajo y los protocolos no tienen que ser modificados, sólo un conjunto mínimo de estándares serán suficientes.

* La capacidad de una tarjeta adaptadora ATM LAN permite a ATM extenderse a un medio ambiente de escritorio. Sin embargo, los adaptadores ATM son costosos y en la mayoría de los casos proporcionan más ancho de banda de lo que una PC de escritorio típico o una estación de trabajo es capaz de usar. Como resultado, se obtuvo que el alto desempeño de servidores más que las estaciones de trabajo usarán adaptadores ATM para remover el congestionamiento de los datos proporcionándoles directamente conectividad a los switches ATM.

*El surgimiento de versiones mejoradas de tecnologías convencionales tales como 100BASE-T, 100VG-AnyLAN, CDDI II, FDDI FFOL, y Ethernet podrían disminuir la demanda de ATM en un medio ambiente de escritorio.

* Cada celda ATM tiene un 9.4% de overhead (encabezado de 5 octetos/53 octetos de la celda = 9.4%). Esto significa que el 9.4% de los bits transmitidos en una red ATM consisten de una información del encabezado y que solamente el 90.6% de los bits traen datos de usuario. Cuando se comparan con otras tecnologías, las cuales típicamente tienen un 1% o 2% de overhead, es claro que ATM no hace eficiente el uso de su ancho de banda. Por lo cual ATM no se ha acoplado para aplicaciones que corren sobre facilidades de transmisión con tasas de datos menores a T3 (45 Mbps) o E3 (34 Mbps) porque la cantidad de transferencia de datos del usuario va a ser demasiado baja. No se espera el acceso de ATM en WANs hasta que haya muchas líneas de alta velocidad llegando a ser el estándar para enlaces punto-a-punto.

* Los problemas principales en el manejo de la congestión y el control de flujo dentro de una red ATM no se han resuelto aún. El manejo de ATM en WANs requiere una solución basada en estándares aceptados internacionalmente. Las necesidades propuestas por medio de grupos de trabajo, ATM Forum y los cuerpos de estándares internacionales deben estar de acuerdo en una solución.

MIGRACION DE UNA RED CAMPUS/EDIFICIO A ATM.

Al pensar en la evolución de una red de campus/edificio a ATM, la estrategia de migración deberá proveer los siguientes beneficios:

* Solución de las necesidades presentes y futuras por medio de la construcción de las tecnologías LAN tanto actuales como nuevas.

- * Costo mínimo al realizar una serie de pasos para migrar la red.
- * Establecimiento de una ruta de actualización económica usando las plataformas y las arquitecturas de red que son actualmente utilizadas.
- * Implementación de sistemas de conectividad con baja latencia en el trabajo de grupo y backbone de campus para obtener un mejor desempeño.
- * Mantenimiento de conectividad en toda la configuración.
- * Simplificación de la tarea del manejo de la red.

PLAN DE MIGRACION DE TRES PASOS.

Algunos manejadores de redes han configurado sus redes distribuidas para colapsar backbones como parte de la evolución de una LAN sencilla por edificio para LANs separadas en cada piso. Una configuración de backbone colapsado elimina los ruteadores en cada piso y concentra todas las conexiones en un dispositivo sencillo en la base junto con un grupo de servidores. Esta arquitectura efectivamente colapsa el backbone distribuido sobre el backplane de alta velocidad del ruteador central. El backplane del ruteador central puede mover los datos entre segmentos LAN 80 veces más rápido que sobre un backbone Ethernet distribuido, y 8 veces más rápido que un backbone FDDI.

En una configuración típica, el backbone colapsado se maneja en una primera configuración con sistemas terminales conectados por cable UTP a un concentrador en cada piso. Los concentradores por piso se interconectan verticalmente por medio de un par de fibra en un bucle que contiene enlaces con pares de fibra de interpeñador de fibra óptica (FOIRL). Los segmentos LAN del servidor farm se unen directamente al ruteador de backbone colapsado en la base.

La migración de una red de backbone colapsado a ATM puede ser comprendida en tres pasos.

- Paso 1: Aumento del backbone colapsado con LANs virtuales y grupos de trabajo.
- Paso 2: Instalar enlaces de alta velocidad para incrementar el ancho de banda.
- Paso 3: Aumento del backbone colapsado con ruteadores ATM.

ETAPA 1: BACKBONE COLAPSADO CON LANS VIRTUALES Y GRUPOS DE TRABAJO.

El primer paso en la estrategia de migración no involucra necesariamente el manejo de ATM. En la reducción de costos, toma una gran ventaja de la base instalada para una tecnología LAN, y simplifica la tarea del manejo de la red, el objetivo de la estrategia de migración es manejar nuevas tecnologías solamente en las partes de la red donde un ancho de banda mayor se requiera sin recurrir a actualizaciones costosas y riesgosas.

Como la demanda de ancho de banda crece, la solución tradicional a este problema es segmentar cada piso en segmentos LAN múltiples y proveer a cada segmento con su propio enlace dirigido al ruteador central. Esta solución simplemente requiere el aumento de un enlace por cada LAN o segmento de LAN entre el concentrador de piso y el ruteador central.

Es importante mencionar que el enlace adicional no requiere necesariamente la instalación de un nuevo cableado, porque algunos edificios tienen aparte un cableado de fibra listo para su uso.

Sin embargo, hay dos factores importantes que localizan los límites del número de enlaces que se pueden instalar.

* El primer factor es una limitación física - la capacidad de los puertos de ruteadores. El manejador de red debe asegurar que el dispositivo de backbone colapsado cuenta con los suficientes puertos para soportar tanto los enlaces existentes como futuros para cada uno de los pisos.

* La segunda limitación es que se incrementa la complejidad en el manejo. La segmentación incrementada mejora el desempeño, pero también significa que hay que manejar más LANs. Por ejemplo, si IP se maneja como el protocolo de capa de red, cada nuevo segmento requiere su propio número de red. Por supuesto, el manejador de red puede elegir el empleo de dividir en subredes para conservar la organización de las direcciones IP, pero esto incrementa la complejidad en su manejo. Por otro lado, las estaciones terminales necesitarían que les asignaran nuevas direcciones IP.

Para reducir la complejidad, el manejador de red puede elegir un grupo de enlaces asociados con cada uno de los tres grupos diferentes y conectarlos a un puente. El puente para cada grupo sería conectado a un puerto en un ruteador de backbone colapsado. Puenteando los tres segmentos dentro de una red lógica se requiere solamente un número de red sencillo, y el ruteador aisla el grupo de trabajo de los grupos de trabajo de finanzas y comercio.

Desafortunadamente, esta configuración no provee una solución efectiva escalable y costo-efectiva a este problema:

- La instalación de puentes extra reduce el desempeño por el aumento en los retardos adicionales para el tráfico que cruza en una infraestructura vertical.
- La compra de puentes externos con una interface de alta velocidad incrementa el costo de hardware de red.

LANs VIRTUALES Y GRUPOS DE TRABAJO.

Los problemas con el puenteo se pueden resolver aumentando la facilidad de un grupo de puertos para el ruteador de backbone colapsado. La facilidad de grupos de puertos proporciona una función de puenteo entre enlaces diferentes los cuales son internos al ruteador de backbone colapsado. Cada conjunto de segmentos LAN puenteados se conoce como una LAN virtual.

Hay varias ventajas en el manejo de LANs virtuales y son:

- * Una LAN virtual que se asocia a más de un puerto de un puente/ruteador es para la red como un segmento LAN lógico sencillo. Las ventajas de ruteo de multiprotocolo se retienen porque el administrador de la red puede rutear el tráfico entre diferentes LANs virtuales.
- * Asignando un número de red IP sencillo para cada LAN virtual se elimina la complejidad de la segmentación de los pisos porque no hay necesidad de cambiar las direcciones de las estaciones terminales.
- * La utilización de LANs virtuales ahorra el manejo de tiempo porque los grupos de trabajo pueden estar configurados en el ruteador central sin hacer los cambios a la planta de cable físico.

GRUPOS DE RUTEO.

Cuando el tráfico de una red prolifera entre edificios en un medio ambiente de campus, como resultado se obtiene un incremento en la demanda de ancho de banda en el backbone del campus. Los manejadores de la red frecuentemente responden a su embotellamiento conectando edificios con un medio compartido.

Como la red crece, cada edificio puede tener cientos de dispositivos conteniendo un ancho de banda en un backbone interedificio de medio compartido. Otro problema es que los usuarios y los grupos de trabajo frecuentemente necesitan ser relocalizados dentro del campus, mientras el servidor primero los comunica con los demás en un servidor farm central en otro edificio. Como consecuencia, el backbone de campus puede llegar rápidamente a un embotellamiento de tráfico.

Para acomodar el crecimiento y aligerar la congestión, un concentrador de switcheo puede ser usado para crear los grupos de ruteo. Un grupo de ruteo se implementa instalando una cantidad de enlaces de switcheo privado, de alta velocidad que permitan la escalabilidad de una interred.

Otro método es manejar ATM en el backbone del campus. Este método emplea un switch de celdas ATM y también un DXI ATM o interface ATM en cada uno de los ruteadores backbone colapsados. La interface DXI ATM permite velocidades de 52 Mbps mientras que una interface ATM soportará velocidades desde 155 Mbps a 2.5 Gbps y aún mayores. Es importante notar que un grupo de ruteo basado en ATM puede ser creado sin hacer alguna modificación al hardware y software de las estaciones terminales.

ETAPA 2: BACKBONE COLAPSADO CON ENLACES DE ALTA VELOCIDAD.

Como se puede observar, al incrementar el ancho de banda permitido para los grupos de trabajo significa un incremento en la segmentación de la red LAN de cada uno de los pisos. El paso dos de la estrategia de migración resuelve el dilema del manejo de los enlaces de alta velocidad para reemplazar los enlaces de segmentos de LAN múltiples. Otro aspecto importante, son los enlaces de alta velocidad que pueden emplear FDDI, Fast Ethernet o tecnología ATM. El manejador de red puede continuar para incrementar sobre todo el desempeño de la red en cada piso por medio de una segmentación horizontal adicional sin la necesidad de cambiar el hardware y el software en cada escritorio.

Para soportar enlaces de alta velocidad, el desempeño del procesamiento de los frames por puerto del ruteador de backbone colapsado es necesario para ser incrementado aproximadamente un factor de 10. Hay varias formas para lograr este escalamiento del desempeño. Todos requieren de algunos niveles de funcionalidad de ruteo dentro de un ruteador de backbone colapsado.

La forma en que se puede escalar el desempeño del ruteador es distribuir el desempeño del frame con una dirección lógica a la tarjeta de interface de puertos, de otro modo conocido como una máquina de switcheo de los puertos y centralizar así el ruteo complejo en una máquina de ruteo central.

La máquina de ruteo central determina la ruta e indica a la máquina de switcheo de puertos como dirigir los frames subsiguientes con el mismo destino. La máquina de switcheo de puertos realiza la operación de dirección con el consejo y consentimiento de la máquina de ruteo central.

La máquina de switcheo de puertos almacena la información de ruteo que recibe desde la máquina de ruteo central en una cache de rutas. La cache de rutas para cada puerto de la máquina de switcheo es responsable del ruteo solamente de los frames recibidos desde un sistema terminal asociado con su enlace asociado. Por lo tanto, cada máquina de switcheo de puertos "ve" solamente unos pocos ruteadores comparados con el número total de rutas permitidas por la máquina de ruteo central.

Por ejemplo, en la captura de rutas se almacena información que se asocia a una dirección IP destino con uno de los puertos de salida del ruteador. Cuando el puerto de ingreso recibe un paquete, este compara la dirección destino con la información de ruteo almacenada en su cache de ruteo. Si una unión se encuentra, la máquina de switcheo de puertos dirige el paquete instantáneamente. Por otro lado, este envía los paquetes a la máquina central de ruteo para ser dirigido en la vía tradicional.

Debido a que los cambios en la topología de la red son relativamente pocos, la información dirigida en la cache de ruteo puede ser retenida por largos periodos de tiempo. De tal forma que el rango de aciertos de la máquina de switcheo de puertos sobre un periodo de 24 horas es casi un 100%. Sin la captura de rutas, la capacidad de dirección del frame escala proporcionalmente el número de enlaces de alta velocidad.

La tecnología existente permitirá el concepto de ruteo de consejo-y-consentimiento dentro de un ruteador de backbone colapsado para distribuir la función de ruteo al través de diferentes dispositivos en la red. En esta arquitectura, las funciones de la máquina de ruteo central como el servidor de ruteo y las máquinas de switcheo de puertos distribuidos operan como clientes de ruteo.

El concepto de clientes de rutas y servidores de rutas es una extensión de la técnica de consejo-y-consentimiento.

Enlaces FDDI.

El concentrador de switcheo de 100 Mbps en enlaces FDDI configurados como dos segmentos FDDI, asigna una definición de segmento a un grupo de trabajo separado. Cada servidor de terminal en el servidor farm se une al segmento FDDI asociado con su primer grupo de trabajo por medio de un puerto por puente o concentración FDDI dentro del concentrador de switcheo.

El ruteador de backbone colapsado provee funciones de ruteo entre los segmentos FDDI y un backbone de campus FDDI. El resultado son dos grupos de trabajo de alta velocidad dentro de un edificio entre ellos y el backbone de campus. El desempeño se escala por la distribución de de frames de grupos de trabajo dirigidos al concentrador de switcheo, mientras la asignación de la lógica de determinación de ruta compleja la toma el ruteador de backbone colapsado.

Enlaces Fast Ethernet.

Una tecnología LAN de alta velocidad muy importante en nuestros días es FDDI, la cual puede realizar un enlace para conectar los segmentos Ethernet y Token Ring. Sin embargo, FastEthernet 100 BASE-T ya se encuentra accesible. FastEthernet soporta un menor costo, así como grupos de trabajo de 100 Mbps y las conexiones de enlace sobre cableado ethernet existentes.

La mayoría de los concentradores 100BASE-T tendrán al menos uno, y posiblemente algunos, bajo costo 10/100 puentes o puertos de switcheo sobre una tarjeta para conectar los nodos de 100BASE-T con las LANs en 10BASE-T existentes instaladas en cada piso.

Enlace ATM de alta velocidad.

Un problema que tendrá que ser resuelto con enlaces LAN considerados se refiere a que todos los segmentos switcheados dentro de un enlace particular deben ser usados por el mismo número de red, o estos deben tener un ruteador en cada terminal del enlace. Por supuesto, los enlaces múltiples pueden ser usados por cada piso pero su método eventualmente causará un problema de densidad como el número de segmentos LAN incrementados.

La Interface de fibra multimodo 155-Mbps especificada por ATM Forum se diseñó para hacer uso del cableado de fibra óptica multimodo existente en el edificio. Esto ofrece una tecnología ideal para aumentar la velocidad y la capacidad de los enlaces.

ATM utiliza conexiones virtuales dedicadas corriendo en paralelo en vez de compartir conexiones seriales. No solamente ATM ofrece un enlace de 155Mbps a muy alta velocidad, sino también permite considerablemente más segmentación sin la utilización de pares de cableado de fibra. Un enlace ATM sencillo puede soportar de 15 a 30 en LANs Ethernet ó 10 a 20 16Mbps LANs Token Ring en cada piso. Desde cada segmento de LAN se mantienen diferentes conexiones virtuales dentro del enlace, cada segmento es identificable por el ruteador. Esto permite al administrador de la red incrementar el número de grupos de trabajo sólo como si cada segmento tuviera separado un enlace físico.

INTERFACES ATM PARA RUTEADORES Y CONCENTRADORES.

Una de las principales características de la interface ATM de 155 Mbps es que puede implementar una forma de costo efectivo mediante el simple aumento de los módulos de interfaces en el ruteador de backbone colapsado y los concentradores de piso. Debido a que la interface ATM a 155 Mbps se basa en los estándares definidos por el ATM Forum, esta tecnología será compatible con el equipo por una amplia variedad de vendedores.

La interface ATM de cada concentrador de piso convierte el tráfico Ethernet y el tráfico Token Ring en celdas ATM. Cuando la recepción de las celdas desde los enlaces, llega al módulo de la interface del concentrador desempeña el proceso inverso, reensamblando las celdas ATM en paquetes LAN para la transmisión a usuarios de las estaciones de trabajo. La interface ATM en el ruteador funciona como la interface ATM en cada concentrador de piso, convirtiendo los paquetes a celdas y viceversa.

Cada segmento LAN en un piso se mapea sobre una conexión virtual ATM que se identifica en cada encabezado de la celda ATM. El ruteador deriva la identificación de los segmentos LAN desde los campos VPI/VCI en el encabezado de celda ATM.

El concepto de los grupos de trabajo virtuales como un puerto lógico hace uso de un enlace ATM. Todas las funciones normalmente asociadas con un puerto físico se aplican a cada puerto lógico.

ETAPA 3: AUMENTANDO EL BACKBONE COLAPSADO CON RUTEO ATM.

Este tercer paso de la estrategia de migración involucra el manejo del switcheo ATM a través de los segmentos LAN y los grupos de ruteadores para construir un backbone de campus ATM.

Los estándares de los enlaces ATM descritos anteriormente pueden ser conectados a un switch ATM, dando al administrador de la red la habilidad para conectar cada canal virtual y así cada segmento LAN a un ruteador específico o puerto ruteador.

Los segmentos de LAN conectados mejoran el desempeño porque la carga de tráfico se comparte por medio de los ruteadores. El tráfico dividido por medio de los ruteadores y los concentradores también tiene la ventaja de la predicción de fallas de componentes de la red.

DETERMINACION DE LA RUTA PARA SISTEMAS TERMINALES ATM.

Los componentes principales de un switch ATM son: el primero corresponde al direccionamiento de la celda, o lógica de conexión digital. En general, una vez que un canal virtual ha sido establecido, los switches ATM presentan alta velocidad y baja latencia en capacidades de direccionamiento de las celdas.

El otro componente funcional de un switch ATM es la determinación de la ruta, la cual coloca el canal virtual sobre el cual el dato es transmitido. En medio ambientes LAN, la determinación de la ruta se realiza automáticamente por la máquina de ruteo en el ruteador del backbone colapsado. Este nivel de funcionalidad automática es también necesario en el medio ambiente ATM. Desde los sistemas terminales que usan stacks de diferentes protocolos (TCP/IP, IPX, AppleTalk y otras) la función de la determinación de la ruta necesita ser dependiente del protocolo. La forma más sencilla de lograr esto es aumentando ATM a la lógica de determinación de la ruta del multiprotocolo desarrollado realmente residiendo en la máquina de switcheo del ruteador de backbone colapsado.

II.6.10 SERVICIOS DE RED DE BANDA ANCHA.

Una de las compañías que se ha interesado en la introducción de ATM es precisamente IBM quien ha definido una estrategia ATM que consta de cuatro puntos:

- * Proveer un rango de productos, tales como: chips ATM VLSI, adaptadores de interface ATM, estaciones de trabajo y servidores que soportan ATM, un switch ATM Ca, un switch ATM para manejo de WAN, con plataformas de manejo de red y sistemas ATM.
- * Ofrecer Servicios de Red de Banda Ancha IBM (BNS) basados en la tecnología ATM.
- * Ofrecer tecnología ATM que permita la evolución a ATM mientras se mantiene una coexistencia y la interoperabilidad con las configuraciones establecidas en nuestros días.
- * Participar activamente en el Forum ATM y organizaciones para llevar a cabo una estandarización.

La arquitectura de los Servicios de Red de Banda Ancha de los sistemas de red IBM (BNS), describen un conjunto de servicios de punto de control, servicios de acceso y servicios de transporte. Los servicios de punto de control incluyen la resolución de direcciones, el manejo de ancho de banda y la garantía de calidad de servicio QoS por medio de la reservación, conteo de rutas y el manejo de grupo multicast. Los servicios de acceso proporcionan el frame de trabajo para la red de alta velocidad de tal forma que soporte una variedad de interfaces abiertas de estándares incluyendo ATM, Frame Relay, emulación de circuitos y servicios de capas superiores, tales como TCP/IP y APPN. Los servicios de transporte proporcionan las características del manejo de ancho de banda posible para el tráfico del usuario. IBM soportará la capa ATM y la capa de adaptación ATM por medio una UNI.

Mientras el impacto de la estrategia mencionada no se ha reflejado enteramente en la línea de productos, hay cuatro productos de gran importancia que son los siguientes:

- * Concentrador inteligente 8250 con soporte ATM proporcionando acceso a estaciones de trabajo y mainframes.
- * Switch ATM Ca.
- * Switch ATM WAN público o privado etiquetado como el nodo de red de transporte (TNN) y corriendo a 8 Gbps.
- * Soporte del manejo de red para los tres productos mencionados anteriormente.

CONCLUSION.

El surgimiento de una nueva tecnología permite el desarrollo de nuevo hardware y software necesarios para la implantación de la misma. La tecnología ATM ha aparecido en algunos dispositivos para el manejo de redes utilizados en nuestros días como son: los switches, los ruteadores, los puentes, los concentradores o hubs, los multiplexores y las tarjetas de interface ATM para estaciones de trabajo. El objetivo de ATM es poder manejar cualquier tipo de tráfico sobre una misma línea de comunicación a alta velocidad y realizar una integración de redes LAN/MAN/WAN utilizando un mayor ancho de banda, así como una arquitectura basada en celdas que permite escalar la red en distancia, velocidad y tamaño.

El hardware ATM y los sistemas de switcheo toman formas muy variadas. El hardware ATM se dividió en dos grandes grupos: los switches ATM CO y los switches ATM Ca, los cuales forman el corazón de acceso a las redes ATM privadas y el acceso

a algunas redes ATM públicas. Por otra parte, las categorías de los sistemas ATM locales tales como: ruteadores, puentes, concentradores, switches ATM locales, CSU y DSU, permiten conectar sistemas que no son ATM a un sistema ATM, cada uno realizando una función especial de tal forma que se permita dicha conexión.

Realizando una comparación entre los switches de acuerdo con el medio ambiente al que pertenecen tenemos lo siguiente:

*Los switches CO son más industriales y requieren de una fuente DC y de una mayor capacidad para escalar a un gran número de puertos, pueden conmutar tráfico de voz, y video a los switches de voz y a otras redes, además permite soportar un servicio ATM público.

*El equipo ATM de premisas (ruteadores, concentradores y puentes) permite tener comunicación en una red virtual.

*Los switches Ca proveen interfaces que no son disponibles por los switches CO, como son Ethernet, Token Ring en cuanto a LAN y SNA, X.25 y voz en ambiente WAN. Otra característica importante es que requieren de una fuente AC, tienen menor capacidad en puertos y poder de procesamiento que los switches CO.

***III. Aplicaciones de ATM en Redes de
Area Local (LANs)
Tendencias de ATM en redes
corporativas***

III. APLICACIONES DE ATM EN REDES DE AREA LOCAL (LANs) TENDENCIAS DE ATM EN REDES CORPORATIVAS.

III.1 INTRODUCCION

ATM es una tecnología de switcheo, orientada a conexión, que permite virtualmente que un número "ilimitado" de usuarios establezcan enlaces dedicados y de alta velocidad a través de servidores de alto desempeño. ATM ofrece tanto un incremento en el desempeño de la red como una relación interesante en precio/desempeño; además es escalable en términos de la velocidad de enlace a las estaciones de trabajo, estableciendo una gran visibilidad desde el punto de vista de ancho de banda y distancias geográficas. Esto último permite obtener grandes beneficios desde el punto de vista de Administración de la Red y control de la misma, en un entorno que requiere gran flexibilidad para adaptarse a los constantes cambios que se presentan.

Existen tres diferencias básicas entre ATM y otros tipos de redes de datos de "medio compartido" como es el caso de Ethernet, Token Ring y FDDI. Dichas diferencias son:

- *El uso de un medio dedicado.
- *Longitud fija de la celda.
- *Orientada a conexión.

MEDIO DEDICADO

ATM utiliza las conexiones al medio en forma dedicada operando en paralelo. Esto se presenta en contraste con la operación de tipo serial que existen en las redes de "medio compartido", donde los usuarios tienen que esperar para la disponibilidad de acceso al medio.

Debido a que sólo una transmisión a la vez es permitida en la red, el promedio de ancho de banda disponible para cada uno de los usuarios disminuye conforme un mayor número de estaciones tratan de conectarse a la red.

Por su parte, ATM ofrece a cada usuario un medio dedicado para la conexión en paralelo al switch; de esta manera, se pueden realizar comunicaciones múltiples de manera simultánea permitiendo que a mayor número de usuarios conectados al switch, el desempeño por nodo se mantenga constante, pudiendo utilizar el máximo ancho de banda disponible durante todo el tiempo.

Así, estas conexiones de medio dedicado son escalables en velocidad, lo que significa que la velocidad de la interfaz deberá coincidir con la necesidad de conexión que sea demandada. Por ejemplo, estaciones de trabajo de alto desempeño pueden conectarse a la red utilizando enlaces de 155 Mbps; de la misma forma, servidores que soportan usuarios de alto desempeño en una red de grupos de trabajo pueden presentar problemas de "cuellos de botella" en la red y requerir de mayores velocidades de enlace, para lo cual se puede conectar a 622 Mbps, lo que permite establecer un uso óptimo de la conexión a la red por cada uno de los usuarios y obtener el máximo desempeño del enlace sólo justo cuando se necesite.

El añadir más switches ATM a la red permite incrementar en forma agregada la disponibilidad del ancho de banda, lo cual significa que todo el ancho de banda disponible en la red ATM es banda-adicional de manera incremental.

LONGITUD FIJA DE LA CELDA.

En el caso de ATM este realiza un "mapeo" de los paquetes de longitud variable enviados por protocolos de capas superiores dentro de un esquema de celdas fijas de 53 bytes. Dichas celdas son transmitidas hacia la red ATM y recuperadas y desensambladas en el punto de destino a través de una concatenación de las celdas.

De esta manera la información de tiempo real como la voz y el video para aplicaciones de multimedia también se mapea por medio de celdas fijas en longitud.

El uso de pequeñas celdas fijas en longitud ofrece grandes ventajas, ya que reduce el intervalo de tiempo asociado al paso de la celda por un nodo a través de un switch o al ser enviado a una troncal, dándole al ATM los beneficios del "multiplexado"; esto último significa que las celdas que transportan datos de una transferencia de archivos y de una aplicación interactiva pueden "mezclarse" fácilmente, sin provocar un desajuste en los recursos compartidos de la red. Por su parte, en el caso de las redes de "medio compartido" el soportar aplicaciones interactivas con transferencias de archivos generan una degradación importante del desempeño de la red, ya que la prioridad de dichos requerimientos provocan conflictos en el servidor.

ORIENTACION A CONEXION.

Las comunicaciones ATM deben cumplir con las características de establecer canales virtuales entre el transmisor y el receptor, para después de ello poder transmitir la información. Esta configuración inicial previa a la transmisión de la información permite establecer una ruta entre la fuente y el destino y así negociar los parámetros de servicio entre ambos puntos, como es la ubicación del ancho de banda para el enlace.

El elemento clave para establecer la configuración de los canales virtuales es el sistema de administración de la conexión (CMS), el cual mantiene el mapeo dinámico de los recursos de la red como son los switches ATM, las terminales y la calidad de los enlaces. Al añadir elementos adicionales a la red, el CMS permite la reconfiguración de la misma en forma inmediata. Durante el enlace de comunicaciones, por medio del monitoreo del número de celdas que son transmitidas sobre el canal virtual y asociando los canales virtuales con un grupo de nodos terminales, el CMS permite a los administradores establecer un seguimiento del uso de los datos de punta de la red, midiendo el tráfico de la red y estableciendo la tarificación de los usuarios sólo por el tiempo de acceso a la red. Además, debido a que ATM puede soportar múltiples enlaces en paralelo entre los switches, el CMS permite el monitoreo en la actividad de los enlaces de la red, de manera que el tráfico puede ser automáticamente enrutado si un enlace o uno de los conmutadores llega a fallar.

III.3 EL ESTANDAR ATM.

Todos los protocolos, interfaces y aspectos operativos de las redes ATM están definidos por las recomendaciones de ITU-T. Dichas recomendaciones han sido aceptadas, para los usos de ATM tanto local como público por el organismo conocido como ATM Forum, el cual agrupa a fabricantes, usuarios y proveedores de servicios, lo que permite establecer un plan de conexión sin problemas entre ambos ambientes. Desde el punto de vista de "hardware" ya se encuentran definidos los estándares basándose en las especificaciones del ATM Forum, por lo que las únicas modificaciones esperadas son en la parte de "software", ya que esto se encuentra en constante evolución para ofrecer mayores beneficios para el mercado.

En la parte de "software" se encuentran actualmente definidos los canales virtuales permanentes (VPC) como los canales virtuales conmutados (SVC) a través de la interfaz de red de usuario (UNI); queda aún por definir la interfaz de red de nodo (NNI) y la parte de emulación de LAN para permitir una completa integración de ATM en los ambientes de LAN.

En la actualidad, los presidentes, directores y gerentes de diversas compañías tienen poco control financiero sobre sus redes de cómputo. Es difícil controlar el uso de la red y sus costos, y el interés por la seguridad de la información va en aumento en una época en que las corporaciones buscan integrar sus sistemas de comunicación con los de otras organizaciones de su país y del mundo.

ATM es un mecanismo para transferencia de datos a alta velocidad por medio del cual dos dispositivos establecen una conexión, parecida a la de una llamada telefónica. A los usuarios de las redes de cómputo les resulta sumamente atractivo porque es veloz, confiable y fácil de adaptar en el transporte de voz, video y transmisiones de datos todos integrados sobre redes de área amplia o local.

III.3 EL BACKBONE PARA REDES CORPORATIVAS.

Uno de los mayores retos para las áreas de planeación de las empresas es el crecimiento continuo en la cantidad de datos que se transmiten a través de las redes corporativas; las nuevas aplicaciones demandantes de servicios de multimedia hacen aún más difícil la toma de decisiones, por lo que se hacen necesarias algunas recomendaciones con respecto a las acciones que se puedan tomar para hacer esta transición tan suave como sea posible:

- a) Comenzar a planear una red de transmisión de paquetes de banda ancha aunque esto pueda o no justificarse de manera inmediata a fin de asegurar la utilidad de la red en el futuro.
- b) Desarrollar equipo de Administración y monitoreo para ATM. Este es un aspecto sumamente importante que los proveedores deben ofrecer a los usuarios, asegurando el proceso evolutivo de la tecnología.
- c) La evolución de los servicios ofrecidos por los "carriers". Los carriers a nivel internacional se encuentran actualmente mejorando sus servicios y ya contemplan la integración de las tecnologías de Frame Relay, SMDS y ATM como un paso natural de la evolución de sus redes; dichos servicios públicos pueden ser una alternativa económica atractiva a fin de evaluar la conveniencia de operar una Red Privada dentro de la empresa; en México se espera que durante los próximos meses surjan ofertas importantes de dichos servicios, no solamente a través de TELMEX, sino de otras compañías, principalmente norteamericanas en asociación con grupos mexicanos que recientemente están penetrando en nuestro mercado.

d) Se deben establecer expectativas realistas del ciclo de vida de las tecnologías. Los directivos de las corporaciones necesitan moverse en paralelo a las tecnologías emergentes y conocer los beneficios que estas les pueden brindar, y así como poder explicar los tiempos de vida cada vez más cortos para los cuales una tecnología en particular sigue siendo actual.

e) Desarrollar "pruebas piloto" de las nuevas tecnologías como ATM en ambientes controlados y fuera de la operación, pero tomando en cuenta que estas se realicen en condiciones lo más cercanas a la vida real, con el objeto de que sean representativas.

III.4 REDES ATM LOCALES.

Muchos de los esfuerzos de los desarrolladores de la tecnología ATM se han dirigido en los últimos años hacia su uso en la redes públicas de área amplia (WANs) para ser empleadas en las compañías telefónicas o los llamados carriers; sin embargo existe una tendencia cada vez mayor para la aplicación de las normas ATM en ambientes de red local (LANs) y en campus universitarios debido a que han observado algunos requerimientos que con ATM en LANs serían resueltos. Las razones principales por las cuales se ha optado por ATM en ambientes LANs son:

- **Necesidades del usuario de contar con gran capacidad en los sistemas LAN.** Las LANs de "medios compartidos" fueron diseñadas para ambientes donde el ancho de banda de las comunicaciones estuviera "disponible", lo que provoca una "cola" de espera para que un usuario pueda comenzar a transmitir.

Las computadoras personales y las estaciones de trabajo (WS) han estado incrementando su capacidad, por lo que han experimentado un crecimiento en demanda de servicio, reflejándose en un incremento en la capacidad de la LAN. Sin embargo, esto puede ser solucionado "fácilmente" reestructurando las "grandes" LANs en LANs pequeñas, puenteándolas y ruteándolas, permitiendo así una demanda efectiva de las WS y las PCs especialmente en lo referente a aplicaciones de multimedia.

- **COSTO/DESEMPEÑO DE ATM EN LANs.** En las LANs con ATM el desempeño es muchísimo más grande que en redes de medio compartido debido a la asignación dinámica del ancho de banda y a la increíble velocidad con la que cuenta; mejorando la relación costo/beneficio (ya que la red es costosa).

Además de las ventajas que ATM puede proporcionar en redes de área local, ésta tecnología permite hacer un backbone con otra LAN para así conformar dos LAN en una WAN ó MAN. Así las redes locales ATM (ATM LANs) provocarán en los próximos meses un impacto muy importante en el futuro de las redes locales y la computación distribuida en general ya que permiten ofrecer servicios de Backbone colapsado en edificios corporativos de una manera más eficiente que la actual tecnología de ruteadores y además brinda un paso de migración suave de la tecnología ATM local a la pública; en este sentido, algunos fabricantes han tomado la delantera, lo cual permite vislumbrar entre otras cosas, un futuro prometedor para dicha tecnología en el mercado.

La verdadera utilidad comercial de una tecnología de conmutación como ATM -a la que tendrán que migrar, en su mayoría, las empresas medianas y grandes- no es tan sólo la capacidad mejorada de transmitir voz, video y datos; es el inmenso control que podrán tener los administradores de redes en dichos servicios sobre todo en las necesidades de usuarios como los del área financiera, que viven de la información y requieren de altas velocidades para reducir sus tiempos de respuesta al mínimo.

Desde que las redes conmutadas se rigen por el Sistema de Administración de Conexión (CMS), la seguridad de los datos aumenta y de esta manera, la información puede ser recolectada para dejar un rastro específico con el fin de auditar y supervisar el uso de la red.

Esto permite a los ejecutivos plantearse interrogantes como: "¿Cuáles son los diez usuarios de la red que representan un mayor gasto para mí?" o "¿Cuánto me cuesta exactamente mantener contacto electrónico entre México y Hong-Kong? ¿Es redituable en cuanto a costos?". Y a la vez, la realización de una auditoría de asignación de gastos para la creación y uso de la red con lo que el área de administración puede segmentar aplicaciones y servicios por departamento específicos o aún por personas.

La información reunida por el CMS, también permite que los administradores de la red identifiquen en que parte existe capacidad en exceso. Por ejemplo: "Muéstrame cada enlace que estuvo ocioso por más del 20% del día de hoy". Esto les proporciona información sólida para redistribuir los recursos en línea de la red, de acuerdo con la demanda por comunicación o justificar la adquisición de mayor capacidad por la red.

En la actualidad, la mayoría de las redes de cómputo operan de manera diferente al sistema telefónico. Puede resultar cómico, pero si el sistema telefónico actual opera de la misma manera que las redes de área local (LANs), entonces, cada vez que se hiciera una llamada telefónica, sonarían todos los teléfonos de una oficina. Cada persona cuyo teléfono esté sonando, levantaría el auricular, y al darse cuenta que la llamada no era para él o ella, colgaría, repitiéndose este proceso hasta que conteste la persona que buscaba.

Las redes modernas pretenden enfocarse a nuevas tecnologías en las que se presenta una tendencia a redes "sin conexión", lo que significa que cuando se establezca una llamada, el sistema establezca una conexión directa entre el destino y la fuente.

El control que un sólo CMS proporciona sobre redes conmutadas también permitirá que los administradores de la red mejoren la calidad de servicio al poder garantizar capacidad exclusiva de la red para tareas específicas. Por ejemplo, si un departamento de nóminas necesitara imprimir cheques de pago entre las 4 y 5 p.m. de un jueves, el administrador de la red podría asegurar un enlace exclusivo para la aplicación de nóminas y la impresora con sólo indicar al switch que reserve los recursos necesarios durante ese período.

Las redes conmutadas permitirán que los ejecutivos asignen con mayor facilidad un valor monetario al rendimiento del sistema de información.

Una vez que el foro ATM ratifique los estándares y después de transcurrido un período de ajuste que permita resolver distintos aspectos de interoperabilidad, las redes basadas en conexión se convertirán en la regla de los últimos años de la presente década.

IV. Factibilidad del uso de nuevas tecnologías de telecomunicaciones en México

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY

IV. FACTIBILIDAD DEL USO NUEVAS TECNOLOGIAS DE TELECOMUNICACIONES EN MEXICO.

IV.1 LA RED DEL SISTEMA FINANCIERO DE BANCO DE MEXICO DESARROLLO, USOS Y PERSPECTIVAS.

IV.1.1 INTRODUCCION.

Los avances en computación han estimulado avances en comunicaciones y viceversa. Por ejemplo, la integración de PC's en redes LAN, hizo que la tecnología de medios de comunicación mejoraran hasta utilizar, por ejemplo, pares de hilos capaces de transmitir 10 Mbps. Igualmente notable ha sido el desarrollo de fibras ópticas donde los problemas de errores por ruido son casi eliminados y la velocidad de transmisión es llevada a niveles muy altos como por ejemplo 100 Mbps. Otro evento que ha influido en la interdependencia donde la implementación de algoritmos de ruteo y filtraje en routers y puentes, ha hecho posible enlazar unas redes LAN con otras mediante backbones a alta velocidad.

En México la disponibilidad de medios para enlazar redes LAN, se ha visto reforzada con la aparición de la Red Digital Integrada (principio de la Red Digital de Servicios Integrados), la cual permite utilizar canales de 64 Kbps, múltiplos de esta cantidad, ó 2.048 Mbps. Esto, combinado con la utilización de puentes, routers y medios de switcheo digital, permite afirmar que se tienen las bases en el país para interconectar redes LAN a altas velocidades.

REDES DE COMUNICACION.

La necesidad de comunicar computadoras ha estimulado los avances en redes de comunicación. Por ejemplo los sistemas para utilizar más eficientemente los medios de comunicación, han ido del switcheo de circuitos, al switcheo de paquetes, y de éste al switcheo de tramas, y recientemente al switcheo de celdas. El switcheo de circuitos implementado en el país con la red financiera usando DACS, conmuta canales de 64 Kbps de un E1 a otro. Este sistema es útil para canalizar un E0 de un usuario a otro, y puede emplearse en la interconectividad de redes, pero es necesario combinarlo con un sistema de switcheo de tramas en aplicaciones donde se pretende hacer mejor uso del canal, sin tenerlo que dedicar a un solo usuario en un esquema punto a punto.

El switcheo de paquetes X.25 fue desarrollado para un medio ambiente caracterizado por los siguientes factores:

- * Líneas de comunicación ruidosas.
- * Equipos terminales de datos no sofisticados.

Entonces podemos decir que en X.25 se realizan las funciones necesarias para garantizar la entrega de un mensaje de un equipo terminal a otro, sin error, y con el control de flujo adecuado. El resultado fue, velocidades de transmisión relativamente bajas, del orden de 9.6 Kbps.

En los sistemas de comunicación que utilizan fibra óptica y que conectan computadoras con capacidad de proceso apreciable, el medio ambiente es diferente. Por ejemplo, el régimen de error en el canal es tan bajo que no es funcional que los equipos de comunicaciones realicen las funciones de control de error y control de flujo. En este ambiente es aconsejable que estas tareas se dejen a los protocolos (por ejemplo TCP/IP) que corren en los equipos de cómputo enlazados. Esto trae como consecuencia un aumento en la velocidad de transmisión que se puede manejar, la cual va desde 64 y 128 Kbps hasta 2.048 Gbps con la tecnología ATM.

IV.1.2 SITUACION ACTUAL EN EL BANCO DE MEXICO

El Banco de México tiene actualmente dos redes de comunicación, una interna y otra externa.

La red de comunicación interna esta caracterizada por un sistema de cableado estructurado en cada edificio, el cual consiste en redes estrella por piso que conectan las PC's a un concentrador de 10 BASE-T con una velocidad de operación de 10 Mbps.

Todas las redes LAN del Banco están conectadas entre sí usando ruteadores y puentes locales y remotos a través de medios de comunicación diversos, que incluyen fibra óptica, rayo láser, spread spectrum y microondas.

En lo concerniente a la red externa hay varios tipos, dependiendo del medio y de la aplicación. Entre ellos destaca la red SIAC que opera con un esquema punto multipunto utilizando señales de radio en la banda de frecuencia de los 500 Mhz. Esta red enlaza computadoras personales a los que una vez que se les inserta una tarjeta PEP y se les carga el software adecuado, emulan terminales del computador central UNISYS del Banco de México.

Problemática

En el modo de operación de las redes externas de comunicación actuales se observan algunas dificultades, entre las que destacan las siguientes:

- a) El hacer cambios y adiciones no era un problema trivial ya que para hacer cambios se debían agregar equipo (multiplexores), insertar tarjetas (emuladoras de terminal) y tender cableado. En el caso de nuevos sitios remotos se tenían que instalar antenas y conectar nuevos equipos de radio.
- b) Los diversos sistemas no estaban integrados, lo cual involucraba duplicidad de canales de comunicación y de equipo lo que hacía más difícil el proceso de mantenimiento.
- c) Las velocidades de operación eran relativamente bajas 4,800 y 9,600 bps.
- d) Uso de medios de comunicación que no son los mejores en la actualidad para transmisión de datos, como la línea conmutada y el radio en la banda de los 500 Mhz. El medio más moderno en el país es la fibra óptica usada en la Red Digital Integrada.
- e) Hay una cierta presión de los usuarios y del propio Banco para emplear un recurso que en algunos casos está subutilizado, como es el caso de la Red Digital Integrada.
- f) Existe un interés por parte de los usuarios, incluido el Banco, para utilizar infraestructura interna de comunicación. En el caso del Banco, dicho interés está representado por el Backbone y el cableado estructurado.
- g) El esquema de comunicación que se tenía hacía difícil la implementación de nuevos sistemas de información.

IV.1.3 ESTRUCTURA DE COMUNICACION DE LAS INSTITUCIONES FINANCIERAS.

Actualmente todas las casas de bolsa tienen enlaces de RDI, que cuentan con multiplexores TDM y están conectados a los Digital Cross Connect de TELMEX, lo cual permite enrutar E0 de su sistema E1 a destinos diversos.

En lo concerniente a la banca, un gran número tiene enlaces de RDI, multiplexores y algunos de ellos están conectados a los equipos Digital Cross Connect

de TELMEX. Además, prácticamente el 100% tienen sus computadoras personales enlazadas con redes locales; lo cual nos hace pensar en un esquema de ATM para estas instituciones.

ESQUEMA DE SOLUCION.

Considerando principalmente los siguientes factores:

- a) Las instituciones financieras tienen una infraestructura interna de comunicación basada en redes LAN.
- b) Las instituciones financieras, en un alto porcentaje están integradas a la RDI de México, nos hace pensar que en el momento en que aparezca la RDSI de banda ancha también se integrarán, proporcionándoles así, una gama de servicios aún mayor.
- c) La necesidad de integrar en una sola red de comunicaciones, los diversos sistemas de comunicación que unen a los bancos y casas de bolsa con el Banco de México y otros organismos intermediarios financieros.
- d) La conveniencia de implantar un sistema que deje en los bancos la responsabilidad de integrar sus redes internas y en el Banco de México la tarea de interconectarlas.

Se proyecta un esquema de comunicaciones que enlazará las redes de bancos y casas de bolsa con la red del Banco de México utilizando tecnologías modernas de conmutación de tramas para poder emigrar en un futuro a la de celdas y medios de comunicación basados en fibra óptica.

Esta red sería la base para implantar un software protocolar que permitiera a un proceso de una PC comunicarse con otro proceso corriendo en una PC o una máquina mini o macro para alguna de las siguientes funciones:

- a) Emulación de terminal de un computador.
- b) Transferencia de archivos.
- c) Correo electrónico.

Un software natural para implementar estas funciones es TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) que con los protocolos Telnet, FTP y SMTP permite

la realización de las funciones citadas. En el futuro la tendencia sería emigrar a la familia de protocolos OSI.

Los beneficios más importantes que se obtendrían de este esquema serían los siguientes:

- a) Sistemas muy flexibles a cambios. Por ejemplo, cualquier PC de la red de los usuarios podría potencialmente conectarse al computador del Banco, cargando en esa PC el software TCP/IP correspondiente.
- b) Los enlaces serían de alta velocidad, cubriendo un rango de 64 Kbps hasta 2.048Mbps.
- c) El mantenimiento se simplificaría ya que la red interna es responsabilidad de cada Banco y la red externa, básicamente el sistema de switchco, sería responsabilidad de la red TEI.
- d) La red propuesta integraría todos los sistemas de comunicación de las instituciones financieras con el Banco de México.
- e) Permitiría la comunicación entre los intermediarios financieros.
- f) Este esquema establece una plataforma sobre la cual se puedan implementar otros sistemas de información.

Los requerimientos de hardware y software para el esquema propuesta se listan a continuación:

a) Por parte de las instituciones financieras:

- enlace a RDI.
- enlace a los Digital Cross Connect de TELMEX.
- multiplexor E1 TDM.
- red interna que integre las PC's que se conectarían al sistema SIAC.
- ruteador.
- software TCP/IP en las PC's (proporcionado por el Banco de México).
- software PEP/TCP/IP para emulación a terminales de UNISYS (proporcionado por el Banco de México).

b) Por parte del Banco de México:

HARDWARE:

- enlace a RDI
- enlace a los Digital Cross Connect de TELMEX.
- enlace a la red TE1.
- al menos dos LP digitales E1 que se conectarían al sistema SIAC.
- ruteador.

SOFTWARE:

- Actualización del Sistema SIAC que opere en un ambiente MS-DOS en las PC con la tarjeta y software de PEP, para que trabaje en un ambiente windows bajo TCP/IP.
- Software TCP/IP en cada PC de los intermediarios financieros que se conecta al computador UNISYS.

El sistema propuesto se comenzó a implementar en abril de 1994 usando equipos Frame Relay, Stratacom y ruteadores Wellfleet (equipos que fueron seleccionados como producto de un estudio de mercado).

En una red de la magnitud proyectada se debe de considerar de modo muy importante el aspecto de seguridad. Tomando esto en cuenta, cada red interna de un intermediario financiero está aislada de la red externa por medio de un ruteador. Asimismo, se considerará en una segunda etapa, el uso en cada sitio de encriptadores, que hagan difícil la interpretación de los mensajes en caso de ser interferidos por personas ajenas a la red.

Otras técnicas que requieren el aspecto de seguridad son los mecanismos de control de acceso, de autenticación de mensajes, etc. Para ello se trabajó en el área de sistemas del Banco en una norma que sirve de base para implementar mecanismos de seguridad en esta red.

Por las características de los canales (velocidad superior a 64 Kbps y bajo régimen de error) y por el protocolo proyectado (TCP/IP), el centro de switcheo se implementó con una tecnología de Frame Relay con capacidad de interactuar en caso necesario con X.25 para manejar canales que pudieran ser ruidosos de entidades de provincia, sin embargo considerando que la red de fibra óptica de TELMEX se extiende a toda la República, esto será menos necesario.

IV.2 ESTRATEGIAS DE INTEROPERABILIDAD DEL GRUPO PRIME INTERNACIONAL.

IV.2.1 INTRODUCCION.

Con la compra del Banco Internacional el Grupo Prime se enfrentó al reto de integrar los servicios de sus empresas filiales en las sucursales del Banco Internacional y así ampliar su cobertura, además de prepararse a la apertura económica en un ambiente de competencia con el Tratado de Libre Comercio.

Para esta integración los objetivos que planteó el Grupo Prime Internacional buscaron la modernización con tecnología de punta, con flexibilidad para responder a las demandas de la competencia y cuidado que el costo/beneficio sea adecuado y que permita un retorno de inversión justo.

De esta forma deberá ser posible el proporcionar servicios bancarios, de casa de bolsa, factoraje, fianzas, arrendamientos, almacenadora, seguros y de casa de cambio de una manera amigable.

Las plataformas en que corren los servicios del Banco, así como las empresas del Grupo, van desde mainframes IBM, sistemas/38, VAX AS/400, servidores con Novell/Netware, RS6000, Macintosh, servidores OS/2, los cuales se encuentran en diferentes edificios.

Con todo esto, se arrancó el proyecto del cual se han tenido grandes logros y las estrategias de interoperabilidad están basadas en las tecnologías de punta, tanto de comunicaciones como de computación, teniendo la compra de mainframes IBM 9021, VAX 10000 para centralización de procesos y consolidación de información y sus correspondientes centros de cómputo de respaldo. Combinados con redes de área local para servicios de sucursal y departamento con procesos cooperativos y de cliente/servidor, según las necesidades de cada servicio. Mientras que en comunicaciones la compra de ruteadores, multiplexores y switches junto con la renta de medios de comunicación digitales a TELMEX y equipo satelital, les repercutirán en una interoperabilidad completa entre las diferentes plataformas con un máximo de disponibilidad y confiabilidad de los servicios, con una administración de los anchos de banda, que aprovechen al máximo estos medios, y con los correspondientes ahorros en la renta de éstos.

IV.2.2 SITUACION INICIAL DEL BANCO.

El Banco definió su estrategia de Integración de servicios de sucursales con redes de área local Token-Ring con servidores OS/2 y estaciones de trabajo DOS, con LANDP como administrador de sesiones financieras y de emulación 3270 con el host IBM, teniendo un gateway de comunicaciones SDLC.

La integración de servicios departamentales se lleva a cabo con redes Token-Ring con servidores Netware y Gateways Token-Ring SNA3270 para administrar sesiones a Host, además de los servicios requeridos por cada departamento en su servidor, que a su vez forma parte del Backbone Token-Ring, en los edificios corporativos.

Para comunicar las plazas del Interior de la república se cuenta con enlaces de RDI a las plazas principales, así como enlaces vía satélite con tecnología AA/TDM, y al resto de las sucursales metropolitanas y de ciudades mas pequeñas por medio de circuitos de microondas y líneas privadas, a través de los cuales se enlazan vía SDLC las redes OS/2 ya mencionadas.

En algunas regiones ya se cuenta con equipo de conmutación de paquetes X.25/X.75 para aumentar la confiabilidad de los servidores de datos.

El grupo Prime tenía sus servicios en equipos s/36 y AS/400 en diferentes localidades.

Para comunicar a las ciudades principales cuenta con enlaces vía satélite Clear Channel y circuitos de microondas con líneas privadas, éstos a su vez, con multiplexores de los cuales se da servicio a terminales vt420, impresoras y PC's.

Como se vislumbra, la necesidad inmediata es ofrecer servicios financieros completos en cada punto de venta con que cuente el Grupo de una manera estándar que aproveche los recursos existentes.

Se deben conjuntar los recursos para formar una red de transporte de información común a todas las empresas del Grupo.

Esta red deberá contemplar el crecimiento de sucursales, cajeros y terminales, punto de venta, además del tráfico ocasionado por el aumento de la cantidad y calidad de los servicios en cada localidad.

Deberá transportar todos los protocolos de las diferentes plataformas de una manera transparente, pero sobre todo deberá existir una INTEROPERABILIDAD TOTAL.

Además deberá ser lo suficientemente flexible para que los centros de respaldo tomen control de los servicios en caso de desastre.

IV.2.3 SOLUCION.

Para llegar a una solución completa se plantearon varias etapas con objetivos concretos como son:

- ◆ Conectividad física entre edificios corporativos.
- ◆ Integración de los servidores de los edificios corporativos.
- ◆ Interoperabilidad entre las plataformas.
- ◆ Integración de sucursales bancarias y del grupo.
- ◆ Conectividad lógica o acceso a todos los servicios del Grupo en sus diferentes plataformas.
- ◆ Integración de servicios de voz y datos de edificios y sucursales.
- ◆ Optimización de los medios de comunicación.
- ◆ Administración total de la red de transporte.

Así la primera etapa consistió en interconectar los edificios del Grupo Prime y del Banco vía RDI, con lo que los conmutadores de ambos se pudieron analizar, dejando ancho de banda para la interconexión de los equipos de datos.

La segunda etapa consistió en integrar los edificios corporativos con ruteadores, permitiéndonos transportar en redes Token-Ring, Ethernet y Local Talk, los protocolos de red SNA, DECNET, TCP/IP, APPLETALK, NETBIOS, IPX/SPX.

La tercera etapa consistió en interconectar los Mainframe IBM y los equipos VAX, esto haciendo un "Cross Domain" entre ambos, así las aplicaciones que corren en VAX están definidas en el Mainframe IBM como recursos de dominio cruzado, de tal forma que si una estación remota solicita servicios de VAX el equipo IBM le pasa el requerimiento a los equipos VAX como si se tratara de otro IBM.

De esta manera cualquier estación de trabajo de la red SNA puede acceder los servicios de VAX y cualquier estación de trabajo de la red DECNET puede acceder los servicios del Host IBM.

Para integrar las redes Local-Talk se realizó primero vía los servidores de Novell, los cuales reciben por un lado el Apple-Talk de la red Local-Talk con una tarjeta y los módulos para Mac de Netware y por el otro rutean el Apple-Talk en la red Token-Ring al cual se le conoce como Token-Talk.

Para que las Macintosh accedan los sistemas mayores tanto IBM como VAX, se instalaron Gateways SNA para Mac en el Backbone Token-Ring para IBM y vía TCP/IP para los equipos VAX.

IV.2.4. ESTRATEGIAS

Consultando las tendencias tecnológicas en comunicaciones y computación, las siguientes etapas consistirán de estrategias de migración para integrar los nodos de la red de transporte conforme a la demanda de servicios con mayor ancho de banda, ya sean de voz, datos o imágenes junto con la disponibilidad de medios digitales de TELMEX, Telecom o los que entren al mercado mexicano con el tratado de libre comercio.

Estas estrategias consisten en integrar nodos principales con switches Frame Relay de tecnología ATM para integrar ruteadores y conmutadores, logrando la administración del ancho de banda deseada. Estos switches podrán migrar a cell relay (ATM) cuando se liberen los estándares y haya disponibilidad en el mercado protegiéndose la inversión.

Los nodos menores se concentrarán en los mayores con dos rutas para mayor disponibilidad y confiabilidad utilizando conmutación de paquetes de baja velocidad y satélite en algunos casos.

La flexibilidad de las VSAT nos permitirán reubicarlas en nodos cuyos medios sean de baja confiabilidad.

Aunque las pequeñas sucursales continuarán enlazadas vía SDLC a los nodos más cercanos de la Red de Transporte.

Por lo que respecta a la administración, estará basada en Netview 6000 con módulos de administración para concentradores, todos ellos con agentes SNMP, con lo cual se podrá monitorear redes departamentales y de sucursales tanto SNA/SDLC como de LAN/WAN.

En base a los diferentes esquemas de solución presentados de estos dos corporativos, podemos decir que algunas instituciones bancarias todavía están temerosas de introducir nuevas tecnologías en lo referente a la transmisión de

información; que hasta cierto punto es comprensible pues la información manejada en estas corporaciones requiere de un cuidado especial (por razones obvias). Más sin embargo, el introducir técnicas de transmisión de información mucho más confiables, con mayor velocidad y con la garantía de no tener congestión en la red, también deberá representar a las corporaciones bancarias beneficios a no muy largo plazo, tal es el caso del Grupo Prime, el cual previendo la introducción al mercado de ATM, está construyendo una plataforma de comunicaciones la cual le permita emular a ATM una vez que haga su aparición en el mercado (que según los expertos en el tema no tardará más de dos años).

IV.3 ESTRATEGIA DEL GRUPO FINANCIERO PROBURSA PARA LA INSTALACION DE ATM.

El Grupo Probursa conocido anteriormente como casa de bolsa, realizó un gran cambio al decidir la compra del Banco Mercantil, con lo cual aumentó su nivel de servicios, de tal forma que los clientes tienen acceso en una misma institución a casa de bolsa, banco y aseguradora, lo que significó que los servicios que antes representaban cuentas y atención distinta se tenían en un mismo lugar y con la facilidad de accederlos en cualquiera de las sucursales. Todo esto implicó la integración de varias tecnologías.

Solucionar las necesidades de comunicación fue el primer paso solucionado por Probursa, debido a que para poder ofrecer nuevos servicios debía optimizar el equipo de cómputo con el que contaba. A nivel satelital, Probursa optó por una solución de sistema VSAT de NEC, y el protocolo TCP/IP, de tal forma que le permitía fusionar el banco con la casa de bolsa.

El sistema de red del Grupo Probursa es abierto y mantiene comunicación en línea con la Bolsa Mexicana de Valores, Indeval, Reuters, ABC, Banco de México y todas las sucursales de servicios de cajeros automáticos; trabaja bajo ambientes Unix, Netbios, LANManager, LANServer y Novell; utiliza protocolos como X.25, Netbios, SDLC, IPX, Novell, Netbeui y LLC2; el manejo de la infraestructura se realiza a través de un sistema de monitoreo de ruteadores, basado en agentes SNMP, los cuales presentan en línea la información de cada una de las cajas de los ruteadores. Además la información se encuentra respaldada vía líneas telefónicas. Esto significa que la información primero pasa por un enlace satelital, luego por un enlace microondas y además se tiene la posibilidad de establecer comunicación entre ruteadores vía fibra óptica, con lo que maneja una ruta alterna vía RDI para llegar finalmente al computador central.

En lo que se refiere a la red de ruteo, Probursa utiliza un software que soporta estándares SNMP, el cual da la posibilidad de prevenir fallas y hacer cambios en las

sucursales de manera remota, sin tener que reinicializar los equipos.

La migración a la integración total de la solución de casa de bolsa y banco duró aproximadamente un año para centralizar el equipo de cómputo principal a través de la red satelital y la instalación de la red de ruteadores.

Posteriormente con la comunicación de dos edificios utilizando switches A100 y ruteadores 7000 de Cisco Systems y la instalación de un backbone ATM de 155 Mbps, el Grupo Financiero Probursa se vislumbra como una de las primeras instituciones financieras en el mundo que hacen uso de la tecnología ATM para la operación de sus redes. Los motivos principales por los cuales Probursa eligió ATM fueron:

- * Capacidades de alta velocidad.
- * Confiabilidad

Para 1993, el Grupo Financiero Probursa logró la conjunción de todas sus sucursales en un solo centro de cómputo, integrando diversas plataformas y redes. Posteriormente, su estrategia de conexión consistió en colocar dos anillos por piso, cada uno con dos redes Token Ring con diferentes ruteadores 7000. Cada anillo cuenta con una conexión al exterior de fibra óptica y otra de cobre. De tal forma que se obtiene redundancia tanto para los ruteadores, la fibra, el cobre y los anillos, en caso de que cualquier ruta falle.

La conexión de los switches ATM y los ruteadores se lleva a cabo por medio de la tarjeta ATM Interface Processor. Por otra parte, la parte central de la red es una computadora 9121 con sistema AS/400, la cual permite la comunicación vía ATM con una computadora Tandem de la Bolsa Mexicana de Valores.

Cabe mencionar que antes que el Grupo Financiero Probursa hubiera elegido ATM, había considerado ya la instalación de Frame Relay, por lo cual no se tuvieron que realizar muchos cambios en aplicaciones, simplemente se incorporaron los equipos ATM a producción.

Por otra parte, Probursa ha pensado en la posibilidad de contar con aplicaciones de vídeo que se agreguen a las de voz y datos de una forma conjunta, debido a que dicha institución se ha propuesto transmitir videoconferencias con temas de capacitación y asesoría financiera a sus clientes. [12]

Conclusiones

CONCLUSIONES.

ATM (Asynchronous Transfer Mode) es una tecnología de multiplexaje y switcheo basado en celdas de información, el cual ha sido diseñado como un modo de transferencia orientado a conexión de propósito general comprendiendo una amplia gama de servicios. ATM está comenzando (en países del primer mundo) a tener aplicaciones en las redes de área local y en redes privadas aplicando las tecnologías especificadas por el foro de ATM.

La tecnología de ATM toma diferentes formas e ideas para diferentes personas ya que provee software, hardware, multiplexaje, switcheo y funciones y plataformas de Cross-Connect, lo cual nos permitirá tener una sola red integrada con métodos de acceso, económica y confiable; motivo por el cual toma diferentes significados.

El modo de transferencia asíncrona (ATM) está definido como una interfase y un protocolo que nos permite switchear tráfico con tasa de bits variable y de tasa constante de bits sobre un medio común de transmisión, por lo que lo podemos considerar como una interfase y un Protocolo, tal es el caso de B-ISDN.

Por otro lado ATM es frecuentemente referido como una tecnología, conformada por hardware y software teniendo los protocolos estandarizados de ATM los cuales pueden proveer funciones de multiplexaje y switcheo en una tecnología de red ATM tomando la forma de una tarjeta de interfase de red o de multiplexaje, etc.

Una de las grandes ventajas que ofrece una red pública de ATM es el acceso integrado, si se tiene un acceso integrado se reduce el costo. El desarrollo de la tecnología de emulación de circuitos sobre ATM, es lo que hace posible que los usuarios quienes son los directamente beneficiados, cuenten con un número muy grande de accesos TDM. Las líneas de acceso TDM pueden ser multiplexadas en E3, DS3 o sobre cualquier línea de acceso SONET, dejando grandes cantidades de ancho de banda disponibles para aplicaciones de ATM.

Otro punto donde la tecnología de ATM puede tener una gran ventaja es tomarlo como el fuera el núcleo de la infraestructura de la red. El hardware junto con su software asociado de ATM pueden proveer la tecnología de backbone para una red de comunicaciones avanzada. Algunos expertos vislumbran una arquitectura basada en ATM como una plataforma futura para datos y eventualmente voz. ATM también provee una infraestructura altamente escalable. Cabe mencionar que la escalabilidad ocurre en dimensiones de la velocidad de la interfase, el tamaño de la conmutación, el tamaño de la red y su direccionamiento. ATM no es un servicio, pero se pueden ofrecer servicios sobre una arquitectura de red ATM utilizando para tal efecto las capas de adaptación.

Referencias

REFERENCIAS.

- [1] Ericsson Telecom, " Student material for Telecom platform part 2", Stockholm Sweden, 1994.
- [2] Daniel Minoli, "Enterprise networking fractional T1 to SONET, FRAME RELAY to B-ISDN", Editorial Arpech House, Norwood, 1993.
- [3] High - Speed Data Networking, independent study guide 3COM education services for 3COM user group information; 1-800-net-3COM, manual part No. 09-0601-000; 1990.
- [4] "The basic book of OSI and Networking Management", Motorola University Press, Massachusetts, segunda edición, agosto 1993.
- [5] John D. Spragins, "Telecommunications, protocols and design", editorial Addison-Wesley publishing company, febrero, 1991.
- [6] Información recolectada en la clase de Redes Digitales de Servicios Integrados impartida por el Ing. Víctor Manuel Torres Godínez.
- [7] "An introduction to ISDN part 1 general principles", Ericsson, 1993.
- [8] ITU, última reunión plenipotenciaria, octubre 1993.
- [9] Folletos proporcionados por Telmex.
- [11] "Asynchronous Transfer Mode (Broadband ISDN)", international technical support organization Raleigh Center, document No. 6824-4330-00, June 1994. IBM.
- [12] Computerworld, Num. 446; México, D.F., Octubre 2-6 de 1995, págs:A1 y A-32.

Glosario

GLOSARIO.

10BASE-T .- Es el estándar IEEE para una red con banda base sobre par trenzado (UTP) que cuenta con una velocidad de 10 Mbps.

100BASE-T .- El estándar 802.3u de la IEEE para una red que cuenta con una velocidad de 100 Mbps y cuyo método de acceso es CSMA/CD.

AAL .- Capa de adaptación ATM (ATM Adaptation Layer).

AAL1 .- Es la capa de adaptación que soporta los servicios orientados a conexión que requieren una tasa constante de bits y tienen requerimientos de tiempo y retardo específicos.

AAL2 .- Capa de adaptación ATM que soporta servicios orientados a conexión y además cuenta con una tasa de bits variable.

AAL 3/4 .- Capa de adaptación ATM que soporta tanto servicios orientados a conexión como servicios sin conexión que tienen una tasa de bits variable.

AAL5 .- Capa de adaptación ATM que soporta servicios orientados a conexión con una tasa de bits variable. Esta capa es también conocida como la capa de adaptación eficiente y simple (SEAL Simple and Efficient Adaptation Layer).

Acceso dedicado .- Término que describe la conexión de una estación de un portador de intercambio (IEC) por medio de una línea dedicada. Todas las llamadas localizadas en esta línea son enrutadas automáticamente a un IEC particular.

Acceso remoto .- Habilidad de los usuarios para conectarse a una red distante por medio de un módem.

Adaptador de red .- Tarjeta que se instala en cada estación de trabajo o PC y servidor en una red. Dicha tarjeta permite a un dispositivo escuchar y contestar a otras estaciones y nodos dentro de la red.

Alta-velocidad .- En comunicaciones de datos se considera una velocidad arriba de 9600 bits por segundo.

Ancho de banda .- Rango de frecuencias asignado a un canal de comunicación. Este término también se refiere a la habilidad de un canal de comunicaciones para llevar datos, por ejemplo, un canal con ancho de banda alto lleva una gran cantidad de datos y un canal con ancho de banda bajo sólo puede llevar una pequeña cantidad de datos.

Ancho de banda efectivo.- Máxima cantidad de datos que se transporta actualmente por un canal de comunicaciones al mismo tiempo.

Arquitectura de red.- Diseño de una red estructurada y modular en la cual se asignan diferentes capas o niveles para diferentes tareas de comunicación de datos.

Atenuación.- Corresponde a un decremento de la magnitud de la corriente, voltaje o fuente de una señal cuando se realiza una transmisión entre dos puntos (se expresa en decibeles o porcentaje).

ATM (Asynchronous Transfer Mode).- Técnica de conmutación de paquetes en la que se divide la información en celdas. La celda consta de 53 bytes de los cuales 48 bytes son de información y 5 bytes corresponden al encabezado. Además ATM se puede definir como la tecnología de conmutación estándar para B-ISDN.

Backbone.- Corresponde a la red central común o segmento al cual otra red se une.

Banda.- Rango de frecuencias entre dos límites de frecuencia. La diferencia entre la frecuencia más alta y la frecuencia más baja de una banda se expresa en Hertz.

Banda base.- Esquema de transmisión en el cual el ancho de banda completo o capacidad de transporte de datos de un cable coaxial se utiliza para llevar una señal entre usuarios. Ya que la señal digital no es modulada, solamente un tipo de datos puede ser transmitido. Ethernet es una tecnología de redes de área local con ancho de banda base.

Baud.- Unidad de señalización de velocidad igual al número de condiciones discretas o eventos de señales por segundo. Baud es lo mismo que decir "bits por segundo" solamente si cada evento representa exactamente un bit.

Baud rate.- Número de bits por segundo en un enlace serial.

B-ISDN (Broadband ISDN).- Segunda generación de ISDN que provee tasas de transmisión más altas que ISDN.

Bit.- De acuerdo con la notación binaria es la unidad de información más pequeña en una cadena binaria. Un dígito binario puede tener el valor de "0" o el valor de "1".

BPS.- Acrónimo de bits por segundo que define la tasa de bits o número de bits que pasa a un punto cada segundo.

Broadcast.- Información enviada a todos los nodos de la red en el mismo tiempo.

Búffer .- Área de almacenamiento temporal para datos que sirve como un intermediario para unir la impedancia o tiempo de retardo durante la transmisión de datos.

Byte .- Conjunto de 8 bits tratado como una unidad de información.

Cable Ethernet estándar .- Cable que cuenta con un diámetro de 0.4 pulgadas o RG-8 con 4 cables blindados. Este cable requiere un traductor externo o N-series a series de adaptadores BNC. También es conocido con el nombre de cable Ethernet thick.

Cable de fibra óptica .- Fibra delgada y transparente de vidrio o plástico que transmite datos por medio de pulsos de luz desde un diodo emisor de luz láser (LED).

Campo de control (control field) .- Byte de un frame que identifica el formato de frame, los números de secuencia de envío y recibimiento, así como el bit final.

Canal .- Vía que permite la transmisión de señales electrónicas; ruta a lo largo de la cual fluye la comunicación.

Canal B .- Es un canal de usuario ISDN que opera a 64 Kbps y permite el transporte de tráfico digital de los datos de los usuarios.

Canal de fibra .- Estándar diseñado para lograr transferencia de datos a alta velocidad en gran cantidad de estaciones de trabajo, mainframes, supercomputadoras, y dispositivos de despliegue y almacenamiento. Las direcciones son necesarias para transferencia de grandes volúmenes de datos de entrada y salida en forma muy rápida, usualmente entre dispositivos de almacenamiento y cómputo.

Capa .- Cada módulo en la arquitectura de una red responsable de las tareas de comunicaciones de datos particulares. También se le denomina nivel.

Capa de adaptación ATM (ATM Adaptation Layer) .- Corresponde a la tercer capa del modelo de referencia de protocolo ATM que traduce los frames fuentes (información origen) en celdas ATM y traduce las celdas que se reciben en frames de información entendibles por el protocolo de capa superior.

Capa de aplicación .- Capa del modelo de referencia OSI que sirve como ventana por medio de la cual las aplicaciones accesan servicios de comunicación.

Capa de enlace .- Capa 2 del modelo de referencia OSI. Esta capa provee una interfase a la capa física desde todas las capas OSI superiores.

Capa de enlace de datos .- Corresponde a la capa 2 del modelo de referencia OSI. Esta capa controla la transferencia de información entre nodos sobre la capa física.

Capa física .- Capa 1 del modelo de referencia OSI. Esta capa describe la conexión física y eléctrica entre dispositivos de comunicación.

Capa de presentación .- Capa 6 del modelo de referencia OSI. Esta capa determina el formato y la presentación virtual de datos desplegados.

Capa de red .- Capa 3 del modelo de referencia OSI, controla los enlaces de comunicación y datos ruteados a través de uno o más enlaces. Esta capa recibe datos que han sido divididos en frames bajo la capa de enlace de datos, convierte estos datos en paquetes, y pasa el resultado a la capa de transporte en donde se direccionan los paquetes a su destino.

Capa de sesión .- Capa 5 del modelo de referencia OSI, el cual define los estándares y protocolos para establecer una sesión entre nodos en una red.

Capa de transporte .- En el Modelo de Referencia OSI ocupa la capa 4. Dicha capa provee transferencia de datos correctos, secuenciación y control de flujo, y los asegura que los datos son libres de error enviándolos punto-a-punto.

Caracter de control .- Caracter cuya ocurrencia en un contexto particular inicia, modifica o detiene una operación de control.

CCITT .- Abreviación para Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telegrafía.

Celda .- Paquete de longitud fija, dentro de ATM celda es un paquete con longitud fija de 53 bytes (48 bytes de carga útil y 5 bytes para el encabezado).

Ciclo local .- Ruta de transmisión entre un suscriptor y una central telefónica o central de conmutación de portadoras de telecomunicaciones públicas.

Circuito .- Vía que permite la comunicación entre puntos, también se puede definir como un enlace de comunicación.

Circuito virtual (VC virtual circuit) .- Línea dedicada (en un nivel lógico) entre dos procesos o dos nodos. El protocolo responsable por el circuito virtual que garantiza que los mensajes no se pierdan, duplicados o recibidos en un orden que no sea el correcto. En la capa de transporte recibe el nombre de conexión.

Circuito virtual permanente (PVC) .- Asociación lógica permanente entre dos DTEs. Esta asociación no requiere de una llamada o procedimientos de limpieza.

Cola .- Lista de términos con prioridad en un sistema que espera que se actúe sobre el (por ejemplo, archivos que esperan ser enviados a una impresora).

Comunicación asíncrona .- Es un método de transmisión de datos en dos formas en donde cada carácter transmitido es precedido por un bit de comienzo o de paro, y seguido por un bit de paro, permitiendo una variación en los tiempos requeridos para la transmisión y entre la misma transmisión.

Comunicación de datos .- Transferencia y recepción de datos entre dos puntos. La comunicación de datos requiere una combinación de hardware (terminales, módems, multiplexores entre otros) y software.

Comunicaciones en tiempo-real .- 1. Aplicaciones de computadora de las cuales la salida es casi simultánea con la entrada. 2. Tiempo actual durante el cual ocurre un proceso físico.

Conexión .- En la terminología de comunicaciones de datos, se refiere a un enlace lógico establecido entre procesos de aplicación que permiten el intercambio de información.

Conmutación de circuitos .- Técnica de conmutación en una red de datos donde un ruta de datos fijos se dedica a los dos dispositivos interconectados a lo largo de la duración de la conexión.

Control de acceso .- Método que permite a los usuarios de red limitar el acceso a fuentes de red.

Control de acceso al medio (MAC) .- Método para controlar el acceso a un medio de transmisión. Por ejemplo, el método de acceso CSMA/CD.

Control de flujo .- Regulación de transmisión de datos entre dos dispositivos que tienen diferentes velocidades de proceso para prevenir la pérdida de datos cuando el búfer del dispositivo más lento se llena.

Convertidor de protocolos .- Dispositivo que traduce el código de transmisión de datos o protocolo de una red o dispositivo al código correspondiente o protocolo de otra red o dispositivo, permitiendo el manejo de equipo con diferentes convenciones.

Cross-talk .- Transferencia de energía no requerida de un circuito a otro.

CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) .- Técnica de acceso al medio de comunicación que permite a algunos transmisores compartir un canal simple. Todas las unidades de monitor de canal (sensor de portador) no transmiten mientras se recibe una señal. Siempre que el canal se desocupa, alguna unidad puede transmitir (acceso múltiple). Si dos o más unidades comienzan a transmitirse al mismo tiempo, sus señales colisionan y las cuales son detectadas (detección de colisiones). Las señales se detienen y entonces espera por una separación aleatoria determinada en un corto tiempo antes de tratar de retransmitir el dato.

Datagrama .- Mensaje que consiste de dos o más paquetes. Los datagramas se transmiten sin control terminal-a-terminal, es decir, la transmisión no garantiza secuencia, entrega responsable).

Demultiplexor .- Dispositivo que realiza la función inversa a un multiplexor, es decir, separa los datos en su canal respectivo.

Digital .- Caracteres de datos codificados en forma discreta, pulsos separados o niveles de señales.

Dirección destino .- Dirección a la cual se enviará un paquete.

Dirección Ethernet .- Identificador numérico único de un nodo en una red LAN Ethernet.

Distorsión de retardo .- Forma de una señal deteriorada que se presenta por una variación en el tiempo de propagación para varias frecuencias en un circuito.

Emulación a LAN .- Especificación que define como una red ATM emula lo suficiente de lo correspondiente a un protocolo MAC 802.x para permitir protocolos de capa superior que son utilizados sin intercambiar a una red ATM.

Encabezado (header) .- Información codificada que precede a un mensaje de datos y da detalles acerca de este, tales como su dirección destino y longitud.

Encapsulado .- Añade un encabezado que contiene la información de secuencia y dirección a un bloque de datos así puede ser transmitido correctamente en un nivel de protocolo alto.

Encriptar .- Alterar o codificar datos para prevenir accesos no autorizados.

Enlace .- Circuito lógico o físico entre dos puntos de una red.

Equipo de terminación de datos (Data circuit-termination equipment DCE) .- Equipo al final del circuito de datos o línea telefónica que establece, mantiene y termina una conexión con el circuito. Este convierte las señales entre el equipo terminal de datos (DTE) y el circuito de datos.

Equipo terminal de datos (Data Terminal Equipment DTE) .- Terminal o computadora que provee señales digitales como su entrada. Para comunicar un circuito de datos, el DTE se debe conectar al equipo terminal de circuito (DCE).

Ethernet .- Especificaciones de una red de área local (LAN) que utiliza señalización de banda base en 10 Mbps, provee acceso múltiple al medio de transmisión y requiere que un transmisor sea habilitado para detectar la presencia de otro transmisor (para detección

de colisiones). Estos tres requerimientos se abrevian como un acceso múltiple de sentido portador con detección de colisiones (CSMA/CD).

Fragmentación .- División de datos para ser transmitidos en grupos de bits y adicionando un encabezado y secuencia de chequeo para formar un frame o reconocer grupos de bits que llegan a constituir frames.

Frame .- Grupo de bits de identificación. Los primeros bits corresponden al encabezado que contiene la dirección y otro que contiene el control de información, los bits siguientes son los que conllevan los datos y los últimos bits son una secuencia que permite checar errores en la detección.

Frame Relay .- Frame Relay es una simplificación del protocolo X.25 que se ejecuta sobre facilidades de transmisión. Es un protocolo orientado a conexión de capa dos que minimiza errores en el control de flujo y recuperación. La tecnología Frame Relay se utiliza para proveer conectividad LAN a LAN.

Frecuencia .- Número de veces que una señal analógica ocurre en un segundo. Este número se expresa en Hertz (Hz).

Gateway .- Dispositivo que actúa como una interfase entre dos o más redes para conectar sistemas de comunicación diferentes; por ejemplo, un paquete ensamblador/desensamblador (PAD). Un gateway traduce un conjunto de protocolos a otro, en niveles de la capa física (nivel 1) a la capa de aplicación (capa 7) del modelo de referencia OSI. La operación de los gateways en la capa OSI 2 se llaman puentes y la operación de los gateways en la capa 3 OSI se llaman ruteadores.

Gigabit .- Un millón de bits de datos.

Gps .- Gigabits por segundo.

Half duplex (HDX) .- Transmisión entre dos puntos terminales en cada dirección, pero no en ambas direcciones al mismo tiempo.

Hardware .- 1. Colectivamente, componentes de circuitos electrónicos, ajustes asociados y enlaces. 2. En sistemas de computadoras, corresponde al equipo físico necesario para un sistema de computación.

Hertz (Hz) .- Ciclos por segundo expresados en Hz.

Host .- Medio ambiente de operación que provee aplicaciones de software (tales como correo o una base de datos) a varios usuarios. Un host puede significar una computadora (por ejemplo un mainframe) o podría indicar un medio ambiente virtual donde hay varias aplicaciones "hosts" dentro de una computadora.

Hub .- Centro de una red con topología estrella.

Interfase .- 1. Dispositivo físico que contiene dos sistemas o dos dispositivos. 2. Estándar que especifica cómo dos sistemas pueden conectarse con otros.

Interfase de intercambio de datos (Data eXchange Interface DXI) .- Especificación de ATM que define la interfase entre ruteadores basados en paquetes y un DSU ATM.

Interfase de manejo de capas internas (IMI) .- Especificación ATM que define los procedimientos para una red ATM utilizando el protocolo SNMP.

Interfase de tasa básica (Basic Rate Interface (BRI)) .- Interfase de usuario de red ISDN que consiste de 2 canales B de 64 Kbps y un canal D de 16 Kbps (2B+D).

Interfase de Usuario de red (User-to-Network Interface UNI) .- Interfase entre un dispositivo de usuario y una red ATM.

International Standards Organization (ISO) .- Desarrolladores del modelo de referencia OSI que estandariza protocolos OSI.

Internet .- 1. Dos o más redes interconectadas por medio de ruteadores para formar una red mayor. Los usuarios de red en una Internet puede compartir información y dispositivos de red. Los internets son específicos del protocolo que está siendo ruteado; por ejemplo, un internet AppleTalk usa protocolos AppleTalk y un internet TCP/IP usa protocolos IP.

Internet .- Red internacional que incluye los Proyectos de Investigación de la Red de Agencia (ARPANET), la Red Militar (MILnet) y la Red de Fundación de Ciencias Nacional (NSFnet).

Internetwork .- Dos o más redes que pueden pasar datos en fuentes compartidas como si se tratara de una simple red.

Jitter .- Inestabilidad en una señal eléctrica en un tiempo debido a interferencias en la señal.

LAN Local Area Network .- Red de comunicaciones dentro de un área física limitada (cerca de 10 kilómetros) que permite transmisión de datos a alta velocidad (arriba de 1 Mbps). Los componentes básicos de una LAN son las tarjetas que se instalan en cada computadora para conectarla a una red, cableado, así como software y hardware de servidor para el control de la red.

LAN virtual .- Conjunto de puertos físicos y lógicos, agrupados y tratados en puentes y ruteo como puertos en una LAN sencilla.

Línea arrendada .- Línea telefónica sin arreglos con centrales de conmutación, es decir, son reservadas para uso de un cliente arrendador. También recibe el nombre de línea privada.

Línea dedicada .- Canal y equipo de canal surtido a un cliente para su uso exclusivo.

Línea local .- Circuito telefónico (usualmente de dos hilos o 4 hilos) que conecta el equipo de subscriptores al equipo de terminación en la oficina central de la compañía telefónica.

MAN (Metropolitan Area Network) .- Red de comunicación de datos que comprende un área geográfica de una ciudad.

Manejador de red .- Servicios de administración realizados en el manejo de una red, tales como topología de red y configuración de software, desempeño del monitoreo de red, operaciones de mantenimiento de la red y problemas de diagnóstico.

Modelo de Referencia OSI .- Modelo de arquitectura desarrollado por la Organización de Estándares Internacional ISO para el diseño de una red de un sistema abierto. Todas las funciones de comunicación se dividen en siete capas estandarizadas:

1 Capa física : Controla los alambres y señales que llevan los datos a través de la red.

2 Capa de enlace de datos : Controla el acceso al cable de red y provee secuenciación de paquetes, control de flujo, detección de errores y recuperación de errores.

3 Capa de red : Direcciones de paquetes de datos para rutearlos a su destino.

4 Capa de transporte : Mensajes estructurados para transmisión sobre una red dividiendo mensajes en paquetes para envío, reensamble de mensajes como paquetes que son recibidos y provee recuperación por errores de transmisión.

5 Capa de sesión : Establece y termina conexiones entre aplicaciones.

6 Capa de presentación : Manejo de formato de datos, convirtiendo datos desde un formato a otro de acuerdo a los requerimientos de una aplicación.

7 Capa de aplicación : Sirve como la ventana por medio de la cual las aplicaciones accesan los servicios de la red, incluyendo transferencia de archivos, correo electrónico y funciones de terminal virtual.

Módem .- Contracción de modulador/demodulador. Un módem convierte datos en forma digital serial desde una terminal de transmisión en una forma apropiada para retransmitir en un canal telefónico analógico. Un segundo módem vuelve a transformar la señal en datos binarios que sean aceptados por la terminal receptora.

Modulación .- Proceso por el cual algunas características de una onda son variadas de acuerdo con otra onda. Traduce una señal digital en una señal analógica y realiza también lo contrario.

Multicast .- Mensaje enviado simultáneamente a un grupo específico de nodos en una red.

Multidrop .- 1. Refiriéndose a un enlace de comunicación (IEEE RS-422) que permite mas de dos terminales ser directamente a una línea común. 2. Refiriéndose a una unión mas que una terminal o una línea simple. Solamente una terminal puede transmitir en un tiempo, casi varios o todos los puntos pueden recibir la misma información. Cada terminal tiene una dirección única y tiene la habilidad de reconocer un mensaje enviado a esa dirección.

Multiplexión .- Proceso de combinar señales de múltiples canales en un solo canal. Las señales pueden ser también moduladas en frecuencias de portadora separadas (analógicas), o cada señal se puede transmitir en diferentes tiempos en frames de igual duración.

Multiplexación por división de frecuencias (FDM) .- Técnica de multiplexación en la cual las señales analógicas se modulan a diferentes rangos de frecuencia de tal forma que estos pueden ser llevados simultáneamente sin interferencia de algún otro.

Node .- 1. Dispositivo de comunicación unido a una red, tal como una estación inteligente, servidor de archivos, o computadora host. 2. Bloque de construcción básico de una red SNA. Un node SNA es un conjunto de dispositivos de hardware y el software asociado al final de cada enlace de datos.

Octeto .- Unidad de información que consta de 8 bits.

Offset .- 1. Profundidad en bytes dentro de un paquete, comenzando con el byte "0". Por ejemplo, el byte 7 especifica el offset del byte 8 en un paquete. 2. Número de unidades de medida desde un punto de comienzo arbitrario en un registro, área o bloque de control a algún otro punto.

Oficina Central (Central Office CO) .- Central de conmutación que tiene el equipo necesario y operaciones adaptadas para líneas de interconexión y terminación telefónica. La terminología alguna vez se refiere a un edificio en el cual se localiza tal equipo.

Open System Interconnection (OSI) .- Modelo de referencia que cuenta con siete capas de protocolos de datos definidos por la ISO.

Paquete .- Bloque de datos manejado por una red en un formato bien definido que incluye un encabezado y un campo de datos.

Par-a-par .- 1. Relación entre dos procesos en los cuales uno de ellos puede iniciar comunicación con el otro utilizando procedimientos comunes para enviar y recibir mensajes. 2. Relación entre computadoras independientes en una red distribuida, en la cual las capacidades de almacenamiento, de procesamiento y comunicaciones de datos son compartidas en sistemas diferentes.

PBX digital .- Rama privada de intercambio que opera usando señales digitales.

Portador .- Onda continua o frecuencia de radio que se transmite sobre el cable y es modulada con una señal.

Portador de intercambio (IEC) .- Compañía telefónica a larga distancia tales como AT&T, MCI o US Sprint.

Procesamiento distribuido .- Computadoras conectadas por una red de comunicaciones. El procesamiento de datos ocurre en cada una de las computadoras, es diferente al sistema de procesamiento centralizado en el cual las terminales son conectadas a un host que realiza todo el procesamiento de datos.

Protocolo .- 1. Procedimiento definido estrictamente y formato de mensajes que permite a dos o más sistemas comunicarse sobre un medio de transmisión. 2. Conjunto de reglas formalizado que las computadoras utilizan para comunicarse. El porqué de la complejidad de comunicaciones entre sistemas y la necesidad de requerimientos de comunicaciones diferentes, los protocolos han sido divididos en capas modulares, en las cuales cada capa realiza una función específica para la capa superior.

Protocolo estándar .- Protocolo definido y publicado por la industria para el amplio uso de organizaciones de estandarización, o de estándares de facto establecidos por vendedores líderes.

Protocolo Internet (IP) .- Estándar utilizado en el contexto de una serie de protocolos TCP/IP para enviar unidades de datos básicas, el datagrama IP, a través de una Internet. El protocolo Internet es el protocolo de capa de red de la serie de protocolos TCP/IP.

Protocolo start/stop .- Protocolo que maneja transmisiones asincrónicas utilizando uno o más bits para marcar el comienzo y el fin de cada carácter de dato.

Proyecto IEEE 802 .- Conjunto de especificaciones del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) para redes de área local (LANs) y redes de área metropolitana (MANs).

Las especificaciones 802.1 de aplicaciones para manejo general y operaciones interred tales como puenteo.

El conjunto de estándares 802.2 de la subcapa de control de enlace lógico de la capa de enlace de datos.

La norma 802.3 provee estándares CSMA/CD (Ethernet), las cuales se aplican a la capa física y la subcapa de control de acceso al medio (MAC).

La norma 802.3u provee estándares 100 Mbps CSMA/CD en las subcapas física y MAC.

La norma 802.4 proporciona los estándares para bus token passing.

La norma 802.5 provee estándares token ring.

La norma 802.6 de estándares MAN.

La norma 802.12 introduce el protocolo de prioridad de demanda (DPP) usado en redes 100VG-AnyLAN.

Los estándares 802 IEEE llegan a ser estándares ANSI y usualmente son aceptados como estándares internacionales.

Puente .- Combinación de hardware y software que conecta dos LANs y permite la comunicación entre cada uno de los nodos. Un puente interred conecta redes en la capa de enlace de datos (capa 2) del modelo de referencia OSI, en forma independiente de los protocolos de capas superiores que corren sobre cada red.

Red .- Serie de puntos tales como computadoras, terminales u otros periféricos interconectados por medio de un canal de comunicación. Por ejemplo, una red de conmutación es una red de líneas telefónicas para llamadas telefónicas diales.

Red de Área Metropolitana (Metropolitan Area Network MAN) .- Red de comunicación de datos que cubre un área geográfica de una ciudad. FDDI puede proporcionar una red MAN privada mientras que IEEE 802.6 puede proveer una MAN pública.

Red de datos global .- Nuevo campo de la industria de sistemas de información los cuales buscan la creación de una infraestructura de red de computadoras análoga en escala, que impacte y beneficie a la infraestructura de la red telefónica existente.

Red Digital Integrada RDI (Integrated Digital Network IDN) .- Red de telecomunicaciones que usa transmisión digital y conmutación.

Red Digital de Servicios Integrados RDSI (Integrated Services Digital Network ISDN) .- Es una red RDI que proporciona servicios de comunicación de datos y voz integrada.

Red telefónica pública .- Red telefónica compartida por algunos usuarios en la cual un usuario puede comunicarse con otro usando un teléfono.

Retardo .- Cantidad de tiempo que gasta una llamada esperando para ser procesada.

Ruteador .- Dispositivo que conecta múltiples redes y direcciona paquetes entre ellas. Un ruteador opera en la capa 3 del Modelo de Referencia OSI.

Ruteador ATM .- Innovaciones que combinan la velocidad de transmisión y latencia baja de ATM con el control de tráfico de ruteo.

Ruteador/puente .- Dispositivo que puede operar como un puente puro, un ruteador puro o ambos a la vez.

Segmentación LAN .- El proceso de dividir el ancho de banda LAN en múltiples LANs independientes para mejorar el desempeño de la red.

Señal de control .- Señal de la interfase que anuncia un comienzo, un alto o modifica una función.

Servicios portadores .- Servicios ISDN que soportan el transporte de la información del usuario, tales como voz y datos, en los cuales la información no es modificada por la red.

Sesión .- Tiempo de conexión durante el cual los datos son transmitidos entre dos usuarios, dos dispositivos, o un usuario y un dispositivo de cómputo en una red.

Simplex .- Transmisión de datos en una sola dirección.

Sincronización .- Proceso que hace que un nodo receptor cumpla con el nodo transmisor; esto se logra utilizando una constante de intervalos de tiempo entre bits sucesivos, una secuencia predefinida de bits arriba y bits de información, y un reloj.

Sistema Cliente-Servidor .- Arquitectura de software en la cual el procesamiento de la interfase de usuario reside en una estación de trabajo de la red (el cliente), y la mayoría de la manipulación de los datos reside en una máquina separada (el servidor).

Sistema distribuido .- Conjunto de máquinas por ejemplo, computadoras personales, minicomputadoras y mainframes interconectadas por una red de comunicaciones. Los recursos de diferentes máquinas son compartidos a través de la red.

Sistema intermedio .- Un ruteador, un puente, un gateway o hub que interconecta segmentos de red.

Sistema terminal .- Adaptador de red o terminal que sirve junto con la estación terminal u otro dispositivo que se conecta a una red.

Slot .- Mecanismo de transmisión en cada bus de una red DQDB.

SNA (Arquitectura de Sistemas de Red).- Diseño de WAN's en las cuales las comunicaciones de datos se separan en tres áreas discretas: capa de aplicación, Capa de manejo de función, y capa del subsistema de transmisión. SNA es un estándar de facto que incluye protocolos peer-to-peer llamado Advanced Program to Program Communications (APPC), y son soportados por algunos vendedores de computadoras.

Switch .- En una red de conmutación de paquetes, el dispositivo que direcciona los paquetes, regularmente localizado en uno de los nodos en un backbone de la red. También es conocido como un PBX de datos.

T-1 .- Tecnología de transmisión a alta velocidad (1.544 Mbps) que transfiere voz y datos líneas arrendadas a larga distancia.

TA .- Adaptador terminal.

Tasa de bits .- Velocidad a la cual se transmiten los bits comúnmente se expresan en bits por segundo (BPS).

Tasa de datos .- Medida de la tasa de señalización de un enlace de datos.

TDM .- Multiplexión por división de tiempo (TDM).

TDMA Acceso múltiple por división de tiempo (Time-Division Multiple Access TDMA) .- Modo de operación a alta velocidad que interconecta LANs. Este fué primero utilizado como una técnica de multiplexión en comunicaciones compartidas.

Telecomunicaciones .- Transmisión de datos, voz y video utilizando radios, teléfonos u otro canal de comunicación.

Terminal .- Dispositivo (usualmente una combinación de display y teclado) que puede procesar tanto datos de entrada como datos de salida.

Terminal asincrónica .- Este tipo de terminal utiliza comunicación de datos asincrónica, donde el intervalo entre caracteres puede variar.

Throughput .- Totalidad de Información transmitida correctamente procesada o comunicada durante un periodo de tiempo específico, expresado en bits por segundo o paquetes por segundo.

Tiempo real .- Respuesta a una demanda que requiere de servicios (opuestos a tiempo compartido, en los cuales todos los requerimientos para servicios reciben respuestas en una secuencia de tiempo predeterminada).

Token .- Patrón de bits que viaja continuamente en una dirección predeterminada a lo largo de una línea de transmisión de una red de anillo o red de bus. Esta puede indicar que la línea es actualmente información transmitida o que esta libre para otra transmisión en la próxima estación que quiere transmitir en la red.

Token bus .- Token utilizado por una red LAN con topología de bus, y es utilizado para señalar el acceso a la red a una estación particular.

Token passing .- Técnica de acceso al medio de comunicación, en la cual se hace circular un token de un nodo a otro. Cuando un nodo quiere transmitir, este graba el token y une un paquete de información a este. Sólo un mensaje se puede transmitir en un canal a un tiempo, y solamente el nodo con el control del token puede transmitir.

Token ring .- Estándar de banda base (diseñado por el estándar IEEE 802.5 y el Modelo de Referencia OSI) que comprime un acceso token passing y una topología de anillo.

Topología .- Capa física de los nodos en una red.

Topología de bus .- Topología de red en la cual todas las estaciones y servidores son conectadas al mismo cable. El cable frecuentemente se denomina backbone.

Topología de estrella .- Configuración de red en la cual todas las estaciones son conectadas individualmente y todos los mensajes pasan a través de un nodo común.

Topología punto-a-punto .- Configuración de red que conecta sólo dos facilidades de comunicación (una a cada terminal).

Topología de red .- Modelo de conexión entre puntos en una red.

Transmisión .- Proceso de envío de datos utilizando una línea de comunicación.

Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP) .- Conjunto de protocolos de comunicación ampliamente utilizados, estos se desarrollaron para conformar el estándar del Departamento de Defensa ARPANET.

Transmisión isócrona .- Un servicio de transmisión isócrona permite el envío y la recepción de datos en incrementos de tiempo iguales. La mayoría de estos servicios frecuentemente se utiliza para transmisiones sensibles al tiempo por ejemplo, transmisión de voz y tráfico de video.

Transmisión síncrona .- Tipo de transmisión en la cual los dispositivos de recepción y envío operan con la misma frecuencia y mantienen (para significantes correcciones de error) una relación de fase deseada.

Transporte .- Este nombre se aplica algunas veces a los niveles más bajos de la arquitectura de la red, colectivamente responsables del movimiento de datos en toda la red.

Unidad de acceso multiestación (Multistation Access Unit (MAU)) .- Hub en una red IBM Token Ring. Cada unidad soporta 8 estaciones de trabajo y servidores y puede ser conectada a otro hub para crear redes mayores.

Unidad central de proceso (CPU Central Processing Unit) .- Tarjeta con circuitos o chip que controla toda la actividad dentro del sistema de una computadora, manejando información, actuando sobre ella y después enviándola hacia donde se requiere.

Unidad de servicios de canal (Channel Service Unit CSU) .- Dispositivo que termina una línea de acceso desde la red.

Unidad de unión al medio (Medium Attachment Unit (MAU)) .- Convertidor que conecta el controlador al medio de la red local.

Usuario terminal .- En una red, corresponde a la persona o programa que es la última fuente o destino de los datos.

WAN (Wide Area Network) .- Red de área amplia. Es una red que cubre un área mayor que una ciudad o un área metropolitana.

X.25 .- Interface que gobierna la recomendación CCITT entre equipos terminales de datos (DTEs) y equipo terminal de circuitos de datos (DCEs) para operación de terminales en el modo de paquetes sobre una red pública de datos.