

## Notas de Docencia:

### ATM (Asynchronous Transfer Mode)

---

El Modo de Transferencia Asíncrono, ATM (Asynchronous Transfer Mode), es una tecnología de multiplexación y conmutación diseñada para ser un modo de transferencia de propósito general orientado a la conexión para una amplia gama de servicios [5]. ATM maneja tráfico orientado a conexión de forma directa o a través de sus *capas de adaptación*; y también tráfico no orientado a conexión vía las *capas de adaptación*.

ATM lleva a cabo la transferencia de los datos en trozos discretos llamados *celdas*; además, permite la multiplexación de varias conexiones lógicas a través de una única interfaz física [6]. ATM ofrece una mínima capacidad de control de errores y de flujo, lo que reduce el costo de procesamiento de las celdas y el número de bits suplementarios necesarios, mejorando su funcionamiento a altas velocidades.

ATM fue diseñada a principios de los '90s por varios organismos: el ITU-T (International Telecommunications Union - Telecommunication standardization sector) plantea los estándares de jure, mientras que el Foro ATM (inicialmente Foro de Implementadores de ATM, formado por *Adaptive, Cisco Systems, Nortel y Sprint*) [3] lleva algunos estándares de facto que influyen en el trabajo del ITU-T. Con la creación de esta tecnología se planteaba resolver todos los problemas de conectividad y telecomunicaciones fusionando voz, datos, tv por cable, etc., en un solo sistema integrado que pudiera proporcionar todos los servicios para todas las necesidades. Eso no sucedió [8]. En gran parte, los problemas fueron semejantes a los de OSI (Open System Interconnection), es decir, una aparición inoportuna, junto con tecnología, implementación y políticas equivocadas.

En el presente documento se muestra una descripción de la tecnología ATM. Primero, se estudian sus fundamentos y diseño: arquitectura, celdas, modelo, y señalización. Luego, se cubren algunas tecnologías y mecanismos relacionados, propuestos por la IETF (Internet Engineering Task Force), que permiten la integración de ATM con Internet, como lo son CLIP, LIS, y ATMARP.

## 1. Arquitectura de ATM

ATM es una tecnología de conmutación de celdas. Los dispositivos de acceso a la red, denominados *endpoints* o extremos, se conectan mediante la interfaz UNI (User to Network Interface) a los switches dentro de la red. Los switches son conectados a través de la interfaz NNI (Network Node Interface). Esta distribución se muestra en la Figura 2.1 [2].

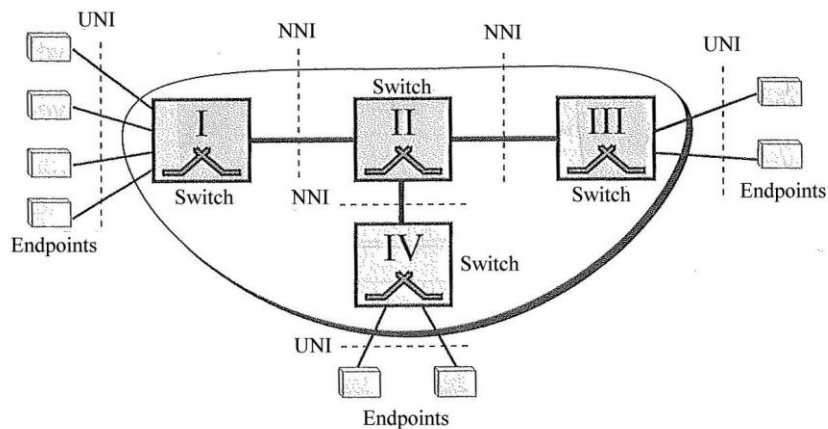


Figura 2.1. Arquitectura de una red ATM

El foro ATM, en conjunto con el ITU-T ha producido varias especificaciones que son presentadas en esta sección [3].

## 1.1 Interfaces

Existen dos interfaces en una red ATM, con usos específicos. Ambas interfaces son descritas a continuación [5].

### 1.1.1 UNI

La UNI proporciona las reglas para la comunicación entre una red ATM y un *endpoint* [3].

### 1.1.2 NNI

Dentro de la red, la NNI se usa para asegurar que puedan comunicarse switches de diferentes fabricantes [3].

## 1.2 Conexiones virtuales ATM

Tres conceptos importantes en ATM son los relacionados con las conexiones, estos son: TP (Transmission Path), VP (Virtual Path) y VC (Virtual Channel).

Las conexiones entre dos extremos son logradas a través de un TP, que está constituido por la ruta física de transmisión entre el endpoint y el switch o entre dos switches. Se puede pensar que los switches son ciudades; entonces un TP es el conjunto de autopistas que conectan directamente a las ciudades [2].

### 1.2.1 VC (Virtual Channel) y VCC (Virtual Channel Connection)

Un VC se define como un flujo unidireccional de celdas ATM con el mismo identificador entre un switch y un endpoint, o entre dos switches. Una VCC se define como una lista de VCs concatenados [5].

Una VCC define un flujo unidireccional de celdas ATM de un usuario a uno o más usuarios.

### 1.2.2 VP (Virtual Path) y VPC (Virtual Path Connection)

Un VP se define como la agrupación de VCs, y provee la transferencia unidireccional de celdas con un mismo identificador entre un switch y un endpoint, o entre dos switches.

Una VPC se define como una lista de VPs concatenados. Una VPC define un flujo unidireccional de celdas ATM de un usuario a uno o más usuarios [5].

El concepto de VPC se desarrolló en respuesta a una tendencia de redes de alta velocidad en la que el costo del control está alcanzando una proporción cada vez mayor del costo total de la red. La técnica de VP ayuda a reducir el costo asociado al control mediante la agrupación en una sola unidad de aquellas conexiones que comparten rutas comunes a través de la red. Las acciones de gestión de red se pueden aplicar a un reducido número de grupos en lugar de a un número elevado de conexiones individuales. La relación entre las diferentes conexiones se muestra en la Figura 2.2 [7].

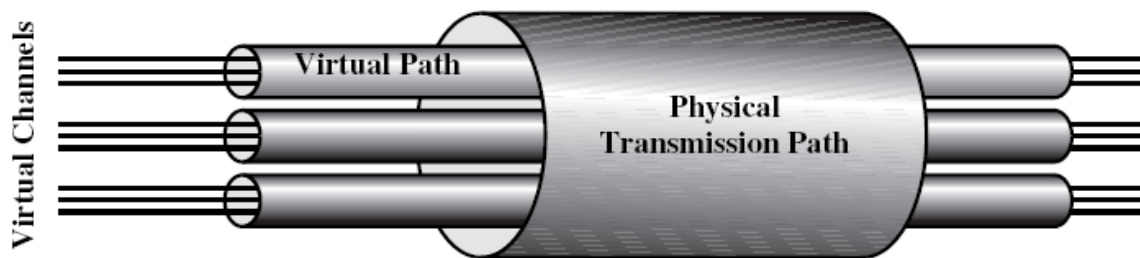


Figura 2.2. Relaciones entre conexiones ATM

Un TP está dividido en varios VPs. Un VP provee una conexión o un conjunto de conexiones entre dos switches. Se puede pensar en el VP como una autopista que conecta dos ciudades. Cada autopista es un VP; el conjunto de las autopistas es el TP, y los canales de la autopista son los VCs [2].

### 1.2.3 Identificadores de conexión

Para transmitir datos de un lugar a otro es necesario identificar las conexiones virtuales [2]. Para este propósito, los diseñadores de ATM crearon un identificador jerárquico de dos niveles: un VPI (Virtual Path Identifier) y un VCI (Virtual Channel Identifier). El VPI define un VP específico, y el VCI define un VC particular dentro del VP. El VPI es el mismo para todos los VCs agrupados (lógicamente) en un mismo VP [2].

## 2. El Modelo ATM

Las normalizaciones del ITU-T para ATM se basan en el modelo mostrado en la Figura 2.3, que refleja la arquitectura básica para una interfaz entre un usuario y la red. La capa física contempla la especificación de un medio de transmisión y un esquema de codificación. Las velocidades

especificadas van desde 25,6 Mbps hasta 622,08 Mbps, siendo posibles velocidades inferiores y superiores [6].

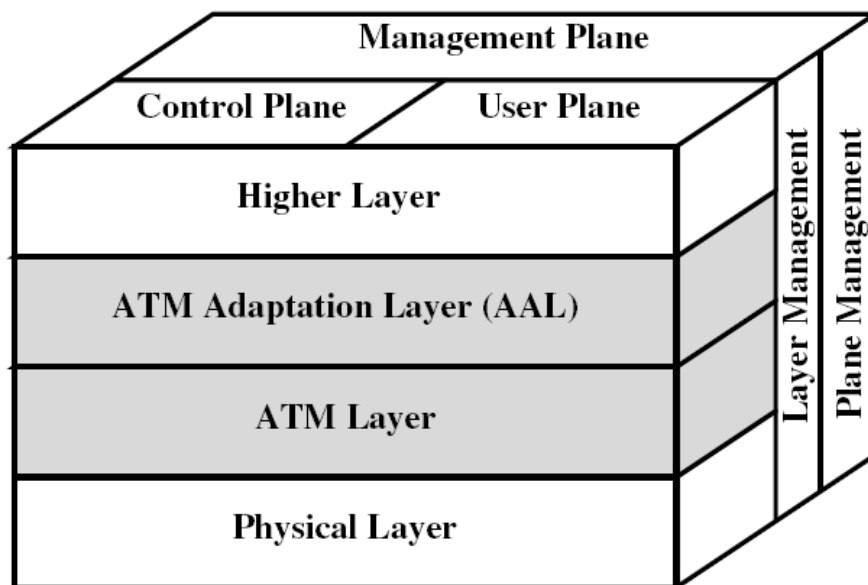


Figura 2.3 El Modelo ATM

Dos niveles del modelo se relacionan con las funciones ATM. De esta forma, existe un nivel ATM común a todos los servicios que proporciona capacidades de transmisión de celdas, y una AAL (ATM Adaptation Layer) que depende del servicio. El nivel ATM define la transmisión de datos en celdas de tamaño fijo y el número de conexiones lógicas. Esto crea la necesidad de un nivel de adaptación para permitir el transporte de información de protocolos no basados en ATM. La AAL permite que la información de capas superiores sea transportada en celdas ATM a través de la red; en el extremo receptor se toman las celdas y se recuperan los datos para entregarlos a las capas superiores [7].

## 2.1 Planos en el modelo

A diferencia de otros modelos de referencia bidimensionales, ATM define tres planos separados [6]:

- User Plane. Permite la transferencia de información de usuario así como de controles asociados (flujo, errores, etc.).
- Control Plane. Realiza funciones de control de llamada y de control de conexión.
- Management Plane. Comprende la gestión de plano, que proporciona la coordinación entre planos y la gestión de capa, que es relativa a los recursos y parámetros residentes en las entidades de protocolo.

## 2.2 Celdas ATM

ATM hace uso de celdas de tamaño fijo, formadas por 5 bytes de cabecera que contiene información para que los switches puedan transmitir la celda; y 48 bytes de payload que contiene los datos de usuario, formando una unidad de transmisión de datos de 53 bytes. Este formato presenta varias

ventajas, donde quizás la más relevante sea que las celdas de tamaño fijo se pueden conmutar más eficientemente, lo que es importante para las altas velocidades de ATM. Además, la implementación en hardware de los mecanismos de conmutación es más fácil para celdas de tamaño fijo [7].

### 2.2.1 Formato de la cabecera

La Figura 2.4a muestra el formato de la cabecera en la UNI, mientras que la Figura 2.4b muestra el formato de las cabeceras internas a la red [6][7].

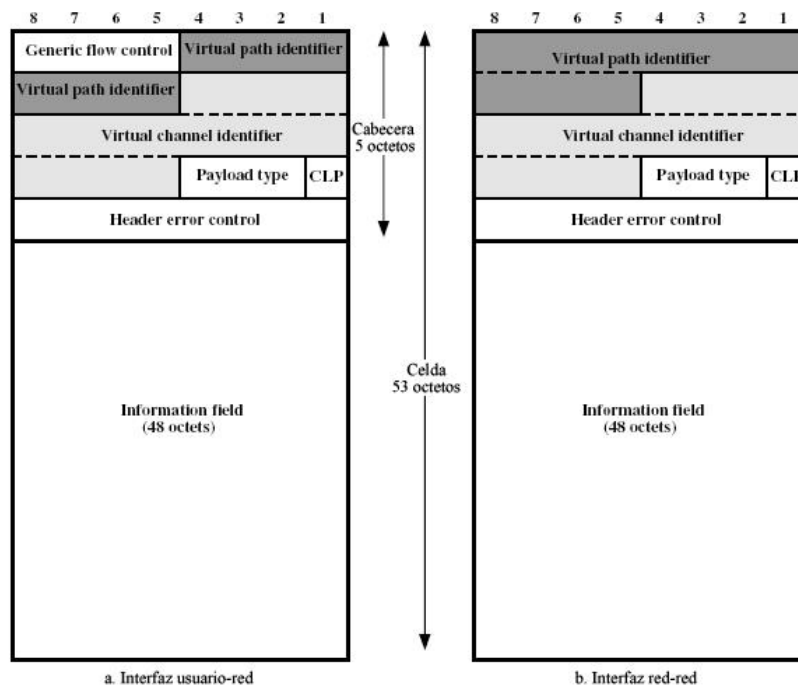


Figura 2.4. Formato de celda ATM

El campo GFC (Generic Flow Control) no se incluye en las cabeceras internas a la red, sino sólo en la UNI, por lo que solamente se puede usar para llevar a cabo el control de flujo de celdas en la interfaz local entre el usuario y la red. Este campo podría usarse para ayudar al usuario en el control del flujo del tráfico para diferentes calidades de servicio. Se usa para aliviar la aparición esporádica de sobrecarga en la red.

El VPI (Virtual Path Identifier) es un campo 8 bits para la UNI, y de 12 en la NNI. Este último caso permite un mayor número de VPs internas a la red, para brindar servicio y gestiones internas. El VCI (Virtual Channel Identifier) se usa para identificar el VC.

El campo Payload type identifica el tipo de información contenida en el campo de carga útil. El bit CLP (Cell Loss Priority) se emplea para ayudar a la red ante la aparición de congestión. Un valor 0 indica que la celda es de prioridad relativamente alta, no debiendo ser descartada a menos que no quede otra opción; un valor 1 por el contrario, indica que la celda puede descartarse. El campo HEC (Header Error Control) se usa para el control de errores.

### 2.2.2 HEC (Header Error Control)

Cada celda ATM incluye un campo HEC de 8 bits, que se calcula en base a los restantes 32 bits de la cabecera. Para generar los datos redundantes se utiliza la técnica CRC (Cyclic Redundancy Check), con el polinomio  $X^8 + X^2 + X + 1$ . Como la técnica tiene una entrada de 32 bits y una salida de 8 bits, permite que exista la redundancia suficiente para reconocer ciertos patrones de error y de esta manera, es posible corregir algunos errores [6].

En la Figura 2.5 se muestra el funcionamiento del algoritmo HEC en el receptor. Inicialmente el algoritmo corrige implícitamente errores simples. Para cada celda recibida, se calcula y compara el HEC. Si no se detectan errores, el receptor permanece en el modo de corrección de errores. En cambio, si se detecta un error, el receptor lo corrige en caso de ser simple; de lo contrario, detectará la ocurrencia de un error múltiple. En cualquier caso, pasa a modo de detección. El receptor permanece en este modo mientras se reciban celdas erróneas, pasando al modo de corrección cuando se examina una cabecera y no se encuentra error alguno [7].

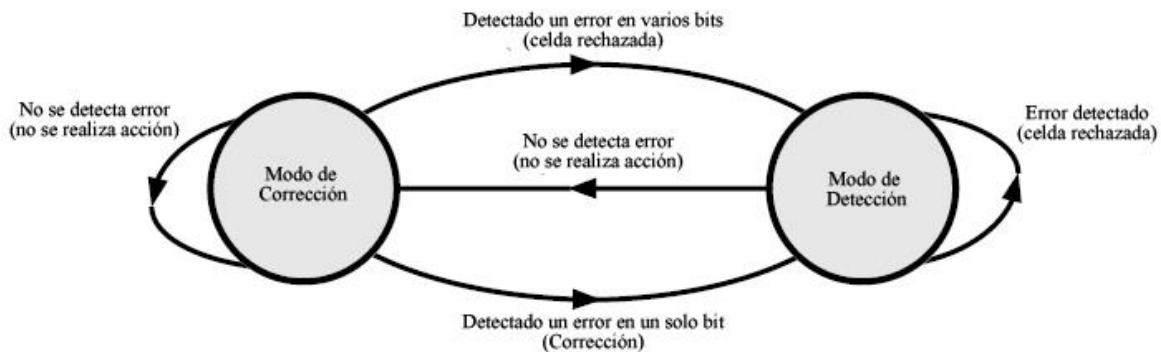


Figura 2.5. Operación HEC en el receptor

## 3. Hardware ATM

ATM se ha propagado en muchos de los principales dispositivos de interconexión: routers, switches, hubs, y tarjetas ATM para estaciones de trabajo [5].

El componente básico de una red ATM es un conmutador electrónico de propósito específico, diseñado para transferir datos a altas velocidades. Un conmutador pequeño común puede conectar entre 16 y 32 computadores [1]. Para permitir la comunicación de datos a altas velocidades, cada conexión entre un computador y un conmutador ATM podría usar un par de fibras ópticas (comúnmente multimodo). La Figura 2.6 [1] muestra la conexión entre un computador y un conmutador ATM.

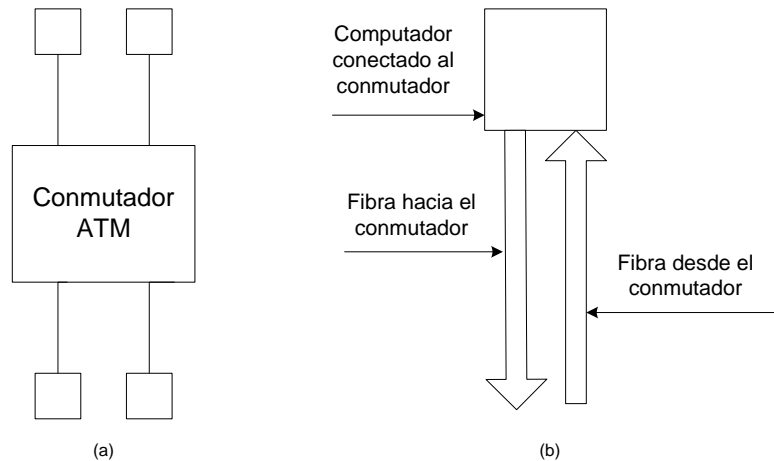


Figura 2.6. (a) Diagrama esquemático de un solo conmutador ATM con cuatro computadores  
(b) Detalle de una sola conexión.

Físicamente, se conecta con una tarjeta de interfaz dentro del bus del computador. El hardware de interfaz incluye un diodo emisor de luz (LED) o un láser en miniatura junto con la circuitería necesaria para convertir los datos en pulsos de luz que viajan hacia la fibra y hacia el conmutador. La interfaz también contiene el hardware necesario para percibir los pulsos de luz que vienen desde el conmutador y convertirlos de nuevo en bits de datos. Como una fibra dada puede transportar luz en sólo una dirección, la conexión requiere un par de fibras para permitir al computador tanto el envío como la recepción de los datos [1].

## 4. Servicios

Los servicios soportados por ATM son variados, y recaen sobre la capa de adaptación. A continuación se listan los servicios disponibles, y se muestra cómo la capa de adaptación es capaz de sustentarlos.

### 4.1 Clases de Servicio ATM

ATM fue diseñada para soportar tráfico de diferentes tipos de servicio simultáneamente, entre los que se encuentran la transmisión en tiempo real de voz, video, y tráfico TCP a ráfagas. Aunque cada flujo se gestiona como una secuencia de celdas a través de un VC, la forma en que se gestiona cada uno de ellos en la red depende de las características del flujo en cuestión y de los requisitos de la aplicación [6][7].

El foro ATM definió las siguientes clases de servicios:

- Servicio en tiempo real
  - CBR (Constant Bit Rate)
  - rtVBR (real-time Variable Bit Rate)
- Servicio en no tiempo real
  - nrtVBR (non-real-time Variable Bit Rate)
  - ABR (Available Bit Rate)

- UBR (Unspecified Bit Rate)

## **4.2 Capas de Adaptación ATM**

La AAL debe aceptar cualquier tipo de payload (en tramas o en flujos de bits). Aunque los datos sean un flujo de bits o una trama de longitud fija diferente a la de la celda ATM, el payload debe ser segmentado en 48 bytes para ser transportado en una celda. En el destino, estos segmentos deben ser reensamblados para generar el payload original. La AAL define una subcapa, la SAR (Segmentation And Reassembly), para hacer esto [2].

Antes de que los datos sean segmentados por la SAR, deben ser preparados para garantizar su integridad. Esto lo hace la subcapa CS (Convergence Sublayer). Es prácticamente imposible generalizar las funciones de SAR y CS, ya que existen diferencias significativas entre las distintas AALs.

ATM define 4 versiones de AAL: AAL1, AAL2, AAL3/4 y AAL5. Las más comunes son la AAL1 y la AAL5. La primera es usada en comunicaciones de *streaming* de audio y video, la segunda en comunicación de datos. En las secciones siguientes se describen brevemente las capas de adaptación ATM [2].

### **4.2.1 AAL1**

Soporta aplicaciones que transfieren información a tasas constantes de bits, tales como audio y video. La subcapa CS divide el flujo de datos en bloques de 47 bytes y lo entrega a la capa inferior. La subcapa SAR coloca una cabecera de un byte y entrega el segmento de 48 bytes a la capa ATM. Esta cabecera tiene dos campos:

1. Sequence Number (SN). Campo de 4 bits que permite ordenar los datos.
2. Sequence Number Protection (SNP). Campo de 4 bits que protege el primer campo. Los primeros 3 bits corrigen el campo SN, el último bit es un bit de paridad que detecta errores sobre los 8 bits.

### **4.2.2 AAL2**

Originalmente se pensó para soportar flujos de bits de tasa variable, pero fue rediseñada. Ahora es usada para tráfico de baja tasa de bits y de tramas pequeñas, como voz o fax (ejm, telefonía móvil). La AAL2 permite la multiplexación de pequeñas tramas en una única celda.

### **4.2.3 AAL3/4**

Inicialmente, la AAL3 se pensó para soportar servicios de datos orientados a la conexión y la AAL4 para soportar servicios no orientados a la conexión. Sin embargo, a medida que fueron evolucionando, se hizo evidente que los aspectos fundamentales de los dos protocolos eran los mismos. Por lo tanto, fueron combinados en un único formato denominado AAL3/4. Ofrece servicios no sensibles al retardo en modo mensaje y en modo serie.



#### **4.2.4 AAL5**

Originalmente, esta capa no formaba parte de ATM. Sin embargo, debido a la necesidad de ofrecer mejores capacidades de detección y corrección de errores de bit, se definió la capa SEAL (Simple and Efficient Adaptation Layer), que posteriormente pasó a ser la AAL5 [3].

La SAR en la AAL5 asume que todas las celdas que pertenecen a un mismo mensaje viajan de forma secuencial, y que las funciones de control son incluidas en las capas superiores de la aplicación emisora.

En la AAL5, la subcapa CS incluye en su cabecera:

1. UU (User-to-User). Un byte es usado para la transferencia de información entre usuarios finales de forma transparente.
2. CPI (Common Part Identifier). Un byte que define cómo se interpretan los bits restantes.
3. L (Length). 2 bytes que indican la longitud de los datos originales.
4. CRC. 4 bytes para control de errores de la unidad de datos.

### **4.3 Convergencia, segmentación y reensamblaje de la AAL5**

Cuando una aplicación envía datos sobre una conexión ATM por medio de la AAL5, el host entrega un bloque de datos a la interfaz AAL5. Esta genera una cola, divide la información en bloques de 48 octetos y transfiere cada bloque a través de la red ATM en una sola celda. En el extremo receptor de la conexión, la AAL5 reensambla las celdas entrantes en paquetes, verifica el CRC para asegurarse de que el paquete llegó correctamente y transfiere el resultado a la capa superior. El proceso de dividir el paquete en celdas y reagruparlo se conoce como SAR ATM [1].

El receptor debe determinar cuántas celdas comprende un paquete. Para esto, el emisor AAL5 utiliza el bit de orden inferior del campo *payload type* del encabezado de la celda ATM para marcar la celda final en un paquete. Así, el receptor AAL5 reúne celdas entrantes hasta que encuentra una con el bit de final de paquete activado. El estándar ATM utiliza el término *convergencia* para describir el mecanismo que reconoce el fin de un paquete [1].

## **5. Señalización de Control**

En ATM es necesario un mecanismo para el establecimiento/liberación de VPC y VCC. El intercambio de información involucrado en este proceso se denomina *señalización de control* y tiene lugar a través de conexiones distintas de las que están siendo gestionadas [6].

Son especificados 4 métodos para llevar a cabo el establecimiento/liberación de VCCs. En todas las redes se usa uno de estos métodos o una combinación de ellos:

1. Las SVC (Switched Virtual Connection) se pueden usar para el intercambio usuario-usuario, en cuyo caso no se necesita señalización de control.
2. Si no existe canal de señalización de control de llamada preestablecido, se debe establecer uno. Para este fin tiene lugar un intercambio de señales de control entre el usuario y la red

a través de algún canal. Por tanto, es necesaria una PVC (Permanent Virtual Connection), probablemente de baja velocidad, que pueda ser utilizada para establecer las VCC en el control de llamadas. Un canal de este tipo se denomina *canal de metaseñalización*, dado que se emplea para establecer canales de señalización.

3. El canal de metaseñalización se puede utilizar para establecer una VCC entre el usuario y la red para la señalización de control de llamadas. Este *canal virtual de señalización del usuario a la red* se puede utilizar para establecer VCC para la transmisión de datos de usuario.
4. El canal de metaseñalización se puede utilizar también para establecer un *canal virtual de señalización usuario-usuario*, que debe configurarse en una VPC preestablecida. Este canal se puede utilizar para permitir a los dos usuarios finales (sin que la red intervenga) el establecimiento y liberación de VCC usuario-usuario para el transporte de datos.

También se definen 3 métodos para las VPCs [6]:

1. Una VPC se puede establecer de forma semipermanente con negociación previa. En este caso no se necesita señalización de control.
2. El establecimiento/liberación de las VPC puede ser *controlado por el usuario*, en cuyo caso éste utiliza una VCC de señalización para solicitar la VPC a la red.
3. El establecimiento/liberación de las VPC puede ser *controlado por la red*. En este caso, la red establece una VPC para su propio uso, pudiendo ser el camino de tipo red-red, del usuario a la red o usuario-usuario.

## 6. CLIP (Classical IP and ARP over ATM)

El RFC 2225 [4] describe la especificación que permite la implementación compatible e interoperable para transmitir datagramas del protocolo IP y solicitudes del protocolo ATMARP (ATM Address Resolution Protocol) sobre la AAL5.

En un principio se pensó que mientras las redes ATM se desplegaban en Internet, existiría una tendencia a mantener el modelo clásico de las redes IP, hasta lograr un reemplazo a las redes de área local y para enlaces IP de interconexión de routers dentro o entre dominios administrativos [4]. Algunas de las razones por las que se esperaba seguir el enfoque IP tradicional fueron:

- Los administradores de red tienden a seguir el mismo modelo que tienen implantado.
- Las prácticas de políticas de administración basadas en seguridad (ejm. firewalls) debían ser superadas por mecanismos planteados por ATM.
- Los estándares tomarían algún tiempo en completarse.

El desarrollo inicial de ATM provee un reemplazo a segmentos LAN como:

- LANs: Ethernet, Token Ring, FDDI, etc.
- Backbones existentes entre LANs.
- Circuitos dedicados entre routers IP.

Para satisfacer los requerimientos de sustitución de las estructuras de redes LAN planteadas previamente, se deben proveer mecanismos para dar soporte a los servicios de capas superiores. En las secciones siguientes se describen algunos de estos mecanismos.

### ***6.1 Direcciones IP en una red ATM***

La encapsulación de datagramas para su transmisión a través de una red ATM puede deducirse de forma directa. En contraste, la asignación de direcciones IP puede ser difícil. Como en otras tecnologías de red, ATM asigna a cada computador conectado una dirección física que puede emplearse cuando se establece un circuito virtual. Por un lado, como las direcciones físicas de ATM son más grandes que las direcciones IP, una dirección física ATM no puede codificarse dentro de una dirección IP. Así, IP no puede utilizar la asignación de direcciones estáticas para redes ATM. Por otro lado, el hardware ATM no soporta la difusión. Por lo tanto, IP no puede utilizar el ARP convencional para asignar direcciones en redes ATM [1].

Los PVCs complican aún más la asignación de direcciones. Debido a que un administrador configura manualmente cada PVC, un host sólo conoce el par VPI/VCI. El software en el host no conoce la dirección IP ni la dirección de hardware ATM del extremo remoto. Un mecanismo de asignación de direcciones IP debe proporcionar la identificación de un computador remoto conectado a un PVC, así como la creación dinámica de SVCs para destinos conocidos.

Las tecnologías de conmutación orientadas a la conexión complican aún más la asignación de direcciones porque requieren dos niveles de asignación. En primer lugar, cuando crean un circuito virtual sobre el que serán enviados los datagramas, las direcciones IP de los destinos deben transformarse en direcciones de puntos extremos ATM. Las direcciones de puntos extremos se usan para crear un circuito virtual. En segundo lugar, cuando se envía un datagrama a un computador remoto en un circuito virtual existente, las direcciones IP de ambos destinos se deben transformar en el par VPI/VCI para el circuito [1].

### ***6.2 Concepto de subred lógica IP - LIS***

A pesar de que ningún protocolo ha sido propuesto para solventar el problema de la asignación de direcciones IP para redes ATM, un protocolo se vislumbra como una forma restringida. La restricción de la forma radica en que un grupo de computadores utilizan una red ATM en lugar de una red física única (a menudo, local). El grupo forma una LIS (Logical IP Subnet) [1]. Una LIS es un conjunto de nodos IP (ejm. hosts y routers) que se conectan a una misma red ATM y que pertenecen a la misma subred IP [4].

Varias LISs pueden definirse entre un conjunto de computadores conectados al mismo hardware de red ATM. Cada LIS funciona como una LAN separada. Los computadores participan en una LIS estableciendo circuitos virtuales entre ellos para intercambiar datagramas. Dado que cada LIS forma una red separada conceptualmente, IP aplica la regla estándar para una red física a cada LIS.

En este escenario, cada entidad administrativa independiente configura sus hosts y routers dentro de una LIS. Cada LIS opera y se comunica independientemente de otras en la misma red ATM.

En el modelo clásico, los hosts se comunican directamente vía ATM con otros hosts dentro de la misma LIS usando el servicio ATMARP (descrito más adelante) como mecanismo para la resolución de la dirección IP destino del extremo ATM. El servicio ATMARP tiene alcance sobre la LIS y da servicio a todos los hosts en ella; la comunicación foránea se da vía un router IP. Este router es un extremo ATM conectado a la red, configurado como miembro de una o más LISs [4].

### **6.3 Enlace de direcciones dentro de una LIS: ATMARP**

Cuando un host crea un circuito virtual para un computador en su LIS, el host debe especificar una dirección de hardware ATM para el destino. El host debe transformar la dirección del próximo salto en la dirección de hardware ATM adecuada, pero no puede difundir una solicitud a todas las estaciones en una LIS porque ATM no soporta difusión; entonces contacta a un servidor para obtener la transformación. La comunicación entre el host y el servidor usa *ATMARP*, una variante del protocolo ARP [1]. ATMARP es el protocolo encargado de la resolución de direcciones IP en direcciones ATM. Este es el mismo protocolo tradicional ARP con las extensiones necesarias para soportar la resolución de direcciones en un ambiente ATM unicast. Todas las estaciones IP deben soportar los protocolos ATMARP e InATMARP (Inverse ATMARP) [4].

Como en ARP convencional, un emisor forma una solicitud que incluye las direcciones IP y ATM de hardware del emisor, así como la dirección IP de un destino para el que es necesaria una dirección ATM. El emisor transmite entonces la solicitud al servidor ATMARP para la LIS. Si el servidor conoce la dirección de hardware ATM, envía una *respuesta ATMARP*. De otra forma, el servidor envía una *respuesta ATMARP negativa* [1]. Las direcciones IP son asignadas independientemente de las direcciones ATM. Cada host debe conocer sus propias direcciones y responder a solicitudes de resolución de dirección de forma apropiada [4].

#### **6.3.1 Formato de paquetes ATMARP**

La Figura 2.7 [1] ilustra el formato de un paquete ATMARP. Este modifica ligeramente el formato del paquete ARP. El mayor cambio comprende campos de longitud y dirección adicional para adaptarse a las direcciones ATM. Para entender el cambio, se debe conocer que han sido propuestas varias formas de direcciones para ATM, y que no aparece una sola forma que se defina como estándar. Para adaptarse a varios formatos de dirección y a una jerarquía de dos niveles, un paquete ATMARP contiene dos campos de longitud para cada dirección ATM así como un campo de longitud para cada dirección de protocolo de capa 3 [1].

0	8	16	24	31
HW TYPE (0x0013)		PROTOCOL TYPE (0x0800)		
SEND HLEN (20)	SEND HLEN2 (0)	OPERATION CODE		
SEND PLEN (4)	TAR HLEN (20)	TAR HLEN2 (0)	TAR PLEN (4)	
SOURCE ATM NUMBER (octetos 0-3)				
SOURCE ATM NUMBER (octetos 4-7)				
SOURCE ATM NUMBER (octetos 8-11)				
SOURCE ATM NUMBER (octetos 12-15)				
SOURCE ATM NUMBER (octetos 16-19)				
SOURCE PROTOCOL ADDRESS				
TARGET ATM NUMBER (octetos 0-3)				
TARGET ATM NUMBER (octetos 4-7)				
TARGET ATM NUMBER (octetos 8-11)				
TARGET ATM NUMBER (octetos 12-15)				
TARGET ATM NUMBER (octetos 16-19)				
TARGET PROTOCOL ADDRESS				

Figura 2.7. Formato del paquete ATMARP

Un paquete ATMARP comienza con campos de tamaños fijos que especifican las longitudes de las direcciones. El primero de los dos campos sigue el mismo formato que un ARP convencional. El campo HW TYPE contiene el valor 0x0013 para ATM, y el campo PROTOCOL TYPE contiene el valor 0x0800 para IP [1]. Los protocolos ATMARP e InATMARP usan los mismos campos *hardware type*, *protocol type* y *operation code* para los paquetes *request* y *reply*. ATMARP hace uso de un código de operación adicional para el mensaje ARP\_NAK. El resto del paquete difiere del formato usado por ARP e InARP [4].

Como el formato de las direcciones del emisor y destino puede diferir, cada dirección ATM requiere un campo de longitud. El campo SEND HLEN especifica la longitud de la dirección ATM del emisor, y el campo SEND HLEN2 especifica la longitud de la subdirección ATM del emisor. Los campos TAR HLEN y TAR HLEN2 especifican la longitud de la dirección ATM del destino y su subdirección. Por último, los campos SEND PLEN y TAR PLEN especifican la longitud de las direcciones de protocolo del emisor y receptor.

Además de estos campos, un paquete ATMARP contiene seis direcciones. Los primeros tres campos de dirección contienen la dirección ATM del emisor, la subdirección ATM y la dirección del protocolo. Los tres últimos campos contienen la dirección ATM del destino, la subdirección ATM y la dirección del protocolo. En la Figura 2.7, los campos SEND HLEN2 y TAR HLEN2 contienen 0, y el paquete no contiene octetos para subdirecciones [1].

## Referencias

1. Comer, D. TCP/IP: Principios básicos, protocolos y arquitectura. Prentice Hall. 3ª ed. 1996.
2. Forouzan, B. Data Communications and Networking. Mc Graw Hill. 4ª ed. 2007.

3. Kessler, G. y Southwick, P. RDSI: Conceptos, funcionalidad y servicios. Mc Graw Hill. 2001.
4. Laubach, M. et al. Classical IP and ARP over ATM. RFC 2225. 1998.
5. McDysan, D. and Spohn, D. *ATM: Theory and Application*. McGraw-Hill. 1995.
6. Stallings, W. Comunicaciones y Redes de Computadores. Prentice Hall. 7ª ed. 2004.
7. Stallings, W. Redes e Internet de Alta Velocidad: Rendimiento y Calidad de Servicio. Prentice Hall. 2a ed. 2005.
8. Tanenbaum, A. Redes de Computadores. Prentice Hall. 4ª ed. 2003.