

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**



**ATM.- RED DE ALTA VELOCIDAD**

**PRESENTA**

**Ing. Marco Antonio Valdés García**

**TÉSIS**

**EN OPCIÓN AL GRADO DE MAESTRO EN**  
**CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CON ESPECIALIDAD EN**  
**TELECOMUNICACIONES**

**SAN NICOLAS DE LOS GARZA N.L A DICIEMBRE DEL 2007**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**  
**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**



**ATM.- RED DE ALTA VELOCIDAD**

**PRESENTA**

**Ing. Marco Antonio Valdés García**

**TÉSIS**

**EN OPCIÓN AL GRADO DE MAESTRO EN**  
**CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CON ESPECIALIDAD EN**  
**TELECOMUNICACIONES**

**SAN NICOLAS DE LOS GARZA N.L. A DICIEMBRE DEL 2007**

**Universidad Autónoma de Nuevo León**  
**Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica**  
**División de Estudios de Posgrado**

Los miembros del Comité de Tesis recomendamos que la Tesis “ATM.- Red de Alta Velocidad” realizada por el alumno: Marco Antonio Valdés García con número de matrícula: 768853 sea aceptada para su defensa como opción al grado de Maestro en Ciencias de la Ingeniería con especialidad en Telecomunicaciones .

*El Comité de Tesis*

---

M.C. Leopoldo Villarreal Jiménez  
Asesor

---

M.C. Catarino Alor Aguilar  
Escamilla  
Revisor

M.C. Raúl Alvarado  
Revisor

Vo. Bo.

---

Dr. Guadalupe Alan Castillo Rodríguez  
Subdirector de Postgrado  
División de Estudios de Postgrado

Ciudad Universitaria a Diciembre del 2007  
**DEDICATORIA**

La siguiente tesis de maestría en telecomunicaciones esta dedicada a toda mi familia: Mi madre, esposa, mis hermanos, mi cuñada, sobrinos, amigos, y a mi hijo que es mi fuerza diaria, a mis tíos y primos, pero principalmente en esta ocasión quiero otorgar toda la dedicación de este trabajo a mi padre que en paz descansa quien fue quien me dio todo el apoyo necesario para dejarme la herencia mas preciada para mi: “ mis estudios profesionales”, así como enseñarme el valor de seguirme superando, le doy infinitas gracias por mostrarme que con sacrificio, dedicación y tenacidad llegan los triunfos, te agradezco por levantarme de tantas caídas, me hubiera gustado que estuvieras presente en mi defensa de titulación de maestría así como lo hiciste en mi examen profesional de licenciatura, se que físicamente no lo podrás hacer pero se que espiritualmente estarás con nosotros, solo te pido que desde el cielo te asomes un poco y que te sientas orgulloso de mi así como yo lo estoy de ti por estar tan cerca de alcanzar una meta mas en mi vida profesional, te dedicó todo mi esfuerzo realizado me encantaría que desde allá arriba sonrías como lo hacías en vida y veas que valió la pena tanto sacrificio que hiciste conmigo gracias por tanto amor que nos diste te extraño y te llevo en el corazón todos los días, y por último guárdame tu beso y abrazo de felicitación para el día en que nos volvamos a encontrar Papa, tqm. († Jesús Valdés Guerrero - Q.E.P.D)

## ***AGRADECIMIENTOS***

Además de agradecer a mi familia en general, Agradezco a amigos y compañeros de generación de Licenciatura FIME 98 que con su apoyo aportaron mucha información .

Por otra parte debo agradecer a todos los compañeros Ingenieros de mi empresa en la cual laboro con mas de 8 años de antigüedad, que gracias a su experiencia dentro y fuera de nuestra empresa aportaron en gran cantidad el desarrollo de esta investigación, agradezco a mi empresa Multimedios Redes ([www.multimedios.net](http://www.multimedios.net)) por las facilidades dadas a mi persona para la obtención de equipos, software y documentación necesaria para poder realizar un trabajo bien documentado, agradezco a cada uno de las diferentes áreas de monitoreo de alarmas de red de las diferentes tecnologías la agilización de los diversos exámenes realizados en la infraestructura para determinar a mayor detalle todo lo que abarca el concepto de red ATM en su ambiente natural de operación, gracias NOC (Network Operation Center), mis mas sinceras gracias también a mis jefes y Gerentes de área que muchas ocasiones me permitieron acudir a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica a tomar mis asesorías, exámenes, etc. a todos los arriba mencionados así como amigos cercanos q sin tener la experiencia en áreas de redes me dieron sus Tip's y consejos para que esta tesis cumpliera con altas expectativas, muchas gracias a todos ustedes, sin su ayuda no hubiera podido tener en mis manos esta documentación que me llena de orgullo.

## ***PRÓLOGO***

La documentación obtenida en esta investigación tiene como finalidad dar a conocer la operación, ventajas-desventajas de la tecnología de red de alta velocidad: ATM sobre otras tecnologías como IP y SDH además de presentar casos sencillos y prácticos para la creación de circuitos y configuración de red de esta plataforma con la finalidad de que al término de esta información se tenga una idea más clara de cómo opera un servicio de datos a través de esta topología de interconexión.

## **INDICE**

### **INTRODUCCIÓN**

- Descripción, Justificación y límites de estudio del proyecto.....3
- Metodología .....4
- Antecedentes.- El Camino a la digitalización.....5
- Definición ATM .....8
- Definición SDH .....11

### **MARCO TEÓRICO**

- Hipótesis.....14
- Glosario.....15
- Ventajas y Desventajas de la Red ATM .....19

### **MÉTODO**

- Procedimiento para crear conexiones en ATM
  - a) Creación de conexiones E1 en equipos Cisco MGX y BPX (ATM) .....21
  - b) Creación de conexiones en equipos LS1010 Cisco ATM .....24

### **CONTENIDO**

#### **Capítulo 1.-**

La esencia de ATM.....27

#### **Capítulo 2.-**

Comparación de Funcionalidad de Red ATM con otras Tecnologías(IP).....30

#### **Capítulo 3.-**

Ventajas de ATM sobre otras tecnologías.....	32
<b>Capítulo 4. –</b>	
Modelo de Capas en ATM.....	37
<b>Capítulo 5-</b>	
Principal beneficio de ATM sobre tecnología SDH.....	40
<b>Capítulo 6.-</b>	
Evaluación de la seguridad en redes con tecnología ATM.....	46
<b>ASPECTOS</b>	
<b>FINALES.....</b>	61
<b>RESULTADOS.....</b>	65
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN.....</b>	67
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	69

### **Descripción del proyecto:**

En base a esta investigación definiremos en que circunstancias especiales se propone utilizar la Tecnología ATM Modo de Transmisión Asíncrono, demostrando las ventajas de esta tecnología sobre las siguientes tecnologías de red: SDH, IP.

El objetivo esta enfocado en explicar en que circunstancias dentro de una empresa se puede obtener una mayor ventaja de operación de red cuando nuestra tecnología empleada es ATM.- Modo de Transmisión Asíncrono.

### **Justificación del estudio:**

ATM por ser una de la más moderna técnica de conmutación, capaz de conmutar conexiones para diferentes tipos de información a un amplio rango de tasas de transmisión, es necesario saber y comprobar el funcionamiento de esta tecnología y convencernos que tenemos en ATM una alternativa eficiente y confiable para transportar nuestra información.

### **Límites del estudio:**

Gracias al Apoyo de un carrier Metropolitano de servicios de Fibra Óptica Se analizara una Red ATM en Operación con enlaces y redes que van de los 64-128-256-512-1024kbps, E1's, E3's, T3, STM1 etc, además de estudiar e investigar la comunicación entre los equipos involucrados en esta



red como son: Sus Switch's, BPX's, MGX's, Router's, LS1010, catalist todos en su plataforma Cisco Systems.

Se contó con la ayuda de personal certificado en ATM además de apoyarnos en Bibliografía relacionada, así como web pages y revistas dedicadas al tema.

### **Metodología:**

Para poder analizar una red de alta velocidad en ATM deberemos seguir una serie de pasos:

- Especificar exactamente los equipos involucrados en una red ATM.
- Obtener documentación de cada uno de los equipos anteriormente mencionados para conocer su participación en la red.
- Realizar investigaciones de los principales problemas, colisiones, conflictos que se presentan en el intercambio de información en la red.
- Simular pruebas para comprobar el funcionamiento del transporte de información, así como detectar que tipo de fallas llegaran a presentarse y buscar sus soluciones.
- Obtener la información necesaria para conocer las ventajas y/o en que condiciones es más óptimo el uso de ATM y las desventajas y/o fallas que pudiera tener.

## **INTRODUCCIÓN.-**

### **EL CAMINO DE LA DIGITALIZACIÓN**

Desde que A. Graham Bell descubriera el teléfono, las redes analógicas han dominado el panorama de las comunicaciones durante más de un siglo y han resultado adecuadas para la transmisión de voz a través de las redes telefónicas o de imágenes en movimiento mediante la difusión de las señales de TV. Sin embargo, este tipo de redes resultaron inapropiadas para transmitir datos cuando aparecieron los primeros ordenadores digitales, ya que la naturaleza íntima de estas señales no coincidía con la de las redes de comunicaciones existentes. Este requerimiento empujó al desarrollo de los módem (laboratorios Bell, 1958) para realizar la transformación analógico-digital y poder utilizar las redes telefónicas existentes para conectar equipos digitales. Pero la tecnología digital hoy en día ya no sólo se utiliza para transmitir datos informáticos, sino que también ha sido adoptada para la transmisión de voz e incluso de vídeo gracias a las posibilidades que ofrece y a la mayor calidad obtenida.

A causa de las ventajas que ofrecen las tecnologías digitales frente a sus equivalentes analógicas, las tres últimas décadas han estado marcadas por la progresiva digitalización de las redes de comunicaciones que, sucesivamente, han ido sustituyendo tramos enteros de la red analógica: primero fueron los troncales, luego los conmutadores, y finalmente, han sido los bucles de abonado hasta llegar a ser finalmente redes totalmente digitales.

## **1.REDES ANALÓGICAS**

Las redes analógicas puras, a pesar de su uso extensivo durante casi un siglo, presentan dos graves inconvenientes intrínsecos a su misma naturaleza. Por un lado, el ruido que inevitablemente se introduce y que resulta prácticamente imposible de eliminar y, por otro, las dificultades para el almacenamiento, la reproducción fidedigna y análisis de las señales transmitidas. La combinación de ambos problemas impide dar servicios como el routing y limita la detección de errores, imprescindibles para la transmisión de datos.

Otro inconveniente es el de la multiplexión que resulta excesivamente compleja cuando se han de conmutar por separado varios canales. En una red telefónica analógica los canales de comunicación llegan a las centrales donde las señales son moduladas y transmitidas utilizando técnicas de multiplexión por división en frecuencia (FDM). Los canales de comunicación pasan por varios centros de conmutación, donde necesariamente la señal ha de ser demultiplexada y demodulada antes de ser reenviada hacia su destino a través de la arteria adecuada, donde es nuevamente modulada y multiplexada.

## 1.2. LA DIGITALIZACIÓN

Desde que se realizaron los primeros ensayos, las tecnologías digitales demostraron ser más sólidas que sus equivalentes analógicas, simplemente porque resultaban más fáciles de manipular y almacenar; no obstante, el coste de los primeros equipos limitó su instalación a gran escala, quedando reducido su uso a unos pocos sectores. El concepto de telefonía digital ya fue desarrollado en los años treinta y cuarenta, y las primeras implementaciones datan de los años cincuenta. Desde entonces, la evolución hacia la digitalización ha utilizado dos fundamentos tecnológicos:

- La conmutación digital
- La transmisión digital

AT&T fue la primera operadora que introdujo, en 1962, la transmisión digital y Western Electric la primera que introdujo la conmutación digital en 1976. Cuando la transmisión y la conmutación son digitales, los conmutadores basados en multiplexión por división de tiempo (TDM) pueden extraer señales individuales sin necesidad de decodificarlas, ni tampoco son necesarios los multiplexores pues el mismo conmutador realiza esta función.

La utilidad de los nodos digitales, que integran en una sola operación conmutación y transmisión, dio lugar a las denominadas Integrated Digital Network (IDN) o redes totalmente digitales de extremo a extremo. Si a estas redes les añadimos unos estándares universales de acceso, empezaremos a estar muy cerca de lo que se conoce como Integrated Services Digital Network (ISDN)

## **DEFINICIÓN.-**

### **ATM, Modo de Transmisión Asíncrono.-**

Es un conmutador de célula de banda ancha, de poca demora y de tecnología multiplexa que utiliza paquetes de longitud fija (basados en 53 bits de célula) para organizar y transportar datos digitales (de forma asíncrona) a través de varios medios físicos tales como la Red Óptica Síncrona (SONET, por sus siglas en inglés) y la Jerarquía Digital Síncrona (SDH, por sus siglas en inglés).

Es diferente del TCP/IP, el cual divide los datos en paquetes, y cada paquete puede tomar una ruta diferente desde su fuente de origen hasta su destino. La red ATM crea una ruta o canal fijo entre dos puntos desde el momento en que comienza la transferencia de datos. Esta diferencia facilita el rastreo y la facturación de uso de datos a lo largo de una red ATM, pero no permite una adaptación efectiva ante los aumentos de tráfico repentinos en la red.

**ATM Modo Asíncrono de Transferencia.** Es una de las más nuevas tecnologías actuales que prometen ser el futuro de telecomunicaciones involucrando información de muy diferentes tipos, como audio, video y también forma la base para el B-ISDN, o Broadband -Integrated Services Digital Network. (Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha). La B-ISDN está diseñada para ser la red más inteligente, incorporando sistemas de control que permiten al proveedor iniciar una conexión dependiendo del tráfico de señales, o el tipo de señales que están siendo transmitidas. Las implementaciones de ATM pueden transmitir datos desde 25 hasta 622 Mbps.

ATM es una técnica de transporte de telecomunicaciones, y se diferencian en redes de transferencia sincronizada (STM's) en que no se transmite la información en paquetes de información repetitiva y sincronizada con algún contador de tiempo. En una red ATM, las celdas de información son nada más transmitidas cuando el usuario está accedando o manipulando la información, al contrario de una red sincronizada, que transmitiría celdas todo el tiempo, a veces vacías. Lo conveniente de las redes ATM es que también pueden contener en sus celdas todo tipo de información.

A veces es ambigua la definición de una red ATM, ya que combina las tecnologías de las redes telefónicas y las redes de datos y trata de producir un protocolo de enlace de datos estable. ATM también es difícil definirlo, ya que también tiene todas las características de un protocolo de capa de red. Implementa éstas características: Circuitos Virtuales de terminal a terminal, conmutación, y enrutamiento.

ATM está orientado conexiones, es decir, dos usuarios en diferentes equipos pueden establecer un canal simultáneo, pero a diferencia a redes de circuito de "switchheado" como en la red telefónica, no se establecen apartando líneas físicas o anchos de banda particulares, sino esta conexión se hace por medio de multiplexado estadístico, que combina todos los canales y anchos de banda en la misma conexión física. Para los usuarios utilizando la red, esta función es transparente y les brinda canales, o "circuitos virtuales" separados.

ATM ha surgido porque la demanda de redes con aplicaciones de imágenes requieren de una velocidad más rápida que la que es posible ahora en redes actuales. Lo que se buscó fue una red capaz de brindar un ancho de banda suficiente, y que fuera "switchheado", para que su costo fuera compartido. También ha existido la necesidad para estructurar una red que responda más rápido, ya que la fluctuación de cantidad y tipos de información puede variar mucho en una red, y haciendo un uso más eficiente crea una red mejor diseñada y que trabaja mejor; estas consideraciones se toman en cuenta: La velocidad de bits (bitspeed) en la red. Que tan grande es el paquete de información. El número de interacciones entre las CPUs para que consiga una respuesta el usuario.

La demanda de aplicaciones integradas con audio, videotelefonía y datos forman una red integrada. Todos los tipos de redes de comunicación de antaño han involucrado la orientación a circuitos; Es decir, una conexión física y única se

establecía entre usuarios. Cuando surgieron los módem en los 80`s, se había formado, en efecto, la primera red integrada; ya obteniendo la conexión en el circuito, se podía usar para transmitir datos o voz. En los 70`s, la necesidad de las compañías para tener redes de comunicaciones rápidas y eficientes separó al módem, CPU y la red telefónica de las redes de las compañías, que utilizaban técnicas de "switchero" completamente diferentes a las de los teléfonos. Desde ese entonces, se han tratado de consolidar redes con diferentes datos, creando redes integradas.

La premisa es que es mas barato y conveniente tener todo tipo de datos en un solo tipo de red, a tener diferentes redes para manejar voz, datos, e imágenes, y tratar de hacer que interactúen.

**JERARQUÍA DIGITAL SINCRONA- SDH.**  
**( Synchronous Digital Hierarchy )**

Desde que comenzó a utilizar la radio para transmisión hasta el desarrollo del mayor switch digital del mundo, MARCONI ha sido una compañía pionera en el sector de las telecomunicaciones, hasta el punto de que en la actualidad es la firma número uno en el sector de SDH mundial.

SDH es una alternativa de evolución de las redes de transporte, que nace debido al acelerado crecimiento de las actuales redes de transmisión, demanda de nuevos servicios y aparición de nuevos operadores de red.

SDH satisface las exigencias de flexibilidad y calidad que requiere un mercado que esta continuamente en cambio. Además de esto, SDH beneficia también a las empresas operadoras en cuanto a la optimización de su rentabilidad, reducción de costos de operación y mantenimiento y facilidad de supervisión.

CARACTERÍSTICAS QUE OFRECE:



- Nuevas topologías de red especialmente en la parte de acceso.
- Acceso directo a afluentes de baja velocidad sin tener que de-multiplexar toda la señal que viene a alta velocidad, como ocurre con la PDH actual.
- Facilidad de multiplexación y demultiplexación.
- Mejor capacidad de operación, administración y mantenimiento.
- Adopción de canales auxiliares estandarizados.
- Estandarización de interfaces.
- Fácil crecimiento hacia velocidades mayores, en la medida que lo requiera la red.
- Implementación de sistemas con estructura flexible que pueden ser utilizados para construir nuevas redes ( incluyendo LAN, MAN, ISDN).

La SDH nace como una solución a la PDH, por esto haremos una breve descripción de esta ultima antes de entrar en materia.

SDH trabaja con una estructura básica según lo define la CCITT. Esta estructura es llamada trama básica, la cual tiene una duración de 125 microsegundos, y corresponde a una matriz de 9 filas y 270 columnas, cuyos elementos son octetos de 8 bits; por lo tanto la trama tendrá:  
y como su duración es de 125 microsegundos, o sea que se repite 8000 veces por segundo, su velocidad binaria será:

$$19940 \cdot 8000 = 155520 \text{ Kbits/seg}$$

Esta trama básica recibe el nombre de STM\_1 " Modulo de Transporte Síncrono de Nivel 1" (STM\_1 = Synchronous Transport Module 1).

En la trama se distinguen tres áreas:

Tara de Sección ( Section OverHeat ).  
Puneros de AU ( AU pointer ).  
Carga Útil ( Pail Load ).

## **Marco Teórico**

El crecimiento de las comunicaciones a nivel mundial ha traído como consecuencia la búsqueda de nuevas alternativas por parte de las industrias de servicios de comunicaciones, quienes han lanzado nuevas iniciativas en servicios de comunicaciones basados en elementos de las actuales infraestructuras.

Alternativamente, algunas otras industrias están intentando construir verdaderas infraestructuras convergentes que provean servicios de voz, datos y multimedia sobre las mismas redes usando tecnologías basadas en paquetes.

La infraestructura de las comunicaciones públicas conmutadas en la actualidad consiste en una variedad de diferentes redes, tecnologías y sistemas, la mayoría de las cuales se basan sobre estructuras de circuitos. Pero, la dirección que la industria está tomando en la concepción y construcción de la próxima generación de redes y en la evolución de la PSTN (Public Switched Telephone Network) tiende en gran parte a sentar una premisa sobre reemplazar mucha de la infraestructura de conmutación de circuitos basada en TDM (Time Division Multiplexed) por una infraestructura de conmutación de paquetes basada en IP (Internet Protocol) o basada en ATM (Asynchronous Transfer Mode). Esto implica que ellos deberán construir nuevas redes de paquetes basadas en IP o ATM que se interconecten con las PSTN alambradas o inalámbricas existentes, además de otras redes como las redes de cable, en orden de proveer interconectividad ubicua y servicios sin fisuras.

Para afrontar estos desafíos y otros relacionados con la incompatibilidad de los protocolos asociados a cada uno de los tipos de redes públicas se creó el Softswitch. Con oportunidades de aplicaciones nuevas y mejoradas, red inteligente extra, arquitectura abierta, protocolos y API's (Application Programming Interface), la posibilidad de impulsar en cualquiera de los transportes subyacentes (paquetes, marcos, celdas) y totalmente interoperable con la PSTN basada en TDM. El Softswitch tiene como función controlar la red de telefonía de paquetes direccionando las llamadas a través de las infraestructuras de paquetes multiservicio de banda ancha. Se puede considerar como el catalizador para implementar la transición de las redes de la generación anterior a las innovadoras soluciones de paquetes, funcionando como una interfaz con las redes de telefonía de Signaling System 7 (SS7/C7) para ofrecer un acceso ubicuo a la red de telefonía pública conmutada.

### **Hipótesis**

Con la exposición de una falla simulada en una red determinaremos por qué razón ATM Modo de Transmisión Asíncrono es la tecnología más eficiente para la solución en comparación con otras tecnologías como: SDH e IP.

## Glosario

**Ancho de Banda:** Gama de frecuencias que un instrumento puede producir o que un canal puede transmitir sin debilitamiento de la señal. El ancho de banda se expresa en megahertzios. Cuanto más elevada la anchura de banda de una red, mayor es su aptitud para transmitir un rico caudal de información.

**ATM:** *Asynchronous Transfer Mode*. Costosa técnica de transferencia asincrónica de datos digitalizados. ATM permite una transmisión ultra-rápida de los datos por paquetes, y por ende una utilización óptima de la capacidad de las líneas.

**Autopista de la Información:** Proyecto de unir en red la mayor cantidad posible de nodos informáticos y hogares, para una difusión personalizada e interactiva de aplicaciones multimedia de toda índole.

**Baudio:** Unidad de velocidad y modulación de una señal, la cual caracteriza los faxes y los módem.

**Bit:** Acrónimo de *binary digit*. Unidad básica de información que puede tomar dos valores codificados en general 0 ó 1. Sirve como unidad de medida de la capacidad de ciertos componentes de los ordenadores, aparatos electrónicos o soportes de almacenaje.

**Byte:** Unidad de medida de información que equivale a ocho bits.

**CD-ROM:** (*Compact Disc-Read Only Memory*) Extensión del CD de audio, del cual hereda sus características externas. Este disco compacto interactivo "de lectura solamente" puede contener datos de todo tipo y fue concebido para la informática: se puede consultar en un ordenador (computador) equipado con un lector apropiado. Primero utilizado como memoria auxiliar del ordenador, el CD-ROM es hoy un soporte de edición de uso masivo.

**Ciberespacio:** Traducción de la palabra inglesa *cyberspace*, acuñada por el autor norteamericano de ciencia-ficción William Gibson en su novela *Neuromancer*. Por extensión, designa el espacio de interactividad entre diversos medios de comunicaciones (ordenador, teléfono, televisor inteligente). También puede aludir a una comunidad conectada por medios electrónicos y que experimenta con nuevas formas de organización social.

**Cibernauta:** Usuario del Ciberespacio.

**Clickear** (hacer click): Ejercer una presión sobre un aparato de captación y transmisión de órdenes (ratón, bola, telemando). El "Clicqueo" de un icono es el modo en que el usuario transmite sus órdenes al ordenador (por ejemplo, abrir o cerrar un archivo).

**Comunicación Digital:** Término referido a la comunicación realizada a través de ordenadores, los que codifican la información en sistema binario.

**Digital:** Que ha sufrido una codificación en una serie de "bits", es decir, de 0 y 1. La digitalización de los datos -su traducción a lenguaje informático- permite su combinación y tratamiento, de ahí el surgimiento de los multimedia.

**E-mail**, (correo electrónico): Servicio de intercambio de mensajes entre usuarios que puede incluir elementos multimedia.

**En línea:** Dícese de las redes o servicios accesibles por medio de un terminal (ordenador, agenda electrónica) equipado con módem.

**Fibra Óptica:** Fibra constituida por silicio o material plástico que se usa para la construcción de redes modernas de comunicaciones. Es más costosa y posee mayor capacidad que el cable coaxial, y permite la transmisión

**Giga:** Mil millones. Un gigabyte (GB), por ejemplo, equivale a mil millones de bytes.

**Hacker:** (pirata informático) programador de alto nivel que invade ilegalmente los sistemas informáticos electrónicos y de comunicaciones.

**Hardware:** Los componentes físicos de un ordenador así como sus periféricos. Se distingue del *software*, que son los programas que indican al *hardware* lo que tiene que hacer.

**Hipertexto:** Concepto consistente en vincular varios documentos a través de palabras o frases comunes.

**Icono:** Representación gráfica en la cual se puede clicar - en las interfaces gráficas - para seleccionar un archivo, abrirlo, ordenarlo, activar una función, etc.

**Interactividad:** tipo de relación que hace que el comportamiento de un sistema modifique el comportamiento del otro. Por extensión, un equipo o programa se denomina interactivo cuando su usuario puede modificar su comportamiento o desarrollo. Así como los programas y juegos de video son interactivos por definición, los programas audiovisuales y los filmes clásicos implican un comportamiento pasivo del usuario.

**Interfaz:** Superficie que forma una barrera común entre dos cuerpos, espacios o fases. - Lugar en el cual dos sistemas independientes se comunican. - Conexión entre dos componentes del hardware, entre dos aplicaciones o entre un usuario y una aplicación.

**Internet:** Red mundial integrada por más de 30.000 redes de todo tamaño interconectadas que abarcarían unos 30 millones de usuarios. Se considera que Internet es la precursora de las autopistas de la información.

**Mega:** Millón. Un megabyte (MB), por ejemplo, equivale a mil bytes, es decir a un millón de bits.

**Memoria:** Dispositivo o soporte que permite conservar y recobrar información. Un ordenador se caracteriza por el tamaño de su "memoria central" (la memoria viva por donde transitan los datos antes de ser procesados) y su "memoria auxiliar", la perteneciente al disco rígido.

**Módem:** La palabra inglesa *modem* es la abreviatura de MOdulator - DEModulator (modulador - desmodulador). Esta cajita (o tarjeta) permite conectar un ordenador con una red de transmisión telefónica (o de cable). Permite a los ordenadores comunicarse entre sí por correo electrónico, y tener acceso a servicios en línea. Su desempeño depende de su velocidad de modulación, medida en baudios.

**Multimedia:** Técnica de comunicación que tiende a reunir en un solo soporte un conjunto de medios digitalizados - texto, gráficos, fotos, video, sonido y datos informáticos - para difundirlos simultáneamente y de manera interactiva. Su desarrollo es posible gracias a la digitalización, que induce una convergencia entre informática, electrónica de consumo y telecomunicaciones.

**Net:** Abreviatura de Internet.

**Servidor:** Ordenador potente, que en una red, recibe las ordenes de los ordenadores "clientes" y las procesa.

**Sitio:** (nodo, site) En el WWW, colección de páginas con un único tema. El usuario se desplaza entre las páginas utilizando los enlaces proporcionados.

**Software:** Programas, aplicaciones. Por extensión, todo lo que es "contenido" (texto, imágenes, sonido) en contraste con lo material (hardware).

**Videoconferencia:** Conversación entre dos o más interlocutores que pueden hablarse, verse y compartir documentos de trabajo gracias a ordenadores multimedia que se comunican por red de banda ancha.

**World Wide Web:** (Web o WWW) Subred multimedia extremadamente popular de Internet que se explora de manera muy amigable, gracias a sus enlaces (links) de hipertexto. La cantidad de servidores conectados con el web se duplica cada 57 días.

*Las ventajas que presenta la técnica ATM son:*

- Flexibilidad de la red a la hora de introducir nuevos servicios y también a la hora de admitir cambios y/o eliminación de servicios.
- Utiliza la misma red de conmutación para todos los servicios.
- Independencia de la red frente a la velocidad de generación de información ya que permite asignar el ancho de banda según las demandas, y por esto, éste se puede elegir de forma bastante flexible para cada conexión.
- Es adecuada para servicios interactivos y distribuidos.
- Además, permite la "**mezcla de canales**" mediante la multiplexación de diferentes fuentes de información. En consecuencia, el ancho de banda puede cambiar dinámicamente sobre un gran conjunto de velocidades de transmisión.

*Las desventajas que presenta la técnica ATM son:*

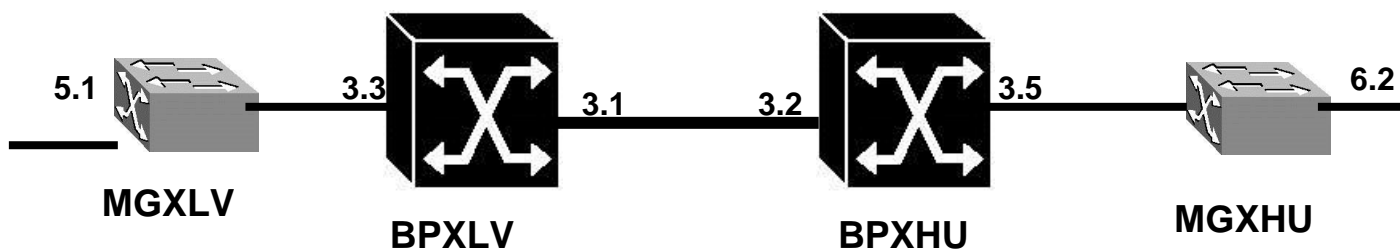
- No está pensado para el transporte de servicios con tráfico continuo (sin ráfagas).



- Se introducen retardos variables entre paquetes de una misma conexión, incluso cuando estos utilizan la misma ruta.
- La introducción del encabezado decrementa la utilización de la red.
- Las colas que se forman en el interior de los nodos pueden producir pérdida de paquetes por desbordamiento de la capacidad.
- Las necesidades de diseño para obtener una matriz de conmutación sin bloqueo aumentan.
- Falta de tecnología **VLSI** para diseñar matrices de conmutación en un único circuito integrado que permita la conmutación de paquetes a muy alta velocidad.
- Existe un riesgo mucho más alto de congestión y un peligro adicional de fraude, ya que un determinado usuario podría utilizar muchos más recursos de los contratados al establecer la conexión, perjudicando de esta manera a los otros usuarios. Este inconveniente deriva de la simplificación de los protocolos de control de flujo en el interior de la red.

**Procedimiento para crear conexiones en ATM**

**Caso 1. Creacion de circuitos con capacidad E1-2MB.**



Paso 1. Entrar a un equipo BPX cisco involucrado en la conexión

Desde un servidor SUN abrir un XTERM y dar un telnet

Sun# telnet 192.10.10.2 (Ejemplo de una direccion IP de un equipo BPX Cisco ATM)

BPXLV TN No User BPX 8600 9.1.03 June 29 1999 16:25 CST

Enter User ID: MARCOVAL (EJEMPLO Usar el Id asignado a cada uno.)

BPXLV TN craymundo:0 BPX 8600 9.1.03 June 29 1999 16:29 CST

Last Command:

Next Command:

Paso 2. Agregar la conexión.

BPXLV TN marcoval:0 BPX 8600 9.1.03 June 18 2003 16:29 CST

Last Command:

Next Command: addcon 3.3.5.51 BPXHU 3.5.6.62 cbr 10333 \* \* 5 Y

Add these connections (y/n)? Y

**Nota: Si la conexión fuera local, es decir dentro del mismo POP, no aplica el último parámetro.**



**Paso 3. Entrar a un MGX involucrado**

Desde un servidor SUN abrir un XTERM y dar un telnet

Sun# telnet 192.10.10.12 (Ejemplo de una dirección IP de un equipo MGX Cisco ATM)

login: \*\*\*\*\*

password:\*\*\*\*\*

card number: 5

MGXLV.1.5.CESM.a >

Nota: el card number es el slot en donde se va a conectar el servicio.

Paso 4. Agregar la línea

MGXLV.1.5.CESM.a > addln 1

Paso 5. Configurar línea

MGXLV.1.5.CESM.a > cnfln 1 3 8 2 clear

Paso 6. Agregar puerto

```
MGXLV.1.5.CESM.a > addport 1 1 1 31 2
```

Paso 7. Agregar canal

```
MGXLV.1.5.CESM.a > addchan 51 1 1 47 255 15
```

Paso 8. Configurar canal

```
MGXLV.1.5.CESM.a > cnfchan 51 10000 10000 0 3 1 1
```

Paso 9. Hacer desde el paso 3 con el otro MGX involucrado.

```
Sun# telnet 192.10.10.12
```

```
login: *****
```

```
password:*****
```

```
card number: 6
```

```
MGXHU.1.6.CESM.a > addln 2
```

```
MGXHU.1.6.CESM.a > cnfln 2 3 8 2 clear
```

```
MGXHU.1.6.CESM.a > addport 2 2 1 31 2
```

```
MGXHU.1.6.CESM.a > addchan 62 2 1 47 255 15
```

```
MGXHU.1.6.CESM.a > cnfchan 62 10000 10000 0 3 1 1
```

Nota: Los parametros en negrita son los que varian

Paso 10. Checar que el canal este funcionando bien.

```
MGXHU.1.6.CESM.a > clrchancnt 62
```

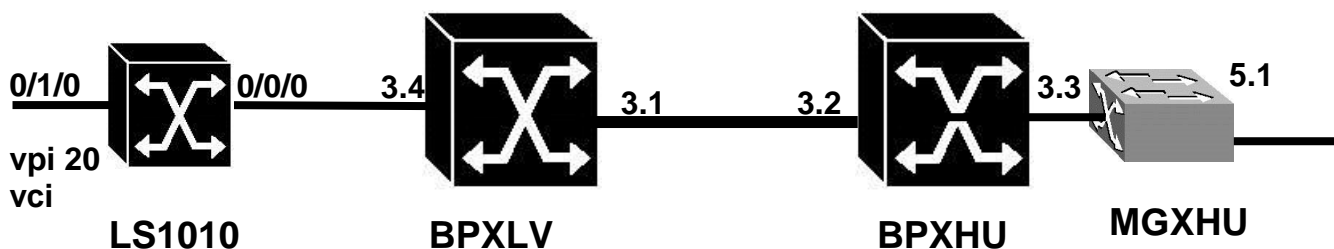
```
MGXHU.1.6.CESM.a > dspchancnt 62
```

```
OEChanNum:          62
Chan State:         okay ← Este es el estado debe ser Ok
Chan RCV ATM State: Normal
Chan XMT ATM State: Normal
Cell Loss Status:   No Cell Loss
Reassembled Cells:  21398
Generated Cells:    21397 ← Estos deben ser iguales
Header Errors:      0
Sequence Mismatches: 0
Lost Cells:         0 ← No debe haber perdida de celdas
Channel Uptime (secs.) 1573235
Signalling Status    Offhook
```

```
Syntax : dspchancnt "chan_num"
         channel number -- values : 32 - 279
```

MGXLV.1.5.CESM.a >

## Caso 2. Creación de circuito en equipos LS1010 Cisco ATM.



Paso 1. Entrar a un BPX involucrado en la conexión

Desde un server SUN abrir un XTERM y dar un telnet

```
Sun# telnet 192.10.10.2
```

```
BPXLV      TN  No User      BPX 8600 9.1.03  June 18 2003 16:25 CST
```

Enter User ID:marcoval

Usar el Id asignado a cada uno.

```
BPXLV      TN  craymundo:0  BPX 8600 9.1.03  June 29 1999 16:29 CST
```

Last Command:

Next Command:

Paso 2. Agregar la conexión.

```
BPXLV      TN  marcoval:0  BPX 8600 9.1.03  June 29 1999 16:29 CST
```

Last Command:

```
Next Command: addcon 3.4.20.345 BPXHU 3.3.5.51 chr 10333 * * 5 Y
```

Add these connections (y/n)? Y

**Nota: Si la conexión fuera local, es decir dentro del mismo POP, no aplica el último parametro.**

### **Paso 3. Entrar al LS1010 involucrado**

```
Sun# telnet 15.15.15.2
User Access Verification
```

```
Password:*****
LS1010>
LS1010>en
Password:*****
LS1010#
```

### **Paso 4. Configurar la interface atm en donde se conecta la fibra que viene del BPX**

```
LS1010#conf term
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
LS1010(config)#int atm 0/0/0
LS1010(config-if)# no ip address
LS1010(config-if)# no atm auto-configuration
LS1010(config-if)# no atm address-registration
LS1010(config-if)# no atm signalling enable
LS1010(config-if)# no scrambling cell-payload
LS1010(config-if)# no shut
LS1010(config-if)# exit
LS1010(config)#
```

### **Paso 5. Configurar la interface CBR en donde se conecta el E1 a entregar**

```
LS1010(config)#int cbr 0/1/0
LS1010(config-if)# no ip address
LS1010(config-if)# atm ces aal1 clock Adaptive
LS1010(config-if)# ces circuit 0
LS1010(config-if)# ces pvc 0 interface ATM0/0/0 vpi 20 vci 345
LS1010(config-if)#exit
LS1010(config)#exit
```

### **Paso 6. Guardar la configuracion.**

```
LS1010# wr
Building configuration...
[OK]
LS1010#
```

### **Paso 7. Entrar al MGX involucrado**

Desde UN SERVER SUN abrir un XTERM y dar un telnet

```
Sun# telnet 192.10.10.13
login: *****
```

```
password:*****
card number: 5
```

MGXHU.1.5.CESM.a >

Nota: el card number es el slot en donde se va a conectar el servicio.

Paso 8. Agregar la linea

MGXHU.1.5.CESM.a > addln **1**

Paso 9. Configurar linea

MGXHU.1.5.CESM.a > cnfln **1 3 8 2** clear

Paso 10. Agregar puerto

MGXHU.1.5.CESM.a > addport **1 1 1 31 2**

Paso 11. Agregar canal

MGXHU.1.5.CESM.a > addchan **51 1 1 47 255 15**



## Capítulo 1

### La Esencia de ATM

El modo de Transferencia Asíncrono (ATM Asynchronous Transfer Mode) es una nueva tecnología de conmutación de muy alta velocidad capaz de soportar aplicaciones multimedia de tráfico de datos, voz y video.

En las redes locales convencionales, por ejemplo Ethernet, se transmiten paquetes de longitud variable y se usa un esquema de contención no determinístico para acceder el medio. Cuando se transmiten datos de algún servicio en tiempo real tal como voz, esto podría causar retardos intolerables.

En ATM se usan pequeñas unidades de longitud fija, llamadas células, para transferir los datos. Los paquetes de datos son segmentados en células antes de ser colocados en el medio de transmisión y son reensamblados subsecuentemente en el destino. Esto conlleva a que las células de paquetes de tiempo crítico pequeño (por ejemplo, las de tráfico de voz) sean intercaladas con aquellas de paquetes muy grandes (por ejemplo transferencia de archivos).

En resumen, las células de longitud fija y pequeña producen un retardo mucho menor y reducen el jitter en la transmisión de datos en tiempo real a través de la red.

ATM combina la ventaja de poder tener un ancho de banda garantizado, ofrecida por los servicios de emulación de circuitos, con la flexibilidad de la asignación de ancho de banda dinámico (bajo demanda) que ofrece la conmutación de paquetes. Antes de que la comunicación pueda tener lugar en una red ATM, se establece una conexión o circuito virtual entre el emisor y el receptor. El circuito virtual garantiza la disponibilidad en la red del ancho de banda solicitado. A diferencia de los sistemas tradicionales orientados a conexión, tal como el sistema telefónico, en el que el ancho de banda de cualquier conexión punto a punto es estático, el ancho de banda de un circuito virtual es dinámico y se establece cuando se crea este circuito.

En la mayoría de las redes, incluyendo la Ethernet, el cable es compartido por todos los dispositivos conectados a la red. En contraste, en la red ATM, el medio físico no es compartido. En vez de esto, cada dispositivo conectado a la red ATM tiene su propio enlace dedicado que se conecta directamente al switch.

Si analizamos los protocolos existentes para la transferencia de datos podemos distinguir los no orientados a conexión (tal como IP, utilizado en Internet) y los orientados a la conexión como son X.25 y ATM, siendo la ventaja de este último sobre X.25 la utilización de tramas de longitud fija y reducida (células) frente a las tramas de longitud variable y larga (paquetes), situación que redundaba en una garantía en los retardos máximos soportados, necesaria en la conmutación de información sensible al retardo (voz y video y, en general, información multimedia).

La segunda ventaja básica del protocolo ATM, frente a otros protocolos tradicionales de transferencia de paquetes, es una simplificación funcional. La hipótesis asumida es que los niveles físicos de la red son suficientemente fiables (típicamente, fibra óptica), por lo que ciertas funciones existentes en los protocolos convencionales (recuperación de errores, control de flujo, etc.) se consideran excepcionales y se relegan a los terminales extremos. Las funciones del nivel ATM, al simplificarse, son susceptibles de implementarse por hardware, lo que impone un aumento del throughput o volumen de información por unidad de tiempo, procesada por el elemento de red.

Pero la mayor ventaja que puede obtenerse de una red ATM es la posibilidad de obtener lo que se conoce como ganancia estadística. Este efecto consiste en la posibilidad de aumentar el número de fuentes de tráfico de velocidad variable (VBR), por ejemplo en la forma de sesiones de videoconferencia, que pueden multiplexarse estadísticamente sobre un mismo enlace físico ATM, respecto del número de fuentes de velocidad fija (FBR) que se multiplexarán en el mismo enlace. En el segundo caso, el ancho de banda requerido sería la suma de los anchos de banda requeridos por cada una de las fuentes. En el primero, y asumiendo que las fuentes son incorreladas, para una probabilidad de pérdida (CLR) asumible, el ancho de banda por fuente se reduce, con tal que el número de fuentes multiplexadas sea alto, o lo que es lo mismo, que el cociente ancho de banda del enlace sobre ancho de banda de la fuente, sea grande (típicamente mayor que 100).

Para que esta condición se cumpla, en el mayor número de los casos, se exige velocidades del enlace altas. En el caso de servicios de videoconferencia (5 Mbps por fuente), el enlace debería ser de 622 Mbps. Esta es la razón por la que actualmente para aumentar la eficiencia de los enlaces ATM, se tiende a utilizar velocidades altas (hasta 2.4 Gbps), y, en general, multiplexan un número alto de fuentes de baja velocidad, en flujos de mayor velocidad.

## Capítulo 2

### Comparación de Funcionalidad de Red ATM con otras Tecnologías (IP)

#### Origen de ATM

- \*Creada por operadores para aprovechar mejor la infraestructura (supresión de silencios).
- \*Para área extensa (SONET/SDH).
- \*Tráfico multimedia (voz, vídeo, datos) con Calidad de Servicio.
- \*Tamaño de celda pequeño (48+5) para evitar eco. Elevado overhead

#### Origen TCP/IP

- \*Creado por informáticos para aprovechar mejor la infraestructura (conmutación de paquetes).
- \*Pensado para usar cualquier tecnología ('IP over everything')
- \*Diseñado para datos únicamente
- \*Datagramas de tamaño variable (<64 KB)

#### Comparación ATM Vs IP

ATM es orientado a conexión:

Establece circuito

Respeto el orden de las celdas

Facilidad para ofrecer QoS

IP es no orientado a conexión

No efectúa llamada

No respeta el orden

Servicio 'best effort' (QoS no estaba en el diseño inicial)

## ESTANDARIZACION

*'En sus inicios las redes IP fueron guiadas por un conjunto reducido de individuos competentes [... Por el contrario, los estándares ATM están siendo definidos en el Forum ATM por un gran número de empresas con intereses mutuamente incompatibles, no todas las cuales tienen experiencia en construir y operar redes ATM'*

F S. Keshav: *An Engineering Approach to Computer Networking*, 1997

## Capítulo 3

### **Principales Ventajas de ATM sobre otras tecnologías**

1.- ATM se ha originado por la necesidad de un standard mundial que permita el intercambio de información, sin tener en cuenta el tipo de información transmitida. Con ATM la meta es obtener un standard internacional. ATM es una tecnología que va creciendo y es controlada por un consenso internacional no por la simple vista o estrategia de un vendedor.

2.- Desde siempre, se han usado métodos separados para la transmisión de información entre los usuarios de una red de área local (LAN) y los de una red de gran tamaño (WAN). Esta situación traía una serie de problemas a los usuarios de LAN's que querían conectarse a redes de área metropolitana, nacional y finalmente mundial. ATM es un método de comunicación que se puede implantar tanto en LAN's como en WAN's. Con el tiempo, ATM intentará que las diferencias existentes entre LAN y WAN vayan desapareciendo.

3.- Actualmente se usan redes independientes para transportar voz, datos e imágenes de video debido a que necesitan un ancho de banda diferente. Por ejemplo, el tráfico de datos tiende a ser "algo que estalla", es decir, no necesita comunicar por un periodo extenso de tiempo sino transmitir grandes cantidades de información tan rápido como sea posible. Voz y video, por otra parte, tienden a necesitar un tráfico mas uniforme siendo muy importante cuando y en el orden en que llega la información. Con ATM, redes separadas no serán necesarias. ATM es la única tecnología basada en estándar que ha sido diseñada desde el comienzo para soportar transmisiones simultáneas de datos, voz y video.

4.- ATM es un standard para comunicaciones que esta creciendo rápidamente debido a que es capaz de transmitir a una velocidad de varios Megabits hasta llegar a Gigabits.

5.- Una única red ATM dará cabida a todo tipo de tráfico (voz, datos y video). ATM mejora la eficiencia y manejabilidad de la red.

6.- Capacita nuevas aplicaciones, debido a su alta velocidad y a la integración de los tipos de tráfico, ATM capacita la creación y la expansión de nuevas aplicaciones como la multimedia.

7.- Compatibilidad, porque ATM no está basado en un tipo específico de transporte físico, es compatible con las actuales redes físicas que han sido desplegadas. ATM puede ser implementado sobre par trenzado, cable coaxial y fibra óptica.

8.- Simplifica el control de la red. ATM está evolucionando hacia una tecnología standard para todo tipo de comunicaciones. Esta uniformidad intenta simplificar el control de la red usando la misma tecnología para todos los niveles de la red.

9.- Largo periodo de vida de la arquitectura. Los sistemas de información y las industrias de telecomunicaciones se están centrando y están estandarizado el ATM. ATM ha sido diseñado desde el comienzo para ser flexible en:

- Distancias geográficas
- Número de usuarios
- Acceso y ancho de banda (hasta ahora, las velocidades varían de Megas a Gigas).

## Otras **VENTAJAS**

¿Qué ventajas ofrece el servicio ATM respecto a servicios basados en X.25?

El servicio ATM no requiere complicados procedimientos de control y retransmisiones, lo que lleva consigo una alta proporción de información útil respecto a la información de control del Servicio (en las celdas ATM no existen cabeceras de control de nivel 3 como ocurre con la tecnología X.25).

Concretamente, ATM desplaza hacia los equipos terminales del cliente funcionalidad que en X.25 corresponde a la red (corrección de errores, control de flujo, etc.). Como consecuencia de la disminución de proceso en red, el servicio ATM se adecua mejor a altas velocidades de transmisión, minimiza el retardo en red y presenta un elevado rendimiento (alto porcentaje de información útil transmitida, cabeceras mínimas).

TABLA 1-2	X.25	ATM
Velocidad	2400 bit/s a 2 Mbit/s	34 Mbit/s
Retardo	Alto	Bajo
Caudal (throughput)	Medio	Alto
Tipo de tráfico	Datos	Datos/Voz/Video

X.25 está especialmente indicado para tráfico transaccional de bajo /medio caudal y, en particular, para comunicaciones centralizadas en las que muchos puntos se comunican con una instalación central. Ofrece gran cantidad de facilidades opcionales.

ATM está diseñado fundamentalmente para aplicaciones de entorno de Red de Área Local, es decir, transporte transparente de datos a alta velocidad, bajo retardo y alto caudal, transporte conjunto de diferentes tipos de tráfico y múltiples protocolos; también permite el transporte de voz y video.



### **¿Qué ventajas ofrece el servicio ATM respecto a soluciones punto a punto?**

El servicio ATM constituye una alternativa económica y flexible frente a las soluciones de red privada basadas en líneas dedicadas. Al basarse en la multiplexación estadística, permite la compartición y asignación dinámica de recursos de transmisión (equipos, líneas de acceso, red) a múltiples comunicaciones, con el consiguiente ahorro económico. Es especialmente adecuado para redes malladas con alta conectividad entre sus sedes (concepto de CVP), sin ocasionar los gastos elevados inherentes a la instalación de múltiples líneas dedicadas y sus respectivas interfaces en el equipamiento del cliente.

Mientras las líneas dedicadas constituyen una solución bastante rígida a la hora de modificar o ampliar la red, y sin capacidad de enrutamiento alternativo en caso de producirse un fallo o caída de una línea, el servicio ATM se adapta a los cambios en la topología de la Red de Cliente, y utiliza mecanismos de encaminamiento que establecen vías alternativas dentro de la Red de Datos en caso de fallo.

Por último, ATM es un servicio gestionado extremo a extremo, incluye la gestión de la Red de Cliente, siendo esta tarea en el caso de líneas dedicadas responsabilidad del propio cliente.

### **¿Qué ventajas ofrece el servicio ATM respecto al servicio Frame Relay?**

ATM es similar en concepto a Frame Relay. Ambos tienen la ventaja de proporcionar mayor velocidad de transmisión que X.25. En ATM la información está organizada en paquetes de tamaño fijo llamados celdas. Al igual que en Frame Relay, no hay información para el control de errores ni de flujo en las celdas, lo que permite alcanzar altas velocidades.

En ATM, el uso de celdas pequeñas de tamaño fijo tiene varias ventajas. En primer lugar, el uso de celdas pequeñas puede reducir el retardo en cola para una celda de alta prioridad cuando otra celda está siendo transmitida. En segundo lugar, al ser las celdas de tamaño fijo, la conmutación puede ser realizada más eficientemente. Este es un factor importante para obtener las tasas de bits tan altas.

## Capítulo 4

### Modelo de capas de ATM

#### Capa Física

- Define la forma en que las celdas se transportan por la red
- Es independiente de los medios físicos
- Tiene dos subcapas
  - TC (Transmission Convergence Sublayer)
  - I PM (Physical Medium Sublayer)

#### Capa ATM

- Provee un solo mecanismo de transporte para múltiples opciones de servicio
- Es independiente del tipo de información que es transmitida (datos, gráficos, voz. )audio, video) con excepción del tipo de servicio (QOS) requerido
- Existen dos tipos de header ATM
  - UNI (User-Network Interface)
  - NNI (Network-Network Interface)

#### ATM Adaptation Layer

- Provee las funciones orientadas al usuario no comprendidas en la Capa ATM
- Permite a la Capa ATM transportar diferentes protocolos y servicios de capas superiores
- Tiene dos subcapas
  - CS (Convergence Sublayer)
  - SAR (Segmentation and Reassembly Sublayer)

Si bien ATM se maneja con celdas a nivel de capas inferiores, las aplicaciones que generan la información a ser transportada por ATM no trabajan con celdas. Estas aplicaciones interactuarán con ATM por medio de una capa llamada «ATM Adaptation Layer». Esta capa realiza una serie de funciones entre las que se incluyen detección de errores (celdas corruptas).

En el momento de establecer la conexión el host debe especificar el protocolo de capa de adaptación que va a usar. Ambos extremos de la conexión deben acordar en el uso del mismo protocolo y este no puede ser modificado durante la vida de la conexión.

Hasta el momento solo se han definido dos protocolos de capa de adaptación para ser usados por ATM. Uno de ellos se encuentra orientado a la transmisión de información de audio y video y el otro para la transmisión de datos tradicionales.

ATM Adaptation Layer 1 (AAL1) transmite información a una tasa de bits fija. Las conexiones creadas para trabajar con video deben usar AAL1 dado que requieren un servicio de tasa constante para no tener errores de parpadeo o «flicker» en la imagen.

La transmisión de datos tradicionales trabaja con la AAL5 para enviar paquetes de un nodo a otro. Ahora, si bien ATM trabaja con tramas o celdas de tamaño fijo. Los protocolos de capa superior generalmente manejan datagramas de longitud variable. Una de las funciones de la AAL5 consiste en adaptar estas tramas a celdas. En particular la AAL5 puede recibir datagramas de hasta 64 Kb de longitud.

El paquete manejado por la AAL5 difiere estructuralmente de otros tipos de tramas existentes ya que la información de control se inserta al final de la misma. La longitud de la misma es de 8 bytes.

Cada una de las tramas de AAL5 debe ser fraccionada en celdas para poder ser transportadas por la red para luego ser re combinadas en el nodo remoto.

Cuando el datagrama es un múltiplo de 48 bytes el resultado de la división da un número entero de celdas. En caso contrario la última de las celdas no se encontrará completa.

Para poder manejar paquetes de longitud arbitraria, AAL5 permite que la celda final pueda contener entre 0 y 40 bytes de datos y coloca la información de control al final de la misma precedida por los ceros de relleno necesarios. En otras palabras, la información de control se coloca al final de la secuencia de celdas donde puede ser encontrada y extraída sin necesidad de conocer la longitud del datagrama fraccionado.

## Capítulo 5

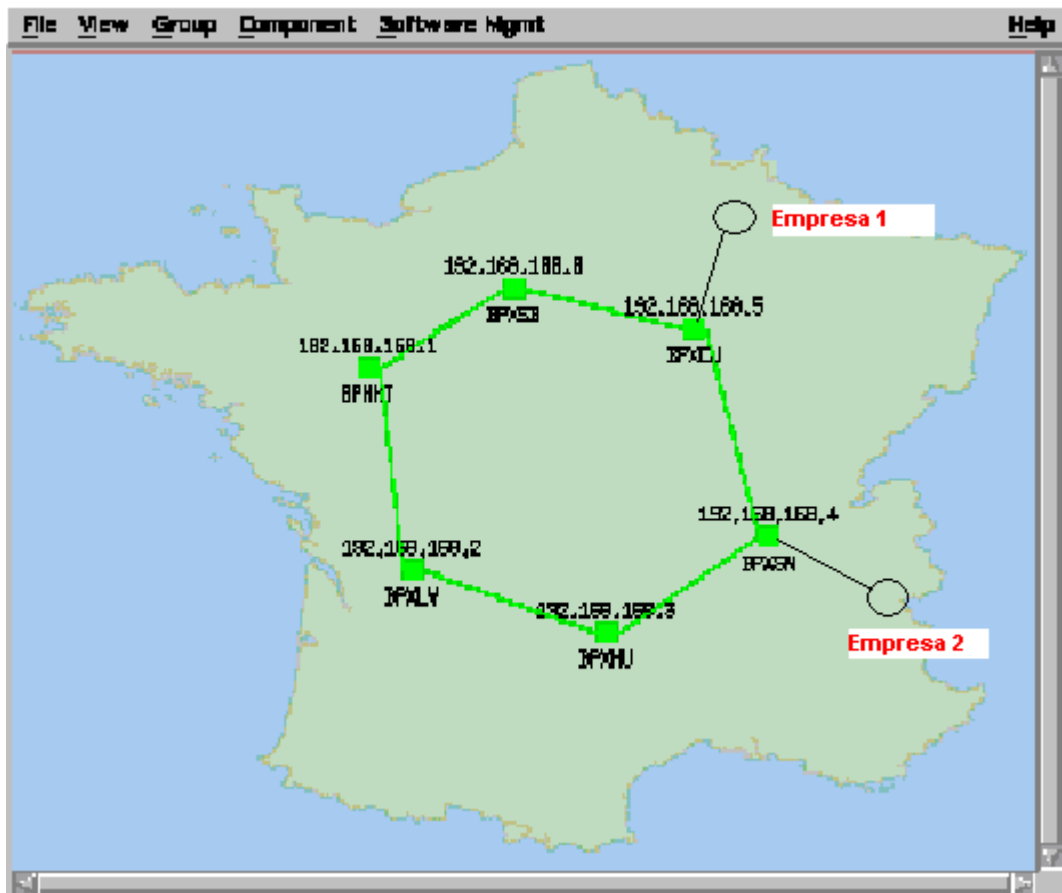
### Principal beneficio de ATM sobre tecnología SDH

A continuación se explica un ejemplo del principal beneficio de la Tecnología ATM sobre SDH la cual es el:

-Realizar conexiones estructuradas (62kbps,128kbps, 256kbps...etc) en ATM , las cuales no se pueden realizar en SDH ya que SDH solo permite servicios E1 (2mb), E3, STM1.

Ejemplo de Anillo metropolitano de Fibra Óptica con Tecnología ATM y monitoreado en una plataforma HP Open Vian.

En la figura que se muestra podemos apreciar que se encuentran 6 nodos( 6 equipos switchs atm marcas BPX Cisco)enlazados entre si en el área metropolitana simulando una red de Fibra Óptica llamándole BPXLV al nodo Linda Vista-BPXHU al nodo Huinala y así sucesivamente, si por ejemplo 2 empresas se desean interconectar entre si una situada en el área de Cumbres y otra en Linda vista y esta empresa desea tener un servicio de 512kbps la tecnología mas recomendada seria ATM ya que en ella podemos multiplexar en celdas los tamaños de paquetes que el cliente desea y en SDH implicaría meter equipos externos para ayudar a SDH a multiplexar ya que esta acción no es propia de SDH como si de ATM.



Creando la configuración entre Empresa 1 y 2.

1.-Se crea la configuración en ambos switches ATM en este caso en los nodos LV y CU. Que es donde se encuentran situadas las empresas.

Como se realiza esto?

1.1.-Creación de conexión lógica en ATM entre switches BPXs involucrados.

a) Accesar vía telnet a uno de los 3 BPXs: BPXLV Y/o BPXSN y configurar la conexión lógica como se muestra en la figura., (En este caso se escogió el BPXLV pero se pudo realizar en el BPXSN , Solo es necesario hacerlo en 1 BPX.)

```

C:\WINNT\system32\telnet.exe
BPXLU      IN      cnoc:0      BPX 8620  9.2.30      Sep. 12 2003 01:47 CDT
TRK      Type      Current Line Alarm Status      Other End
3.3      OC3      Clear - OK      MGXLU<AXIS>
4.1      OC3      Clear - OK      BPXMT/3.2
4.2      OC3      Clear - OK      BPXHU/3.2
4.3      OC3      Clear - OK      MGXLU_II<AXIS>
4.5      OC3      Clear - OK      BPXMT/3.8
4.6      OC3      Clear - OK      BPXMT/10.3
4.7      OC3      Clear - OK      BPXHU/3.4
4.8      OC3      Clear - OK      BPXMT/10.2
5.2      OC12     Clear - OK      BPXHU/5.2
6.1      OC12     Clear - OK      BPXALS/5.1
9.2      OC12     Clear - OK      BPXMT/9.1

Last Command: dsptrks

Next Command: addcon 3.3.8.86 BPXSN 3.3.9.98 cbr 1450 * * y

```

- Indica el número de troncal a la que esta conectado el equipo MGX.
- Indica el número de Puerto en donde se conecta en el MGX
- Indica las celdas a configurar en ATM correspondientes a 512 kbps... consultar tabla 2.2 en sección diagramas y tablas para más información

-Como se puede apreciar el puerto 98 dentro de un acceso vía telnet al equipo MGXLV se aprecia que este puerto esta desocupado, así como en la parte de la figura de mas abajo el pto. 86 del MGXLV esta desabilitado y listo y por tal motivo se esta aprovisionando para unir a las 2 empresas.



```

C:\WINNT\system32\telnet.exe
i Line Conn      Type      Status/Coding      Length      XmtClock Alarm Stats
   Type                                         Source      Alarm
-----
9.1  SMB  dsx1E1CCS  Mod/dsx1HDB3  G.703 75 ohm  LocalTim  No  No
9.2  SMB  dsx1E1CLEAR  Mod/dsx1HDB3  G.703 75 ohm  LocalTim  No  No
9.3  SMB  dsx1E1CLEAR  Mod/dsx1HDB3  G.703 75 ohm  LocalTim  No  No
9.4  SMB  dsx1E1CLEAR  Mod/dsx1HDB3  G.703 75 ohm  LocalTim  No  No
9.5  SMB  dsx1E1CCS  Mod/dsx1HDB3  G.703 75 ohm  LocalTim  No  No
9.6  SMB  dsx1E1CCS  Mod/dsx1HDB3  G.703 75 ohm  LocalTim  No  No
9.7  SMB  dsx1E1CCS  Mod/dsx1HDB3  G.703 75 ohm  LocalTim  No  No
9.8  SMB  dsx1E1CAS  Dis/dsx1HDB3  G.703 75 ohm  LocalTim

LineNumOfValidEntries: 8

Syntax : dsplns

MGXSN.1.9.CESM.a >
MGXSN.1.9.CESM.a >

```

Los comandos para agregar el puerto en MGX es Addln, addport, addchan.

```

C:\WINNT\system32\telnet.exe
i Line Conn      Type      Status/Coding      Length      XmtClock Alarm Stats
   Type                                         Source      Alarm
-----
8.1  SMB  dsx1E1CLEAR  Mod/dsx1HDB3  G.703 75 ohm  LocalTim  No  No
8.2  SMB  dsx1E1CLEAR  Mod/dsx1HDB3  G.703 75 ohm  LocalTim  No  No
8.3  SMB  dsx1E1CLEAR  Mod/dsx1HDB3  G.703 75 ohm  LocalTim  No  No
8.4  SMB  dsx1E1CLEAR  Mod/dsx1HDB3  G.703 75 ohm  LocalTim  No  No
8.5  SMB  dsx1E1CLEAR  Mod/dsx1HDB3  G.703 75 ohm  LocalTim  No  No
8.6  SMB  dsx1E1CAS  Dis/dsx1HDB3  G.703 75 ohm  LocalTim
8.7  SMB  dsx1E1CLEAR  Mod/dsx1HDB3  G.703 75 ohm  LocalTim  No  No
8.8  SMB  dsx1E1CCS  Mod/dsx1HDB3  G.703 75 ohm  LocalTim

LineNumOfValidEntries: 8

Syntax : dsplns

MGXLU.1.8.CESM.a >
MGXLU.1.8.CESM.a > _

```

Ejemplo de estructuración en equipo SDH:

Como se mencionaba en SDH no es posible estructurar servicios ya que la mayoría de sus circuitos están en canales de E1 (2mb) y para estructurar necesita de un equipo externo como un descanalizador, como se muestra en la figura.

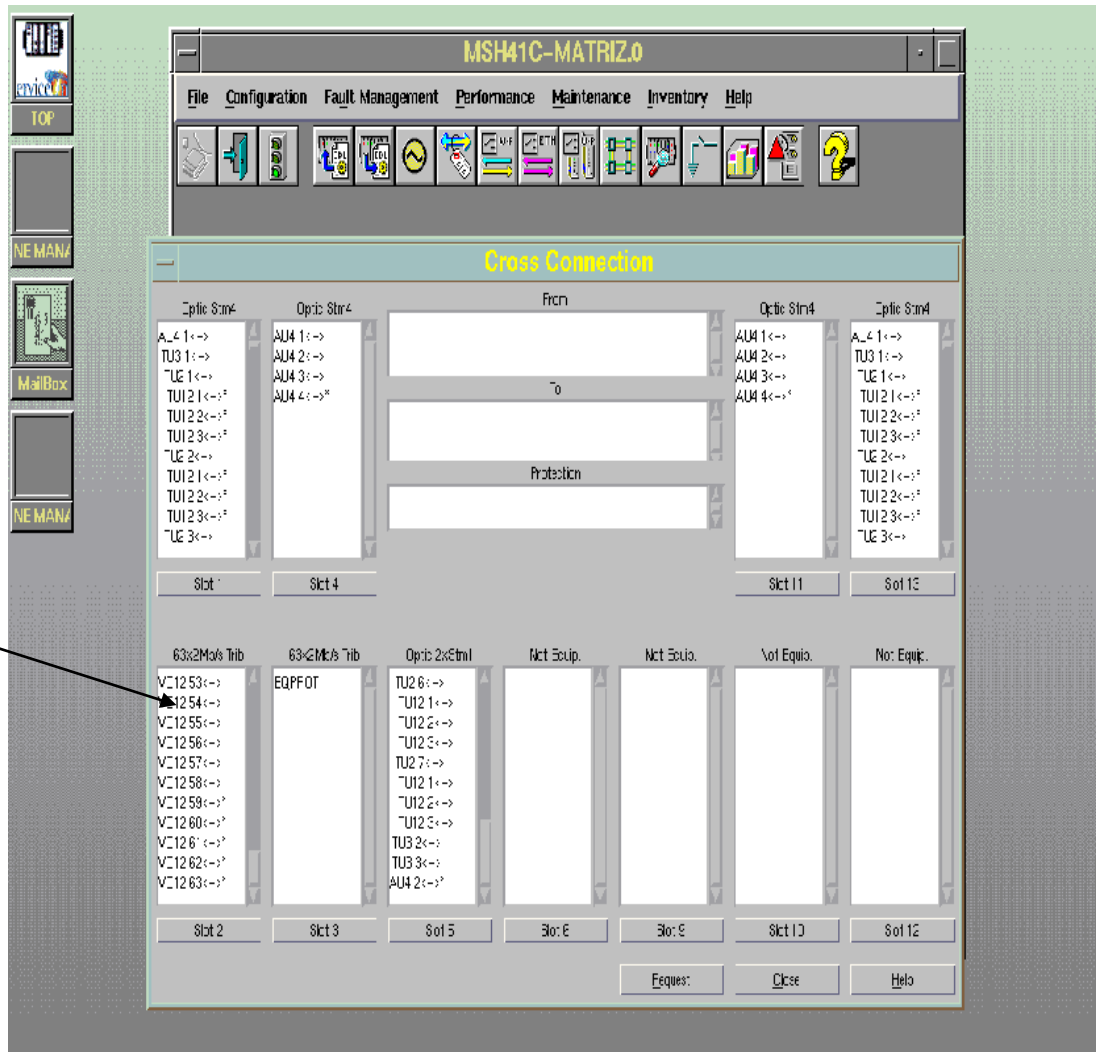


TABLA DE RELACION DE Time Slots y Anchos de Banda para la configuración de celdas en ATM.

bytes/384=cellsatm

ej 64kbps=64000/384=166

TABLA 2-2

TS	BW(kbps)	CELLS(ATM)
1	64	170
2	128	341
3	192	512
4	256	683
5	320	854
6	384	1025
7	448	1196
8	512	1367
9	576	1538
10	640	1709
11	704	1880
12	768	2051
13	832	2222
14	896	2393
15	960	2564
16	1024	2735
17	1088	2906
18	1152	3077
19	1216	3248
20	1280	3419
21	1344	3590
22	1408	3761
23	1472	3932
24	1536	4103
25	1600	4274
26	1664	4445
27	1728	4616
28	1792	4787
29	1856	4958
30	1920	5129
31	1984	5300
32	2048	5471

## Capítulo 6

### Evaluación de la seguridad en redes con tecnología ATM

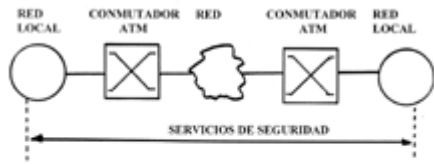
La tendencia actual hacia redes ATM requiere llevar a cabo una revisión de las cuestiones de seguridad de red. La tecnología ATM está basada en los conceptos de conexiones virtuales conmutadas y células de longitud fija, lo cual contrasta con las redes convencionales (Ethernets, IEEE 802.3, Token Bus, ...) que son "sin conexión", de "medio compartido" y de "difusión". Estas diferencias conceptuales requieren el desarrollo de nuevos protocolos como ILMI (Interim/Integrated Local Management Interface), P-NNI (Private Network-Network Interface), etc. Estas especificaciones aún no han sido sujetas a un completo análisis de seguridad. La tecnología ATM original no presenta mecanismos de seguridad en el establecimiento de llamadas, a menos que se aseguren todos los operadores de red a lo largo del camino. No existe autenticación por paquete AAL, por tanto es posible el robo de VCs, incluso con establecimiento de llamada autenticado. Existe una tendencia a suponer que la fibra óptica es inherentemente segura. Aunque es cierto que algunas formas de ataques son más difíciles con enlaces de fibra óptica (por ejemplo el pinchar líneas), los ataques no son imposibles.

También existe una tendencia a suponer que el "packet-sniffing" no es posible en una red ATM debido a que ATM es una tecnología orientada a la conexión y la conmutación de células ATM ocurre en hardware en vez de en software. Esto tampoco es cierto. ATM es vulnerable a muchos de los mismos tipos de ataques que han acontecido en la comunidad Internet, especialmente la escucha clandestina (es decir el sniffing de paquetes/células). Se ha demostrado que el sniffing de células ATM utiliza las mismas técnicas que el sniffing de paquetes IP. Se puede conectar un analizador de protocolos a un conmutador ATM y capturar las secuencias de "login" (es decir, los identificadores de usuarios y passwords) que atraviesan la red.

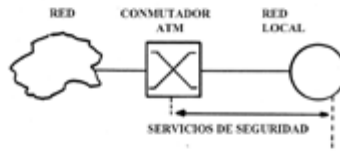
Aunque esto puede no ser una vulnerabilidad significativa para una red local (o LAN) donde todo el hardware de conmutación se encuentra controlado por una organización, puede ser bastante significativo para redes locales "lógicas" (que compartan el mismo espacio de dirección) que se extiendan a lo largo de un área extensa y para WANs (Wide Area Networks) que utilizan la infraestructura de red ATM que no esté controlada por una única organización. Además de la vulnerabilidad al "sniffing de células", ATM es vulnerable a ataques de mascarada. El protocolo de señalización ATM no implementa una forma de asegurar la autenticación de un usuario que accede a un sistema.

El campo de identificador de parte llamada del mensaje de señalización SETUP (para el establecimiento de llamadas conmutadas) es opcional y es suministrado por la parte que llama. La parte llamada no tiene forma de asegurar la corrección de la información del campo identificador de la parte que llama y por tanto no tiene forma de asegurar la autenticación de la parte que llama. ATM también es vulnerable a ataques de denegación de servicio.

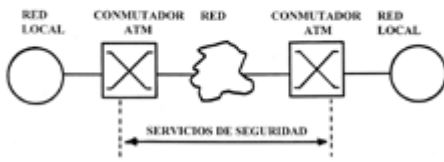
El mensaje de señalización RESTART (para el re-arranque) se puede utilizar para des-asignar recursos de ancho de banda asociados con cualquier VC (Virtual Circuit) especificado en el mensaje, incluyendo cada VC activo para otro usuario. El protocolo de señalización estándar no requiere prueba de identidad para el usuario que emita la petición. Pueden identificarse tres entornos a la hora de analizar los servicios de seguridad ATM entre conmutadores: (1) Servicios de Seguridad Extremo a Extremo entre un computador/nodo-final y otro a través de una red pública o privada. (2) Servicios de Seguridad desde un computador al conmutador ATM de la frontera de una red pública o privada. (3) Servicios de Seguridad entre Conmutadores ATM que residen en redes públicas o privadas separadas.



(a) SERVICIOS DE SEGURIDAD EXTREMO A EXTREMO.



(b) SERVICIOS DE SEGURIDAD COMPUTADOR FINAL CONMUTADOR ATM.



(c) SERVICIOS DE SEGURIDAD ENTRE CONMUTADORES ATM.

Figura 1

- **TAXONOMÍA Y TIPIFICACIÓN DE AMENAZAS EN REDES ATM**

Al igual que otras redes, las redes ATM son vulnerables a un gran número de amenazas. Las más usuales son: Escuchas clandestinas, falsificación (o "spoofing"), denegación de servicios, robo de VCs, análisis de tráfico, etc. El análisis de tráfico y el robo de VCs es característico de redes ATM.

1) Escuchas clandestinas. En este tipo de amenazas el atacante conecta o pincha el medio de transmisión y obtiene acceso no autorizado a los datos. Es uno de los ataques más comunes en las redes. Puesto que la mayoría de las redes ATM se conectan con cables de Fibra Óptica, se podría pensar que no es fácil pinchar una red ATM, sin embargo el costo necesario para pinchar una fibra óptica es lo suficiente bajo como para que lo pueda realizar cualquier individuo.

2) Falsificación. En este tipo de ataque el atacante intenta suplantar a otro usuario para que pueda obtener acceso a los recursos que pertenecen a la víctima tanto para utilizarlos como para destruirlos. Este tipo de ataques puede precisar herramientas especiales para manipular las unidades de datos de protocolo que transportan información valiosa. A veces, el atacante puede necesitar un permiso de acceso especial, por ejemplo ser "super-usuario" en un entorno Unix. Sin embargo, puesto que la red suele estar conectada a otras muchas redes no seguras a través de Internet, es imposible impedir que un atacante obtenga este permiso de acceso o incluso siga la pista de las personas con este permiso de acceso particular. La tecnología ATM también se implementa en dominios públicos, por tanto también está sujeto a esta clase de ataques.

3) Denegación de Servicio: ATM es una técnica orientada a la conexión. Una conexión que se denomina Circuito Virtual (o VC, Virtual Circuit) en ATM, está gestionado por un conjunto de señales. El VC se establece utilizando señales SETUP y puede ser desconectado empleando señales RELEASE o DROP PARTY.

Si un atacante envía a un conmutador ATM intermedio una señal RELEASE o DROP PARTY en el camino de un VC, entonces el VC se desconectará. Enviando estas señales frecuentemente, el atacante puede perturbar de forma importante la comunicación entre usuarios, por tanto puede inhabilitar/degradar la calidad de servicio (o QoS, Quality of Service) de ATM. Combinando esta técnica con otras como la escucha clandestina, el atacante puede incluso llegar a bloquear por completo un usuario de otro(s).

4) Robo de VCs. Si dos conmutadores de una red ATM se ponen en peligro, el atacante incluso puede robar un VC de otro usuario. Por ejemplo VC1 y VC2 son dos canales virtuales que atraviesan el conmutador ATM A y el conmutador ATM B. VC1 es propiedad del usuario U1 y VC2 del usuario U2. Si A y B se ponen en peligro, entonces A puede conmutar células de VC1 que van desde A hasta B a través de VC2 y B conmutará de vuelta esas células a VC1. Puesto que los conmutadores reenviarán células en base al identificador VCI (Virtual Channel Identifier) o VPI (Virtual Path Identifier) de la cabecera de la célula, A y B pueden alterar estos campos de ida y vuelta. Los conmutadores entre A y B no se darán cuenta de estos cambios y conmutarán las células que se suponen de VC2 como las células de VC2 auténticas. En una red de conmutación de paquetes pública, U1 no ganará demasiado utilizando esta técnica. Sin embargo, en una red ATM, si se garantiza la calidad de servicio, entonces el usuario U1 puede obtener beneficios robando un canal de calidad mayor que el usuario U1 no se encuentra autorizado utilizar de acuerdo a la política de control de acceso. El usuario U1 puede ganar incluso más si cada usuario debe pagar por las comunicaciones. En ambos casos, el usuario U2 será el perjudicado. Alguien puede argumentar que la posibilidad de que un conmutador ATM pueda verse en peligro es muy baja. Esto es cierto si la red ATM es propiedad de una organización. Sin embargo, cuando se considera una red de interconexión de redes ATM, en cuyo caso las células viajarán a través de redes ATM diferentes, será muy fácil poner en peligro los dos conmutadores ATM.



5) Análisis de Tráfico. Canales Encubiertos. El análisis de tráfico se refiere a una amenaza en la que el atacante puede obtener información recogiendo y analizando la información como por ejemplo el volumen, el "timing" y las partes de la comunicación de un VC. El volumen y "timing" pueden revelar cierta información para el atacante incluso aunque los datos se encuentren cifrados, debido a que el cifrado no afectará al volumen y "timing" de la información. Asimismo, las partes origen y destino se pueden obtener de la cabecera de la célula (que normalmente se encuentra sin cifrar, en texto en claro) y algún conocimiento de la tabla de encaminamiento. Otra amenaza relacionada son los "canales encubiertos o subliminares". En esta técnica, el atacante puede codificar la información en el timing y volumen de datos, en el VCI o incluso en la clave de sesión de forma que puede liberar información a otras personas sin ser monitorizado. Normalmente estos dos tipos de ataques no suelen suceder. Sin embargo, cuando se utiliza ATM en un entorno que necesita fuertes medidas de seguridad, se debe considerar la posibilidad de que pueda suceder.

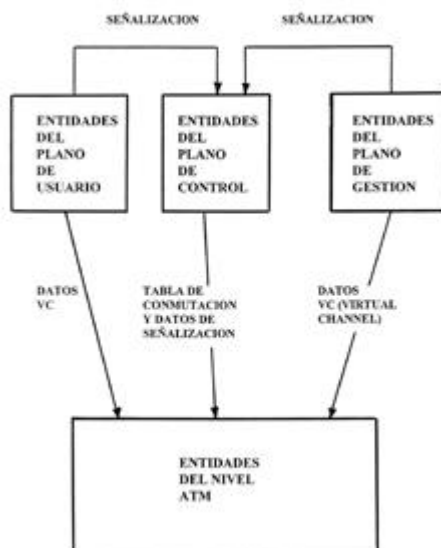


Figura 2

- **NECESIDADES DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD**

El primer paso a la hora de construir un sistema de seguridad ATM es identificar las necesidades de seguridad de las comunicaciones sobre ATM:

1) Requerimientos Generales: a) Autenticación. Se refiere a la necesidad de conocer si el usuario es el que dice ser. b) Confidencialidad. Hace referencia a que sólo los usuarios autorizados pueden acceder al contenido de los datos. c) Integridad. Este requerimiento se relaciona con que los datos no los pueden alterar terceras partes durante la transmisión. d) No repudio. Esta necesidad implica que un usuario no puede negar el hecho de que ha accedido a un dato o servicio. Está probado que además del no repudio, una red pública segura al menos tiene que satisfacer los otros tres requerimientos. Y un sistema de seguridad para una red también debe proporcionar servicios de gestión de claves seguras (por ejemplo distribución de claves) y control de acceso para los usuarios. Un buen esquema de gestión de claves es la base de todo sistema de seguridad. La seguridad procede del cifrado/descifrado. Si las claves utilizadas en el cifrado/descifrado las puede obtener fácilmente un atacante, entonces el sistema de seguridad será derrotado. Y en un sistema de red, debido a que existen muchos usuarios, la gestión y distribución de claves no se puede realizar manualmente, debe realizarse automáticamente o semiautomáticamente y el intercambio de claves se efectuará a través de la red. Una cuestión de gran importancia es el modo en que las claves se deben transferir a través de la red, especialmente cuando la red se inicializa. La autenticación es importante en sistemas de comunicación. En una red pública, todo, incluido las claves, debe autenticarse para evitar falsificaciones (o "spoofing"). La confidencialidad no sólo se necesita para proteger los datos de accesos no autorizados, sino también para garantizar la correcta distribución de claves simétricas. La integridad puede verse como cierto tipo de autenticación, que significa que los datos deberían ser los datos originales enviados por el que dice ser (sin

falsificación). La gestión de claves, la autenticación, la confidencialidad y la integridad dependen entre sí. Deficiencias en cualquiera de ellas hará al sistema no seguro. El control de acceso es más importante en redes ATM que en otras redes. Las redes ATM garantizan la calidad de servicio de la comunicación. La calidad de servicio se implementa clasificando el tráfico en diferentes categorías y encaminándolo en base a diferentes prioridades. Si el acceso a la red no se encuentra restringido, entonces nada se puede hacer respecto a la calidad de servicio.

2) Necesidades Específicas: El Forum ATM basándose en el análisis de los objetivos del cliente, operador y comunidad pública identifica como principales objetivos de seguridad para redes ATM: a) Confidencialidad. 2) Integridad de los datos. 3) Responsabilidad. 4) Disponibilidad. La responsabilidad significa que todas las invocaciones a servicios de red ATM y actividades de gestión de red sean responsables. Cualquier entidad debe ser responsable de las actividades que inicie. La responsabilidad incluye tanto a la autenticación como al no repudio. Es muy importante para los operadores gestionar el sistema y la facturación de servicios. La responsabilidad significa que todas las entidades legítimas deberían poder acceder a facilidades ATM de forma correcta, no debe suceder ninguna denegación de servicio. Esto es importante para que pueda existir una calidad de servicio (o QoS, Quality of Service). De acuerdo a estos objetivos el Forum propone las funciones principales que un sistema de seguridad ATM debería proporcionar: a) Verificación de Identificadores. El sistema de seguridad debería poder establecer y verificar la identidad señalada y cualquier actor de una red ATM. b) Acceso controlado y Autorización. Los actores no deberían obtener acceso a la información o recursos si no se encuentran autorizados para ello. c) Protección de la Confidencialidad. Los datos almacenados y comunicados deben ser confidenciales. d) Protección de la Integridad de los Datos. El sistema de seguridad debería garantizar la integridad de los datos almacenados y comunicados. e) Responsabilidad fuerte: Una entidad no puede denegar la responsabilidad de sus acciones realizadas así como de sus efectos. f) Registro de actividades.

El sistema de seguridad debería soportar la capacidad de recuperar información sobre las actividades de seguridad de los elementos de red con la posibilidad de seguir la pista de esta información a individuos o entidades.

g) Reporte de Alarmas. El sistema de seguridad debería poder generar notificación de alarmas-cerca de ciertos eventos ajustables y selectivos relacionados con la seguridad.

h) Auditoría. Cuando se produzcan transgresiones de seguridad, el sistema debería poder analizar los datos registrados relevantes a la seguridad.

i) Recuperación de la seguridad. El sistema de seguridad debería poder recuperarse de las intrusiones con éxito o de los intentos de intrusión al sistema.

j) Gestión de la Seguridad. El sistema de seguridad debería poder gestionar los servicios de seguridad derivados de las necesidades anteriores.

De las diez necesidades, las dos últimas no proporcionan servicios de seguridad. Sin embargo, son necesarias para soportar el mantenimiento de los servicios de seguridad. Si el sistema de seguridad no puede recuperarse de los ataques y no puede proporcionar ningún servicio de seguridad, entonces el sistema no será seguro después de estos ataques. Por otra parte, los servicios e información de seguridad relativa a la seguridad deben ser gestionados de forma segura, son la base del sistema de seguridad.

- **IMPLEMENTACION DE LOS SERVICIOS DE SEGURIDAD**

Tras identificar las necesidades de un sistema de seguridad ATM, se analiza la forma de implementar los servicios de seguridad en redes ATM. Para identificar el ámbito de seguridad ATM se observa la arquitectura de niveles de ATM que incluye básicamente tres planos: a) Plano de Usuario. b) Plano de Control. c) Plano de Gestión. Cada plano incluye un conjunto de entidades. Las entidades del plano de usuario se utilizan para transferir datos de usuario. Las entidades del plano de control tratan del establecimiento de la conexión, de la liberación y de otras funciones de conexión (utilizan protocolos de señalización). Las entidades del plano de gestión realizan funciones de coordinación y administración relacionadas con el plano de control y con el plano de usuario. El plano de gestión incluye las funciones P-NNI relativas al establecimiento de una infraestructura de encaminamiento.

Además de las entidades de estos tres planos, existen las entidades del nivel ATM. Las entidades del nivel ATM realizan la transferencia de datos ATM en nombre de las otras entidades de los tres planos.

- **COLOCACIÓN DE SERVICIOS DE SEGURIDAD EN REDES ATM.**

Tras identificar las necesidades y el ámbito de la seguridad ATM, se analiza la forma de ubicar los servicios de seguridad en la arquitectura de red ATM. De acuerdo a la figura 2, el plano de usuario (o Plano U) es el plano que interactúa directamente con el usuario. Por tanto, para satisfacer los objetivos de seguridad del usuario, el plano de usuario debe proporcionar los servicios de seguridad como el control de acceso, la autenticación, la confidencialidad y la integridad de datos. Otros servicios como el intercambio de claves, la infraestructura de certificación y la negociación de opciones de seguridad puede ser útil para satisfacer la diversidad de necesidades del usuario. Por tanto, también deberían ser soportados por el plano de usuario. Es importante proporcionar diferentes opciones de servicios de seguridad ya que existen diversas clases de tráfico en una red ATM.

Las distintas conexiones tienen diferentes necesidades de seguridad. Los servicios de seguridad del plano de usuario deben proporcionar suficiente flexibilidad para satisfacer estas necesidades. En el plano de control ATM (o Plano C), se configurará la red para proporcionar un canal de comunicaciones para un usuario. De la figura 2, se observa que el plano de control puede interactuar con la tabla de conmutación o puede gestionar el canal virtual. Pueden realizarse diferentes ataques al plano de control, por tanto, es muy importante dotar de seguridad al plano de control. El punto clave a la hora de dotar de seguridad al plano de control es proporcionar autenticación y confidencialidad a la señalización. Si el receptor del mensaje o incluso una tercera parte puede verificar la fuente de este mensaje, entonces no puede suceder el ataque de denegación de servicios. También puede utilizarse la autenticación del plano de control para proporcionar la información de auditoría para la facturación correcta que debe ser inmune al repudio.

También es importante la seguridad del plano de gestión (o Plano G). En el esquema de seguridad del plano de gestión se deben considerar entre otros los siguientes aspectos: a) La seguridad del arranque (o "bootstrapping"). b) El descubrimiento del vecino autenticado. c) La seguridad del ILMI (Interim Local Management Interface). d) La seguridad de los circuitos virtuales permanentes. En una infraestructura de seguridad, se debe proporcionar recuperación de la seguridad y gestión de la seguridad. Las partes principales de estos dos requerimientos deben implementarse en el plano de gestión. Puesto que todos los datos deben transmitirse utilizando el nivel ATM, es muy importante hacer seguro el nivel ATM, se requieren la autenticación, confidencialidad, integridad, etc. La seguridad del nivel ATM se debe implementar desde el punto de vista extremo a extremo, conmutador-extremo y conmutador-conmutador, figura 1. Puesto que los conmutadores pueden ver y reenviar células ATM, la integridad de datos para conmutador-conmutador y computador-conmutador es conveniente implementarla por célula ATM.

Esto significa incluir una firma digital a cada célula ATM. Sin embargo, esto supone un coste ("overhead") no deseado. Por tanto se ha sugerido que la integridad sólo se proporcione desde el punto de vista computador-computador. Es importante señalar que una cuestión es hacer seguro el nivel ATM y otra hacer seguro los niveles superiores. Una conexión del nivel ATM no es la misma que una conexión de nivel superior. Aunque se proteja y autentifique una conexión ATM, una conexión de nivel superior aún deberá protegerse y autenticarse. Esto es especialmente necesario cuando se establece una conexión para una red convencional (Ethernet, IEEE 802.3,...) que se conecta a un conmutador ATM. En este caso, la conexión se compartirá para todos los computadores de la red convencional. Las cuestiones de seguridad en esta área aún no se han desarrollado plenamente.

- **SEGURIDAD EN TECNOLOGÍA ATM.**

## SEÑALIZACIÓN ATM.

Los procedimientos de señalización Q.2931 (ITU-T) se utilizan para establecer conexiones punto a punto. La figura 3 muestra los mensajes extremo a extremo SETUP y CONNECT utilizados para conexiones punto a punto. Los otros mensajes como CALL PROCEEDING y CONNECT\_ACK tienen significado local y no se incluyen en la figura 3. Los mensajes de señalización se identifican mediante la "referencia de llamada" y se protegen utilizando temporizadores de supervisión. Cuando expira el temporizador, la llamada terminará si no existe respuesta. Esta capacidad proporciona a los mensajes de señalización unicidad e indica que son recientes/nuevos. Para SVCs, se puede incluir en los mensajes SETUP y CONNECT mecanismos de autenticación e intercambio de claves. Si el usuario llamado pone a uno un cierto flag del mensaje CONNECT, el emisor enviará utilizando la opción de mensaje "conexión disponible". Los elementos de información serán similares a los utilizados en los flujos OAM. La figura 4 muestra los servicios de seguridad que puede soportar cada nivel del Modelo OSI del ISO. El nivel físico puede soportar confidencialidad de datos utilizando protocolos de cifrado extremo a extremo.

El nivel de enlace de datos también puede soportar confidencialidad de datos utilizando protocolos de cifrado enlace a enlace en vez de extremo a extremo. Los niveles de red y transporte pueden soportar autenticación, control de acceso, confidencialidad de datos e integridad de datos. El nivel de sesión no soporta según el ISO ningún servicio de seguridad. El nivel de presentación puede soportar confidencialidad de datos. El nivel de aplicación OSI puede soportar los cinco servicios de seguridad. La arquitectura de seguridad OSI sólo analiza los servicios que puede soportar cada nivel, no dice nada acerca de qué servicios debería soportar cada nivel.



La tecnología ATM se ha identificado como el modo de transferencia para implementar la RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) de banda ancha, una red universal que soporta diferentes aplicaciones y categorías de clientes. Muchas de estas aplicaciones implican datos sensibles o flujos de información muy valiosa. Por tanto, la seguridad de red es una cuestión crítica en los servicios ATM ofrecidos.

El Forum ATM se encuentra actualmente desarrollando una arquitectura de seguridad para los servicios de red ATM, en ella se divide el problema de la seguridad en: (1) Seguridad del Plano de Usuario (extremo a extremo o conmutador a conmutador). (2) Seguridad del Plano de Control. (3) Seguridad del Plano de Gestión. (4) Control de Acceso. La seguridad del plano de usuario tiene que ver con la seguridad de los Canales Virtuales (o VCs) establecidos entre usuarios finales. Al igual que otros tipos de redes, la seguridad del VC del plano de usuario extremo a extremo implica soportar las siguientes necesidades: (1) Autenticación de las entidades del plano de usuario. La autenticación requiere que la entidad a ser autenticada tenga un nombre distinguible (o ID, Identifier) y una clave asociada. Las entidades de ATM pueden identificarse utilizando dos formatos de direcciones: (a) Formato NSAP (formato de direcciones privado), utiliza una longitud fija. (b) Formato E.164.

Tiene direcciones de longitud variable. El Forum ATM especifica el uso del formato NSAP para identificar las entidades ATM; las direcciones son de 20 bytes de longitud. (2) Confidencialidad de los VCs, lo que supone protegerse contra posibles escuchas clandestinas. (3) Integridad de Datos en los VCs, lo que significa detectar los posibles esfuerzos para alterar los datos. El Modelo de Referencia del protocolo ATM consta de tres planos: plano de usuario, plano de control y plano de gestión. Cada plano se modeliza como una entidad separada basada en el modelo de referencia de protocolos OSI.

Una de las diferencias entre ATM y los protocolos convencionales como X.25 y TCP/IP es que los protocolos convencionales incluyen señalización de control en el mismo canal que la transferencia de datos, mientras que ATM utiliza señalización de canal común que se encuentra separada del canal de transferencia de datos. El OAM (Operations, Administration and Maintenance) de las conexiones ATM es una parte del plano de gestión, que realiza las funciones de coordinación relativas a los planos de usuario y de control. Las funciones incluyen monitorización del rendimiento, detección de fallos y defectos, localización de fallos y gestión del sistema. El modelo de referencia del protocolo ATM consta del nivel físico, nivel ATM, nivel AAL (ATM Adaptation Layer) y niveles superiores. Las conexiones lógicas en ATM se denominan canales virtuales (o VCs, Virtual Channels).

Un VC es análogo a un circuito virtual X.25 o a una conexión Frame Relay. Un camino virtual (o VP, Virtual Path) es un conjunto de VCs que tienen los mismos puntos finales. Las conexiones virtuales ATM pueden proporcionarse utilizando gestión de red. Estas conexiones se denominan canales virtuales permanentes (o PVCs, Permanent Virtual Channels). Así mismo, los canales virtuales pueden establecerse dinámicamente utilizando procedimientos de señalización ATM. Estos canales virtuales se denominan canales virtuales conmutados (o SVCs, Switched Virtual Channels). El empleo de IP en redes ATM conduce a algunos problemas de seguridad. Los riesgos de los ataques "IP spoofing" (o falsificación IP) son aún elevados en redes ATM y necesitan ser tratados por mecanismos de seguridad apropiados. Además de estos riesgos conocidos, ATM ofrece algunos nuevos protocolos cuyas implicaciones de seguridad aún no están completamente contempladas y analizados. Por ejemplo, los ataques basados en los protocolos ILMI y P-NNI. Muchos de los problemas en entornos IP/ATM se originan de las configuraciones "plug-and-play". Los vendedores tienden a suministrar sus conmutadores con herramientas de configuración automáticas como ILMI que permite una configuración de red fácil. Pero una red segura requiere una configuración cuidadosa de conmutadores, protocolos y dispositivos (por ejemplo, cortafuegos) que controlen el acceso a la red.

- **ASPECTOS FINALES**

Quizás la tecnología ATM sea la tecnología de red más compleja. El hacer seguro dicho sistema complejo es más difícil que diseñarlo. El objetivo de ATM es proporcionar una plataforma e infraestructura de comunicaciones de red unificada. La seguridad ATM como parte de esta infraestructura debe ser flexible y compatible con otras tecnologías: (LAN, MAN,..). Esto introduce más dificultades al área de la seguridad en ATM. Ultimamente la Seguridad ha sido más y más importante en Entornos de Red con la aparición de las tecnologías de interconexión de redes. Las tecnologías de interconexión de redes permiten proporcionar los canales de comunicación a través de redes para que las máquinas de diferentes redes puedan comunicarse entre sí. Sin embargo, la comunicación entre redes se encuentra expuesta a toda clase de ataques en dicho entorno abierto. La mayor parte de las tecnologías de red que no integran mecanismos de seguridad desde un principio, deben rediseñarse para proporcionar ciertos Servicios de Seguridad.

La tecnología ATM (Asynchronous Transfer Mode) es un ejemplo de esto. Originalmente fue ideada como un "modo de transferencia" para implementar la tecnología de la Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha permitiendo que todas las formas de tráfico de datos (voz, vídeo, texto, etc) puedan transferirse a través de las redes de telecomunicaciones. Pero ATM no se restringe a la Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha. Se ha utilizado para proporcionar una infraestructura de red simplificada para varias conexiones de red, por ejemplo LAN (Local Area Network), MAN (Metropolitan Area Network) o WAN (Wide Area Network). ATM es una técnica orientada a la conexión. En ATM los computadores se conectan a través de una red de conmutadores ATM. Cuando dos partes desean comunicarse, primero solicitan un VC (Virtual Channel) de la red de conmutadores. A continuación las dos partes pueden enviarse datos entre sí.

Aunque las partes de la comunicación pueden enviar datos de cualquier tamaño, ATM siempre entrega datos en una unidad de tamaño fijo, denominada célula ATM. Una célula posee cinco bytes de cabecera y 48 bytes de carga útil. La conmutación de células ATM se basa en el contenido de la cabecera cuya longitud es de cinco bytes. De este modo, cada célula puede circular a través de cada conmutador muy rápidamente. Para satisfacer diferentes necesidades de tráfico específicas, ATM también introduce el concepto de QoS (Quality of Service). Las cuestiones de seguridad ATM no obtuvieron suficiente atención hasta 1995, cuando un grupo dentro del Forum ATM se decidió a abordar dichas cuestiones. Por tanto, comparado con otras áreas de la seguridad, la seguridad en redes ATM aún está en proceso de desarrollo global.

Tres letras - ATM - se repiten cada vez más en estos días en los ambientes Informáticos y de Telecomunicaciones. La tecnología llamada *Asynchronous Transfer Mode* (ATM) Modo de Transferencia Asíncrona es el corazón de los servicios digitales integrados que ofrecerán las nuevas redes digitales de servicios integrados de Banda Ancha (B-ISDN), para muchos ya no hay cuestionamientos; el llamado tráfico del "Cyber espacio", con su voluminoso y tumultuoso crecimiento, impone a los operadores de redes públicas y privadas una voraz demanda de anchos de banda mayores y flexibles con soluciones robustas. La versatilidad de la conmutación de paquetes de longitud fija, denominadas celdas ATM, son las tablas más calificadas para soportar la cresta de esta "Ciberola" donde los surfedores de la banda ancha navegan.

Algunos críticos establecen una analogía de la tecnología ATM con la red digital de servicios integrados o ISDN por sus siglas en inglés. Al respecto se escuchan respuestas de expertos que desautorizan esta comparación aduciendo que la ISDN es una gran tecnología que llegó en una época equivocada, en términos de que el mercado estaba principalmente en manos de actores con posiciones monopolísticas.

Ahora el mercado está cambiando, la ISDN está encontrando una gran cantidad de aplicaciones. De toda forma la tecnología ATM se proyecta para diferentes necesidades, a pesar de su estrecha relación con ISDN, en términos de volúmenes de datos, flexibilidad de conmutación y facilidades para el operador.

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

Para el operador, con la flexibilidad del ATM, una llamada telefónica con tráfico de voz será tarifada a una tasa diferente a la que estaría dispuesto a pagar un cirujano asistiendo en tiempo real a una operación al otro lado del mundo. Ese es una de las fortalezas de ATM usted paga solamente por la carga de celdas que es efectivamente transportada y conmutada para usted. Además la demanda por acceso a Internet ha tomado a la industria de telecomunicaciones como una tormenta. Hoy día los accesos conmutados a Internet están creando "Cuellos de Botella" en la infraestructura. Para copar este problema los fabricantes no solo han desarrollado sistemas de acceso sino aplicaciones para soluciones de fin a fin con conmutadores ATM, con solventes sistemas de administración de la red (Network Management).

En varios aspectos, ATM es el resultado de una pregunta similar a la de teoría del campo unificada en física ¿Cómo se puede transportar un universo diferente de servicio de voz, vídeo por un lado y datos por otro de manera eficiente usando una simple tecnología de conmutación y multiplexación?

ATM contesta esta pregunta combinando la simplicidad de la multiplexación por división en el tiempo (Time Division Multiplex TDM) encontrado en la conmutación de circuitos, con la eficiencia de las redes de conmutación de paquetes con multiplexación estadística. Por eso es que algunos hacen reminiscencias de perspectivas de conmutación de circuitos mientras que otros lo hacen a redes de paquetes orientados a conexión.

- **RESULTADOS**

De acuerdo a pruebas realizadas con enlaces en operación en una red ATM y simulando diferentes escenarios de afectación en la misma se encontraron los siguientes resultados:

**Caso1.-**Al existir un Corte de Fibra Óptica en un enlace operando con ATM el cual posee otra trayectoria de respaldo en caso de sufrir estos incidentes se llego al resultado de que la conmutación de servicios en ATM es en segundos y “casi” transparente para el usuario final( Hablando de una red ATM con plataforma Cisco Systems) ya que su conexión de trabajo es configurada por una ruta fija-específica y su trayectoria de respaldo también esta configurada para q se vaya por cierta trayectoria (esto nos da la ventaja para que se configure una ruta de respaldo hacia una troncal que este mas libre de porcentaje de utilización) y en SDH se detectó que en este tipo de contingencia al momento de reenrutarse un enlace a trayectoria de respaldo lo hace únicamente hacia otra troncal que por lo general funciona para el trafico de toda la misma red de respaldo en SDH con lo cual se corre el riesgo de que el enlace levante correctamente pero tardándose mas en su reenrutación(Esto se detecto con equipos Marconi SDH en una estructura que generalmente utiliza y es la de anillos) o que se vea muy congestionada la red ya que sería muy costoso tener una troncal de respaldo por cada enlace en operación.

**Caso2.-**En otra prueba realizada simulando una falla en la conexión lógica en un circuito ATM en el cual es necesario borrar y reconfigurar este circuito en ATM los pasos a realizar tanto para borrar conexiones y recrearlas en los equipos MGX's, BPX's Cisco Systems el procedimiento es el doble de rápido que hacerlo en SDH ya que en ATM solo se borra la conexión lógica en el switch principal BPX que consiste en un solo comando:

Ejmp: delcon 3.3.5.55 BPXLV 3.6.6.66 y el siguiente paso es borrar el Puerto línea y canal en los 2 MGXs involucrados con los comandos delln, (borrar linea) delport (borrar el puerto), delchan (borrar canal)

En SDH es necesario borrar cada uno de los TU's (conexiones) y todas sus conexiones ópticas en todos los nodos involucrados en la red, y para reconfigurar es lo mismo hay q recrear la conexión en cada punto de la red (equipos MSH11,

MSH41) complicándose y haciendo mucho más tardado el proceso de borrar y recrear una conexión en SDH que en ATM.

**Caso3.**-Continuando las Pruebas se instalaron dos sistemas de monitoreo: HP Open View-Exceed igual para ambas plataformas con el objetivo de que cada alarma suscitada en la red sea enviada a este sistema de gestión y llegamos a la conclusión que ATM fue mucho más amigable que SDH para desplegarlas en base a lo siguiente:

1-ATM fue mucho más amigable para cargar sus configuraciones (mibs) a los sistemas de gestión.

2.-En caso de alarmas críticas en la red por ejemplo una troncal caída entre nodos en el caso de SDH envía alarmas de todos los nodos: ya que detecta degradación de circuitos, pérdida de señal (Loss of signal), AIS o pérdidas de sincronía etc dificultando así la rápida identificación de la falla, en ATM no sucede esto ya que únicamente envía falla en el nodo afectado.



- **CONCLUSIONES**

Se llego a la conclusión que ATM Modo de Transmisión Asíncrono posee las siguientes características:

Compatibilidad.-Porque ATM no está basado en un tipo específico de transporte físico, es compatible con las actuales redes físicas que han sido desplegadas. ATM puede ser implementado sobre par trenzado, cable coaxial y fibra óptica.

Estandarización.- ATM es un estándar para comunicaciones que esta creciendo rápidamente debido a que es capaz de transmitir a una velocidad de varios Kbps, Megabits hasta llegar a Gigabits, desventaja de otras plataformas como SDH que no brinda servicios estructurados (64kbps, 128kbps, 256kbps, 512kbps etc) siendo ATM mejor opción.

Diversidad.- Una red ATM dará cabida a todo tipo de tráfico (voz, datos y video). Aun en la actualidad hay redes que aun no pueden o no son confiables en estas mezclas de tráfico, ATM mejora la eficiencia y manejabilidad de la red.

Aprovechamiento.-ATM nos ayuda a aprovechar cada una de sus celdas en sus paquetes de datos ya que puedes configurar canales estructurados (64kbps-128-kbps etc) y en SDH esto no es posible ya que solo puedes entregar servicios arriba de E1`s (2048kbps).

Manejabilidad.- Un servicio en ATM no requiere complicados procedimientos de control y retransmisiones, lo que lleva consigo una alta proporción de información útil respecto a la información de control del Servicio (en las celdas ATM no existen cabeceras de control de nivel 3 como ocurría con la tecnología X.25), la creación de sus conexiones lógicas en un nuevo enlace ATM es mucho más rápido y fácil que en cualquier otra plataforma como SDH., Así como también su monitoreo es mucho más eficiente.

Estabilidad.- Ya que en una red de ATM hay mucho menos puntos de conexiones, equipos etc por lo cual se reduce el porcentaje de falla en este tipo de redes.

- **RECOMENDACIONES**

ATM por ser una plataforma muy amigable se puede caer en el exceso de confianza y experimentar comandos que pongan en riesgo la operación de enlaces en estas redes ya que recordemos que así como es fácil crear una conexión también es fácil desaparecerla (borrarla),

- **BIBLIOGRAFIA**

-ICRC.- Introducción a la configuración de Ruteadores Cisco  
Academia de Cisco Systems.

-ATM by Cisco Systems.

-Manual de Procedimientos de Conexiones en ATM  
Empresa: Multimedios Redes  
TELUM.

-Manual de Procedimientos de Conexiones en SDH  
Empresa: Multimedios Redes  
TELUM.

WEBPAGES:

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

<http://www.cisco.com/>

<http://www.pandatel.com/pandatel/index.jsp>

<http://www.marconi.com/>

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1-2

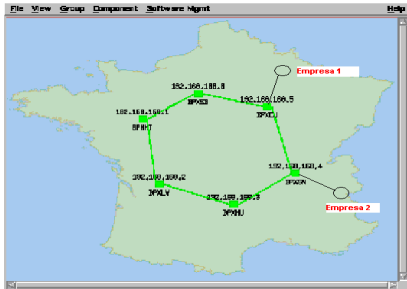
	X.25	ATM
Velocidad	2400 bit/s a 2 Mbit/s	34 Mbit/s
Retardo	Alto	Bajo
Caudal (throughput)	Medio	Alto
Tipo de tráfico	Datos	Datos/Voz/Video

Tabla 2-2

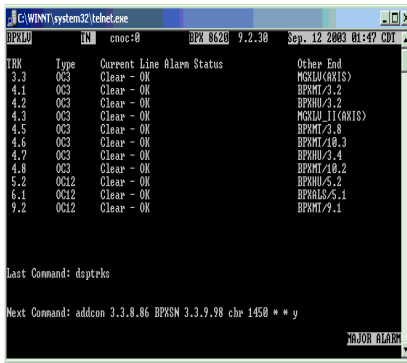
TS	BW(kbps)	CELLS(ATM)
1	64	170
2	128	341
3	192	512
4	256	683
5	320	854
6	384	1025
7	448	1196
8	512	1367
9	576	1538
10	640	1709
11	704	1880
12	768	2051
13	832	2222
14	896	2393
15	960	2564
16	1024	2735
17	1088	2906
18	1152	3077
19	1216	3248
20	1280	3419
21	1344	3590
22	1408	3761
23	1472	3932
24	1536	4103
25	1600	4274
26	1664	4445
27	1728	4616
28	1792	4787
29	1856	4958
30	1920	5129
31	1984	5300
32	2048	5471

# LISTADO DE FIGURAS

Representación de Monitoreo de una red SDH



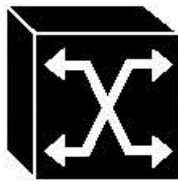
Representación de pantalla de configuración ATM



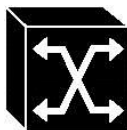
Representación de Troncal Fibra Óptica



Representación de Equipo BPX en ATM



Representación de Equipo MGX en ATM



Representación de Equipo LS1010 en ATM



## RESUMEN AUTOBIOGRAFICO

Ing. Marco Antonio Valdés García

Obtención de título: Maestro en Ciencias de la Ingeniería con Especialidad en Telecomunicaciones.

Título de la tesis: ATM.- Red de Alta Velocidad

Lugar y Fecha de Nacimiento: Linares N.L. México 07/Ene/76

Nombre de los Padres: Blanca Alicia García de Valdés  
Jesús Valdes Guerrero (†)

Estudios: Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica UANL  
Ing. Administrador de Sistemas

Experiencia Profesional: Cigarrera la Moderna, Infosel-Terra, y actualmente laborando para Multimedios Redes.