Capítulo 2

PROTOCOLO ATM

En este capítulo se explica el protocolo ATM(Asynchronous Transfer Mode), enumerando las características que hacen que ATM sea un protocolo de uso cada vez más generalizado, y entrando en detalle en lo referente al formato del mensaje que utiliza(celdas) y a su funcionamiento interno.

CARACTERÍSTICAS DEL PROTOCOLO ATM

La tecnología ATM ha estado en continua evolución desde los años 80, época en la que comenzó su desarrollo. Esta tecnología ha estado siempre muy ligada a la tecnología de transmisión por fibra óptica, de forma que actualmente se consiguen velocidades de transmisión y conmutación hace pocos años impensables(varios cientos de Megabits por segundos).

ATM es un protocolo que puede ser denominado como de nivel 2 o enlace. Entre sus principales características caben destacar las siguientes:

- *Orientado a conexión*: Dos extremos que quieran intercambiar datos a traves de la red ATM, han de estar primero conectados a traves de un circuito o conexión virtual(VC). Estas conexiones pueden ser establecidas/liberadas a traves del protocolo de señalización de usuario en ATM(UNI, User Network Interface) dando lugar a conexiones virtuales conmutadas(SVC), o bien pueden estar definidas en la topología de la red ATM(normalmente son previamente configuradas), en cuyo caso se les denomina circuitos virtuales permanentes(PVC).

- *Permite velocidades de transmisión asíncronas*: La transmisión de datos a través del protocolo ATM se realiza mediante transmisión continua de pequeñas unidades de información denominadas celdas. Estas celdas tienen un tamaño fijo de 53 octetos, 5 de los cuales se utilizan como cabecera y el resto son los datos de nivel superior que transporta el mensaje. La filosofía de ATM es que los

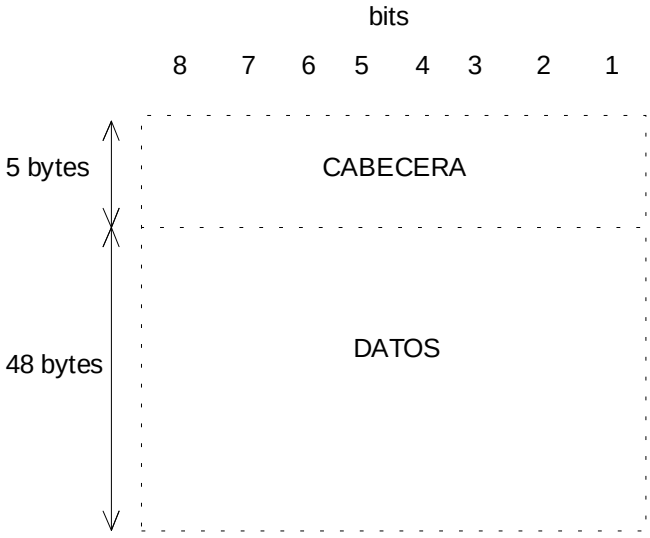
paquetes, que son transmitidos en todo momento, no han porque ser rellenados continuamente con datos, sino que se dispondrá de un buffer en transmisión, de forma que cuando en este buffer se llegue a los suficientes datos como para transmitir una celda rellena de datos, ésta es transmitida. Mientras tanto se estarán enviando celdas sin datos(celdas no rellenas con datos de nivel superior) desde un extremo a otro de la conexión.

Las altas tasas de transmisión que pueden conseguirse, así como su capacidad de adaptarse a distintas variaciones de la velocidad de transmisión, hacen que la tecnología ATM encaje perfectamente en la nueva generación de servicios que se pretenden dar al usuario final en las nuevas redes de datos. Estos servicios, como pueden ser la Televisión Digital o la Videoconferencia, que necesitan de tasas de transmisión muy altas además de fluctuantes, son ideales para esta nueva tecnología, permitiendo un mayor y mejor aprovechamiento de la red de transmisión.

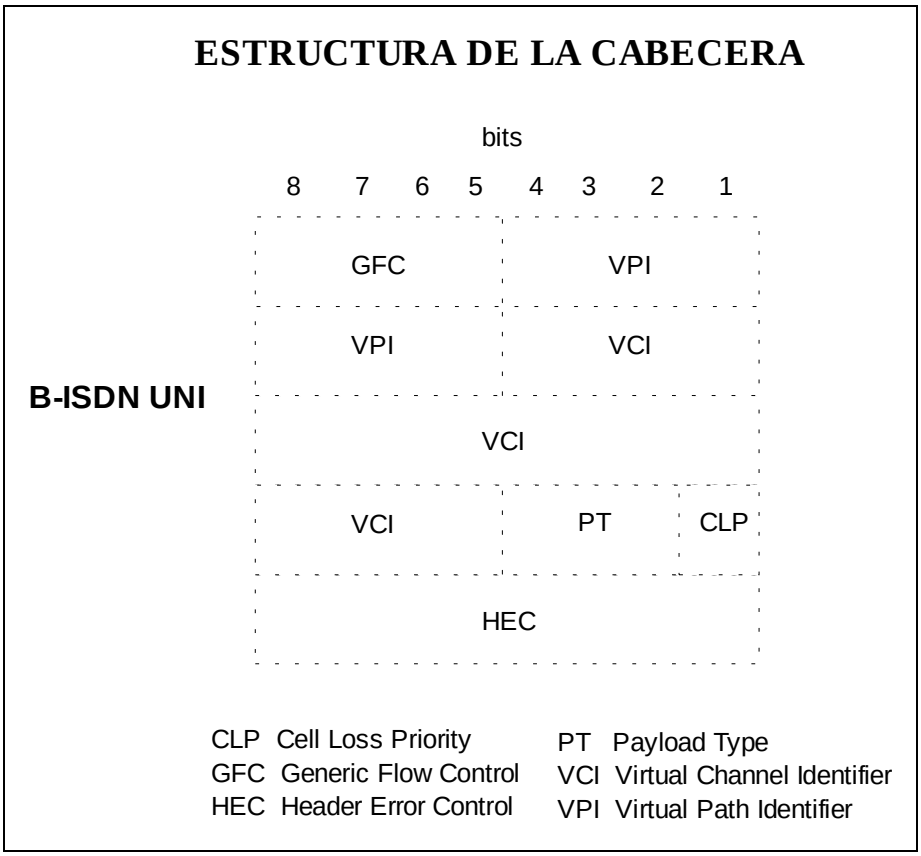
PROTOCOLO ATM

El protocolo ATM, se basa en la transmisión continua de unidades básicas de información denominadas celdas. El formato de las celdas ATM es el siguiente:

ESTRUCTURA CELDA



La siguiente gráfica muestra el formato de los datos de la cabecera del protocolo ATM:



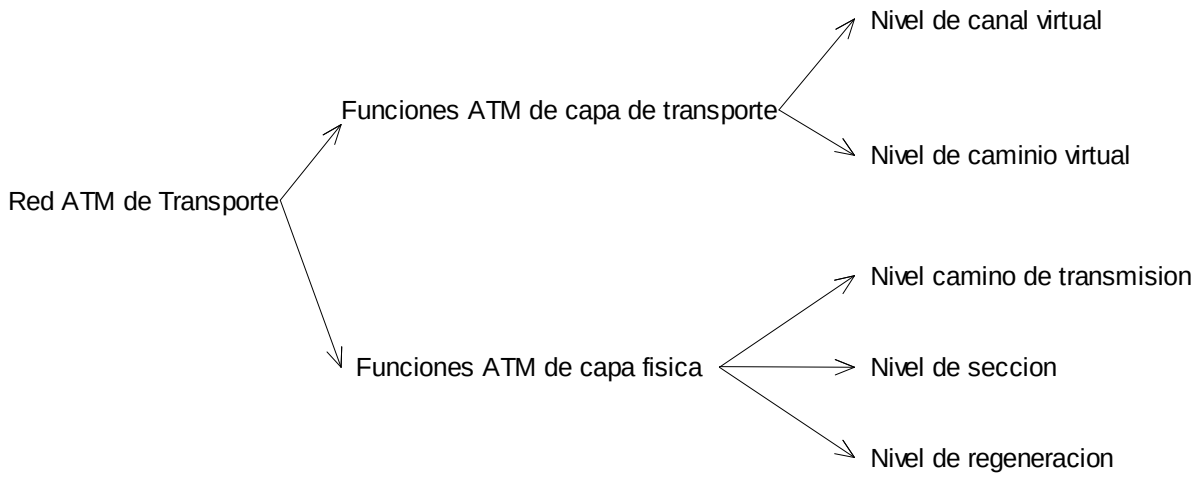
- *Generic Flow Control* (Interfaz UNI): Corresponde a 4 bits cuyo uso esta reservado para control de congestión.
- *Virtual Path Identificator*: Corresponde a 8 bits en interfaz UNI, y 12 bits en interfaz NNI que son utilizados para tareas de enrutamiento de la celda.
- *Virtual Channel Identifier*: Corresponde a 16 bits cuyo uso, junto al campo VPI, es el de enrutamiento de la celda.
- *Payload Type*: Contiene información de usuario, además de implementar funciones de adaptación al servicio. Puede ser utiliza por el elemento de red para la notificación de congestión.
- *Cell Loss Priority*: Afecta a la calidad del servicio(Qos) de la celda. Es un bit que indica si esta celda necesita ser tratada con mayor prioridad(valor 0), o con menor prioridad (valor 1). En caso de congestión las celdas con menor prioridad serán descartadas antes de las celdas de mayor prioridad.
- *Header Error Control*: Es un código de control de errores de la celda. No es usado por el nivel de enlace ATM sino por el nivel físico sobre el que se implementa ATM.

Cabe reseñar que la cabecera de la gráfica anterior corresponde a la interfaz UNI (User Network Interface) de la red ATM, mientras que para la interfaz NNI(Network Network Interface) el formato de la cabecera varía de la anterior en que no dispone del campo GFC (Generic Flow Control), pasando estos bits a formar parte del campo VPI (Virtual Path Identificator) que dispondrá de 12 bits en la NNI, 4 más que en la UNI.
Existen una serie valores *especiales* para la cabecera de una celda, de forma que la identifica para un uso particular, como puede ser por ejemplo, celdas no rellenas, celdas usadas por el nivel físico, celdas de meta-señalización, celdas de señalización broadcast, celdas de supervisión, etc...

RED DE TRANSPORTE ATM

El protocolo ATM es un protocolo orientado a conexión, esto significa que cuando dos Equipos Terminales(TE) que pertenezcan a la red ATM quieran intercambiar datos, tienen que estar conectados a través de la red de transporte ATM. La red de transporte ATM se puede representar en la siguiente estructura jerárquica:

ESTRUCTURA EN NIVELES RED ATM TRANSPORTE



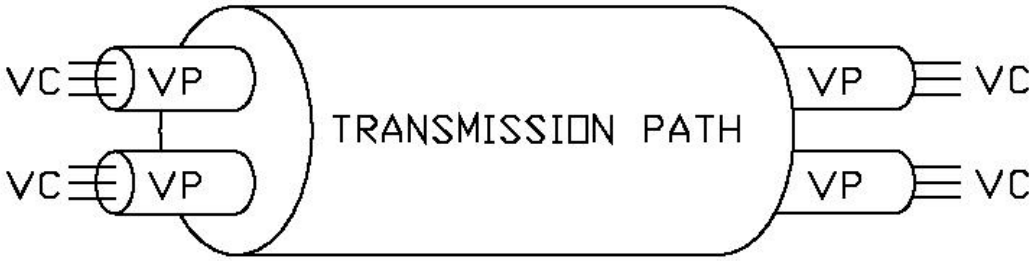
Hasta el nivel de camino de transmisión compete a la capa física, sobre la cual se colocan las nuevas capas especificas de la red ATM, como son:

- Nivel de camino virtual.
- Nivel de canal virtual.

El Canal Virtual (VC) se define como: “Concepto usado para describir el transporte unidireccional de celdas ATM asociado por un común y único valor identificador”. Este identificador de VC es el VCI (Virtual Channel Identificator) y forma parte de la cabecera ATM.

A su vez el Camino Virtual (VP) se define como: “Concepto usado para describir el transporte unidireccional de celdas que pertenecen a canales virtuales asociados por un identificador común”. El identificador del conjunto de canales virtuales es el VPI (Virtual Path Identificator).

Con la siguiente gráfica se puede ver más claramente la diferencia entre lo que son canales virtuales, caminos virtuales y caminos de transmisión:

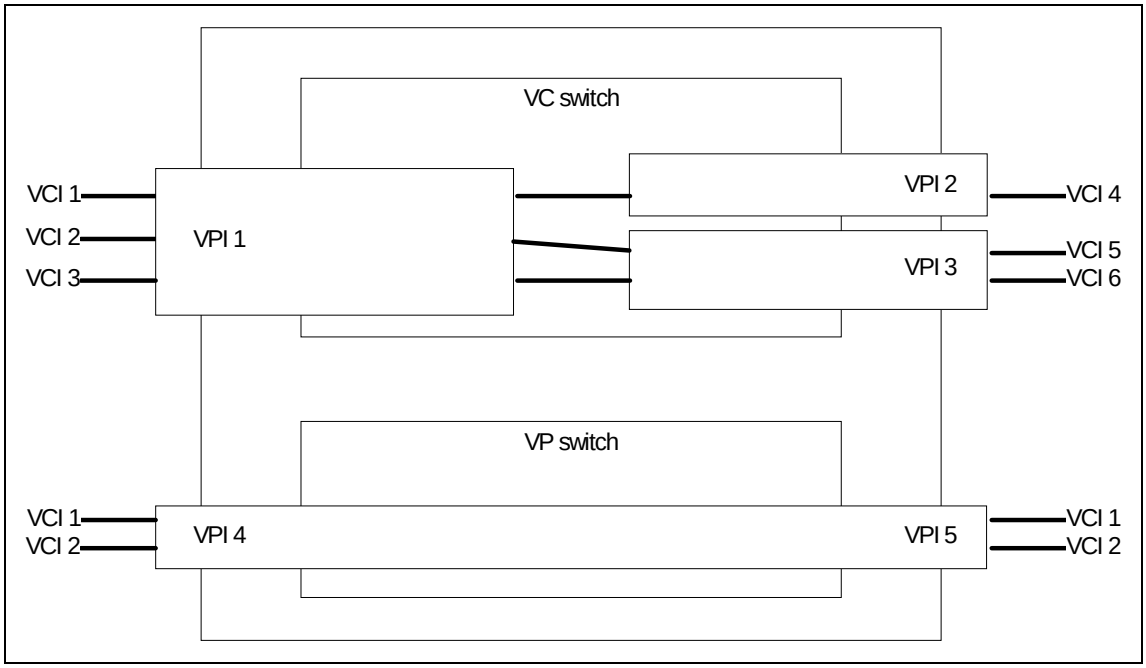


Concerniente a la estructura en capas de la red ATM es necesario hacer una distinción entre ***enlaces*** y ***conexiones***:

- Enlace de Canal Virtual: “Transporte unidireccional de celdas ATM entre un punto donde es asignado un valor de VCI (Identificador de Canal Virtual) y el punto donde este valor cambia o se elimina”.
- Enlace de Camino Virtual: “Trayecto entre dos puntos, uno donde el VPI es asignado, y el otro donde el VPI asignado deja de tener validez”.

Luego para formar una Conexión de Canal Virtual (VCC) habrá que concatenar una sucesión de enlaces de Canal Virtual, ocurriendo lo mismo para crear una Conexión de Camino Virtual (VPC)(sucesión de enlaces de Camino Virtual).

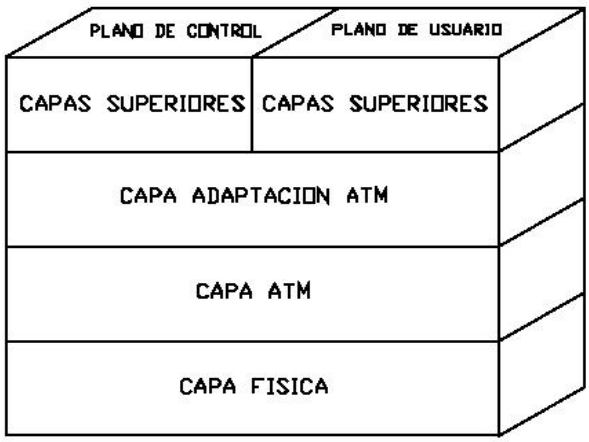
Por lo descrito anteriormente, el concepto de VCI e VPI solo tiene significado en un enlace, mientras que en todo el recorrido de los VCC(Virtual Channel Connections) o VPC(Virtual Path Connections) los valores de los VPI y/o VCI serán cambiados a través de conmutadores de VP/VC. Los conmutadores ATM responderán al siguiente esquema:



Los conmutadores VP(de camino virtual) solo variarán el valor de los VPI, mientras que los conmutadores VC(de circuito virtual) podrán variar tanto los valores de los VPI como de los VCI.

MODELO DE REFERENCIA

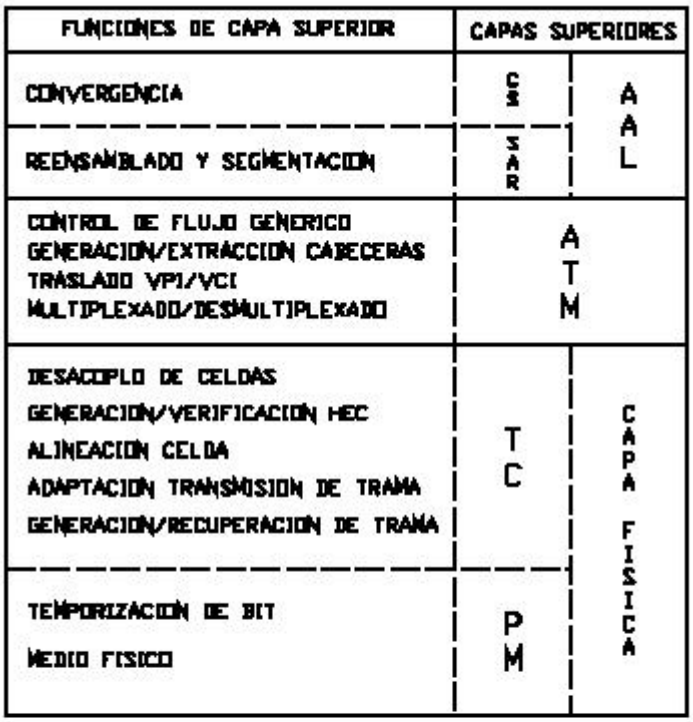
La siguiente gráfica muestra el modelo de referencia en capas de ATM:



La capa ATM ofrece a las capas superiores un servicio orientado a conexión donde se garantiza la *secuencia* en la recepción de celdas de un extremo de la conexión hasta el otro. Para ofrecer distintas clases de servicio a niveles superiores es necesaria la utilización de nuevas capas que implementen dichas clases de servicio. Ejemplo de clases de servicio que comúnmente se implementan en ATM son las siguientes:

- Clase A: Emulación de circuito con una tasa constante de transmisión(por ejemplo, un circuito de 2Mbit/s).
- Clase B: Tasa de transmisión variable para audio y video.
- Clase C: Transmisión de datos orientado a conexión.
- Clase D: Transmisión de datos no orientado a conexión.

A continuación se muestran las funciones de las distintas capas o niveles que se suelen implementar con ATM:



AAL	CAPA DE ADAPTACION ATM
CS	CAPA DE CONVERGENCIA
SAR	CAPA DE SEGMENTACION Y REENSAMBLADO
TC	CAPA DE CONVERGENCIA EN LA TRANSMISION
PM	CAPA DE MEDIO FISICO

La capa de Adaptación a ATM(AAL) se implementa sobre la capa ATM, existiendo distintos tipos de capa AAL según los servicios que se pretenden ofrecer a las capas superiores. Se puede obtener un paralelismo entre las distintas implementaciones de la capa AAL y las distintas clases de servicio que pueden ser ofrecidas. Un tipo de capa AAL consiste en una SAR(Subcapa de Segmentación y Reensamblado) y CS(Subcapa de Convergencia) específicas. A continuación se describen las principales características de los distintos tipos de capas AAL:

- *AAL tipo 0*: Es la implementación de la capa AAL que no recoge ni la subcapa de *Convergencia* ni la de *Segmentación y Reensamblado*. Se utilizaría directamente la capa ATM, no implementándose ningún servicio adicional.

- *AAL tipo 1*: Esta implementación esta ligada a la clase de servicio A (Constant Bit Rate). Transfiere información de sincronismo entre el origen y el destino, además si es necesario puede llevar información acerca de la estructura de datos que se está transmitiendo. Esta capa no implementa control de errores, simplemente realiza una indicación de estos a la capa superior. En el modo de

funcionamiento de "*emulación de circuito*" es capaz de monitorizar parámetros de calidad de servicio.

- *AAL tipo 2*: Esta implementación esta ligada a la clase de servicio B (Variable Bit Rate para audio o video). Las principales funciones que ofrece son el intercambio de SDUs con la capa superior a una tasa de transmisión variable, el envío de información de sincronismo entre el origen y el destino, y la notificación de errores a la capa superior.

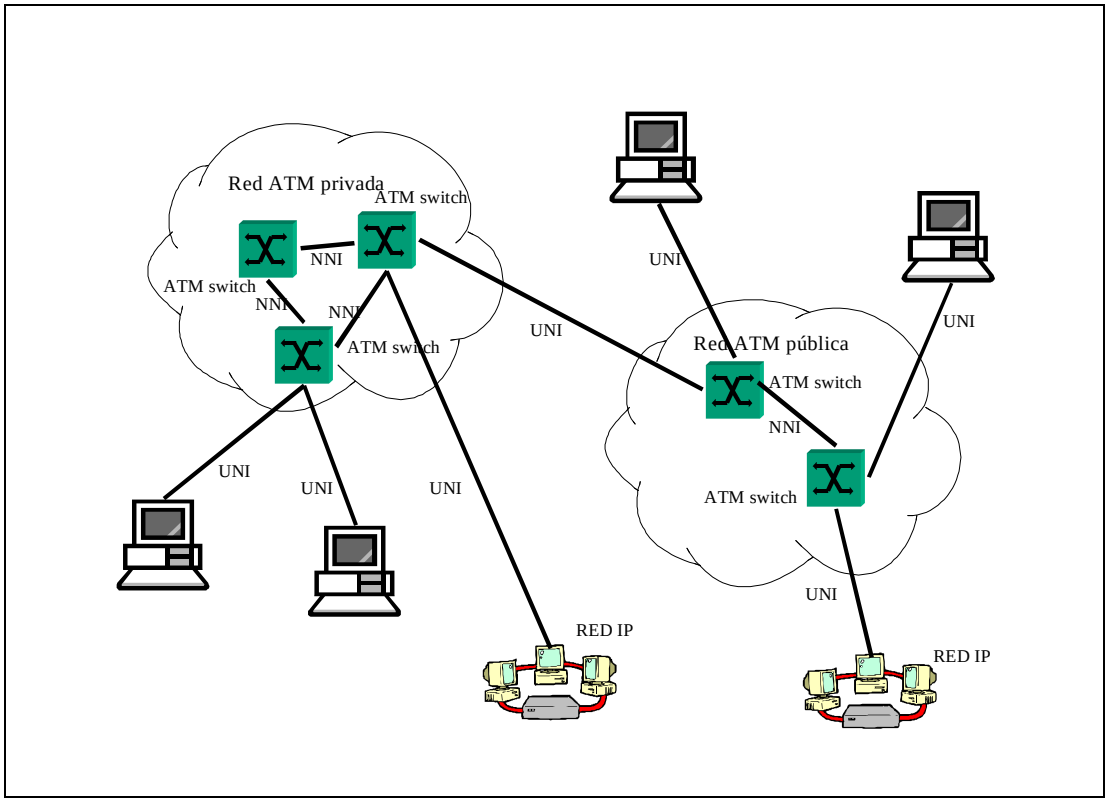
- *AAL tipo 3/4*: La AAL tipos 3 y 4 implementan las clases de servicio C y D. Ambas tienen de particularidad de que la subcapa de convergencia(CS) la dividen en dos subcapas, la CPCS (Common Part Convergence Sublayer) y la SSCS (Specific Part Convergence Sublayer). La subcapa SSCS dependerá de la aplicación a la que se le esté dando servicio.
  La AAL tipo 3/4 tiene 2 modos de funcionamiento(en paralelismo a las clases de servicio C y D):

  - Modo mensaje: Se transmiten SDUs entre un origen y un destino las cuales no han de ser de tamaño fijo.
  - Modo flujo: Se transmiten SDUs entre un origen y un destino, de tamaño fijo y de un modo continuo. Dentro de este modo de funcionamiento se puede tener control de errores.

- *AAL tipo 5*: Se aplica a un origen con VBRs(Variable Bit Rate) y que no tienen una relación de sincronismo entre el origen y el destino(esto lo diferencia de la AAL tipo 2). Ofrece las mismas funciones que la AAL tipo 3/4, pero como ventaja ésta posee un *overhead*(carga de cabecera) mas bajo.

DIRECCIONAMIENTO EN UNA RED ATM

Un esquema típico de interconexión dentro una red ATM puede ser el siguiente:



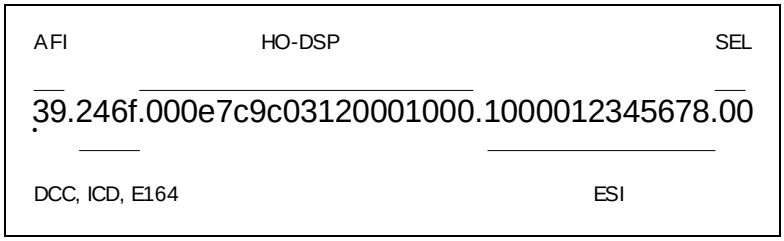
Dentro de una red ATM, los conmutadores que se encuentran dentro de la misma dialogan entre ellos a través de la interfaz NNI (Network-Network Interface), mientras que los equipos terminales(TE) o los elementos de interconexión con otras redes (ATM, IP...) lo hacen a través de interfaz UNI(User Network Interface).

Cada elemento de red dentro de ATM se identifica globalmente con su dirección de red de ATM. Localmente a cada enlace, las conexiones entre dos elementos de red adyacentes se identificaban con el par VPI/VCI. Una conexión, ya sea permanente(PVC) o conmutada(SVC), se corresponderá con una sucesión de enlaces que vayan desde el nodo origen al destino. La información necesaria para realizar el enrutamiento desde una dirección origen a otra destino la dispondrán los conmutadores que formen la red en sus tablas de enrutamiento.

Existen dos tipos de direcciones de red que identifican a un elemento de red unívocamente dentro de la red ATM. Estos dos tipos de *direcciones* poseen dos formatos distintos:

- Tipo AESA(*ATM End System Address*)

Este formato está descrito en la norma *ISO8348/AD 2*. Se corresponde a una cadena de 20 octetos, que a su vez se puede dividir en distintos campos. Con un ejemplo se muestra una dirección de este tipo(cada byte se representa con dos dígitos en hexadecimal):



Los campos que componen la dirección son los siguientes:

1. Authority and Format Identifier(AFI): 1 octeto
2. Data Country Code(DCC) ó International Country Code(ICD): 2 octetos
3. Domain Specific Part(HO-DSP): 10 octetos
4. End System Identifier(ESI): 6 octetos
5. NSAP Selector(SEL): 1 octeto

- Tipo E.164

Este formato está descrito en la norma E.164 tal y como su propio nombre indica. Se compone de un número de código internacional que identifica al país y un número de código nacional que identifica al equipo dentro del país. A continuación se muestra un ejemplo de prueba: