

**DISEÑO TECNICO DE UN AULA VIRTUAL SOBRE  
ATM**

**ANEXOS**

**ADAPTACION ATM**

YILMAR RAMÍREZ CIFUENTES

DIRECTOR: Mag. JOSE GIOVANNY LOPEZ

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA Y  
TELECOMUNICACIONES  
GRUPO I + D NUEVAS TECNOLOGIAS

Popayán

2.001

# **DISEÑO TECNICO DE UN AULA VIRTUAL SOBRE ATM**

YILMAR RAMÍREZ CIFUENTES

DIRECTOR: Mag. JOSE GIOVANNY LOPEZ

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA Y  
TELECOMUNICACIONES  
GRUPO I + D NUEVAS TECNOLOGIAS

Popayán  
2.001

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION	1
2. FUNCIONAMIENTO DE ATM	3
3. APLICACIONES DE ATM	4
4. SOLUCIONES ATM	5
4.1 Categorías de Servicio	5
4.1.1 AAL1	9
4.1.1.1 Conformación de la Celda	10
4.1.2 AAL2	11
4.1.3 AAL3/4	12
4.1.4 AAL5	12
4.2 El Servicio de Voz	13
4.2.1 Compresión del servicio de voz	14
4.2.2 Métodos para el transporte de Voz	15
4.2.3 Servicio de emulación de circuito CES (AAL1)	15
4.2.3 .1 Emulación de circuito no estructurado	16
4.2.3 .2 Emulación de circuito estructurado	17
4.2.4 Servicio de voz VBR (AAL2)	18

4.3 Servicio de Video	21
4.3.1 Compresión del servicio de video	22
4.3.2 Métodos para el transporte de video	26
4.4 Niveles de adaptación para el transporte de video	27
4.4.1 Video sobre AAL1	28
4.4.2 Video sobre AAL5	28
5. SERVICIOS SOBRE ATM	29
6. ATM Vs OTRAS TECNOLOGIAS	32

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Niveles de Adaptación ATM (AALs)	7
---	---

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Emulación de circuitos no estructurado	16
Figura 2. Emulación de circuitos estructurado	17
Figura 3. Interconexión con un ISP	20
Figura 4. Compresión MPEG	24
Figura 5. Conversión de flujo VBR a CBR	25
Figura 6. Modelo transporte video MPEG	26

## **ANEXOS**

### **ADAPTACION ATM**

#### **1. INTRODUCCION**

La transmisión de voz, video y datos son servicios utilizados en el ámbito mundial, proporcionando entretenimiento, entrega de información y educación. La necesidad de integrar el transporte de estos servicios, requiere de una tecnología capaz de manejar múltiples tipos de tráfico a velocidades de banda ancha.

Una solución a ello es el Modo de Transferencia Asíncrono ATM, tecnología que se observa adecuada para la combinación de esta clase de servicios en una única infraestructura de red.

ATM se refiere a conmutación y multiplexación de gran ancho de banda, que combina los beneficios de la conmutación de circuitos (retardo de transmisión mínimo y ancho de banda fiable) con los beneficios de la conmutación de paquetes (proporcionando

flexibilidad y eficiencia en el manejo de tráfico intermitente), cuyo propósito principal es el soporte de aplicaciones de voz, video y datos en la misma red a alta velocidad.

Los conceptos de ATM son, en esencia, muy simples:

- Operación por conmutación de paquetes, se utilizan paquetes de longitud fija (48 octetos de información y 5 octetos de control) denominados celdas. Esta opción de celdas de tamaño fijo permite el uso de nodos de conmutación a velocidades muy altas.
- Orientado a conexión al nivel más bajo. La información se transfiere por canales y caminos virtuales asignados durante la duración de la conexión.
- La asignación de ancho de banda se realiza en función de la demanda requerida para el envío de información.
- No se realiza control de errores en el campo de datos, y el control de flujo se realiza fundamentalmente por los equipos terminales de usuario. Con ello se aumenta la eficiencia de la red.
- Proporciona transparencia temporal, es decir, pequeñas variaciones de retardo entre las señales de la fuente y el destino. Por ello permite la transferencia de señales isócronas.
- Las celdas se transmiten a intervalos regulares; si no hay información se transmiten celdas no asignadas.



## 2. FUNCIONAMIENTO DE ATM

ATM es una tecnología universal, aplicable desde estaciones de trabajo, mediante LANs y WANs, privadas y públicas; con la capacidad de soportar cualquier tipo de tráfico a altas velocidades dentro de una red, por lo que juega un papel muy importante dentro de ésta, en el caso de las redes públicas y privadas actuales se requiere que estas soporten aplicaciones de video, voz y multimedia, lo que implica mayores anchos de banda de acuerdo al servicio, mejores tiempos de respuesta y calidad del servicio ya que se puede tratar la información según su clase (video, voz o datos).

En ATM, el ancho de banda disponible se divide en pequeños paquetes portadores de información de tamaño fijo llamados celdas. Estas celdas se asignan a los diferentes servicios bajo demanda, de tal forma que un usuario utilizará sólo el ancho de banda requerido para la transferencia de su información en cada instante.

Referente a su gestión, las celdas ATM pertenecen a un circuito virtual permanente determinado, lo que permite realizar un monitoreo de la conexión extremo – extremo gracias a las capacidades del Software que trae consigo los equipos de la red. ATM se desarrolla dentro de una tecnología estándar para red local, ciudades universitarias y una extensa área de servicios públicos y privados.

Esta uniformidad es proyectada a simplificar la administración de red al usar la misma tecnología para todos los niveles de la red.

### **3. APLICACIONES DE ATM**

Las tecnologías actuales no hacen una distinción entre las aplicaciones de voz, datos y vídeo, por lo que no son capaces de dar a cada tipo de tráfico el tratamiento que merece dentro de una red de transporte. Sabemos que las aplicaciones interactivas de voz y video toleran un bajo retardo en transporte y una baja variación en el arribo de unidades de información, así mismo necesitan un ancho de banda dedicado o constante ya que la información se transmite todo el tiempo. Aunque también se acepta un ancho de banda variable cuando se aplica compresión en línea.

Para las mismas aplicaciones de voz y vídeo pero diferidas o pre-grabadas para su posterior difusión a muchos receptores, no es vital la demora en transmisión pero si sigue siendo importante la baja variación en el arribo de información. Por el contrario, los datos tienen una naturaleza por ráfagas; generan tráfico pico de corta duración y sin una secuencia determinada, aceptan mayores retardos y el ancho de la información no necesita ser dedicado sino que más bien se ajusta a la disponibilidad de la red.

La pérdida de información es otro factor propio de cada aplicación. La pérdida de bytes en una transmisión de voz y vídeo no degrada notablemente el contenido de la información, ya que un leve chasquido en una conversación telefónica o un breve manchón en una imagen, no es un problema comparado con una grave pérdida de bytes de una transacción financiera.

#### **4. SOLUCIONES ATM**

ATM permite definir una calidad de servicio a cada una de las aplicaciones de usuario. Ofrece diferentes posibilidades de transporte para acomodarse a la naturaleza de cada tráfico y sobre todo al presupuesto del cliente debido a las categorías de servicio que brinda. Otras tecnologías no ofrecen los niveles de servicio que da ATM, por ejemplo Frame Relay considera toda la información como datos, inclusive la interconexión propietaria de voz, y por otro lado la tecnología TDM trata de igual forma la voz, datos y vídeo pero malgastando el ancho de banda de la red de transporte.

##### **4.1 Categorías de Servicio**

Los niveles de adaptación ATM (AAL: *ATM Adaptation Level*) son los encargados de mejorar el servicio prestado por el nivel ATM soportando las funciones requeridas por el nivel contiguo superior.

El nivel de adaptación AAL es el que provee la ligereza para manejar diferentes tipos de tráfico, desde tráfico continuo hasta gran cantidad de mensajes generados por LANs y lo hace utilizando la celda ATM como único formato de datos.

ATM soporta distintas clases de servicios (A, B, C y D) de acuerdo a los siguientes factores: La índole de la velocidad (constante o variable); el método de conexión (orientado a la conexión o sin conexión); la relación entre fuente y el destino (síncrona/isócrona o asíncrona). A estas clases de servicios le corresponden diferentes tipos de nivel AALs. (Tabla 1)

Estas categorías de servicio relacionan las características de tráfico y los requerimientos de QoS con el comportamiento de la red. Existen dos categorías de servicio según los requerimientos de tiempo real. Para tráfico de tiempo real se distinguen las categorías CBR y rt-VBR, mientras que para aplicaciones sin requerimientos de tiempo real se encuentran nrt-VBR, ABR y UBR.

Servicios	Clase A	Clase B	Clase C	Clase D
Bit de temporización	Requerido		No requerido	
Rata de bit	Constante	Variable		
Modo de conexión	Orientado a conexión			No orientado a conexión
Tipos de AAL	AAL 1	AAL 2	AAL 3/4	AAL 5
Tipos de tráfico	Voz, video y emulación de circuito	Voz, video	Datos en modo conectado o Datos en modo no conectado (Video).	

Tabla 1. Niveles de Adaptación ATM (AALs)

CBR se usa en conexiones que solicitan un ancho de banda fijo el cual esta disponible durante el tiempo de vida de la conexión. Este ancho de banda esta caracterizada por el valor de la Velocidad de Celdas Pico (PCR). Está diseñado para soportar aplicaciones de tiempo real con restricciones muy altas en las variaciones del retardo. Ejemplos típicos de esta categoría son: Emulación de circuitos, vídeo, voz, enseñanza a distancia.

VBR esta definido de tal manera que el ancho de banda que se garantiza a una conexión estar dado por la velocidad promedio del tráfico dado por la velocidad de celdas sostenible (SCR). VBR se ha dividido en dos partes, de acuerdo con los compromisos de tiempo real: 1) VBR de tiempo real (rt-VBR) y 2) VBR de no tiempo real (nrt-VBR). La principal diferencia entre estos dos tipos de tráfico esta en los parámetros QoS especificados para cada categoría.

La razón es que con VBR se puede realizar detección de silencios y supresión de eco mientras que con CBR no.

UBR se orienta hacia servicios que no requieren relación de tiempo real. El servicio UBR no ofrece garantía de QoS y no requiere de conocimientos previos sobre las características de tráfico. Con este servicio el usuario admite cualquier estado de congestión que tenga la red y también tolera la pérdida de celdas que se produzcan en el instante en que las celdas viajen a través de la red.

ABR ha sido diseñado para soportar aplicaciones que no tengan un comportamiento bien definido, pero que pueden acomodarlo con base en el control del flujo de datos de la fuente hacia la red. Las conexiones ABR le permiten al sistema asignar eficientemente el ancho de banda disponible en un momento dado distribuyéndolo entre las nuevas y las existentes conexiones de acuerdo a lo requerido y

permitido para cada una de ellas. Dado que en este tipo de conexiones la red no dispone de un ancho de banda pactado, resulta más eficiente que el servicio CBR que desperdicia el ancho de banda en los momentos que no se está utilizando el canal virtual. ABR es más equitativo que el servicio VBR dado que él tiene en cuenta parámetros como la velocidad mínima a la que puede transmitir una fuente MCR (*Minimum Cell Rate*) sobre una conexión virtual, o el peso de la conexión para asignar el ancho de banda entre todas las conexiones ABR.

Las asociaciones entre las Categorías de Servicio y los AALs se presentan a continuación:

#### 4.1.1 AAL1

Este adaptador es diseñado para procesar tráfico clase A de velocidad de bit constante desde una aplicación o protocolo de nivel superior y luego entregar dicho tráfico a su destino a la misma tasa y a intervalos iguales.

El uso primario para AAL1 es la emulación de circuito, que provee un servicio CBR (*Constant Bit Rate*), proporcionando transporte síncrono de líneas arrendadas a través del backbone ATM. Para lograr esto, AAL1 usa la categoría de servicio CBR, la cual especifica la

velocidad de celda pico (PCR: *Peak Cell Rate*), velocidad de pérdida de celda (CDV: *Cell Delay Variación*) necesarios en la red ATM para soportar la aplicación. Este flujo de celda es indiferente a la información contenida dentro de la tasa de servicio, por ello las celdas fluyen sobre el circuito virtual ATM similar cuando no hay tráfico.

#### 4.1.1.1 Conformación de la Celda

La capa de segmentación y reensamble (SAR) toma 47 bytes de la trama y le adiciona un byte de encabezado, usado para funciones de control de la capa. Estos 48 bytes conforman la unidad de datos de protocolo de la capa SAR, que conformará el payload de la celda.

El primer campo presente en la trama es el Indicador de la Subcapa de Convergencia (CSI), este es un bit que indica la existencia de la Subcapa de Convergencia, y puede ser usado para algunos métodos de recuperación de reloj.

El siguiente campo en la cabecera (*header*) introducido por la capa AAL1 es el campo de número de secuencia. El tamaño de este es 3 bits, y es generado por la subcapa de convergencia en el destino para detectar celdas perdidas o mal insertadas y con base en esto tomar medidas correctivas.



Finalmente este encabezado tiene un campo de protección de número de secuencia de 4 bits, que permite corrección de errores simples y detección de errores múltiples. Los primeros tres bits corresponden a un chequeo de error cíclico, y el último bit es un bit de paridad, aplicado sobre los 7 bits anteriores del encabezado.

Finalmente se tiene la información útil, que son los datos del servicio que deben ser transmitidos. El campo de información útil queda limitado entonces a los 47 bits restantes del SAR.

#### 4.1.2 AAL2

Su diferencia radica en que AAL2 está diseñado para aplicaciones CBR (*Constant Bit Rate*) y VBR (*Variable Bit Rate*) dentro de una red ATM. El VBR proporciona multiplexación estadística para los requerimientos de nivel superior demandados por los servicios de voz comprimidos, detección/supresión de silencio y remoción de canal libre.

Debido al manejo de tráfico CBR y VBR del nivel AAL2, los administradores de red pueden tener en cuenta las variaciones de tráfico cuando diseñan una red para mejorarla y nivelar las condiciones de tráfico.

Igualmente AAL1 sus paquetes de información son fijos mientras que en AAL2 son variables dentro de las celdas, proporcionando un mejoramiento en la eficiencia de ancho de banda sobre la emulación de circuito no estructurado o estructurado usando AAL1.

#### 4.1.3 AAL3/4

Al descubrirse que la mayoría de los procedimientos entre el AAL3 (servicios de datos orientados a conexión y de velocidad variable) y el AAL4 (Servicios no orientados a conexión) eran similares, surgió el nivel AAL3/4, el cual está diseñado para segmentar tramas en celdas o paquetes de longitud variable.

Este nivel es utilizado para transmitir paquetes de Servicio de Datos Multimegabit Conmutado (SMDS: *Switched Multimegabit Data Service*) sobre una red ATM.

#### 4.1.4 AAL5

Similar al AAL3/4, proporciona transporte de datos; aunque no incluye la capacidad de multiplexación, presta el servicio de una forma mucho más simple y con mucha menor información de cabecera.

El nivel AAL5 es asociado con tráfico de tasa de bit variable (VBR) y con tasa de bit disponible (ABR: *Available Bit Rate*).

La subcapa SAR divide en paquetes de 48 bytes para conformar para conformar el *payload* de las celdas. En esta operación resulta un número entero de celdas.

#### 4.2 El Servicio de Voz

El servicio de voz no solo se refiere al transporte de voz, sino al de facsímil y datos.

La tecnología ATM tiene la capacidad de transportar estos servicios, pero es de observar que las características de la voz y los datos son diferentes. La voz por ejemplo es menos sensible a las pérdidas de celdas, contrario a los datos estos no pueden permitirlos y en cambio son insensibles al retardo y a la variación del mismo.

Como la voz pondera limitaciones de tiempo real sobre la red, una solución fácil es usar la clase de servicio CBR, pero este no tiene en cuenta las características de la voz como la inactividad en los tiempos de silencio en donde se desperdiciaría ancho de banda al no multiplexar varias fuentes de voz.

#### 4.2.1 Compresión del servicio de voz

En la actualidad existen varios métodos de compresión de voz con el fin de utilizar el menor ancho de banda para reducir el tráfico de datos en la red.

Algunas de las técnicas mas utilizadas de compresión de voz son:

- **PCM** (*Pulse Code Modulation*) Modulación por codificación de pulsos.
- **ADPCM** (*Adaptative Diferencial PCM*) Modulación por codificación de pulsos diferencial adaptativo.
- **CELP** (*Code Excited Linear Prediction*) Predicción lineal de código excitado.

Así mismo la compresión de voz puede utilizar diferentes tipos de AALs. Utilizando el AAL1 – CBR según la codificación se puede incluir:

- PCM (64 Kbps) obteniendo calidad de voz de 3,1 Khz
- ADPCM a 40/32/24/16 Kbps
- LD-CELP a 16/12.8/9.6 Kbps
- ADPCM a 64 Kbps para obtener una calidad de voz de 7Khz.

Utilizando AAL2 – VBR, dependiendo de la codificación se tiene:

- ADPCM a 40/32/24/16 Kbps
- LD-CELP a 16 Kbps
- CS-ACELP a 8 Kbps
- ACELP a

#### 4.2.2 Métodos para el transporte de Voz

Para transportar la voz sobre ATM existen dos métodos estándares que son:

- El Servicio de Emulación de Circuito (CES: *Circuit Emulation Service*), que puede ser estructurado o no estructurado como se explica a continuación.
- El servicio de voz sobre VBR (AAL2)

#### 4.2.3 Servicio de emulación de circuito CES (AAL1)

La diferencia entre transferencia de datos estructurado y no estructurado, es que el primero establece un circuito AAL1 N\*64Kbps sobre el backbone ATM y el segundo permite al usuario establecer una conexión ATM AAL1 para soportar un circuito (T1 o E1).

#### 4.2.3.1 Emulación de circuito no estructurado

La emulación de circuito no estructurado es la descripción del ATM Forum basada en el uso de un enlace ATM CBR AAL1 para transportar un circuito T1/E1 o T3/E3 entre dos puntos en la red como se observa en la figura 1.

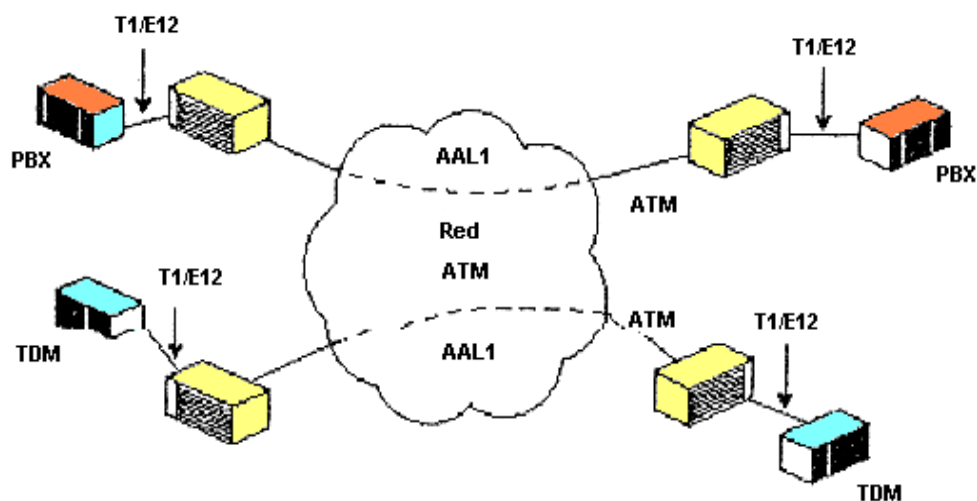


Figura 1 Emulación de Circuitos no Estructurado

El servicio CBR no estructurado DS1/E1/J2 es aprovechado para emular un circuito punto a punto DS1, E1 O J2. Este servicio es accedido mediante una interfaz 1,544, 2,048 o 6,312 Mbps llevando flujo de datos arbitrario de 1,544 Mbps para T1, 2,048 para E1 y 6,312 para J2 en forma transparente.

Al transportar voz utilizando este método se contempla que por un lado el soporte de un circuito emulado dentro de una red ATM actualmente requiere más ancho de banda del necesario, ya que la cabecera de las celdas ATM y en el nivel AAL1, la conexión ATM siempre requiere un 12% más del ancho de banda de lo que el circuito este soportando. Así mismo el circuito T1/E1, su configuración es de circuito virtual permanente, lo que significa que siempre estará activo se transmita o no datos o voz.

#### 4.2.3.2 Emulación de circuito estructurado

Este método ofrece algún mejoramiento sobre la emulación de circuito básica, debido a que ella permite a las conexiones AAL1 ATM ser establecidas para circuitos  $N \times 64$  Kbps. Un ejemplo de emulación de circuito estructurado se observa en la figura 2, donde las PBXs digitales se conectan sobre el backbone ATM.

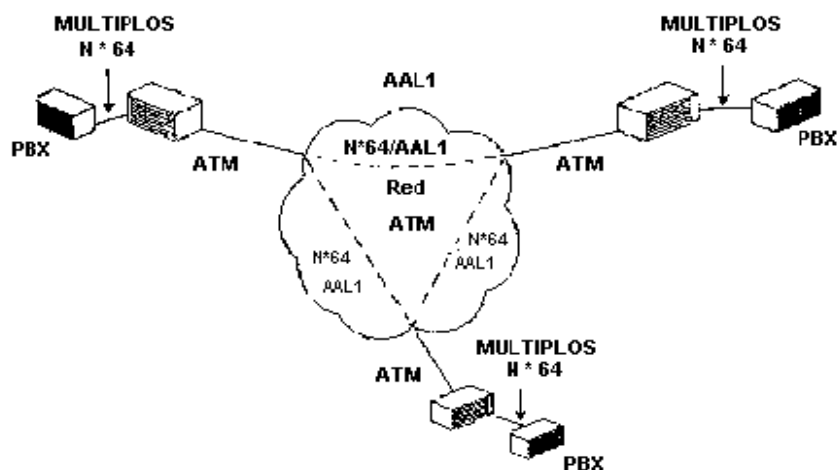


Figura 2. Emulación de Circuitos Estructurado

Aunque la capacidad de establecer circuitos  $N \cdot 64\text{Kbps}$  entre puntos extremos en la red parece ser un mejoramiento sobre el E1 o T1 completo, los requerimientos de ancho de banda adicionales necesarios para establecer un circuito  $N \cdot 64\text{Kbps}$  son a menudo pasados por alto. Debido a los compromisos involucrados en la eficiencia contra las características de retardo para servicios de voz, hay que tener especial cuidado, ya que este retardo puede inducir eco excesivo en los circuitos de voz requiriendo cancelación de eco.

#### 4.2.4 Servicio de voz VBR (AAL2)

Surge de la necesidad de disminuir el excesivo ancho de banda que necesita la Emulación de Circuito Estructurado y proveer la flexibilidad al operador de red de controlar el retardo en los servicios de voz debido a que el nivel AAL1 no lo puede realizar.

Este nivel de adaptación se diseñó para suministrar servicios de voz eficientes sobre ATM, proporciona las siguientes ventajas sobre AAL1:

- Reducción del ancho de banda gracias a la detección/supresión del silencio y eliminación del canal de voz libre.
- Uso eficaz del ancho de banda mediante el uso de tráfico de tasa de bit variable.



- Múltiples canales de voz con ancho de banda variable en una conexión ATM.

El nivel de adaptación AAL2 provee eficiencia de ancho de banda en transmisiones de velocidad baja de paquetes cortos, variables y aplicaciones de retardo sensible. Es así como AAL2 no está limitado a conexiones ATM usando tráfico CBR, ya que puede posibilitar aplicaciones de voz usando requerimientos de nivel superior tal como detección/supresión de silencio y remoción de canal libre.

Al calcular las diferencias relativas entre los diferentes métodos de codificación, es de interés la comparación de AAL2 y AAL1 fijo, que no soporta supresión de silencio ni establecimiento de retardo variable. No obstante habrá un costo asociado con el ancho de banda adicional requerido para soportar un servicio con AAL1 en la red, comparado con un servicio similar AAL2.

La conexión AAL2 comparada con AAL1 presenta una eficiencia contemplando el número de canales de voz que se pueden transportar sobre un enlace T1 ATM. Utilizando interfaces de servicio de emulación de circuito estructurado AAL1 para voz, resulta en una troncal T1 ATM completa con un máximo de 20 canales de voz de 64 Kbps. Este máximo de voz se refiere a que ninguna celda es parcialmente llena y con ello pocos canales en un ancho de banda

dado o grandes requerimientos de ancho de banda para un número de canales determinado.

Es visto que AAL2 proporciona beneficios significativos sobre AAL1 en eficiencia de ancho de banda y se debería usar siempre y cuando todos los elementos de red (Nodos ATM) dentro de la red ATM soporten ALL2 y si no es así se deben configurar los nodos como conexiones AAL1.

Al usar nodos AAL1 para que trabajen con nodos AAL2, estos no resistiran todas las aplicaciones de AAL2. Un ejemplo típico de esto que se muestra en la figura 3 es la interconexión con un Proveedor de Servicio Internet (ISP: *Internet Service Provider*).

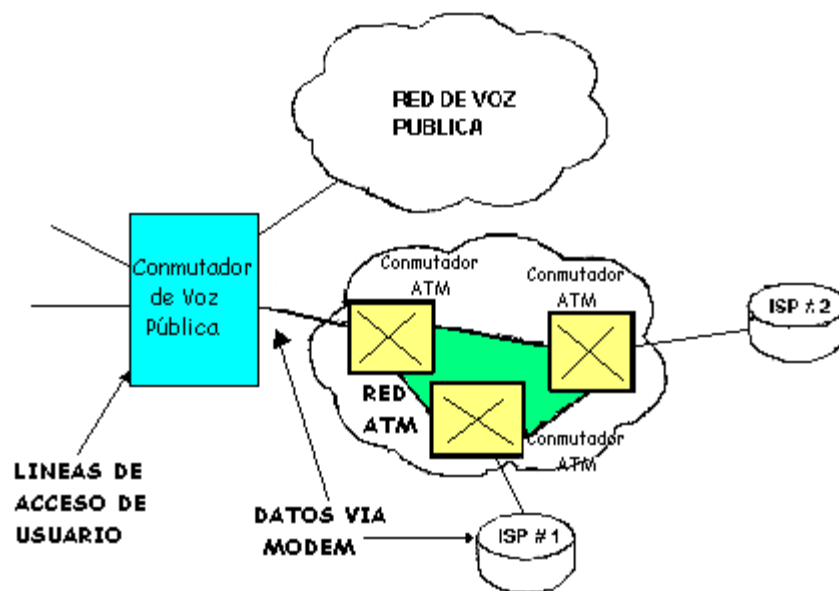


Figura 3. Interconexión con un ISP

En la figura se observa que las líneas de voz tienen el papel de conectar al usuario a una red pública de voz y a otra de Internet. La red ATM provee interconexión al conmutador de voz con los dos ISPs. Como el tráfico de la red ATM es vía módem, este es fácilmente soportado por el AAL1, no obteniendo provecho en comparación con el AAL2 de la ganancia estadística de tráfico de voz.

#### 4.3 El Servicio de Video

El video es de los servicios más exigentes en la transmisión debido a su exigencia de gran ancho de banda y tiempo de respuesta. Esto se debe a que la información que lo representa es de gran tamaño y necesita ser recibida con el menor retardo posible en su destino.

Consecuencia de lo anterior, este servicio obliga tener en cuenta algunos requerimientos técnicos que son:

- Gran ancho de banda: Este depende del método de compresión utilizado y la cantidad de información de a video transmitir.
- Bajo jitter: En aplicaciones unidireccionales es necesario, para así evitar deslizamientos de trama o sincronización apreciable entre audio y video.

- **Baja latencia:** En servicios como teleconferencia a larga distancia se requiera que el destino no reciba la información con retardos, ya que ellos participan en forma interactiva.
- **Multicast eficiente:** Con el objetivo que el flujo de video completo no sea contestado  $n$  veces por  $n$  usuarios.

#### 4.3.1 Compresión del servicio de video

Por ser demasiado alto el orden del ancho de banda del video no comprimido (100 a 240 Mbps), es necesario utilizar métodos de compresión a fin de disminuir y obtener el ancho de banda requerido.

Actualmente hay diferentes métodos de compresión que tienen las siguientes características:

- **Compresión/Descompresión:** Hace compresión espacial dentro de una trama y compresión temporal entre tramas por esquemas de interpolación.
- **Digitalización:** Realiza la transformación de la señal analógica a digital y viceversa.
- **Multiplexa y demultiplexa** diferentes fuentes de video y audio en un flujo de información o transporte.

Existen métodos con pérdidas y sin pérdidas que se logran eliminando redundancia. Aunque la relación de compresión sin pérdidas es demasiado baja, se logra simplemente desplazando la información redundante. A diferencia de los métodos con pérdidas, estos realizan compresiones con excelentes resultados, que si bien la información no es recuperada exactamente, permiten interpolación espacial y temporal a disparidad de la primera. De los métodos mas utilizados para comprimir y pertenecientes al segundo grupo se encuentran el MPEG (*Moving Pictures Experts Group*) y JPEG (*Joint Photographic Experts Group*).

La compresión de video MPEG-1 se planteó para soportar velocidades de bit de aproximadamente 1,5 Mbps. La calidad del video lograda con este estándar se asimila a la de un VHS VCR; no aceptable cuando se emite video de calidad. Es así como las aplicaciones de video sobre ATM utilizan MPEG-2.

Como resultado del requerimiento del video de alta calidad surge el MPEG-2, apropiado para la transmisión sobre redes de computadores. Este protocolo es el utilizado en transmisión de video sobre redes ATM y especifica dos clases de flujo para llevar video codificado: El Flujo de Transporte TS (*Transport Stream*) y el Flujo de Programa (*Program Stream*).

El protocolo MPEG de compresión lo hace sobre las imágenes en forma temporal y espacial mediante un algoritmo, donde una trama en particular es comprimida mediante una Transformada de Coseno Discreto DCT (*Discrete Cosine Transform*).

MPEG-2 provee características propias para multiplexación y sincronización de los flujos de video, audio y datos. Estos flujos de video son fragmentados en unidades llamadas unidades de acceso de video. Un grupo de Unidades de acceso de video forman un flujo de video elemental y varios de estos flujos pueden ser combinados y empaquetados para establecer Flujos Elementales Empaquetados PES (*Packetized Elementary Streams*). Normalmente el flujo PES es convertido en flujo TS o PS tal como se muestra en la figura 4.

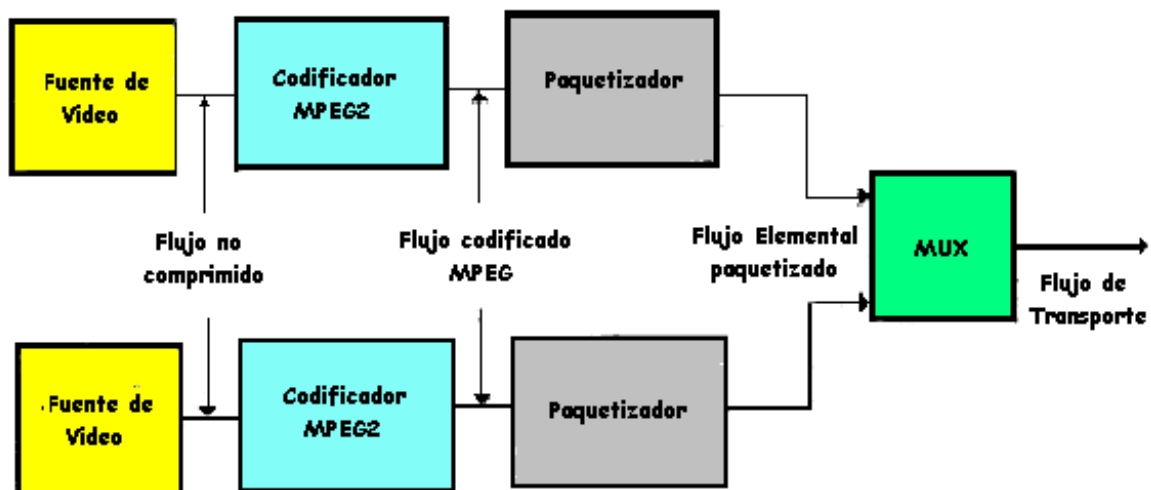


Figura 4. Compresión MPEG

El flujo PS semejante al flujo MPEG-1 consiste de paquetes de longitud variable y son usados en medios donde la probabilidad de pérdida de datos y error de bit son bajas. A diferencia, el flujo TS es de longitud fija, cada paquete es de 188 bytes de largo con 4 bytes de información de cabecera y son usados para transporte en medios donde la pérdida de información y error de bit son mas probables.

La compresión MPEG es un esquema de codificación de tasa de bit variable VBR. Hoy día los codificadores comerciales MPEG generan una tasa de bit constante CBR, que puede transportarse en redes basadas en circuitos tales como ADSL, sistemas T1 y unidades tributarias SONET/SDH. La conversión a flujo CBR como se observa en la figura 5, se logra mediante un buffer en la salida del codificador VBR y un mecanismo de realimentación que controla el parámetro de cuantificación del codificador que responde al llenado del buffer.

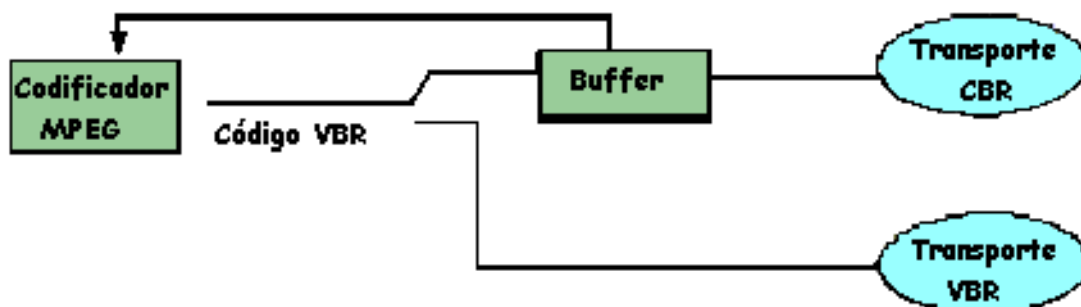


Figura 5. Conversión de flujo VBR a CBR

El modelo de transporte de video MPEG-2 sobre ATM es el siguiente: El video es codificado con el método MPEG-2 y el flujo de bit se empaqueta en un flujo TS de donde se transfieren al nivel de adaptación ATM (figura 6). Posteriormente el nivel AAL segmenta el flujo TS en celdas para transportarlas sobre la red ATM, que al ser recibidas en su destino se realiza su conversión en sentido contrario. Las celdas son reensambladas en flujo TS y entregadas al nivel MPEG-2 el cual reconstruye el flujo de bit codificado y pueda ser visto por el usuario.

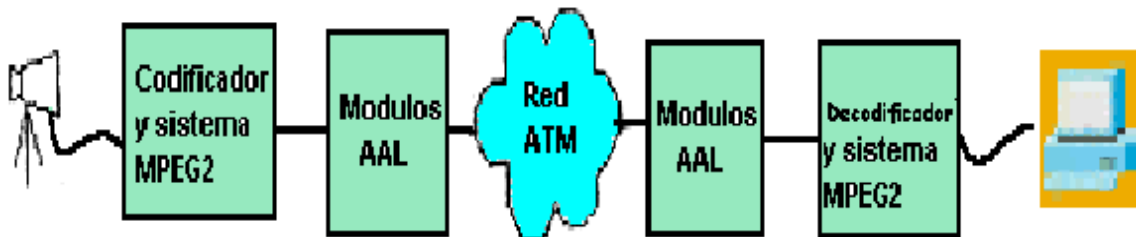


Figura 6. Modelo transporte video MPEG

#### 4.3.2 Métodos para el transporte de video

El servicio de video no comprende solamente al video en si, también se encuentran el servicio de audio y datos, dividiéndose las comunicaciones de video sobre ATM en CBR y empaquetado o VBR.

- Video VBR: El flujo VBR fue diseñado para funcionar sobre LAN's tradicionales, utilizando un algoritmo de compresión cuya salida es



convertida en paquetes IP o tramas Ethernet. Esto es, cuando la señal de video es comprimida, la rata de bit resultante puede estar variando, generando así una rata de bit variable VBR. La multiplexación estadística en redes de paquetes permite a la rata de transmisión variar para tener en cuenta los contenidos de información de la señal y el receptor acusará una calidad de video constante.

- Video CBR: Este flujo de video puede ser transmitido sobre líneas tradicionales a 64 Kbps o múltiplos de 64 Kbps (RDSI) sobre ATM utilizando emulación de circuito. Este servicio se logra utilizando multiplexores ATM, conmutadores ATM o las facilidades de las actuales líneas telefónicas.

#### 4.4 Niveles de adaptación para el transporte de video

Existen dos niveles que son utilizados para el tráfico de video. El primero de ellos es el AAL1 que es utilizado para transmitir flujo CBR y el nivel AAL5 para transmisiones VBR.

El transporte MPEG-2 sobre ATM, puede trabajar sobre el AAL1 para MPEG-2 CBR y sobre AAL5 para flujo MPEG-2 VBR.

#### 4.4.1 Video sobre AAL1

Este nivel de adaptación se diseñó para aplicaciones en tiempo real, denotando una gran ventaja sobre AAL5. Como desventaja sobre AAL5, AAL1 soporta únicamente aplicaciones de tasa de bits constante que provee un retardo constante sobre la red. La corrección que provee AAL1 es FEC (*Forward Error Correction*), ocultando los errores de pérdidas de celdas en la red y siendo de gran utilidad en medios propensos a error. Otro punto a tener en cuenta es que el equipo terminal debe soportar AAL1.

#### 4.4.2 Video sobre AAL5

El nivel AAL5 tiene algunas desventajas como son el carecer de corrección de error hacia delante y carecer de un dispositivo para recuperación de temporización. Es por ello que en los equipos ATM vienen implementadas estas capacidades para las aplicaciones AAL5s. Existen dos categorías de video transmitidas sobre AAL5, que son el video transportado sobre redes heterogéneas el cual se lleva como paquetes IP sobre ATM y la clase de video de tasa de bit variable que es la natural de la red ATM.

El nivel elegido para el transporte de video en la mayoría de los casos es el nivel AAL5, ya que el AAL1 provee una Marca de Tiempo

Residual Síncrona SRTS (*Synchronous Residual Time Stamp*) utilizada en conexiones CBR. Como SRTS se utiliza para recuperar la información de temporización, hay que apreciar que MPEG-2 tiene su propia Rata de Celdas Pico PCR, lo que resulta en redundancia de información de temporización. Al constar de información de cabecera adicional el AAL1, hace elegir algunas veces AAL5, ya que esta información en el es más baja y el total de los 48 bytes por celda utilizables.

## **5. SERVICIOS SOBRE ATM**

Al utilizar ATM, el proveedor tiene la oportunidad de vender diferentes servicios. Como los datos quedan definidos por un circuito virtual ATM, es sencillo para el proveedor asignar un VPN a un cliente, brindando además ventajas como categoría de servicio garantizada y completo aislamiento de otras redes existentes.

Se puede decir que en casi todas las organizaciones, la comunicación entre sus sucursales y de éstas con sus clientes es una necesidad de carácter diario dentro de la empresa, por ello la prestación de telefonía no podía ser excluida dentro de la gama de servicios soportados por ATM, garantizando flexibilidad para el mismo, ya que cada cliente puede no sólo generar y recibir llamadas en forma convencional, sino que adicional al servicio reduce sus gastos de

comunicación por larga distancia ya que se suprime el cargo por acceso a las centrales locales y eventualmente las de larga distancia, debido a que el tráfico de voz es cursado por la red ATM. Adicionalmente se puede contar con un ahorro de ancho de banda si sobre el equipo colocado del lado del cliente posee capacidades de compresión de voz y detección de silencios, permitiendo así una reducción del 85 % o más en el ancho de banda necesario para el establecimiento de una comunicación telefónica.

Por lo general la mayoría de los clientes empresariales (Grandes empresas, PYMES- pequeña y mediana empresas y SOHO – Small Office/Home Office), cuentan con sus propias redes locales, y les es de gran utilidad él poder comunicar cada una de estas redes a fin de compartir aplicaciones comunes entre sus oficinas. El ancho de banda dado a los usuarios dependerá siempre de las exigencias y las necesidades que este presente. En caso que el usuario del servicio tenga ya una conexión dedicada a Internet prestada por algún operador cualquiera, la interconexión de LAN's permitirá que las demás oficinas remotas también accedan a este servicio sin tener que realizar un gasto extra y obtener las mismas bondades en cada sucursal. Debido a que este tipo de tráfico está muy caracterizado por presentar ráfagas de información y transmisión de forma asimétrica, las categorías de servicio UBR (Velocidad de bits no especificada) o ABR (Velocidad de bit disponible), son las más

adecuadas, ya que se realiza un uso óptimo del ancho de banda ahorrando recursos en la red y dinero al usuario cuando este paga por lo que consume realmente.

El servicio de Videoconferencia le permite al cliente comunicarse con sus sucursales, evitando que los funcionarios de las mismas tengan que desplazarse hasta un único sitio de reunión, traducándose esto en una reducción de gastos para la empresa que hace uso del servicio. Para ofertarlo es posible realizar conexiones de diferentes velocidades adecuadas a los equipos de videoconferencia existentes en el mercado, aunque debe tenerse en cuenta algunas características técnicas adicionales antes de presentarlos a un cliente, tales como el tipo de interfaz (V.35, BNC-G703, etc.), soporte de los mismos estándares para la transmisión de video en ambos extremos de la conexión y ubicación física de los equipos.

El ancho de banda consumido por este servicio depende entonces de la velocidad a la cual trabaje el códec de videoconferencia más una capacidad adicional debido al encabezamiento que se añade por la celda ATM, que resulta ser de alrededor del 14%. De aquí es posible determinar cual deberá ser el ancho de banda asignado al PVC (Trayecto virtual que se establece entre los puntos origen y destino) que se emplea para el transporte de video, el cual es llevado sobre ATM mediante la aplicación de servicios de emulación de circuitos

(CES). La categoría de servicio más adecuada para este tipo de tráfico es CBR, ya que el tráfico generado por un códec representa una velocidad constante con altos requerimientos de retardo sobre el enlace, características que pueden ser garantizadas por una QoS CBR.

## **6. ATM Vs OTRAS TECNOLOGIAS**

En el momento existen protocolos distintos para trabajar en el área de LAN y WAN, por ejemplo en el ambiente LAN existen los protocolos Ethernet, Token Ring, FDDI, etc. y para WAN están Frame Relay, SMDS, X.25, ISDN, etc. Pero ATM ha surgido como la tecnología que integra los protocolos de LAN y WAN en una sola unidad soportando servicios de banda ancha extremo a extremo en forma transparente. ATM puede implementarse tanto en la red del usuario como en la red pública para resolver problemas de ancho de banda y para integrar las redes de datos, voz y vídeo en una sola red.

ATM fue diseñada desde un comienzo como una tecnología multiservicio. Con ATM es posible integrar diferentes tipos de tecnologías de transporte, así como servicios de voz, datos y vídeo en una misma infraestructura, lo que permite una administración centralizada de todos los servicios del proveedor, una disminución en

los costos de operación y una interfaz única al cliente para todos los servicios prestados.

ATM no debe pensarse como tecnología rival de las tecnologías existentes como Frame Relay, TDM, X.25, etc. sino que puede coexistir pacíficamente con ellas para dar la mejor solución al usuario. La principales razones de esta integración se debe al hecho de que existe una base instalada de equipos que se debe mantener mientras los cambios en la red se hacen paulatinamente y al hecho que se están comenzando a desarrollar nuevos servicios a los usuarios que consumen grandes cantidades de ancho de banda.

Frame Relay es actualmente la tecnología más aceptada por los usuarios por ser fácil y económica de implementar sobre el enrutador tradicional de usuario, pero su baja capacidad de transporte de voz y su incapacidad para transmitir vídeo lo sitúa en posición inferior frente a ATM cuando el costo del equipo del usuario baje y ofrezca mayores beneficios. Frame Relay es considerada como plataforma de acceso para aquellos pequeños sitios remotos cuyas necesidades de transporte no justifiquen comprar equipo ATM, o porque el cubrimiento de la red ATM no llega hasta estos lugares, pero con necesidades de comunicación con la sede principal en ATM. Frame Relay se dedicará a aplicaciones exclusivas de datos a velocidades de banda angosta.

RDSI es otra plataforma de acceso que tiene la ventaja de no ser dedicada sino conmutada y por lo tanto puede llegar a otros sitios donde ni Frame Relay ni ATM logran llegar, a un costo comparablemente menor. Así mismo ATM también recoge a los usuarios de X.25 para superar los problemas de backbone presentes en las redes públicas de X.25 y para mejorar el servicio a los usuarios de X.25.

Pero a pesar de la existencia de estas tecnologías, en un futuro se podrá ofrecer ATM hasta el usuario para que éste aproveche las ventajas de la Calidad del Servicio, con la introducción de concentradores ATM a baja velocidad desde los 2 Mbps en adelante, y dejando las otras tecnologías que atiendan el mercado de los 2 Mbps hacia abajo.

ATM surgió como la B-ISDN (RDSI de banda ancha) con una filosofía de optimización de ancho de banda y calidad de servicio garantizado. Son precisamente estas características las que le han permitido alcanzar el éxito en los backbones multiservicio e ISP que vieron ventajas competitivas en la implantación masiva de esta tecnología. ATM ha permitido que los carriers pongan fin a la implantación de redes paralelas especializadas en un único tipo de tráfico y migrar hacia una única infraestructura de transporte con capacidades todo



tráfico, alta escalabilidad y flexibilidad para la implementación de nuevos servicios.