

INTRODUCCION

Actualmente en el medio de las telecomunicaciones se menciona de forma cada vez mas frecuente la tecnología ATM (Asynchronous Transfer Mode), una tecnología llamada a revolucionar el mundo de las telecomunicaciones ya que el crecimiento de Internet se ha incrementado de forma vertiginosa y se necesita de una tecnología capaz de soportar grandes cantidades de datos y trabajar con un mayor ancho de banda además que pueda manejar información de datos, video y sonido. Pues bien ATM parece la solución ideal para todos esos requerimientos debido a su arquitectura la cual consta de capas estructuradas que permite que múltiples servicios como voz y datos vayan mezclados en la misma red. El uso de ATM se traduce además en economía ya que es mas barato tener todo tipo de datos en un solo tipo de red, a tener distintas redes para manejar voz, datos, e imágenes, y tratar de hacer que interactuen. Gracias a ATM se puede desarrollar aun mas el uso de la videoconferencia y podremos ver, por ejemplo, operaciones a pacientes a través de este medio sin importar en que parte del mundo se encuentren paciente y cirujano.

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.

INTRODUCCIÓN A LAS REDES

Una red es la interconexión de diferentes equipos: Computadoras, impresoras, terminales, unidades de discos y otros entre si.

La red de comunicación esta formada por la interconexión de un numero de localidades diferentes a través de unas facilidades de comunicaciones; existen múltiples dispositivos en la red, con múltiples usuarios capaces de seleccionar entre ellas.

Puntos Importantes que Contemplan Una Red:

Usuario Final: Es la fuente o el destino del mensaje en la red; un usuario final no es necesariamente una persona, puede ser un programa de aplicación interactuando con otra aplicación, un usuario de terminal hablando con otro usuario de terminal hablando con otro usuario de terminal, etc.

Ruta de Acceso: Es la conexión entre los dos usuarios finales que les permite a ellos comunicarse.

Nodo: Es una caja física que puede aceptar y redireccionar mensajes a lo largo de una ruta de acceso, puede ser un computador o un controlador de terminal.

Entre los beneficios de la redes se encuentran:

- Permitir la comunicación entre los elementos que conforman la red. Al estar interconectados diferentes computadores pueden intercambiar información, datos o mensajes entre sí.
- Compartir recursos, al estar diferentes componentes y periféricos conectados en la red varios usuarios

pueden hacer uso de ellos.

CONCEPTO DE ATM

ATM o Modo de Transferencia Asíncrona es una de las mas nuevas tecnologías actuales que prometen ser el futuro de telecomunicaciones incluyendo 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 diferencia 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.

ATM es una tecnología basada en transmisiones de pequeñas unidades de tamaño fijo(células) y formato estandarizado. Las células son transmitidas a través de conexiones con circuitos virtuales, Cada célula posee un encabezado y un campo de información (tamaño fijo de 53 octetos), atiende a requisitos de diversas aplicaciones(datos, voz, imagen).

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.

HISTORIA DE ATM

La tecnología ATM se inició a principios de la década de los 80, en un momento en el que los investigadores estaban intentando desarrollar una tecnología que pudiera utilizarse tanto para el intercambio tanto de voz como de datos. En el periodo comprendido entre 1985 y 1989 el CCITT (actualmente ITU-T) comenzó a desarrollar la RDSI-BA (Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha) definiendo la tecnología adecuada para este desarrollo.

Las razones que motivaron el nacimiento de la RDSI-BA fueron la demanda de un mayor ancho de banda, la disponibilidad de equipos de transmisión y conmutación de alta velocidad, los avances tanto hardware como software de los sistemas disponibles en el usuario final, etc. En 1989 el ITU-T tomó la decisión de utilizar ATM como tecnología sobre la cual se desarrollara la RDSI-BA.

Ya en 1991 la demanda de los usuarios de servicios con gran ancho de banda y comunicaciones más rápidas habían aumentado considerablemente, lo que produjo la necesidad de definir un mayor número de estándares que rigieran este tipo de comunicaciones. Es así como surgió el Forum ATM, el cual crea sus propios estándares, pero trabajando conjuntamente con otros estándares, como son los definidos por el ITU-T.

ATM FORUM

El ATM Forum se inicio en octubre de 1991 por un conjunto de 4 empresas de ordenadores y telecomunicaciones. Desde su comienzo, ha visto un crecimiento sin precedentes, hasta junio de 1994 tenia alrededor de 500 miembros. Los actuales miembros están agrupados en proveedores el equipo, los que fabrican los conductores, los proveedores de servicio, los transportadores y los usuarios finales. El ATM Forum es un consorcio de compañías que escribe especificaciones para acelerar la definición de la tecnología AUM. Estas especificaciones son luego pasadas al ITU-T (lo que era antes CCITT) para su aprobación. El ITU-T reconoce totalmente el ATM Forum como un grupo de trabajo creíble.

El ATM Forum ha aprobado cuatro velocidades UNI (User Network Interfases) para ATM: DS3 (44.736 Mbit/s), SONET STS3c (155.52 Mbit/s) y 100 Mbit/s para UNI privados y 155 Mbit/s para UNI privadas. UNI privadas se refieren a la interconexión de usuarios ATM con un switch ATM privado que es manejado como parte de la misma red corporativa. Aunque la tasa de datos original para ATM fue de 45 Mbit/s especificado para redes de operadores (carriers) con redes T3 existentes, velocidades UNI adicionales se han venido evaluando y están ofreciéndose. También hay un alto interés en interfases, para velocidades E1 (2Mbps) y T1 (1,544 Mbps) para accesos ATM de baja velocidad.

¿PORQUE SURGE ATM?

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 "switchado", 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, video-telefonía 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 módems 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 "switcheo" 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 interactuen.

TIPOS DE CONEXIONES

ATM provee servicios orientados a la conexión. Para comunicarse con un nodo remoto, un host debe solicitar a su switch local el establecimiento de una conexión con el destino. Estas conexiones pueden ser de dos naturalezas: Switched Virtual Circuits (SVC) o Permanent Virtual Circuits (PVC).

Switched Virtual Circuits

Un SVC opera del mismo modo que una llamada telefónica convencional. Un host se comunica con el switch ATM local y requiere del mismo el establecimiento de un SVC. El host especifica la dirección completa del nodo destino y la calidad del servicio requerido. Luego espera que la red ATM establezca el circuito.

El sistema de señalización de ATM se encarga de encontrar el path necesario desde el host origen al host destino a lo largo de varios switches. El host remoto debe aceptar el establecimiento de la conexión.

Durante el proceso de señalización (toma este nombre por analogía con el usado en sistemas telefónicos de los cuales deriva ATM) cada uno de los switches examina el tipo de servicio solicitado por el host de origen. Si acuerda propagar información de dicho host registra información acerca el circuito solicitado y propaga el requerimiento al siguiente switch de la red.

Este tipo de acuerdo reserva determinados recursos el switch para ser usados por el nuevo circuito. Cuando el proceso de señalización concluye el switch local reporta la existencia del SVC al host local y al host remoto.

La interfase UNI identifica a cada uno de los SVC por medio de un número de 24 bits. Cuando un host acepta un nuevo SVC, el switch ATM local asigna al mismo un nuevo identificador. Los paquetes transmitidos por la red no llevan información de nodo origen ni nodo destino. El host marca a cada paquete enviado con el identificador de circuito virtual necesario para llegar al nodo destino.

Nótese que se ha evitado hablar de los protocolos usados para el establecimiento de los SVC, para los procesos de señalización y para comunicar a los hosts el establecimiento de un nuevo SVC. Además hay que tener en cuenta que comunicaciones bidireccionales van a necesitar reservar recursos a lo largo del SVC para dos sentidos de comunicación.

Permanent Virtual Circuits

La alternativa al mecanismo de SVC descrito en el ítem anterior es evidente: el administrador de la red puede configurar en forma manual los switches para definir circuitos permanentes. El administrador identifica el nodo origen, el nodo destino, la calidad de servicio y los identificadores de 24 bits para que cada host pueda acceder al circuito.

Paths, Circuitos e Identificadores

ATM asigna un entero único como identificador para cada path abierto por un hosts. Este identificador contiene mucha menos información de la que fue necesaria para la creación del circuito. Además el identificador solo es válido mientras que el circuito permanece abierto.

Otro punto a tener en cuenta es que el identificador es valido para un solo sentido del circuito. Esto quiere decir que los identificadores de circuito obtenidos por los dos hosts en los extremos del mismo usualmente son diferentes.

Los identificadores usados por la interfase UNI están formados por 24 bits, divididos en dos campos, el primero de 8 bits y el segundo de 16 bits. Los primeros 8 bits forman el llamado «Virtual Path Identifier» y los 16 restantes el «Virtual Circuit Identifier». Este conjunto de bits suele recibir el nombre de «VPI/VCI pair».

Esta división del identificador en dos campos persigue el mismo fin que la división de las direcciones IP en un campo para identificar la red y un segundo campo para identificar el host. Si un conjunto de VCs sigue el mismo path el administrador puede asignar a todos ellos un mismo VPI. El hardware de ATM usa entonces los VPI para funciones de ruteo de tráfico.

ATM Cell Transport

En cuanto al transporte de información, ATM usa tramas de tamaño fijo que reciben el nombre de celdas. El hecho de que todas las celdas sean del mismo tamaño permite construir equipos de switching de muy alta

velocidad. Cada celda de ATM tiene una longitud de 53 bytes, reservándose los 5 primeros para el encabezado y el resto para datos.

Dentro del encabezado se coloca el par VPI/VCI que identifica al circuito entre extremos, información de control de flujo y un CRC .

La conexión final entre dos nodos recibe el nombre de Virtual Channel Connection o VCC. Una VCC se encuentra formada por un conjunto de pares VPI/VCI.

PAQUETES

UN paquete en ATM es la información básica transferida en las comunicaciones B-ISDN de ATM.

Los paquetes tienen una longitud de 53 bytes. Cinco de estos bytes forman la cabecera y los 48 bytes que quedan forman el campo de información del usuario llamado "payload". La siguiente estructura corresponde a la cabecera de un paquete NNI:

La siguiente estructura corresponde a la cabecera de un paquete UNI:

La cabecera se divide en los campos GFC, VPI, VCI , PT, CLP y HEC. Los tamaños de estos campos difieren mínimamente entre el NNI y el UNI.

Control de Flujo Genérico (GFC):

Aunque la función primaria de este campo es el control del acceso físico, a menudo se usa para reducir celda [jitters] en servicios CBR, asigna capacidad de feria para servicios VBR, y para hacer control de trafico en flujos VBR.

Virtual Path Identifier/Virtual Channel Identifier (VPI/VCI):

La función de los campos VPI/VCI es indicar el numero de canal/camino virtual, por lo cual los paquetes que pertenezcan a la misma conexión pueden ser distinguidos. Se asigna un único VPI/VCI para indicar el tipo de paquete que viene, paquetes sin asignar, paquetes OAM de la capa física.

Payload Type (PT)/Cell Loss Priority (CLP)/Header Error Control (HEC):

El campo PT deberá informar si la información del usuario ha llegado o los paquetes ATM han sufrido congestión.

El campo CLP se usa para decir al sistema si el paquete debe ser descartado o no en momentos de congestión. Los paquetes ATM con CLP= 0 tienen una prioridad menor que los paquetes ATM con CLP= 1. Por lo tanto, cuando se produce congestión, los paquetes que tienen el campo CLP= 1 antes son quitados antes que los que tienen el campo CLP= 0.

HEC es un byte de CRC de la cabecera que es usado para detectar y corregir errores en los paquetes.

ARQUITECTURA DE ATM

ATM es una arquitectura estructurada en capas que permite que múltiples servicios como voz y datos vayan mezclados en la misma red. Tres de las capas han sido definidas ara implementar los rasgos del ATM.

La capa de adaptación garantiza las características apropiadas del servicio y divide todos los tipos de datos en

payload de 48 bytes que conformaran el paquete ATM.

La capa intermedia de ATM coge los datos que van a ser enviados y añade los 5 bytes de la cabecera que garantiza que el paquete se envía por la conexión adecuada.

La capa física define las características eléctricas y las interfaces de la red. ATM no está ligado a un tipo específico de transporte físico.

TECNOLOGÍAS

Vamos a echar una mirada rápida a las dos tecnologías de transporte disponibles hoy en día: Modo de Transmisión Síncrono (STM) y sistemas de Conmutación de Paquetes, como X.25 o Frame Relay.

Modo de Transmisión Síncrona

Los sistemas STM (Synchronous Transfer Mode) utilizan multiplexación por división en el tiempo, asignando a cada usuario una ventana temporal que le permitirá emitir. Para señales que requieren una velocidad de bits en el transporte continua (CBR: Continuous Bite Rate), como voz y video, esta tecnología es ideal, pero para computadores, cuyo tráfico tiene un origen a ráfagas, esto supone un malgasto de recursos de la red (ya que habrán ventanas temporales que estarán vacías).

Conmutación de Paquetes

La tecnología de transmisión por conmutación de paquetes proporciona multiplexación estadística de paquetes en el medio de transporte. Esto es ideal para datos a ráfagas a velocidad variable (VBR: Variable Bit Rate), pero para velocidades constantes de bits como voz y video puede causar un retardo relativamente alto.

Técnicas como X.25 o Frame Relay –Retransmisión de paquetes utilizan la tecnología de conmutación de paquetes. Esta tecnología utiliza tramas de datos de longitud variable que se empaquetan con protección de errores y son enviados a través de enlaces que son estadísticamente compartidos por varios usuarios, de esta manera se aprovechan los recursos del medio. Físicamente una red de conmutación de paquetes consta de un conjunto de nodos de conmutación interconectados, la misión de éstos es encaminar a los paquetes para que lleguen a su destino. X.25 fue concebido en una era (los 70's) en donde las velocidades eran bajas y las líneas tenían una calidad muy pobre (analógicas).

Es, por lo tanto, una tecnología muy rigurosa en cuanto al control de error, pero X.25 tiene suficientes costes como para ser sólo útil a velocidades de enlaces relativamente bajas (sobre los 64 Kbps).

Frame Relay fue derivada de X.25 para acomodarse a las modernas redes de datos. Casi todas las capacidades de control de error de X.25 fueron eliminadas y, en cambio, la velocidad fue elevada a T1/E1 (1.544 Mbps/2.048Mbps), con la posibilidad de soportar incluso velocidades mayores (T3/SONET). El control de error se realiza en los sistemas finales, respaldados por las modernas líneas digitales, con ratios de error casi especiales, junto con los modernos PC's y workstations capaces de ejecutar sofisticados controles de error por software. Las tramas de Frame Relay tienen una cabecera muy pequeña (7 bytes por cientos de bytes de datos), sin embargo, ya que la longitud de las tramas varía, su tránsito a través de los puertos de los conmutadores sufre retardos variables. Por lo tanto, mezclar datos, voz y video no es recomendable. Hay algunas soluciones, especialmente en redes privadas, pero en general se concluye que Frame Relay (así como X.25) es una buena tecnología para datos, especialmente para interconexión de redes LAN (puentes y routers pasan tamaños variables de paquetes a través de redes de área extensa – WAN), pero no para voz o video.

NOTA : Actualmente Frame Relay soporta voz utilizando algoritmos de compresión de voz (entre ellos DSI –Digital Speech Interpolation–) junto a técnicas que dan prioridad a los paquetes de voz sobre los de datos,

consiguiendo calidades comparables a la telefonía analógica.

Podemos concluir que :

(1) la transmisión de voz y video es muy sensible a retardos por lo que no se pueden transmitir redes de conmutación de paquetes y

(2) la transmisión de datos, debido a su origen a ráfagas, no hace un uso eficiente de las redes de transmisión síncronas (STM).

Modo De Transmisión Asíncrona

ATM es una tecnología de transmisión de datos que posee el potencial suficiente para revolucionar el modo en que se construyen las redes de computadoras. Viable para redes de área local y extensa, esta tecnología proporciona una alta velocidad de transmisión de datos y soporta muchos tipos de tráfico inclusive voz, facsímil, vídeo en tiempo real, sonido de calidad CD, imágenes y datos sobre LANs o WANs.

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)
 - 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 k 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. Cada una de las tramas de AAL5 deben ser fraccionadas en celdas para poder ser transportadas por la red para luego ser recombinadas 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 antecedida 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.

Convergencia, Segmentación y Reensamblado

Cuando una aplicación envía datos sobre una conexión ATM usando AAL5, el host pasa los datos a la interfase AAL5. Esta divide los datos en celdas, genera el «trailer» y transfiere a cada una de ellas a través de la red ATM. En el nodo receptor AAL5 recibe las celdas y las reensambla en base a la información contenida en el «trailer» para regenerar el datagrama original.

El nodo origen usa el byte menos significativo del campo «Payload Type» de la celda para indicar la celda final de un datagrama. Podemos pensar que este bit funciona como un «end of packet bit».

En ATM el termino convergencia se usa para identificar el método usado para detectar el final de cada datagrama fraccionado.

Otros capas de adaptación de ATM trabajan con métodos diferentes para resolver el problema de convergencia.

CONTROL DE TRAFICO

Cuando un usuario solicita una nueva VCC o VPC, debe especificar las características de tráfico para la conexión en ambas direcciones, seleccionando una OS de entre las clases que ofrece la red. La red acepta la conexión solo si puede conseguir los recursos necesarios para admitir el nivel de tráfico. Los principales

parámetros negociables son :

Velocidad de pico de celdas (PCR), variación del retardo de celdas (CDV), velocidad sostenible de celdas (SCR) (Límite superior de la velocidad promedio de una conexión ATM, calculado sobre la duración de una conexión. Es el ratio entre las ráfagas de celdas contratadas (B_c) y el intervalo durante el cual no se pueden transmitir más que B_c celdas T_c : $SCR = B_c / T_c$. Típicamente, el cliente puede exceder B_c por un exceso de ráfaga de celdas (B_e) durante el mismo tiempo T_c .

Sin embargo, las celdas que exceden B_c tienen un riesgo : pueden descartarse. Existe un bit en la cabecera de la celda llamado CLP (Cell Loss Priority) que, cuando se coloca a 1, indica que la celda puede ser descartada por un nodo congestionado.), Tolerancia a la aparición de ráfagas.

En ATM (por ser orientada a conexión) es necesario un mecanismo para el establecimiento y liberación de VPC y VCC. El intercambio de información involucrada en este proceso se denomina señalización de control, y se realiza a través de conexiones distintas de las que están siendo gestionadas. Por lo tanto, es necesario un canal permanente, de baja velocidad, que pueda ser usado para establecer las VCC para uso del control de llamadas (canal de meta-señalización).

El proceso general de establecimiento de una conexión es el siguiente (el proceso se ha simplificado haciendo transparentes las negociaciones):

Un sistema final "fuente" que quiera establecer una conexión debe formular y enviar a la red, a través de su UNI, un mensaje de Setup, conteniendo la dirección del sistema final "destino" y parámetros de tráfico y calidad de servicio deseados. Este mensaje Setup se envía al nodo de conmutación de entrada, a través de la UNI, el cual responde con la llamada a un procedimiento de llamada local de asentimiento. El nodo de entrada entonces invocará al protocolo de encaminamiento ATM para propagar la señal de petición a través de la red, al nodo final al que está conectado el sistema final destino.

Este nodo final enviará a través de su UNI el mensaje Setup al sistema destino, que aceptará o rechazará la petición de conexión. En caso de aceptar, enviará un mensaje Connect, de vuelta a través de la red, a lo largo del mismo camino, al sistema fuente. Al recibir el mensaje Connect y tras enviar un acknowledge asintiendo, cualquier nodo (fuente o destino) puede comenzar a transmitir. Si el sistema final destino rechaza la petición de conexión se envía un mensaje de Release.

MULTIPLEXACION EN ATM

Un examen más cercano del protocolo ATM y cómo opera ayudará a explicar cómo los circuitos virtuales, las rutas virtuales, los conmutadores y los servicios que ellos acarrearán se afectan entre sí.

Una conexión ATM, consiste de "celdas" de información contenidos en un circuito virtual (VC). Estas celdas provienen de diferentes fuentes representadas como generadores de bits a tasas de transferencia constantes como la voz y a tasas variables tipo ráfagas (bursty traffic) como los datos. Cada celda compuesta por 53 bytes, de los cuales 48 (opcionalmente 44) son para trasiego de información y los restantes para uso de campos de control (cabecera) con información de "quién soy" y "donde voy"; es identificada por un "virtual circuit identifier" VCI y un "virtual path identifier" VPI dentro de esos campos de control, que incluyen tanto el enrutamiento de celdas como el tipo de conexión. La organización de la cabecera (header) variará levemente dependiendo de si la información relacionada es para interfaces de red a red o de usuario a red. Las celdas son enrutadas individualmente a través de los conmutadores basados en estos identificadores, los cuales tienen significado local – ya que pueden ser cambiados de interface a interface.

La técnica ATM multiplexa muchas celdas de circuitos virtuales en una ruta (path) virtual colocándolas en particiones (slots), similar a la técnica TDM. Sin embargo, ATM llena cada slot con celdas de un circuito

virtual a la primera oportunidad, similar a la operación de una red conmutada de paquetes.

Los slots de celda no usados son llenados con celdas "idle", identificadas por un patrón específico en la cabecera de la celda. Este sistema no es igual al llamado "bit stuffing" en la multiplexación Asíncrona, ya que aplica a celdas enteras.

Diferentes categorías de tráfico son convertidas en celdas ATM vía la capa de adaptación de ATM (AAL – ATM Adaptation Layer), de acuerdo con el protocolo usado. (Más adelante se explica este protocolo).

La tecnología ATM ha sido definida tanto por el ANSI como por el CCITT a través de sus respectivos comités ANSI T1, UIT SG XVIII, como la tecnología de transporte para la B-ISDN (Broad Band Integrated Services Digital Network), la RDSI de banda ancha. En este contexto "transporte" se refiere al uso de técnicas de conmutación y multiplexación en la capa de enlace (Capa 2 del modelo OSI) para el trasiego del tráfico del usuario final de la fuente al destino, dentro de una red.

PROTOCOLO ATM

El protocolo ATM consiste de tres niveles o capas básicas

Capa Física:

La primera capa llamada capa física (Physical Layer), define los interfases físicos con los medios de transmisión y el protocolo de trama para la red ATM es responsable de la correcta transmisión y recepción de los bits en el medio físico apropiado. A diferencia de muchas tecnologías LAN como Ethernet, que especifica ciertos medios de transmisión, (10 base T, 10 base 5, etc.) ATM es independiente del transporte físico. Las celdas ATM pueden ser transportadas en redes SONET (Synchronous Optical Network), SDH (Synchronous Digital Hierarchy), T3/E3, TI/EI o aún en módems de 9600 bps. Hay dos subcapas en la capa física que separan el medio físico de transmisión y la extracción de los datos:

La subcapa PMD (Physical Medium Dependent) tiene que ver con los detalles que se especifican para velocidades de transmisión, tipos de conectores físicos, extracción de reloj, etc., Por ejemplo, la tasa de datos SONET que se usa, es parte del PMD. La subcapa TC (Transmission Convergence) tiene que ver con la extracción de información contenida desde la misma capa física. Esto incluye la generación y el chequeo del Header Error Corrección (HEC), extrayendo celdas desde el flujo de bits de entrada y el procesamiento de celdas "idles" y el reconocimiento del límite de la celda. Otra función importante es intercambiar información de operación y mantenimiento (OAM) con el plano de administración.

Capa ATM:

La segunda capa es la capa ATM. Ello define la estructura de la celda y cómo las celdas fluyen sobre las conexiones lógicas en una red ATM, esta capa es independiente del servicio. El formato de una celda ATM es muy simple. Consiste de 5 bytes de cabecera y 48 bytes para información.

Las celdas son transmitidas serialmente y se propagan en estricta secuencia numérica a través de la red. El tamaño de la celda ha sido escogido como un compromiso entre una larga celda, que es muy eficiente para transmitir largas tramas de datos y longitudes de celdas cortas que minimizan el retardo de procesamiento de extremo a extremo, que son buenas para voz, vídeo y protocolos sensibles al retardo. A pesar de que no se diseñó específicamente para eso, la longitud de la celda ATM acomoda convenientemente dos Fast Packets IPX de 24 bytes cada uno.

Los comités de estándares han definido dos tipos de cabeceras ATM: los User-to-Network Interface (UNI) y la Network to Network Interface (NNI). La UNI es un modo nativo de interfaz ATM que define la interfaz

entre el equipo del cliente (Customer Premises Equipment), tal como hubs o routers ATM y la red de área ancha ATM (ATM WAN). La NNI define la interfase entre los nodos de la red (los switches o conmutadores) o entre redes. La NNI puede usarse como una interfase entre una red ATM de un usuario privado y la red ATM de un proveedor público (carrier). Específicamente, la función principal de ambos tipos de cabeceras de UNI y la NNI, es identificar las "Virtual paths identifiers" (VPIS) y los "virtual circuits" o "virtual channels" (VCIS) como identificadores para el ruteo y la conmutación de las celdas ATM.

La capa de adaptación de ATM:

La tercer capa es la ATM Adaptation Layer (AAL). La AAL juega un rol clave en el manejo de múltiples tipos de tráfico para usar la red ATM, y es dependiente del servicio. Específicamente, su trabajo es adaptar los servicios dados por la capa ATM a aquellos servicios que son requeridos por las capas más altas, tales como emulación de circuitos, (circuit emulation), vídeo, audio, frame relay, etc. La AAL recibe los datos de varias fuentes o aplicaciones y los convierte en los segmentos de 48 bytes. Cinco tipos de servicio AAL están definidos actualmente:

La capa de Adaptación de ATM yace entre el ATM Layer y las capas más altas que usan el servicio ATM. Su propósito principal es resolver cualquier disparidad entre un servicio requerido por el usuario y atender los servicios disponibles del ATM Layer. La capa de adaptación introduce la información en paquetes ATM y controla los errores de la transmisión. La información transportada por la capa de adaptación se divide en cuatro clases según las propiedades siguientes:

1. Que la información que esta siendo transportada dependa o no del tiempo.
2. Tasa de bit constante/variable.
3. Modo de conexión.

Estas propiedades definen ocho clases posibles, cuatro se definen como B-ISDN Clases de servicios. La capa de adaptación de ATM define 4 servicios para equiparar las 4 clases definidas por B-ISDN:

- AAL-1
- AAL-2
- AAL-3

INTEROPERABILIDAD ENTRE FRAME RELAY Y ATM

El objetivo final para todos los servicios es una migración suave de Frame Relay y/o SMDS a redes ATM. Por ejemplo la recomendación UIT – T I.555, provee un marco para la interoperabilidad de Frame Relay y ATM.

Para alcanzar una máxima eficiencia se trata de brindar este servicio de interoperabilidad en la capa más baja posible mediante conversión de protocolo.

PRIMER ESCENARIO:

Cuando el servicio de Frame Relay es dado sobre la RDSI en banda ancha y los usuarios se conectan a través de la UNI de Frame Relay.

En esta solución, se necesita un equipo que sirva de interfaz tanto para el usuario que recibe, como para el que transmite. Para proveer el servicio del primer escenario existen dos posibilidades:

POSIBILIDAD 1:

- Construir un mallado utilizando conexiones ATM (VC/VP) para enlazar los puntos de acceso Frame Relay.
- En este esquema se puede explotar la naturaleza de orientación a conexión Frame Relay (F R) siguiendo un comportamiento como:
- El usuario del enrutador pregunta por una conexión al equipo interfaz de red.
- El equipo interfaz de la red coloca las conexiones Frame Relay dentro de una conexión ATM con las direcciones destino apropiadas.
- Por cada trama de equipo interfaz de red traslada de la conexión de Frame Relay a la ATM y viceversa.
- La conexión ATM esta desocupada cuando no se necesita.
- Para lograr este último punto, el manejo de la política de conexión del VC, será un aspecto crucial para el desempeño de este procedimiento. Resulta difícil de terminar el procedimiento para manejar un VC cuando la fuente de tráfico es no orientada a conexión. En este caso se pueden utilizar varios mecanismos:
- No utilizar manejo alguno, lo que involucra el uso de circuitos ATM permanentes (VPs) en lugar de los conmutadores (VCs) con un costo muy elevado.
- Abrir y cerrar una conexión ATM con el destino apropiado para cada trama que arribe del lado de Frame Relay en el equipo interfaz de red.
- Abrir una conexión ATM cuando se necesite y cerrarla de acuerdo a un temporizador de inactividad.
- El problema debe ser solucionado ya sea por el enrutador del usuario o por el equipo interfaz de red.

POSIBILIDAD 2:

- Utilizar un servicio Frame Relay en todos los lugares en los cuales se establezcan conexiones ATM en estrella. En esta opción se toma ventaja del uso actual del FR, el cual es proveer un mallado virtual entre diferentes sitios para cargar tráfico no orientado a conexión.
- Cada enrutador esta conectado al servidor de FR.
- Todos los DLCIs (Data Link Connection Identifier) en cada interfaz FR pueden ser cargados a un servidor FR dentro de un VC ATM.
- En este escenario la funcionalidad de los equipos interfaz de red se simplifica debido a que solo dialoga con el servidor.
- La complejidad reside en el servidor que ejecuta funciones de conmutación. Las tramas se conmutan en la base de VCIs y DLCIs entrantes y salientes.
- El servidor mantiene una tabla con las correspondencias entre los pares VCI / DLCI.

SEGUNDO ESCENARIO:

La red de Frame Relay y la red RDSI de banda ancha se interconectan a través de sus respectivas interfaces de red (NNIs).

Esto permitiría a un proveedor de red, manejar esta heterogénea red como un todo. Frame Relay provee usualmente la interconexión para LAN a pesar de su natural orientación a conexión.

En las redes Frame Relay existentes se puede conseguir un mallado de LANs a través de circuitos virtuales permanentes. Los datagramas de los LANs son cargados dentro de tramas FR y enrutados de acuerdo con la etiqueta contenida en el DLCI.

Tratando de hacer un sobresimplificación los dos protocolos (AAL 3 y AAL 5) ofrecen básicamente el mismo servicio CPAAL (Parte Común AAL) a las subcapas superiores. En este caso a la capa de Convergencia de Frame Relay.

Existen sin embargo diferencia en las funcionalidades internas, simplicidad de implementación y eficiencia del protocolo que incide en el costo. Las características a tomar en cuenta, cuyo detalle puede ser tema de otro artículo, tienen que ver con Delimitación y Alineamiento de Tramas, Multiplexación, Detección de errores de transmisión, eficiencia en la transmisión. Analizadas estas diferencias se propone seleccionar el AAL5 bajo la subcapa FR-CS para soportar el servicio Frame Relay en RDSI de banda ancha.

BENEFICIOS DE ATM

- Una única red ATM dará cabida a todo tipo de trafico(voz, datos y vídeo).ATM mejora la eficiencia y manejabilidad de la red.
- Capacita nuevas aplicaciones, debido a su alta velocidad y a la integración de los tipos de trafico, ATM capacitara la creación y la expansión de nuevas aplicaciones como la multimedia.
- Compatibilidad porque ATM no esta basado en un tipo especifico 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.
- Simplifica el control de la red. ATM esta 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.
- 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
 - Numero de usuarios
 - Acceso y ancho de banda(hasta ahora, las velocidades varían de Megs a Gigs).

PROBLEMAS EN ATM

En el pasado los protocolos de comunicaciones de datos evolucionaron en respuesta a circuitos poco confiables. Los protocolos en general detectan errores en bits y tramas perdidas, luego retransmiten los datos.

Los usuarios puede que jamás vean estos errores reportados, la degradación de respuesta o de caudal (through put) serían los únicos síntomas.

A diferencia de los mecanismos de control extremo a extremo que utiliza TCP en internetworking, la capacidad de Gbit/seg de la red ATM genera un juego de requerimientos necesarios para el control de flujo. Si el control del flujo se hiciese como una realimentación del lazo extremo a extremo, en el momento en que el mensaje de control de flujo arribase a la fuente, ésta habría transmitido ya algunos Mbytes de datos en el sistema, exacerbando la congestión. Y en el momento en que la fuente reaccionase al mensaje de control, la condición de congestión hubiese podido desaparecer apagando innecesariamente la fuente. La constante de tiempo de la realimentación extremo a extremo en las redes ATM (retardo de realimentación por producto lazo – ancho de banda) debe ser lo suficientemente alta como para cumplir con las necesidades del usuario sin que la dinámica de la red se vuelva impráctica.

Las condiciones de congestión en las redes ATM están previstas para que sean extremadamente dinámicas requiriendo de mecanismos de hardware lo suficientemente rápidos para llevar a la red al estado estacionario, necesitando que la red en sí, éste activamente involucrada en el rápido establecimiento de este estado estacionario. Sin embargo, esta aproximación simplista de control reactivo de lazo cerrado extremo a extremo en condiciones de congestión no se considera suficiente para las redes ATM.

El consenso entre los investigadores de este campo arroja recomendaciones que incluyen el empleo de una colección de esquemas de control de flujo, junto con la colocación adecuada de los recursos y dimensionamiento de las redes, para que aunados se pueda tratar y evadir la congestión ya sea:

Detectando y manipulando la congestión que se genera tempranamente monitoreando de cerca las entradas/salidas que están dentro de los conmutadores ATM y reaccionando gradualmente a medida que vaya arribando a ciertos niveles prefijados.

Tratando y controlando la inyección de la conexión de datos dentro de la red en la UNI (unidad interfaz de red) de tal forma que su tasa de inyección sea modulada y medida allí primero, antes de tener que ir a la conexión de usuario a tomar acciones mas drásticas.

El estado de la red debe ser comunicado a la UNI, generando rápidamente una celda de control de flujo siempre que se vaya a descartar una celda en algún nodo debido a congestión. La UNI debe entonces manejar la congestión, cambiando su tasa de inyección o notificándola a la conexión de usuario para que cese el flujo dependiendo del nivel de severidad de la congestión.

El mayor compromiso durante el control de congestión es el de tratar y afectar solo a los flujos de conexión que son responsables de la congestión y actuar de forma transparente frente a los flujos que observan buen comportamiento. Al mismo tiempo, permitir que el flujo de conexión utilice tanto ancho de banda como necesite sino hay congestión.

La recomendación UIT – T I. 371 especifica un contrato de tráfico que define como el tráfico del usuario seria administrado. El contrato que existe para cada conexión virtual (virtual path o virtual channel), es básicamente un acuerdo entre el usuario y la red con respecto a la Calidad de Servicio (Quality Of Service – Q o S) y los parámetros que regulan el flujo de celdas. Estos descriptores de trafico dependen de una particular clase de servicio y pueden incluir bajo la especificación del ATM Forum UNI / a cinco Q o S referenciados en los AALS. El objetivo de estas sub clases de servicio es agrupar características de servicio como requerimiento de ancho de banda similares, sensibilidad a la perdida de datos y retardos para un correcto manejo de los datos en los puertos de acceso ATM, etc. Estos parámetros pueden incluir el Sustained Cell Rate (SCR), el Minimum Cell Rate (MCR), el Peak Cell Rate (PCR) y/o el Burst Tolerance (BT). Para soportar todas las diferentes clases de servicios definidos por los estándares el switch ATM debe ser capaz de definir éstos parámetros en base a cada VC o cada VP y debe proveer amortiguadores (buffers) para absorber las ráfagas de trafico.

EL MODELO OSI

La organización internacional de estándares, publica el Modelo de Referencia Para la Interconexión de Sistemas Abiertos, comúnmente denominado EL MODELO OSI

Su finalidad es la de permitir la descripción y comparación de arquitecturas para que mantengan un mismo flujo de concepción a la hora de integración entre redes con componentes de distintos fabricantes a la par de sentar las bases para el entendimiento mundial de interfaces de comunicación y protocolos a todos los niveles.

Este modelo se describe en siete capas o layers:

IMAGEN

La necesidad de este modelo viene fundamentada en la historia de la torre de babel:

- Hablan diferentes lenguajes
- Tienen diferentes concepciones en la necesidad de comunicarse
- Cada uno tiene un orden diferente en cuanto a la idea de su función.

Debido a esto, la OSI, en colaboración con el C.C.I.T.T. (International Telegraph And Telephone Consultative Comité) definen los estándares a seguir.

CAPA FÍSICA ESTRATO 1

Se encarga de la transmisión de bits sobre un medio físico.

Especifica:

- Voltajes
- Anchos de impulsos
- Tipos de conexiones
- Simples
- Half duplex
- Full duplex
- Forma de conectores
- Detecta los errores de transmisión

Define las características funcionales para pasar bits de datos hacia el medio de conexión y para recibirlos de el. Incluye las señales:

- RTS (Request To Send–Pedido de Envío)
- CTS (Clear To Send– Listo Para Enviar) en un ambiente RS–232
- TDM (Time División Multiplexing– Multiplexion por División de Tiempos) en un entorno ISDN.

Las características eléctricas y mecánicas definen la interfaz entre el ambiente OSI y el medio de conexión para la transmisión.

ANCHO DE BANDA:

Los canales de comunicación tienen una cierta frecuencia de corte inferior y otra superior.

Frecuencias por encima de la frecuencia de corte superior o por debajo de la frecuencia de corte inferior, no

serán propagadas.

El ancho de banda de un canal es la diferencia entre ambas frecuencias de corte

EJEMPLOS:

- La red telefónica ofrece un rango de frecuencias de 300 HZ a 3KHZ
- Par trenzado cobre de 0 a cientos de KHZ Cable coaxial de 0 a cientos de mhz
- Guía de ondas de MHZ a GHZ
- Fibra óptica de 1013 a 1015 HZ

CAPA DE ENLACE ESTRATO 2

Data Link Layer: Usa la capa física para comunicar entre nodos vecinos y presenta un canal libre de errores a la capa superior, para ello, divide el mensaje en trozos de tamaño fijo, llamados Marcos o Entramados (Frames), y los transmite de uno en uno, con posibles retransmisiones de los que no se reciben bien. El receptor re-ensambla el mensaje original. Esta capa es la responsable de la validez e integridad de la transmisión de un nodo a otro adyacente (Nodo a Nodo), asegurando que los bits recibidos son los mismos bits enviados.

Dentro de esta capa de enlace, se encuentran los diferentes formatos en los que trabajan las diferentes redes:

- ARPANET
- SNA
- X.25
- DECNET
- REDES LOCALES

CAPA DE RED ESTRATO 3

Controla la operación de la sub-red, hace enrutamiento de mensajes y determina el tipo de servicio percibido por los anfitriones de cada red. También realiza la labor de control de congestión, establece la ruta entre las estaciones emisora y receptora, este estrato es la función de conmutación en el sistema telefónico conmutado.

Para ir de un punto a otro en la sub-red, se debe tomar la decisión de que secuencia de nodos intermedios usar, esto lleva a la toma de un algoritmo de enrutamiento.

CAPA DE TRANSPORTE ESTRATO 4

Se encarga de la comunicación extremo a extremo, entre ambos nodos. Es la última capa de responsabilidad para el transporte de datos; pudiendo utilizar técnicas de multiplexing para mejorar el costo o la eficiencia de los servicios de la sub-red. Es el responsable de la validez e integridad de la transmisión de un extremo a otro

Los servicios de transporte OSI, incluyen los estratos 01,02,03 y 04; los que son colectivamente responsables del tránsito de los bits de la estación emisora a la estación receptora.

CAPA DE SESION ESTRATO 5

Maneja las sesiones entre procesos en los anfitriones

Por Ejemplo:

- Para hacer login remoto
- Transferencia de archivos

Puede haber varias capas de sesión en paralelo y además esta capa proporciona la coordinación de las comunicaciones en una forma ordenada.

CAPA DE PRESENTACIÓN ESTRATO 6

Realiza compresión de texto, conversiones entre diferentes formatos de archivos o terminales distintos, etc. Puede encargarse de la criptografía de mensajes, además negocia y administra la forma en que se representan y codifican los datos.

Provee un común denominador para la transferencia de datos de diferentes sistemas (File Transfer)

- ASCII
- EBCDIC
- BINARIO
- OTROS

CAPA DE APLICACIÓN ESTRATO 7

Esta capa define la interface con los verdaderos programas de aplicación de los usuarios de la red. Incluye los servicios como el correo electrónico. Define las reglas para entrar en el sistema de comunicaciones.

Los programas se comunican unos con otros a través de este estrato, permitiendo la realización de transacciones.