



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES.

CAMPUS ARAGÓN

**“FUNDAMENTOS DE LA TECNOLOGÍA ATM
(MODO DE TRANSFERENCIA ASINCRONA)”**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICO
P R E S E N T A :
MARTIN IVAN DE LA ROSA ZARCO**

ASESOR:

ING. BENITO BARRANCO CASTELLANOS

MÉXICO

2005

m. 344365



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGÓN
DIRECCIÓN

MARTIN IVAN DE LA ROSA ZARCO
Presente

Con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobado su tema de tesis y asesor.

TÍTULO:

"FUNDAMENTOS DE LA TECNOLOGÍA ATM (MODO DE TRANSFERENCIA ASINCRONA)"

ASESOR: Ing. BENITO BARRANCO CASTELLANOS

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
San Juan de Aragón, México, 26 de noviembre de 2004.

LA DIRECTORA


ARQ. LILIA TURCOTT GONZÁLEZ





C p Secretaría Académica
C p Jefatura de Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica
C p Asesor de Tesis

LTG/AIR/as

DEDICATORIA

A MIS PADRES...

Sr. Patricio De La Rosa Valdes.
Sra. María Antonieta Zarco Gómez.

Sabiendo que no existirá una forma de agradecer toda una vida de sacrificios y esfuerzos, quiero que sientan que el objetivo logrado también es suyo y que la fuerza que me ayudó a conseguirlo fue su apoyo.

Su apoyo, cariño, consejos y ejemplo, me han otorgado la habilidad y capacidad que me permitirán el día de mañana, enfrentar este sueño, que es la vida.

De ustedes recibí lo más valioso: La Vida... y la mejor herencia una Educación.

A mi madre que es el ser más maravilloso del mundo, gracias por su cariño y su comprensión que desde pequeño me ha brindado. Por guiar mi camino y estar siempre junto a mí en los momentos más difíciles.

A mi padre porque desde pequeño ha sido para mí un hombre gentil e inteligente que siempre he admirado. Gracias por guiar mi vida con seguridad, esto es lo que ha hecho de mí lo que soy. Gracias por todo lo que me ha dado.

A MIS HERMANOS...

Lizeth De la Rosa Zarco
Irvin Brayan De La Rosa Zarco.

Por todo lo mucho que los quiero. Aunque bien lo saben que no soy muy expresivo, siempre, siempre los amare....

En general a toda mi Familia y Amigos, a los cuales siempre los llevare en un lugar muy especial de mi mente, a cada uno de ustedes.

Dios.., cuida a Aquella persona que en sus últimos pensamientos, visualizó este momento.

Y doy un Agradecimiento muy especial al Ing. Benito Barranco Castellanos, por la facilitación de toda la información para la conformación de esta Tesis.

Con Amor, Gratitud, Respeto y Admiración. Su AMIGO....

Fundamentos de la de la tecnología ATM (Modo de Transferencia Asíncrona)



Índice

Introducción.....	3
Capitulo 1.- Calida de servicio (QoS)	6
Capitulo 2.-.Protocolos y conmutación del ATM.....	19
Capitulo 3.- interconexión e interfaces ATM.....	61
Conclusiones.....	73
Glosario.....	75
Bibliografía.....	82

Introducción

Las redes de datos en las corporaciones modernas pueden estar formadas por más de un tipo de red, por ejemplo, una compañía puede tener una red de comunicaciones que incluya una red X.25 y otra Frame Relay trabajando independientemente, cada una de estas responde a las necesidades específicas de transmisión en la corporación, con lo cual se definen las configuraciones específicas de la red ATM como se muestra en la fig. 1.

La tecnología ATM (Asynchronous Transfer Mode) con su aparición en la industria de las telecomunicaciones esta aportando un notable avance en las técnicas de transmisión de datos, gracias en gran parte al aprovechamiento eficiente de los medios de transmisión como la fibra óptica, la cuál soporta muy altas velocidades de transferencia de datos.

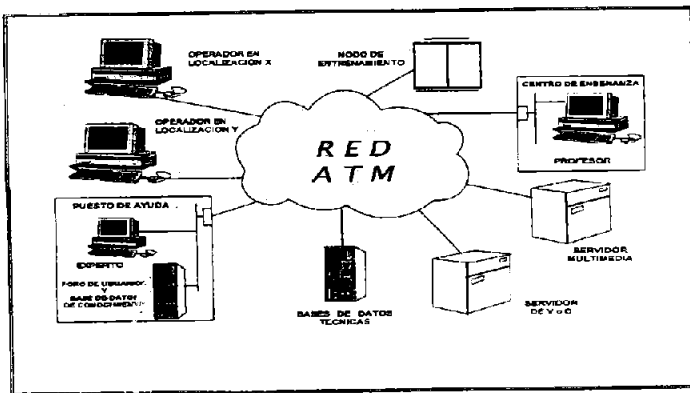


Fig No. 1 Configuración de Red basada en ATM

En una red de datos que use conmutadores ATM se pueden tener las funciones de las redes LAN integradas con las de una WAN, es decir, los servicios que normalmente se tienen en las redes LAN se obtienen con el mismo protocolo y premisas de diseño que se tienen para las redes WAN ; En ese sentido grupos de estudio y experimentación están realizando diversas pruebas sobre una variedad de equipos ATM, buscando encontrar formas para reducir significativamente las actividades de instalación ATM tanto en redes públicas como privadas.

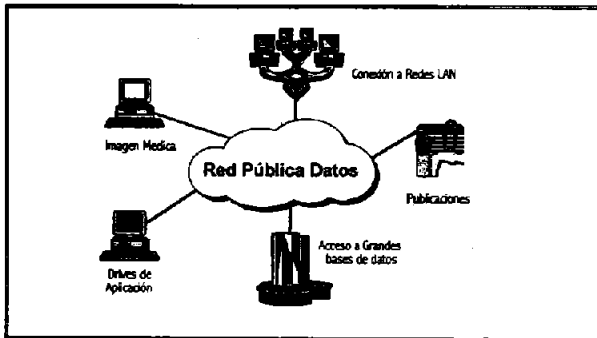


Fig No. 2 Integración de servicios a través de una red ATM

El uso de tecnologías de transmisión de datos tal como X.25 o Frame Relay requieren de una infraestructura de red pública que permita satisfacer la creciente demanda del ancho de banda y seguridad en la transmisión; esta situación conduce a explorar tecnologías que incluyan protocolos que satisfacen esas expectativas. ATM responde a esta situación facilitando la integración de los servicios ofrecidos con un esquema de diseño de red y protocolo único válido para redes LAN y WAN.

En las actuales redes corporativas públicas o privadas son requeridos eficientes mecanismos de conmutación además de un soporte a múltiples servicios con independencia del medio de transmisión, sin embargo, el actual contexto muestra una situación en la cual coexisten diferentes arquitecturas y tecnologías de red no existiendo una sola red que se adapte eficientemente a un servicio para el cual no fue diseñada, esta situación conduce a pensar en un tipo de red unificada que sea capaz de transportar datos de todos los servicios actuales y que además puedan incluirse los servicios para aplicaciones modernas que demandan más ancho de banda o bien un ancho de banda dedicado para garantizar la consistencia de los servicios ofrecidos.

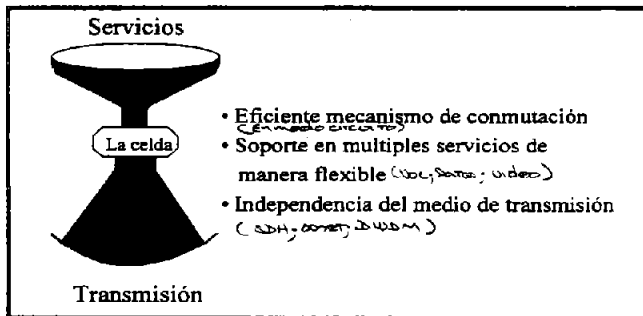


Fig No. 3 Celda ATM como unidad fundamental de transmisión

La calidad de un servicio tiene una estrecha relación con la técnica de transmisión utilizada (protocolo). En ATM la celda es la unidad fundamental de transmisión de datos ofrece la posibilidad de tener eficientes mecanismos de conmutación para dar soporte a múltiples servicios de una manera más flexible.

De entre las ventajas que podemos encontrar en ATM están: Su velocidad de hasta 640 Mbps, su capacidad de expansión (puertos de acceso y ancho de banda) y la garantía de la integridad de un servicio a través de un ancho de banda dedicado. Tales ventajas son posibles gracias a los eficientes mecanismos de conmutación que provee el protocolo dando así soporte a múltiples servicios de manera flexible.

ATM ha sido producto de las investigaciones hechas sobre ISDN de banda ancha (de la misma manera que Frame Relay sobre ISDN), de tal forma que un acertado análisis de cada tecnología debería hacerse sobre su correspondiente contexto.

Capitulo I

Calidad de Servicio (QoS)

Origen de ATM

El ATM tiene su origen en las investigaciones hechas sobre las Redes Digitales de Servicios Integrados de Banda Ancha (RDSI), que fue desarrollado por el CCITT. ATM se definió también por el CCITT por solicitud de un departamento de la Naciones Unidas llamado Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), este departamento es el encargado de regularizar y formalizar los estándares de ATM.

Es hasta 1991 cuando queda formalmente constituido el foro de ATM, conformado por un vendedores, empresas de telecomunicaciones y usuarios en general, la conformación de este foro fue hecha con el fin de dar fluidez a los acuerdos logrados en la industria y en el mercado sobre los equipos, normas e interfaces ATM. de manera que el foro ATM es un eje de referencia para la industria de las telecomunicaciones

Evolución de la tecnología de conmutación



***ATM es la tecnología
evolutiva que responde mejor
a los requisitos
de las redes,
hoy y en el futuro***

Evolución de la tecnología de conmutación

Evolución del ATM

Las redes de voz fueron las primeras en implementar las conexiones de comunicación de área extensa. Los medios que conectaban a los conmutadores de voz se diseñaron para tráfico de voz solamente. Los circuitos analógicos de cobre trenzado y baja velocidad, de entre 56 y 64 Kbps, fueron suficientes para las necesidades de transmisión de esta aplicación, pero no podían satisfacer las necesidades de las comunicaciones de área extensa para tráfico de vídeo y de datos.

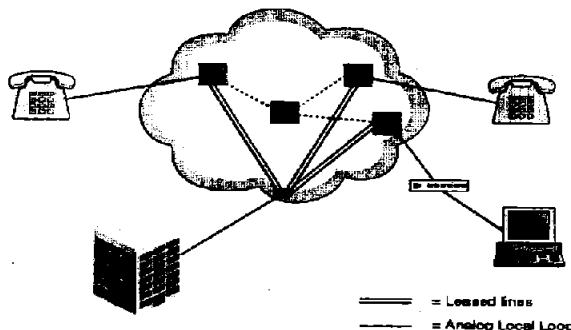
La primera solución fue el diseño e implementación de una red separada para cada tipo de tráfico. Esta solución funcionó bastante bien para redes empresariales, pero no cubría las necesidades de las redes de proveedores de servicio que requerían una sola infraestructura de red para transportar todos los tipos de tráfico.

Otro factor importante que influyó en el avance de la tecnología de conmutación fue la aparición de medios de transmisión más rápidos y más fiables. Los circuitos T-1 y DS3 ofrecían mayor ancho de banda, mayor velocidad y, lo que era más importante, mayor fiabilidad.

La tecnología de conmutación de ATM evolucionó a partir de tecnologías de red anteriores que se diseñaron para satisfacer las necesidades de tipos individuales de tráfico.

Redes de voz

- Se iniciaron como transmisiones sobre cobre, todas analógicas.
- El núcleo Telco se digitalizó mediante la PCM.
- El bucle analógico susceptible a errores y las líneas de arrendamiento a alto costo fueron un obstáculo importante para las comunicaciones de datos.



Redes de voz

Inicios del sistema analógico

La tecnología de conmutación de circuitos se inició con las redes de las compañías telefónicas que llevaban el tráfico de voz sobre medios de cobre. Todas las transmisiones eran analógicas, por lo que eran muy susceptibles al ruido y a otros problemas de degradación de las señales. Además, las técnicas de conmutación de circuitos ofrecen un uso muy poco eficiente del ancho de banda.

Migración a digital en el núcleo

Debido al desarrollo de tecnologías más eficientes de modulación por codificación de impulsos (PCM) (la capacidad de convertir la señal analógica en un flujo de datos binario), el núcleo de la red telefónica se convirtió finalmente en digital, lo que aumentó notoriamente la eficiencia del ancho de banda. Sin embargo, los usuarios se seguían conectando a la red a través de un bucle analógico.

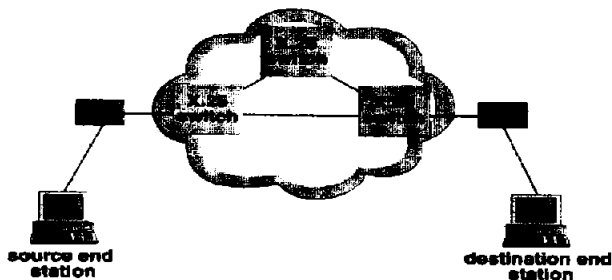
Necesidad de comunicaciones de datos

Mientras tanto, con el explosivo crecimiento de la tecnología computacional, surgió la necesidad de contar con comunicaciones de datos eficientes y a bajo costo. Las primeras comunicaciones entre computadoras se realizaron principalmente mediante dispositivos de módem sobre redes telco de voz ya existentes. Sin embargo, este enfoque presentó problemas importantes:

- Se tenían que seguir utilizando bucles analógicos locales, susceptibles a errores
- La transmisión por módem era inherentemente lenta
- Los clientes tenían que arrendar líneas dedicadas punto a punto muy caras a través de la red telco. Cuando estas líneas estaban libres, se desperdiciaba este costoso recurso.

Redes X.25

- Protocolo de capa 3 que garantiza la integridad de los datos a través del enrutamiento de paquetes, la comprobación de errores y la confirmación salto por salto.
- Estaban diseñadas para llevar datos sobre medios no fiables
- Diseño original: velocidades de hasta 64 Kbps



Redes X.25

Descripción general

Las redes de conmutación de paquetes X.25 se diseñaron en los últimos años de la década de 1970 y en los primeros de la década de 1980 para proporcionar mejores comunicaciones de datos de extremo a extremo sobre medios de transmisión principalmente analógicos. Se usaron básicamente en comunicaciones de terminal a la central principal.

Descripción

X.25 es una tecnología para almacenar y transmitir que utiliza varios métodos para garantizar la integridad de la transmisión de datos a través de la red. Es un protocolo de capa 3 que en ruta los paquetes a través de la red. Se diseñó originalmente para velocidades de hasta 64 Kbps, que con el tiempo aumentaron hasta T1 / E1. Estas velocidades son lentas para los

estándares actuales, pero eran mucho menos susceptibles a errores que las otras soluciones de aquel momento.

Solución menos costosa

A diferencia de las comunicaciones de datos punto a punto sobre una red telco, no había necesidad de adquirir líneas arrendadas para cada destino; todo lo que se necesitaba era un bucle local hacia la red de paquetes. El protocolo X.25 y la red realizarían las conexiones lógicas adecuadas al punto de terminación y después desconectaban al realizarse la comunicación.

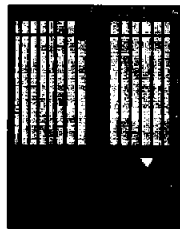
Desventajas

- La tecnología de tipo almacenar y adelantar requiere de confirmación en cada salto.
- Se requieren capacidades de enrutamiento.
- Número de conexiones un poco limitado.

Redes Frame Relay

- Protocolo de capa 2 sin garantías de servicio
- Diseño original con velocidad hasta de 45 Mbps
- Inaccesibilidad para dar servicio imparcial al tráfico de acuerdo a prioridad y tipo
- Las tramas son de longitud variable.

Entrada Multiservicios



Comutación para un solo servicio



Redes frame relay

Descripción general

En la década de 1980 la transmisión digital resultó más fiable y combinaba una mayor velocidad con menores índices de error. El Frame Relay fue la primera tecnología de conmutación de datos de gran importancia para aprovechar esta transmisión digital más fiable. El Frame Relay se diseñó y optimizó principalmente para modos de transmisión de datos "por ráfaga". Las aplicaciones originales de datos fueron interconexiones de LAN y un uso pesado de transferencia de archivos.

Descripción

Con objeto de lograr las velocidades solicitadas y debido a la existencia de medios de transmisión menos susceptibles a errores, la responsabilidad de asegurar la integridad de los datos se desplazó de la red hacia el equipo en el local de cliente (CPE). El Frame Relay es un protocolo de conmutación de capa 2 que, a diferencia del protocolo X.25, no proporciona

capacidad de enrutamiento ni garantiza la integridad de los datos. El enrutado de los circuitos virtuales es responsabilidad de otros protocolos, por ejemplo, OSPF, y si se detecta una trama de error, se descarta. El intervalo de las velocidades originalmente diseñado estaba entre 56 Kbps y 45 Mbps.

Desventajas

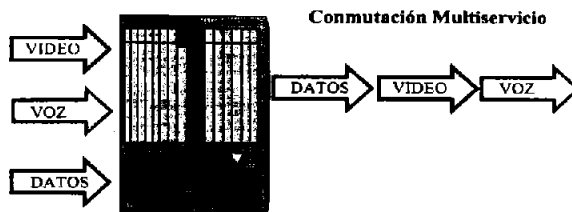
Principales desventajas de la tecnología de conmutación de Frame Relay:

- Las redes originales de Frame Relay estaban imposibilitadas para priorizar y asignar recursos de red de acuerdo a las necesidades del tipo de tráfico. Por ejemplo, el tráfico de voz, video y datos hacia el conmutador de Frame Relay recibiría servicio en una forma cíclica, incluso cuando el tráfico de voz tuviera mayor prioridad debido a los requisitos de demora.
- Debido a la longitud variable de la trama, cualquier conmutador de Frame Relay que procese una trama de datos de gran tamaño requeriría que se terminara de dar servicio a esa trama, incluso si se estuvieran acumulando en la cola de espera otras tramas más pequeñas pero de mayor prioridad. El resultado es un excesivo tiempo de espera, perjudicial para este tipo de tráfico.

Redes de ATM

- Solución de red integrada
- El ATM asigna de manera imparcial ancho de banda y da prioridad al tráfico con base en las necesidades de la aplicación.
- Tiempo de espera reducido para voz /video .
- Alto rendimiento de los datos
- Parámetros de QoS seleccionables por el usuario
- Las celdas pequeñas de longitud fija se conmutan más rápido con funcionamiento determinista.

Entrada Multiservicio



Redes de ATM

Descripción

El ATM es una tecnología de conmutación con la habilidad de cumplir con las demandas de la aplicación:

- El ATM puede manejar muchos tipos de tráfico de red (como voz, video y datos); todos ellos tienen características individuales que imponen demandas diferentes sobre los canales de comunicación
- El ATM conserva una forma imparcial y equitativa de dar soporte a los requisitos de calidad de servicio (QoS) de las aplicaciones de alta prioridad:
 - Reducido tiempo de espera para voz /video
 - Alto rendimiento para datos

- Parámetros de QoS seleccionables por el usuario

- El ATM no queda restringido por la capa física y, por lo tanto, se piensa que no tiene límites diseñados de velocidad (aunque fue diseñado para transmisión de banda ancha)
- El ATM puede direccionar aproximadamente 16 millones de circuitos virtuales por puerto físico. El Frame Relay se limitó a 976 circuitos virtuales por puerto (X.25 ≈ 128).

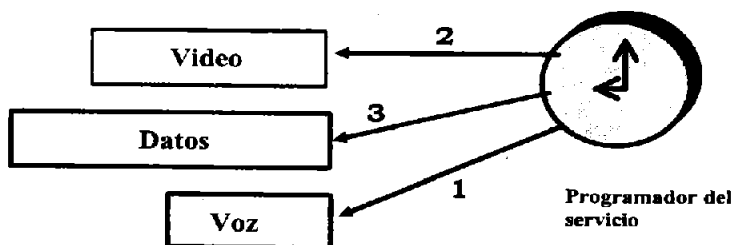
Al igual que el Frame Relay, el ATM es un protocolo de capa 2, pero a diferencia de su predecesor, el ATM transmite datos en celdas de longitud fija (53 bytes) y no en bastidores de longitud variable. Como no hay necesidad de comprometer los recursos de la red para determinar la longitud global de una celda, las velocidades de conmutación de datos aumentan con funcionamiento determinista. La principal ventaja es una alta sobrecarga (5 bytes por carga útil de 48 bytes), que rinde una mala utilización a bajas velocidades pero óptima utilización a velocidades mayores.

Desventajas

ATM no es la solución para ninguno de los tipos de transporte de datos y no fue diseñado para correr en medios de baja velocidad. ATM surgió de la especificación BISDN, que fue diseñada para medios de banda ancha (DS3 y superiores).

¿Por que es asíncrona?

- Los recursos de conmutación están asignados de acuerdo a los parámetros de QoS seleccionables por el usuario.
- La red puede cumplir los requisitos de demora para aplicaciones en tiempo real.
- Están disponibles buffers grandes para aplicaciones de datos por ráfaga.



¿Por qué es asíncrona?

El término "asíncrona" en ATM se refiere a la forma en que son asignados los recursos de conmutación en una red de ATM. A diferencia de la multiplexión por división de tiempo, el ATM tiene la habilidad de permitir el acceso a cualquier usuario, en cualquier momento, y de proporcionar servicios de acuerdo a las necesidades del tipo de tráfico.

Multiplexión por división de tiempo

Algunas tecnologías de red, como las líneas privadas T1 o T3, emplean la TDM (que también se conoce como modo de transferencia síncrona) para dedicar el ancho de banda a ciertos tipos de tráfico. Sin embargo, el ancho de banda es asignada estadísticamente cuando se diseña /configura la red. Si en cualquier momento una aplicación no utiliza su intervalo de tiempo asignado, el ancho de banda se desperdicia y no pueden "meterse" en forma temporal otros tipos de tráfico para utilizar el ancho de banda libre.

Multiplexión estadística

En contraste, el ATM utiliza el concepto de multiplexión estadística (al igual que X.25 y que el Frame Relay) para proporcionar servicios de acuerdo a las necesidades de tráfico. Adicionalmente, el ATM emplea una multiplexión estadística priorizada que permite acceso a cualquier usuario en cualquier momento. Los usuarios o las aplicaciones que acceden a una red de ATM no obtienen segmentos de tiempo dedicados del ancho de banda. Se da servicio al tráfico en forma dinámica, dependiendo de su prioridad. Si todas las prioridades de tráfico son las mismas, entonces los recursos de la red se comparten de manera igual. Sin embargo, si las prioridades son diferentes, el ATM no solamente hace una multiplexión estadística, sino que además la hace con base en la prioridad del tráfico.

El ATM está orientado a la conexión

- Como un protocolo de conmutación de capa 2, el ATM requiere de una conexión virtual (PVC o SVC), antes de que la red pueda aceptar tráfico.
- Todo el tráfico para un circuito virtual fluye a través de un trayecto fijo.
- La determinación de la ruta se hace mediante protocolos de enrutamiento de red.
- El ATM proporciona servicio para dar soporte a las aplicaciones orientadas hacia la conexión y a las aplicaciones virtuales.

El ATM está orientado a la conexión

El ATM requiere una conexión de circuito virtual

El ATM, en el entorno de conmutación, es un protocolo orientado a la conexión, esto quiere decir que tiene que establecerse una conexión de circuito virtual antes de permitir cualquier flujo de datos.

El ATM no tiene capacidades de enrutamiento. La red, que utiliza un protocolo como el OSPF, es responsable de enrutar las solicitudes de conexión. Existen dos tipos principales de conexiones virtuales:

- Un circuito virtual permanente (PVC) que se aprovisiona manualmente y permanece en su lugar hasta que es retirado por el administrador de red.
- Un circuito virtual conmutado (SVC) que se crea dinámicamente cuando una estación final pide que se genere un circuito hacia un destino particular y se desconecta después de terminada la comunicación.

Soporte para protocolos de conexión y protocolos virtuales

Aunque el ATM está orientado hacia la conexión, proporciona servicios para protocolos orientados a la conexión y protocolos virtuales fuera del entorno conmutado. Los recursos para gestionar los tipos de tráfico y el funcionamiento del tráfico se definen en los atributos de circuito y existen en cada salto en la red.

Tráfico de voz

- Los usuarios pueden hablar en cualquier momento
- Alta prioridad de servicio, poca tolerancia de demoras durante la transmisión
- Requisitos de bajo ancho de banda
- Mayor tolerancia de error porque el usuario puede repetir el mensaje



Tráfico de voz

Descripción

El tráfico de voz tiene las siguientes características:

- Con el tráfico de voz, cualquiera de los usuarios puede hablar en cualquier momento. Sin embargo, después de iniciado el mensaje, el mensaje (tráfico) debe fluir de manera continua mientras se habla. Con objeto de conservar este flujo consistente, el criterio clave del rendimiento de la red es la variación de la demora para aplicaciones de voz.
- Los requerimientos de ancho de banda son aproximadamente 64 Kbps (menor con compresión), relativamente pequeños pero constantes
- La señal puede contener un grado razonable de error y, sin embargo, la información puede recibirse en forma correcta. Esto se debe a la inteligencia de los dispositivos en cada extremo (elemento humano). Incluso si una pequeña parte del mensaje se corrompe, en muchos casos la persona puede comprender el significado. Los usuarios también pueden pedir a la otra persona que repita la palabra que no recibieron con claridad.

La *demora* es el factor principal para el tráfico de voz, por lo tanto, tiene la más alta prioridad en la red A TM.

Tráfico de video

- La transmisión de video es continua y debe aparecer en el orden adecuado
- Los requerimientos de ancho de banda de video en tiempo real son variables y con ciertas características "por ráfaga"
- El video en tiempo no real tiene características de transmisión de datos, tolera menos requisitos rigurosos de demora



Tráfico de video

Descripción

El tráfico de video tiene las siguientes características:

- La transmisión de video es continua y debe aparecer en el orden adecuado. Se espera que se observe primero la cabeza, después el torso y por último los pies; y no al revés, la cabeza, luego los pies y después el torso
- El video en tiempo real requiere de un estrecho control de error; de lo contrario, la información errónea que aparezca en un monitor puede activar una reacción incorrecta en el extremo receptor.
- El video en tiempo real requiere de una cantidad variable de ancho de banda. Algunas veces existe muy poca información que enviar entre pantallas consecutivas, por ejemplo los movimientos pequeños. Otras veces los datos pueden consistir de una cantidad considerable de información, por ejemplo escenas que cambian rápidamente. Las transmisiones de video siempre son comprimidas. El grado de compresión determina el ancho de banda que se requiere.
- El video en tiempo no real (almacenar y adelantar) tiene menos requisitos rigurosos en lo que se refiere a la demora y al control de error. Esto se debe a las capacidades de transmisión de los dispositivos del CPE. Desde la perspectiva de la red, el video en

tiempo no real recibe un trato semejante a la transmisión en ráfagas de datos por computadora.

Tráfico de datos por computadora

- Las transmisiones pueden ser continuas (transferencia de archivos) o aleatorias (datos interactivos)
- A diferencia de las aplicaciones en tiempo real, los datos de computadora se almacenan en búfer y se transmiten en ráfagas
- Los requisitos de ancho de banda varían ampliamente dependiendo de la aplicación
- No existen requisitos especiales de temporización entre puntos de terminación



Tráfico de datos de computadora

Descripción

Como el tráfico de datos de computadora es tan diverso, las demandas que se tienen sobre la red también son variables.

- El tráfico de datos de computadora puede ser aleatorio, como en el caso de la transmisión esporádica de texto (datos interactivos), o continuo, como en aplicaciones de tipo transferencia de archivo.
- A diferencia del video en tiempo real, después de que comienza la transmisión de datos en general no hay una temporización especial que deba mantenerse entre la fuente y el destino. Esto, por supuesto, depende de la aplicación.
- Los requerimientos de rendimiento del ancho de banda para los datos de computadora varían ampliamente, desde unos cuantos bits hasta millones de bytes y son específicos de la aplicación.

Las redes de ATM deben implementar un fuerte mecanismo de almacenamiento en búfer para manejar las grandes ráfagas de datos que son típicas del tráfico de datos de computadora.

¿Qué es calidad de servicio (QoS)?

- Se refiere a la habilidad de la red para soportar los requerimientos de servicio de la aplicación
- Se da servicio y prioridad al tráfico de la red con base en cada circuito virtual (VC)
- Está compuesto de clases de servicio (CBR, VBR-rt, VBR-nr y ABR /UBR) y de parámetros asociados de Qos
- La Qos es un parámetro de circuito virtual

¿Qué es calidad de servicio (QoS)?

Las necesidades de transmisión de tráfico de voz, video y datos de computadora son muy diferentes y, con frecuencia, entran en conflicto. Para hacer que estas aplicaciones coexistan en una sola red, se requieren reglas para el ancho de banda, la demora y la prioridad de servicio.

Calidad de servicio

El ATM se diseñó para aceptar la coexistencia de diferentes tipos de tráfico dentro de una red y para tratar cada uno de acuerdo a sus necesidades únicas. El ATM asigna y comparte recursos al asignar valores de calidad de servicio a cada conexión de circuitos. Las características de la QoS para cada conexión de circuito consisten de:

- Una de cinco principales clases de servicio
 - Velocidad binaria constante (CBR)
 - Velocidad binaria variable -tiempo real (VBR-rt)
 - Velocidad binaria variable -tiempo no real (VBR-nrt) -Velocidad binaria disponible (ABR)
 - Velocidad binaria no especificada (UBR)
- Los parámetros de QoS que definen el flujo de celdas y aspectos de rendimiento de la conexión de circuito

Prioridad de clase de servicio

La clase de servicio de cada conexión determina la forma en que ATM prioriza y asigna los recursos de la red durante la transmisión. La prioridad en la que se maneja el tráfico de la clase de servicio en un conmutador de ATM es la siguiente, de mayor a menor:

- CBR
- VBR-rt
- VBR-nrt
- ABR
- UBR

La QoS y el proveedor de servicio

Cuando los proveedores de servicio establecen una conexión de circuito y asignan los parámetros de clase de servicio y tráfico, emplean los valores de contrato de tráfico acordados con el cliente. Además, no hay restricciones sobre qué tipo de tráfico desea el cliente enviar sobre su conexión. La calidad de servicio es un atributo del circuito, no hay relación inherente entre la aplicación y la QoS. Este tema se tocará con mayor detalle posteriormente durante el curso.

Categorías de la QoS y ejemplos de aplicación

- Velocidad binaria constante -CBR

-Transporte de circuito -bajo ancho de banda (BW), pero muy poca tolerancia de variación de demora de celda (CDV) y pérdida de celda



- Velocidad binaria variable -tiempo real -VBR-rt

-Videoconferencias -ancho de banda - media (BW), pero más tolerancia ala CDV ya la pérdida de celda



- Velocidad binaria variable -en tiempo no real -VBR-nrt

-Reproducción de video -BW superior, sin problemas en cuanto a CDV, cierta tolerancia de pérdida de celda, debido alas capacidades de retransmisión de los dispositivos finales



-También se utiliza para aplicaciones de datos



Categorías de QoS y ejemplos de aplicación

Velocidad binaria constante (CBR)

El servicio de CBR es la clase de servicio de más alta prioridad. En su mayor parte se utiliza para aplicaciones que tienen que conservar una relación de temporización entre la fuente y el destino. Su velocidad de transmisión es constante y se conserva en un modo orientado a la conexión. Los requerimiento del ancho de banda son típicamente bajos, pero sin embargo no toleran variaciones en el tiempo de demora de las celdas o de la pérdida de celda. Los ejemplos de aplicaciones que utilizan el servicio CBR incluyen los siguientes: voz, videoconferencia de baja velocidad (128 Kbps a 1.544 Mbps) y emulación de circuito (línea privada).

Velocidad binaria variable -tiempo real (VBR-rt)

Los servicios de VBR se dirigen alas necesidades de información en paquete. El servicio VBR-rt también está diseñado para soportar aplicaciones que requieren relaciones de temporización entre la fuente y el destino. Su velocidad binaria es variable, su modo de conexión está orientado a la conexión y sus requerimientos del ancho de banda son altos, aunque permite ciertas ráfagas de transmisión. La VBR-rt tolerará una muy pequeña variación en la demora de celda. Se diseña para voz de paquete y video de paquete (por ejemplo MPEG 2).

Velocidad binaria variable -tiempo no real (VBR-nrt)

El servicio de VBR-nrt está diseñado para aplicaciones de paquete que no requieren de una relación de temporización entre fuente y destino. Los requerimientos del ancho de banda en general son los mismos que para VBR-rt. Las aplicaciones típicas son tráfico de LAN y transmisiones de reproducción de videos de entretenimiento.

El servicio de VBR-nrt se utiliza comúnmente para aplicaciones de datos debido a su habilidad para manejar ráfagas y debido a su prioridad (superior ala de UBR y ABR).

Categorías de la QoS y ejemplos de aplicación (continuación)

- Velocidad binaria disponible /velocidad binaria no especificada –ABR /UBR

-Datos de computadora -superior ancho de banda, sin problemas con la CDV, cierta tolerancia a la pérdida de celda debido a las capacidades de retransmisión de los dispositivos finales

- ABR -De menor prioridad que las clases anteriores, pero sigue garantizando un rendimiento mínimo

-Incluye un mecanismo de retroalimentación de congestión (control de flujo)

- UBR -La prioridad más baja de todos los servicios

-Se le denomina también servicio de "mejor esfuerzo"

-No garantiza rendimiento

Categorías de la QoS y ejemplos de aplicación: ABR y UBR

Velocidad binaria disponible (ABR)/velocidad binaria no especificada (UBR)

La ABR y la UBR son muy similares porque se utilizan para aplicaciones de datos. Los dos servicios requieren conservar una relación de temporización, su velocidad binaria es variable y los dos son muy tolerantes a la demora de celda. Son apropiados para aplicaciones que son las menos sensibles a la demora, como son correo electrónico, fax y acceso casual a Internet. La diferencia entre estos dos servicios es la asignación del ancho de banda y prioridad.

ABR

El servicio de velocidad binaria disponible tiene una prioridad de recursos de conmutador más baja, pero garantiza un rendimiento mínimo definido. Junto con esta clase de servicios se soporta un mecanismo de control de flujo para controlar la fuente de los datos. Al utilizar un mecanismo de control de flujo, la red puede ajustar la velocidad del tráfico con relación a los recursos disponibles en la red. Para que esto funcione adecuadamente, todos los dispositivos involucrados requieren soportar el mecanismo de control de flujo.

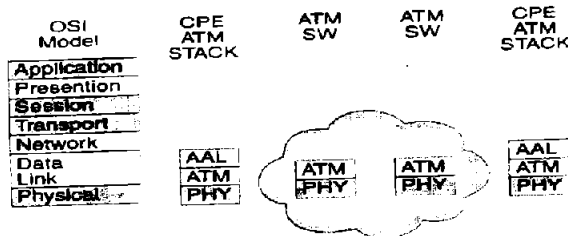
UBR

El servicio de velocidad binaria no especificada es el de más baja prioridad de todos. Se considera una clase de servicio de "mejor esfuerzo" ya que no ofrece garantías de rendimiento o prioridad para los datos a los que da servicio.

Capitulo 2. Protocolos y Conmutación de ATM

Arquitectura en capas del ATM

- El ATM es un protocolo de capa 2 (enlace)
- La AAL correlaciona el tráfico con la carga útil de la celda y desde la misma
- La capa de ATM añade datos de control y de dirección mediante el encabezado de las celdas
- La capa física correlaciona las celdas con los medios de transmisión



Arquitectura en capas del ATM

Descripción

El ATM funciona en la capa 2, la **capa de enlace** de la pila del protocolo OSI. Como un protocolo de capa de enlace, el ATM es responsable de llevar la celda al siguiente salto en la red. El ATM no tiene capacidades de inteligencia de extremo a extremo de enrutamiento.

Existen tres capas en el modelo del protocolo de ATM que hacen interfaz con los protocolos de las capas superiores (la capa para añadir direccionamiento, la de indicadores de congestión y la de prioridad de pérdida) y manejan los medios de transmisión física:

- **Capa de adaptación (AAL) del ATM** La AAL es la capa superior del protocolo del ATM. Su papel principal es tomar flujos de datos de aplicación y correlacionarlos con la carga útil de las celdas de ATM. También proporciona servicios a las capas superiores fuera de la red de ATM (como información sobre la integridad de la celda por ejemplo) ya la capa del ATM del modelo de protocolo del ATM.

La AAL es la única capa en el modelo del ATM que es completamente transparente a los conmutadores del ATM. Está implementada fuera del entorno de conmutación del ATM

- **Capa del ATM** La capa intermedia es la capa del ATM que define la forma en que las celdas se transportan a través de la red del ATM mediante la adición de un encabezado a cada celda. El encabezado contiene información de la dirección y de control que se utiliza para conmutar las celdas a través de la red del ATM.
- **Capa física** La capa inferior es la capa física, que determina la forma en que las celdas del ATM se correlacionan con el medio de transmisión y realiza comprobaciones de integridad en cada encabezamiento de celda.

Definiciones de la capa de adaptación (AAL) del ATM

- Las capas de adaptación del ATM hacen interfaz con los protocolos de las capas superiores
- Están diseñadas para cumplir con los requerimientos de la aplicación
- Existen cuatro definiciones de la AAL:
 - AAL-1
 - AAL-2
 - AAL-3/4 (tres y cuatro)
 - AAL-5

Definiciones de la capa de adaptación (AAL) del ATM

Para que el ATM pueda soportar muchos tipos de servicios con distintas características de tráfico, es necesario adaptar las diferentes clases de aplicaciones a la capa del ATM. Esta función es realizada por la AAL, que es dependiente del servicio. Las cuatro AAL son:

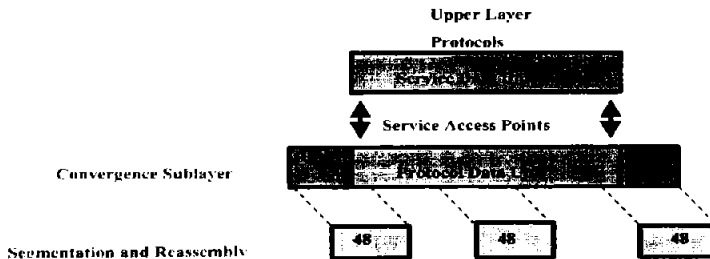
- **AAL-1** -Soporta servicios orientados a conexión que requieren velocidades binarias constantes y que tienen requerimientos de demora y de temporización específicos. Los servicios de velocidad binaria constante, como el transporte DS 1 o DS3 son ejemplos de esta capa.
- **AAL-2** -Soporta servicios orientados a conexión que no requieren velocidades binarias constantes; en otras palabras, aplicaciones de velocidad binaria variable, como algunos esquemas de vídeo. Se está implementando para tráfico de voz debido a su capacidad para multiplexar conexiones de voz en el mismo flujo de celdas.
- **AAL-3/4** -Esta AAL está destinada a servicios de velocidad binaria variable, tanto orientados a la conexión como virtuales. Originalmente eran dos capas de adaptación distintas, la AAL-3 y la AAL-4, que se han fusionado en una sola AAL, llamada AAL-3/4 por razones históricas
- **AAL-5** -Esta es una AAL substancialmente pobre al compararla con la AAL-3/4 y, por esta razón, se conoce como capa sencilla de adaptación eficiente (SEAL). Esta AAL proporciona menor sobrecarga, requerimientos de procesamiento más simples y menor complejidad de implementación. Consulte el RFC 1483 para ver una descripción de encapsulamiento de los protocolos de la capa 3 y de las PDU conectadas en puente sobre la AAL-5. El RFC 1483 también contiene una descripción del formato de la PDU de la AAL-5.

Las AAL están compuestas por una subcapa de convergencia (CS) y una subcapa de segmentación y reensamblaje (SAR). La CS se compone además de una parte común (CPCS) y de una parte específica del servicio (SPCS).

Función de la capa de adaptación del ATM

- La AAL tiene dos subcapas

- Sub capa de convergencia
- Sub capa de segmentación y reensamblaje



Función de la capa de adaptación del ATM

Descripción

Los tipos de tráfico como voz, vídeo y datos no pueden acceder directamente a los servicios del ATM en los puntos de terminación. La AAL proporciona la interfaz entre estas aplicaciones y los dispositivos de conmutación del ATM.

La AAL contiene dos sub capas que proporcionan los servicios apropiados para cada tipo de tráfico y también llevan a cabo la segmentación y el reensamblaje de las celdas:

- Sub capa de convergencia (CS)
- Sub capa de segmentación y reensamblaje (SAR)

Sub capa de convergencia

La CS acepta datos provenientes de protocolos de las capas superiores en forma de unidades de datos de servicio (SDU) a través de los puntos de acceso al servicio (SAP). Después añade campos de control, creando una unidad de datos de protocolo de la sub capa de convergencia (CSPDU). La PDU contiene datos del usuario e información de control que serán procesados por la AAL de recepción.

Los campos de control se utilizan para realizar funciones como:

- Recuperación de reloj y de la información de temporización
- Secuenciación de celdas
- Comprobación de CRC
- Celdas faltantes o mal insertadas
- Identificadores multiplexados de flujo de tráfico

Los requerimientos del tipo de tráfico y los protocolos de las capas superiores en cada punto de terminación determinan la combinación y los valores de los campos de control. Los distintos tipos de AAL están optimizados para los distintos tipos de aplicaciones.

Sub capa de segmentación y reensamblaje

La CSPDU se hace descender a la sub capa SAR, la cual divide la CSPDU en cargas útiles de celda de 48 octetos. La red de ATM debe entregar esta carga útil de 48 bytes, pero no tiene injerencia ni responsabilidad sobre su contenido.

En la estación de destino, la SAR es responsable de reensamblar las celdas individuales en la CSPDU original.

AAL-1

- Aplicaciones de velocidad binaria continua en tiempo real
- Se utiliza principalmente para la emulación de circuitos
- Cada celda contiene un encabezado de AAL-1
- El encabezado de la celda puede utilizarse para llevar información de temporización

AAL-1

La AAL-1 se utiliza para tráfico de clase A (CBR), en el que la entrada a la red y la salida de la misma están en la forma de un flujo de bits temporizado y constante, que debe colocarse en celdas y transmitirse en una trama de jerarquía digital plesincrona (PDH) o de jerarquía digital síncrona (SDH).

Para realizar esto de extremo a extremo, la demora debe disminuirse al mínimo; por lo tanto, el almacenamiento en búfer se debe llevar a cabo en el extremo de recepción. Esto también requiere una rigurosa coordinación de la temporización de extremo a extremo. El protocolo está diseñado para disminuir al mínimo la fluctuación de fase al permitir que las estaciones del extremo envíen menos de 48 bytes de datos de usuario por celda (por supuesto, la celda debe estar compensada a 48 bytes) y debe ser acordado por ambas estaciones de extremo. Aunque esta capacidad está diseñada en el protocolo, no se utiliza.

La SAR tiene 47 bytes de carga útil, con un encabezado de 1 byte. El encabezado es simplemente un número de secuencia modular para detectar células perdidas o mal insertadas y permite la recuperación de temporización. Las mejoras futuras pueden incluir una corrección de error de destino como una función de la CS.

AAL-2

- Aplicaciones de velocidad binaria en tiempo real
- Popularidad limitada:
 - La VBR utiliza la AAL-5 por su sencillez y rendimiento
- Las principales particularidades soportadas en la AAL-2 son:
 - Voz comprimida
 - Supresión de silencio
 - Fax demodulado

AAL-2

Para superar la necesidad de ancho de banda excesivo para la emulación de circuitos estructurados y para proporcionar la flexibilidad que permita al operador de la red controlar la demora en el servicio de voz, se requiere una nueva capa de adaptación. La AAL 1 no puede extenderse para satisfacer estos nuevos requerimientos de conexión en red del ATM.

La AAL-2 es una nueva capa de adaptación del ATM, especificada en ITU-T I363.2 (1997) con la instrucción específica de proporcionar servicios eficientes de voz a través del ATM.

La AAL-2 proporciona transmisión eficiente de ancho de banda de paquetes cortos y variables, de baja velocidad, para aplicaciones sensibles a la demora, y está diseñada para hacer uso de la clase de tráfico VBR, que es más multiplexable estadísticamente.

La estructura de la AAL2 permite a los administradores de la red tomar en cuenta las variaciones del tráfico en el diseño de una red de ATM y optimizar la red para hacerla corresponder a las condiciones del tráfico.

AAL-3/4

- La AAL-3 (orientada a la conexión) y la AAL-4 (virtual) están fusionadas en la AAL-3/4
- Aplicaciones de velocidad binaria variable, en tiempo no real
- Se usa principalmente en Europa para SMDS
- No se ha adoptado ampliamente en otros lugares debido a su alta sobrecarga de carga útil ya su complejidad para soportar la intercalación de paquetes

AAL-3/4

La AAL-3/4 soporta conexiones de AAL de multiplexión sobre un solo circuito de ATM, al costo de por lo menos 10 bits de sobrecarga por celda.

La AAL-3/4 está definida para los servicios de VBR, tanto orientados a la conexión (clase C) como virtual es (clase D), que no requieren una relación de temporización entre el origen y el destino.

Dos modos operativos soportan estos servicios opcionalmente. La operación asegurada garantiza la entrega al proporcionar la retransmisión de celdas perdidas o erróneas; esta función está reservada para el SSCP (es decir, el SSCOP). El control de flujo es también una funcionalidad. Sería proporcionado por una función de la SSCS.

Aunque la AAL-3/4 era muy sofisticada técnicamente, esta sofisticación tiene un precio. La sobrecarga es superior aun incapacitante 20%. La AAL 3/4 ha sido esencialmente reemplazada por la AAL5.

AAL-5

- Aplicaciones de velocidad binaria variables, en tiempo no real
- También se Conoce como SEAL (capa de adaptación eficiente y sencilla)
- Es la AAL más ampliamente utilizada (tiene la menor cantidad de sobrecarga)
- Encapsulación de protocolo múltiple RFC 1483 a través del ATM
- Compensa la PDU para hacerla divisible entre 48
- Utiliza información del encabezado de las celdas para designar los límites de la PDU

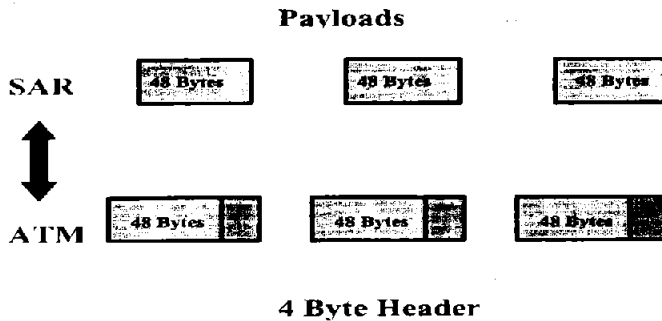
AAL-5

La AAL-5 es ahora el estándar real, reemplazando casi totalmente a la AAL-3/4. La AAL 5 no tiene cola de mensajes o encabezado de la SAR. La CS compensa la PDU hasta un múltiplo de 48 bytes. La AAL 5 utiliza el encabezado de las celdas del ATM, que es el bit de usuario en el identificador del tipo de carga útil (PTI), para indicar la última celda en la PDU. Esto ayuda a delimitar la PDU.

La AAL-5 soporta el SSCOP para proporcionar un servicio de enlace de datos confiable. Resulta especialmente útil con la señalización.

Como se observa, la AAL-5 se ha utilizado anteriormente para tráfico en tiempo no real. Sin embargo, con la introducción de UNI 4.0, la AAL-5 también se puede utilizar para soportar tráfico en tiempo real. Esto se debe a la mayor granularidad de los mensajes de establecimiento de llamada de UNI. Estos mensajes de establecimiento pueden ser muy específicos con respecto a CDV, CLR, PCR, SCR y CDVt. Estos descriptores de tráfico se pueden adaptar para soportar las necesidades de las aplicaciones en tiempo real.

Función de la capa del ATM



Función de la capa del ATM

Descripción

La capa del ATM se utiliza principalmente para añadir información de control y de dirección a cada celda que fluye a través de la red de ATM. Se anexas cuatro bytes de información de encabezado a cada carga útil de 48 bytes.

La red utiliza los diversos campos en el encabezado de las celdas para:

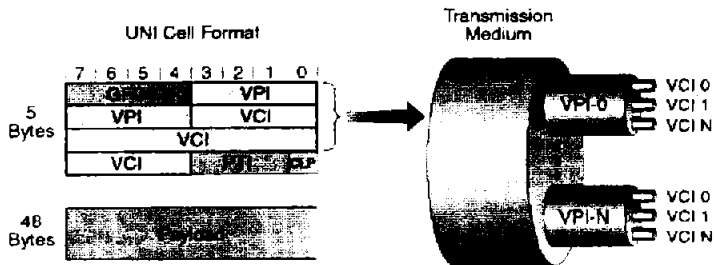
- Transferir celdas a través de un enlace
- Identificar la prioridad de pérdida de celda (para llevar a cabo la gestión de la congestión)
- Informar a los dispositivos de terminación sobre un circuito virtual congestionado
- Identificar el tipo de tráfico transportado en la celda (de usuario o de control)

Aunque la red identifica el tipo de tráfico transportado en cada carga útil, no examina la carga útil de las celdas de datos del usuario.

Nota: El encabezado de la celda se tratará más detalladamente en la siguiente sección.

Encabezamiento de las celdas del ATM

- Campo de GFC ajustado en 0 (UNI)
- Campo del VPI de 8 bits (UNI), de 12 bits (NNI)
- Campo del VCI de 16 bits



Encabezamiento de las celdas del ATM

El formato de encabezado de 4 bytes que se muestra en la diapositiva se utiliza principalmente para conexiones UNI (interfaz del usuario a la red). El formato de encabezado de las celdas NNI (interfaz de red a red) difiere sólo en el tratamiento de los bits del GFC.

Campo de control de flujo genérico (GFC)

El GFC es un campo de 4 bits que no se utiliza actualmente y que generalmente se establece en 0 en las celdas UNI. Para las celdas NNI, no hay ningún campo de GFC. En su lugar, el campo de dirección del VPI se extiende en otros cuatro bits.

VPI/VCI

Los siguientes 8 bits (12 bits para la NNI) son para el identificador de trayecto virtual y los subsecuentes 16 bits son para el identificador del canal virtual, se utilizan para el direccionamiento en la celda ATM. Cada enlace individual dentro de la conexión de extremo a extremo de la ATM se identifica utilizando este formato de direccionamiento de dos niveles. Un puerto físico de la ATM puede tener uno o más trayectos virtuales y cada una de estas VP puede tener una o más conexiones virtuales dentro de ella. Es la combinación de un VPI y un VCI lo que solamente identifica una sola conexión de usuario a los dispositivos de la ATM de extremo. Esto permite un espacio de dirección de aproximadamente 16 millones de entidades virtuales únicas:

$$\{(VPI \text{ de } 8 \text{ bits} = 256) \times (VCI \text{ de } 16 \text{ bits} = 65536) = 16,777,216\}$$

Nota: Hay dos tipos de circuitos virtuales: el circuito de trayectoria virtual (VPC) y el circuito de canal virtual (VCC). Un VPC utiliza sólo el VPI mientras que un VCC utiliza el par de VPINCI (más detalles a continuación)

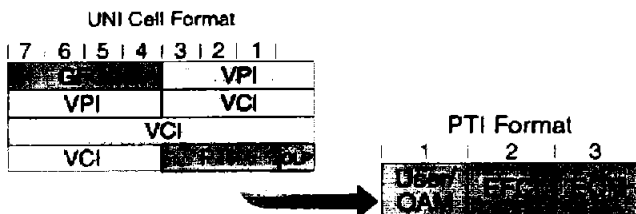
Sólo significancia local

Como un protocolo de la capa 2, el ATM no utiliza direccionamiento de destino para enrutar una celda hacia su destino.

El direccionamiento del VPI y del VCI no es único en toda la red. El direccionamiento es sólo un medio para identificar una conexión (enlace) de salto a salto. Dentro de cada conmutador del ATM está una tabla que asocia el tráfico de ingreso en una tarjeta /puerto particular, con una tarjeta /puerto de egreso (información más detallada a continuación).

Encabezamiento de celda del ATM (PTI, CLP)

- Campo indicador del tipo de carga útil de 3 bits, PTI
 - Usuario OAM (0 = datos de usuario, 1 = operaciones, administración, gestión)
 - EFCI (indicador de congestión de progresión explícita, 1 = congestión)
 - EOM (fin del mensaje, 1 = última celda en esta PDU)
- Prioridad de pérdida de celda (CLP) = 1, celda elegible para descartar



Encabezamiento de celda del A TM (PTI, CLP)

Campo del indicador del tipo de carga útil (PTI)

El campo del PTI de 3 bits hace la distinción entre las cargas útiles de celda que contienen datos de usuario y las que contienen información de gestión de red. También se utiliza para transportar información de control, como sigue:

Bit 1 -tipo de carga útil

El primer bit del campo del PTI distingue el contenido de la carga útil:

0 = datos de usuario; 1 = datos de OAM (Operaciones, Gestión y Mantenimiento)

Bit 2 -EFCI

El indicador de congestión de progresión explícita se ajusta cuando una celda ha pasado a través de un punto de congestión en la red.

0 = No se experimentó congestión; 1 = Se encontró congestión

Bit 3 -EOM

El campo del fin del mensaje se utiliza principalmente por la AAL-5 como una indicación de que esta es la última celda de una PDU (unidad de datos de protocolo) y puede comenzar el reensamblaje.

0 = No viene la celda final ni celdas adicionales; 1 = La celda final de esta PDU

El bit 3 también se utiliza para las celdas de OAM

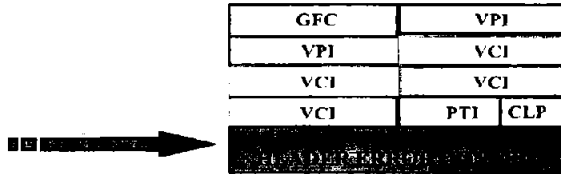
0 = Segmento relacionado; 1 = Extremo a extremo relacionado

Campo de prioridad de pérdida de celda (CLP)

Este campo de 1 bit identifica la prioridad de gestión de congestión de una celda. Un valor de CLP de 1 identifica la celda como de menor prioridad que una celda con una CLP de 0. En caso de congestión, se permite que la red descarte la CLP = 1 celdas. El bit de la CLP es una de las principales herramientas de la gestión de tráfico del ATM. Este papel se describe en detalle en el Módulo 3.

Función de la capa física

- La capa física está compuesta por dos sub capas
 - TCS (sub capa de convergencia de transmisión)
 - Añade un campo de control de error de encabezado, de 1 byte
 - Correlaciona la celda para transportar la carga útil
 - Delineación de lmites de celda
 - PMD (dependiente del medio físico) maneja ediciones de capa física tradicionales, únicos para el medio físico



Función de la capa física

La capa física es la capa inferior de la pila de protocolo del ATM y consiste en:

- Sub capa de convergencia de transmisión (TCS)
- Sub capa dependiente de los medios físicos (PMD)

Sub capa de convergencia de transmisión

La dos mayores responsabilidades de la TCS:

Control de error en el encabezado

La TCS debe mantener la integridad del encabezado a fin de entregar una celda en su destino. Por ejemplo, una dirección alterada VPINCI dará por resultado celdas no entregables (desconectadas). La TCS genera y comprueba el valor en el campo HEC de 8 bits, que utiliza para detectar y corregir errores de un solo bit en el encabezado de la celda.

Este es un modo de corrección de error de un solo bit y funciona como sigue:

1. En el puerto de ingreso del conmutador, la TCS comprueba los primeros cuatro bytes del encabezado de celda y calcula un valor de HEC.
2. La TCS compara entonces este valor con el valor existente de HEC. Si encuentra un error, la TCS intenta corregirlo.
3. En el puerto de egreso del conmutador, la TCS calcula un nuevo valor de HEC y lo inserta en el encabezado de celda. Este proceso se repite en cada salto.

Delineado y correlación de celda

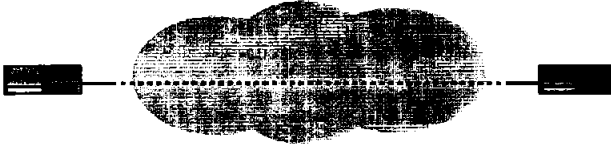
La TCS también es responsable de correlacionar las celdas para la transmisión de tramas (de medios) y de delinear las celdas en el ingreso. La TCS tiene la capacidad de generar celdas libres (vacías), a fin de ajustar la velocidad de la celda ala de carga útil de transporte. La TCS extrae estas celdas libres en el punto terminación de recepción; estas celdas nunca se hacen pasar hacia la capa del ATM. La delineación de celda se utiliza para determina el lugar en donde están los lmites de la celda en el flujo binario.

Sub capa dependiente del medio físico

La sub capa PMD es responsable de las características físicas de los medios de transmisión, entre las que se incluyen: temporización y alineación del bit, codificación de línea y conversión eléctrica /óptica.

Servicio del circuito virtual

- La red proporciona un cable "virtual"
- Es transparente para el CPE
- Debe ser capaz de soportar garantías de tráfico y de QoS



Servicio del circuito virtual

Es transparente para los usuarios terminales

Desde la perspectiva del usuario, un circuito virtual es un "cable" que conecta a los dispositivos terminales entre sí. Este "cable virtual" es una asociación compleja de los componentes de hardware y software que permiten transacciones de extremo a extremo entre los dispositivos terminales.

Servicio de transporte

La responsabilidad de la red es proporcionar servicios de transporte a estos dispositivos terminales, que soporten un nivel de servicio específico (conocido como un "acuerdo de nivel de servicio" o contrato de servicio). Las funciones de transporte deben ser capaces de satisfacer los requerimientos de extremo a extremo de los circuitos, es decir, en cada salto en el circuito virtual.

Analogía de cadena

Este concepto se comprende más fácilmente si compara un circuito virtual con una cadena. Ambas están formadas por eslabones que deben soportar una carga específica. Aunque cada eslabón es independiente uno de otro, cada uno es una medida de la integridad de la cadena.. (Una cadena tiene la fuerza de su eslabón más débil).

Si se requiere que una cadena jale 1,000 libras, cada eslabón de la cadena debe ser lo suficientemente fuerte para soportar una carga de 1,000 libras. Cualquier eslabón que tenga una capacidad menor hace que la cadena falle.

El mismo concepto se aplica aun circuito virtual. Para que la red soporte los atributos de extremo a extremo del ancho de banda y de QoS específicos, cada enlace debe tener recursos disponibles suficientes.

Tipos de circuitos virtuales

- PVC (circuito virtual permanente)
 - El VCC o el VPC se aprovisionan manualmente a través de la red
 - Permanece en servicio a largo plazo sin importar el flujo de tráfico
- SVC (circuito virtual conmutado)
 - El VCC o el VPC se instalan y se desconectan llamada por llamada
 - El dispositivo terminal señala al conmutador de ingreso para que construya el circuito
- Circuito virtual conmutado suave o permanente suave (SPVC)
 - Circuito virtual que ha sido enrutado dinámicamente
 - No requiere definición de salto a salto, sólo requiere definiciones de punto de terminación

Tipos de circuitos virtuales

Hay tres tipos de circuitos virtuales, que son:

PVC -circuito virtual permanente. Un PVC debe ser creado administrativamente. Una vez que lo ha sido, puede permanecer en servicio por tiempo indefinido o hasta que haya una falla en algún componente que está conectado en red. Los PVC se aprovisionan para soportar una clase de tráfico específico, como CER, VER, UER, etc. También se aprovisionan para soportar tráfico unidireccional o bidireccional y el requerimiento del ancho de banda para cada dirección. Es importante hacer notar que un ancho de banda del PVC no tiene que ser simétrica, puede ser asimétrica.

SVC -circuito virtual conmutado. Un SVC es establecido por un dispositivo del CPE y no es creado administrativamente. La gran diferencia entre un PVC y un SVC es que un SVC normalmente tiene un ciclo corto de vida. Se crea por demanda por el equipo CPE, se establece, se mantiene y después se vuelve a desconectar de manera que el recurso pueda estar disponible para alguna otra aplicación.

SPVC -circuito virtual permanente suave. Un SPVC está definido en la especificación de la PNNI-I del Foro ATM, en el anexo. Los SPVC deben crearse administrativamente y son como un PVC. Quedan establecidos hasta el momento en que se presenta una falla en un componente de la red. Uno de los grandes beneficios de un SPVC es que enrutará los componentes que hayan fallado, en caso de ocurrir. Los SPVC utilizan señalización de la UNI 4.0.

Circuitos de trayectoria virtual

- Todas las celdas que coinciden con el VPI se envían a un punto de terminación común
- El tráfico está sujeto a una QoS
- Sólo el campo del VPI es comprobado por la red



Circuitos de trayectoria virtual

Túnel virtual

Como se mencionó anteriormente, hay dos tipos de circuitos virtuales: Los circuitos de trayectoria virtual (VPC) y los circuitos de canal virtual (VCC).

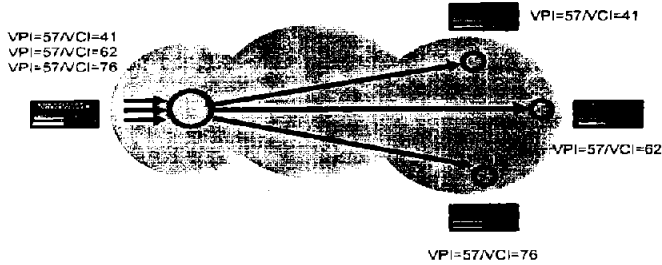
Los VPC proporcionan una conexión que enruta varios flujos de tráfico entre dos puntos de terminación en la red. Cada punto de terminación del circuito está asignado a un identificador de trayectoria virtual (VPI). Todas las celdas que ingresan al puerto lógico con un VPI coincidente son enviadas hacia un punto de terminación definido. La red no examina el identificador de canal virtual (VCI) y, por lo tanto, no cuenta con ningún mecanismo para enrutar las celdas hacia diferentes puntos de terminación.

Este tipo de circuito es análogo a un túnel. Todo el tráfico que ingresa en un extremo del túnel viaja hacia el otro extremo del túnel.

Este circuito es útil para llevar flujos de tráfico del mismo tipo porque al VPC se le asigna una sola QoS y un conjunto de atributos de tráfico. Todo el tráfico que pasa por un VPC está sujeto a estos valores configurados.

Circuitos de canal virtual

- Cada flujo de celda viaja en un circuito virtual único
- Los campos de VPINCI son leídos por la red



Circuitos de canal virtual

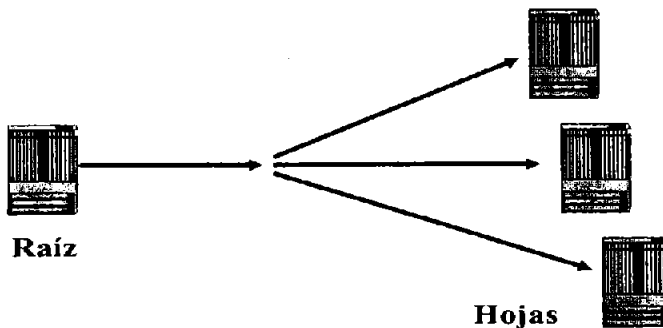
Destinos únicos

Los circuitos de canal virtual (VCC) proporcionan una conexión que enruta los flujos de tráfico hacia puntos de terminación *únicos e individuales* en la red. A cada punto de terminación se le asigna un identificador de trayectoria virtual (VPI) y un identificador de canal virtual (VCI). Todas las celdas que ingresan al punto lógico son examinadas por sus valores VPINCI y son transferidas hacia el siguiente salto hasta que las celdas alcanzan su último destino.

A cada VCC se le asigna una QoS y atributos de tráfico. Las celdas que fluyen a través de ese circuito virtual reciben un tratamiento único en la red.

VCs de punto-multipunto

- Los VCs punto-multipunto se utilizan para la transmisión unidireccional de información
- Tienen una raíz y una o más hojas
 - Los datos fluyen desde la raíz hasta las hojas
 - No hay trayectoria de retorno desde las hojas hacia la raíz



vc de punto-multipunto

De uno a muchos

Un circuito de punto-multipuntos (PMP) consiste en el punto de origen (raíz del circuito) y en los puntos de terminación (hojas del circuito). Los puntos de terminación de un circuito PMP determinado pueden estar en cualquier conmutador de borde en la red.

El tráfico para este tipo de circuito es unidireccional, viaja desde la raíz hasta las hojas y nunca en dirección inversa. Este tipo de circuitos se utilizan normalmente para aplicaciones de tipo difusión.

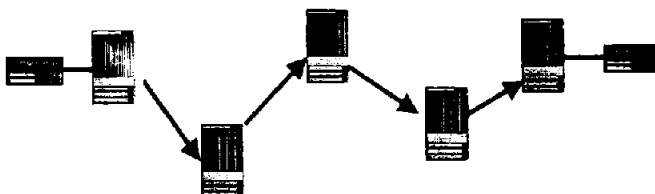
Los atributos de tráfico y la QoS sólo se asignan a la raíz de la conexión de PMP cuando está configurado un circuito de PMP

Las hojas pueden añadirse o eliminarse en cualquier momento. Las hojas requieren identificación sólo de punto de terminación:

- Conmutador
- Puerto lógico
- VPI / VCI

Instalación del circuito virtual

- El protocolo de enrutamiento determina el trayecto del VC
- El control de admisión de la conexión Construye los enlaces
 - El VC de extremo a extremo puede tener muchos enlaces
 - Cada enlace debe soportar atributos de tráfico y QoS del VC



Instalación del circuito virtual

Independientemente del tipo de circuito (PVC o SVC), todos los circuitos se establecen en la misma forma.

- La red recibe una solicitud de circuito virtual.
- La tabla de enrutamiento de OSPF se lee para la determinación de ruta-
- Se envía un mensaje de establecimiento de llamada, a través de cada uno de los enlaces, que reserva los recursos especificados en la solicitud de circuito.
- Se regresa un mensaje de conexión hacia el punto de terminación de origen.
- El circuito se activa y está listo para recibir tráfico.

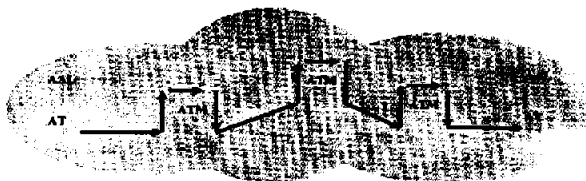
Los mayores requerimientos del circuito consisten de:

- Ancho de banda
- QoS
- Restricciones de demora
- Capacidad de búfer
- Enlace de VPINC!

Si los recursos requeridos por el circuito no están disponibles de extremo a extremo, el circuito solicitado se rechaza.

Celdas de conmutación

- Las celdas se conmutan a través de la red utilizando las capas física y del ATM
- La AAL se efectúa fuera del entorno de conmutación



Celdas de conmutación

Ahora que hemos expuestos todos los diversos componentes de un flujo de celda del ATM, expondremos cada parte y la pondremos en un contexto de extremo a extremo:

Asociación física y lógica

1. La celda llega a una tarjeta / puerto (físico) en el conmutador de ingreso en la capa física del ATM.
2. La sub capa TCS de la capa física extrae las celdas de la carga útil de transmisión, descarta cualquier celda libre, efectúa una comprobación de la HEC, corrige cualquier error binario y hace pasar las celdas hacia la capa del ATM.
3. La capa del ATM comprueba el VPINCI (lógico) para una conexión. Si no se encuentra ninguno, las celdas son descartadas.
4. El VPINCI se correlaciona con una tarjeta /puerto saliente; después, la malla de conmutador envía las celdas hacia la tarjeta /puerto saliente con un valor nuevo de VPINCI.
5. Las celdas pasan desde la capa ATM hacia la capa física, que calcula una nueva HEC y empaqueta después las celdas de acuerdo con las demandas del equipo de transporte. Las celdas se envían entonces hacia el puerto físico.

La sub capa PMD de la capa física es responsable de las características físicas del medio, por ejemplo: la temporización y la alineación binaria, la codificación de la línea y la conversión eléctrica /óptica.

6. Las celdas se envían hacia el siguiente conmutador, en donde el proceso se repite.

Gestión de tráfico

- Asegurar que cada conexión obtenga su "compartición imparcial"
- Utilizarla para asignar de manera predecible recursos de red para conexiones individuales y sus atributos de QoS
- Evita niveles de congestión que interrumpen el servicio
- Métodos
 - Supervisión y conformación de tráfico
 - Control de admisión de conexión (CAC)
 - Gestión de congestión

Propósito de la gestión de tráfico

Descripción

Para soportar simultáneamente varios tipos de tráfico, mientras que se conservan los requerimientos de la QoS para muchas conexiones virtuales, las redes de ATM deben asignar y gestionar de manera imparcial y predecible los recursos de red.

La gestión de tráfico asegura que las conexiones de CPE en las orillas de la red cumplan con su acuerdo de nivel de servicio, permitiendo solamente una relación específica entre el mejor esfuerzo y el tráfico garantizado, dentro de la red. Este sistema de gestión de tráfico asegura que todas las conexiones obtengan su compartición imparcial.

Dentro de la red, los procesos de gestión de tráfico evitan interrupciones de servicio al descartar el tráfico no garantizado, en caso de condiciones de congestión. Con esto se evita que la red llegue aun punto en donde ya no pueda transferir más tráfico.

Métodos de gestión de tráfico

- Supervisión y conformación del tráfico
- Control de admisión de conexión (CAC)
- Gestión de congestión

Métodos de gestión de tráfico

Supervisión y conformación del tráfico

El cliente y el proveedor del servicio de ATM establecen un contrato de tráfico para definir las reglas que cada uno de ellos debe seguir al establecer y mantener cada conexión. Las "reglas" son parámetros de rendimiento para una QoS ya acordada. La supervisión y conformación del tráfico aplican estos parámetros de rendimiento en forma continua.

Control de admisión de conexión (CAC) 4

Durante la fase de establecimiento de una llamada, la función de CAC verifica que la red tenga los recursos requeridos para establecer una conexión para una solicitud de circuito virtual. Si no cuenta con los recursos, la conexión no será permitida. En una red que funcione adecuadamente cuyos troncales no hayan sobrepasado su capacidad de abonados, la función

de CAC evita la congestión antes de que comience a, no aceptar más tráfico del que la red es capaz de manejar.

Gestión de congestión

La gestión de congestión es un proceso para tratar a las celdas en forma imparcial, si llega a presentarse congestión en una red. Los mecanismos básicos que se utilizan son: procesamiento de prioridad de pérdida de celda (CLP), del EFCI y del control de flujo.

Las celdas de baja prioridad (CLP =1) se descartan cuando comienza a acumularse la congestión. El EFCI notifica a los dispositivos finales sobre las condiciones de congestión, permitiéndoles alterar su velocidad de transmisión. El control de flujo se aplica principalmente a la clase de servicio de ABR.

Otros mecanismos de gestión de congestión son: descartar paquetes parciales y tempranos, a fin de evitar tráfico que debe retransmitirse (debido a las celdas descartadas) a partir de los recursos de red en uso.

Supervisión y conformación de tráfico

- **Supervisión de tráfico:**

- Controla el parámetro de uso (Control del parámetro de uso) -Los descriptores de tráfico definen velocidades de transmisión admisibles
- Se aplica a los parámetros de ancho de banda sobre una conexión
- Se aplica al tráfico que entra a la red de ATM
- Determina qué tanto tráfico es aceptado y qué tanto tráfico aceptado está garantizado

- **Conformación del tráfico:**

- Captura una ráfaga en el CPE
- Mide el tráfico hacia la red a la PCR

Supervisión y conformación de tráfico

Supervisión de tráfico

La función de la supervisión de tráfico (control del parámetro de uso o UPC) es determinar qué tanto tráfico puede admitirse en la red y, para el tráfico ya admitido, determinar la relación entre el tráfico garantizado y el de mejor esfuerzo.

Cada circuito virtual está asociado con un conjunto de atributos que define el nivel de servicio que se requiere que proporcione la red. El UPC asegura que la velocidad de tráfico real que entra a la red se cumpla con esas velocidades especificadas.

El UPC se realiza solamente en el puerto de ingreso de la red. Una vez que el tráfico es supervisado, se somete a gestión de congestión mientras va fluyendo a través de la red.

Conformación del tráfico

La conformación del tráfico se habilita en el dispositivo de envío. Controla la velocidad de tráfico que se envía al dispositivo receptor. El contrato de tráfico especifica una velocidad máxima que aceptará la red. Para cumplir con ese límite superior de tráfico, el dispositivo emisor almacena en búfer una gran ráfaga de celdas en su puerto de egreso y envía el tráfico a 1/PCR y, de esta manera, "conforma" el flujo de tráfico para cumplir con la PCR configurada en el puerto de ingreso de la red.

La conformación de tráfico no es un requerimiento, por lo tanto, no está soportada por todos los vendedores.

Control de admisión de conexión (CAC)

- La función de CAC controla la aceptación y rechazo de las solicitudes de conexión
- Evalúa los recursos de toda la red para determinar si una conexión puede ser soportada
- En esta área no hay estándares definidos
 - Sin embargo, la mayoría de los algoritmos de CAC funciona esencialmente de la misma forma
- Planteamiento de ancho de banda equivalente
 - Reduce la complejidad de los parámetros de la QoS a un solo valor
 - La red debe reservar este ancho de banda de extremo a extremo para el VC
- El CAC tiene objetivos en conflicto
 - Garantiza las características de la QoS para todos los VC -Maximiza la utilización de la red

Control de admisión de conexión (CAC)

Descripción

El control de admisión de conexión (CAC) es una utilidad para supervisar recursos y reside en los conmutadores de ATM. Los conmutadores se comunican en forma continua entre sí, intercambiando información de enrutamiento y de recursos, con fines de conexión. El CAC supervisa la capacidad disponible, algunas veces mediante el uso de una métrica conocida como capacidad equivalente o ancho de banda equivalente, con el fin de determinar si la red tiene los recursos para soportar una solicitud de circuito virtual.

La capacidad equivalente y los algoritmos relacionados consolidan todas las variables de tráfico y los valores de parámetro de la QoS para una conexión a través de la red, dentro de un solo valor, a fin de proporcionar la contabilidad del tráfico por cada clase de servicio. En general, la capacidad equivalente reserva el ancho de banda pico para conexiones CBR, un ancho de banda sostenible para VBR y una velocidad de celda mínima para la ABR. No hay reservación de ancho de banda garantizada para UBR.

Una solicitud de conexión se otorga solamente cuando están disponibles recursos suficientes en cada elemento de red sucesivo, a fin de establecer la conexión extremo a extremo. Esto se basa en la clase de servicio para la conexión, el contrato de tráfico y la QoS, y se puede presentar solamente cuando la QoS de las condiciones existentes no está comprometida.

Se rechaza una conexión cuando la red no puede proporcionar la QoS solicitada sin perjudicar la QoS de las conexiones previamente aceptadas.

El propósito principal del CAC es garantizar que la red tenga los recursos para soportar los requerimientos de todas las conexiones a través de la red de ATM. Al hacerlo, la red se maximiza hasta sus capacidades más eficientes.

Muchos proveedores de servicio especulan que no todos los circuitos de una red enviarán datos al mismo tiempo; en este caso pueden elegir anular el CAC para crear circuitos en la red, incluso cuando no hay suficientes recursos. Esta práctica de "exceder la capacidad de abonados" necesita diseñarse y supervisarse muy cuidadosamente para que resulte satisfactoria

Descriptores de tráfico

- PCR -velocidad de celda pico
 - Máxima velocidad de transmisión permitida en celdas por segundo
- SCR -velocidad de celda sostenible
 - Máxima velocidad de transmisión promedio en celdas por segundo
- MBS -tamaño máximo de ráfaga
 - Máximo número de celdas que pueden ser transmitidas ala PCR sin una separación entre las ráfagas de celda
- MCR -velocidad de celda mínima
- CLP = 0
 - Flujo de celdas de alta prioridad
- CLP = 1
 - Flujo de celdas de baja prioridad

Descriptores de tráfico

Los descriptores de tráfico constituyen los parámetros de ancho de banda que emplea el UPC para aplicar un contrato de tráfico en una conexión. Estas mediciones se realizan solamente en el tráfico del CPE recibido *en el puerto de ingreso del conmutador de ingreso* de la red, para esa conexión del cliente. La siguiente tabla define cada descriptor y la clase de servicio a la que se aplica:

Descriptor	Definición	Clase de servicio a la que se aplica
Velocidad de celda pico (PCR)	Velocidad de transmisión máxima de celda. Si el usuario excede la PCR, las celdas se descartan	Todas
Velocidad de celda sostenible (SCR)	Velocidad promedio de transmisión. Normalmente el tráfico fluye a través de una conexión de la VBR a la SCR o menor. Ocasionalmente puede llegar hasta la PCR para el número de celdas que ha "acreditado" hasta el MBS, pero nunca más allá de éste	VBR-rt y VBR-nrt solamente
Tamaño máximo de ráfaga (MBS)	Número máximo de celdas que un usuario puede transmitir a la PCR. Cuando se llega al MBS las celdas que entran en esta definición son aquellas que están a la SCR o a una velocidad menor. Un circuito puede ganar créditos para reabastecer ese valor si el tráfico queda por debajo de la SCR, pero solamente llegando hasta el valor originalmente definido para MBS	VBR-rt y VBR-nrt solamente
Tolerancia de variación de demora de celda (CDVT)	El valor de tolerancia máximo permitido para la violación de la llegada esperada de celdas al ingreso de una conexión.	Todas
Velocidad de celda mínima (MCR)	Velocidad de celda mínima garantizada. Ocasionalmente puede llegar hasta la PCR, pero no hay garantías para ese tráfico.	Solamente ABR
Prioridad de pérdida de celda (CLP)	Un solo bit en el encabezado de una celda que define la prioridad de la celda CLP = 0 denota una celda de alta prioridad CLP = 1 denota una celda de baja prioridad En una situación de congestión de red, un conmutador descartará las celdas CLP=1 antes que las celdas CLP=0 El valor de CLP lo puede establecer el dispositivo del CPE o un conmutador de ATM	Todas

Parámetros relacionados con la QoS

- CDV -variación de demora de celda
 - Diferencia entre un tiempo de llegada de referencia de la celda y su tiempo de llegada real
- CDVT -tolerancia de variación de demora de celda
 - Mide el "agrupamiento de celda"
 - Toma en cuenta variaciones de espaciamiento de celda
 - Define el tamaño del cubo (en microsegundos)
- CTD -demora de transferencia de celda
 - Demora total de celdas a través de una red de ATM
- CLR -relación de pérdida de celda
 - Establece un número aceptable de pérdida de tráfico garantizado (CLP = 0)
 - Número extremadamente pequeño
 - El exceder la capacidad de abonados es una causa común de la pérdida de celdas CLP = 0

Parámetros relacionados con la QoS

Además de los descriptores de tráfico, hay otros parámetros de la QoS que son importantes para una conexión:

- **CDVT** (tolerancia de variación de demora de celda)
La CDVT define el espaciamiento esperado de las celdas a medida que llegan al puerto de ingreso de la red. Cualquier velocidad de celda pico especificada calcula una "velocidad promedio", esto quiere decir que debe haber un cierto periodo de tiempo entre la llegada de cada celda, un microsegundo o menos. La CDVT define la tolerancia a las variaciones en el tiempo de llegada. La CDVT se refiere a la llegada temprana de las celdas o "agrupamiento de celdas", muchas en muy poco tiempo.
- **CDV** (variación de demora de celda)
La multiplexión de las celdas sobre medios físicos puede introducir variaciones en la temporización interceldas. Este parámetro es la diferencia entre las temporizaciones esperada y real de las celdas. La CDV especifica el periodo de tiempo que tiene un conmutador para mover una celda. Una CDV excesiva a través de varios conmutadores producirá que la conexión exceda la CTD.
- **CTD** (demora de transferencia de celda)
Es el periodo de retardo en el tiempo de llegada de la celda, de acuerdo con la medición hecha de extremo a extremo de la conexión. Algunas causas de la CTD son la demora de inserción, el tiempo de espera del conmutador y, la fuente más grande de CTD, la puesta en cola.
- **CLR** (relación de pérdida de celda)
Es el porcentaje de celdas $CLP = 0$ (valor muy pequeño) que se permite que pierda una conexión, de acuerdo con la medición que se hace de extremo a extremo de la conexión. El exceder la capacidad de abonados puede originar congestión y eliminación de las celdas.

Parámetros de la CBR

- El tráfico de CBR se define por un descriptor de tráfico: la PCR
 - La PCR (velocidad de celda pico) define la velocidad de tráfico constante esperada
 - La CBR no tiene ráfagas ni variaciones importantes
- La CBR tiene la más alta prioridad
 - El flujo de celdas recibe servicio sobre requisitos de demora
- Los tamaños de las colas deben limitarse
 - Colas más pequeñas = menores posibilidades de CDV

Parámetros de la CBR

Descripción

El **tráfico de velocidad binaria constante (CBR)** se mide solamente por la velocidad de celda pico (PCR). La PCR representa la máxima velocidad a la cual se espera que el tráfico llegue al puerto de ingreso del conmutador. El tráfico de CBR no tiene ráfagas ni variaciones importantes.

Debido a los requerimientos de demora mínima de este tipo de tráfico, el tráfico de CBR debe cumplir con requisitos de demora estrictos. El tráfico de CBR obtendrá prioridad de servicio con objeto de minimizar la demora de transferencia de celda.

También, los tamaños de cola para este tipo de tráfico deben ser pequeños, lo que origina una menor CDV. A medida que las celdas de los diversos circuitos se multiplexan conjuntamente, algunas veces hay una tendencia (que es diferente entre los distintos fabricantes) al almacenamiento en búfer, a fin de aumentar el número de VC al que puede darse servicio. Si el servicio de esta cola no es suficientemente rápido para el tamaño de la misma, pueden presentarse demoras. Mientras más grande es la cola, más grande es la posibilidad de aumentar la CDV de cualquier VC en particular.

Ejemplos de aplicación

- Video interactivo (videoconferencia)
- Audio interactivo (teléfono)
- Distribución de vídeo (televisión, salón de clases distribuido)
- Distribución de audio (radio, alimentación de audio)

Parámetros de la VBR-rt

- Los VC de VBR-rt requieren de tres descriptores de tráfico
 - PCR -velocidad máxima que aceptará la red
 - SCR -velocidad promedio que soportará la red
 - MBS -máxima ráfaga de tráfico aceptada ala PCR
- La naturaleza variable del tráfico requiere de búfers más grandes
 - Sin embargo, el tamaño de la cola debe equilibrarse respecto a la CTD y la CDV
- Una CLR baja es importante:
 - Debe limitarse el exceso en la capacidad de abonados para minimizar la CLR
- Diseñados para soportar aplicaciones en tiempo real en donde la velocidad binaria no es fija ni predecible
 - Ejemplos: video MPEG II sobre el ATM

Parámetros de la VBR-rt

Descripción

El tráfico a la VBR es supervisado por todos los descriptores de tráfico. La naturaleza de este tráfico es que tiene requerimientos tanto, de almacenamiento en búfer como de demora y, ocasionalmente, llegará hasta la velocidad de celda pico (PCR).

Debido a esta necesidad de ráfaga, estos circuitos deben recibir servicio con búfers de tamaño mayor al tráfico de CBR, sin embargo el tamaño no debe inducir a una demora importante. Las aplicaciones que reciben servicio por medio de esta clase requieren tolerar ocasionalmente demoras mínimas.

Es importante una velocidad de pérdida de celda (CLR) baja, ya que no hay tiempo para retransmitir las aplicaciones en tiempo real.

Ejemplos de aplicación

Las aplicaciones en tiempo real (entre las que se incluyen las mencionadas para la CBR) en las cuales el sistema final se puede beneficiar de la multiplexión estadística, mediante el envío a una velocidad variable, y aplicaciones que toleran una pequeña relación de pérdida de celda, que no llega a cero, o que se recuperan de esta relación de pérdida.

- Las aplicaciones en tiempo real para las cuales la transmisión variable permite el uso más eficiente de los recursos de red.

Parámetros de la VBR-nrt

- Los VC de VBR-nrt requieren tres descriptores de tráfico
 - PCR, SCR, MBS; son idénticos a los de la VBR-rt
- La naturaleza variable del tráfico requiere de búfers más grandes
 - Las colas grandes permiten que la red absorba ráfagas de datos
 - Las aplicaciones pueden tolerar mayor CTD y mayor CDV
- Una CLR baja es importante para maximizar el rendimiento
 - Una celda perdida requiere que se haga la retransmisión de todo el paquete
 - La habilidad para la retransmisión permite que las aplicaciones sobrevivan con una menor calidad de rendimiento
- El exceso en la capacidad de abonados es más manejable
 - Se basa en tener suficiente almacenamiento en búfer

Parámetros de la VBR-nrt

Descripción

El tráfico de VBR se supervisa típicamente por todos los descriptores de tráfico. La naturaleza de este tráfico es similar al tráfico de datos y, de hecho, se utiliza en forma común para aplicaciones de datos con una prioridad mayor a la de UBR.

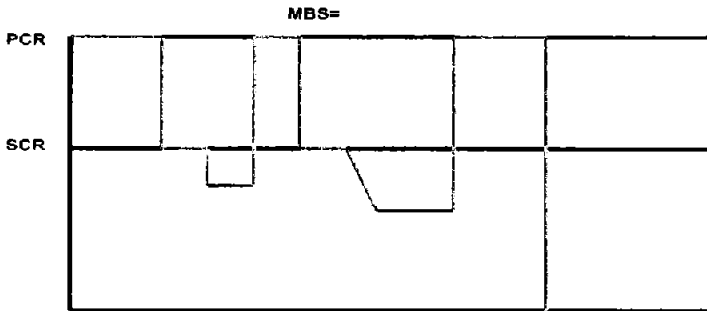
Las aplicaciones que se benefician más de la clase de servicio de VBR-nrt son aquellas que no son sensibles a la demora, como las aplicaciones en tiempo real. Estas aplicaciones también son un poco más resistentes a la pérdida de celda ya que normalmente tienen la habilidad de retransmitir los datos. Sin embargo, una pérdida de celda pudiera requerir la retransmisión de todo un paquete de capa superior, de manera que la relación de pérdida de celda sigue siendo importante.

Además, debido a la naturaleza de ráfaga, la VBR-rt tiene búfers ligeramente más grandes para absorber las ráfagas de este tipo de tráfico.

Ejemplos de aplicación

- Interconexión a LAN
- Inter actuación de Frame Relay
- Reproducción de vídeo
- Procesamiento de transacciones críticas en cuanto al tiempo de respuesta (por ejemplo, reservaciones en aerolíneas, transacciones bancarias, supervisión de procesos)

Supervisión de la VBR



Supervisión de la VBR

La supervisión de tráfico de VBR emplea tres descriptores de tráfico:

- PCR (velocidad de celda pico)
- SCR (velocidad de celda sostenible)
- MES (máxima velocidad de ráfaga)

Empleando estos atributos, la red identifica dos categorías de tráfico de celda: en cumplimiento y en incumplimiento. Las celdas en incumplimiento pueden ser descartadas o marcadas de acuerdo con la elección de balde con fuga. La opción de descartar desconectará a todas las celdas en incumplimiento; la opción de marcar permitirá que las celdas en incumplimiento entren a la red, pero establecerá su valor de CLP en 1 ($CLP = 1$), lo que las hace elegibles para que sean descartadas en caso de encontrar una congestión en el circuito virtual.

PCR

La PCR define la *velocidad máxima* que este VC aceptará. La PCR es el límite superior del tráfico aceptado, sin importar la velocidad de transmisión real.

El tráfico de PCR está en cumplimiento solamente hasta que la cantidad de *celdas recibidas a la PCR* es igual al valor del MES. Una vez que el valor del MES ha llegado a la PCR, el tráfico que está a la SCR o más abajo se encuentra en cumplimiento.

SCR

La SCR es la *velocidad de transmisión promedio* que debe soportar la red para un circuito virtual de VER. Este valor representa la porción del ancho de banda que reserva la red para el VC.

MBS

El MES es el *número máximo de celdas* aceptadas a la PCR.

El MES aumenta en un valor de uno por cada celda recibida a la PCR y *disminuye* en un valor de uno por cada celda que esté por debajo de la SCR.

Pensemos en el MES como una línea de crédito con un valor máximo de cargos. Una vez que se ha agotado la cantidad del MES, debe hacerse un "pago" para utilizar de nuevo la línea de crédito. El crédito disponible es igual a su "pago". Las celdas que se encuentran a menos de la SCR representan un pago sobre la cantidad que se cargó (MES).

Parámetros de la UBR

- Los vc de UBR requieren solamente un descriptor de tráfico: la PCR
- La red acepta tráfico a la PCR
- La UBR es el servicio de "mejor esfuerzo", obtiene la prioridad más baja
 - El proveedor del servicio descartará las celdas de UBR en situaciones de congestión
 - Todas las celdas tienen una CLP =1
- No hay garantías de servicio para rendimiento, CLR, CTD o CDV
- Es obligatorio contar con búfers grandes
 - Los búfers grandes aumentan la CTD y la CDV, pero proporcionan un servicio útil

Parámetros UBR

Descripción

La velocidad de celda pico (PCR) es el único descriptor de tráfico requerido para supervisar esta clase de servicio. La UBR es el servicio de "mejor esfuerzo" que no tiene garantías y es el servicio de más baja prioridad. El principal problema de la red es asegurar que el tráfico no inunde los búfers de entrada. Estas aplicaciones no deberán ser sensibles en ningún grado a la demora. Deben ser resistentes a la pérdida de celda debido a las capacidades de retransmisión.

Se necesitan de grandes colas para almacenar los datos en búfers, hasta que se requiera al conmutador dar servicio a estas celdas; sin embargo los usuarios seguirán obteniendo un rendimiento de cero durante estados de congestión.

Ejemplos de aplicación

- Transferencia de texto interactivo /datos /imagen (bancos, verificación de tarjetas de crédito)
- Enviar mensajes de texto /datos /imagen (correo electrónico, télex, fax)

-
- Recuperación de texto /datos /imágenes (transferencia de archivos, búsqueda de bibliotecas)
 - LAN agregada (emulación o interconexión de LAN)
 - Terminal remota (teleconmutación, Telnet)

Parámetros de la ABR

- Los vc de ABR se definen mediante dos descriptores de tráfico
 - La PCR (velocidad de celda pico) es la velocidad de celda máxima admisible
 - La MCR (velocidad de celda mínima) garantiza que por lo menos una cantidad definida de tráfico pasará a través de la red
 - Proporciona una velocidad de transmisión ajustable
- La ABR incluye retroalimentación de congestión desde la red hacia el CPE
 - Las celdas de gestión de recursos (RM) dan instrucciones al CPE sobre cómo aumentar /disminuir la velocidad de transmisión de celda
 - La velocidad de transmisión se basa en la condición de congestión de la red

Parámetros de la ABR

Descripción

ABR es una clase de servicio de baja prioridad igual que el de UBR; con un par de diferencias muy importantes. Además de la supervisión con la PCR, esta clase de servicio acepta la definición de una velocidad de celda mínima (MCR). Esto garantiza que se obtenga una mínima cantidad de tráfico a través de la red.

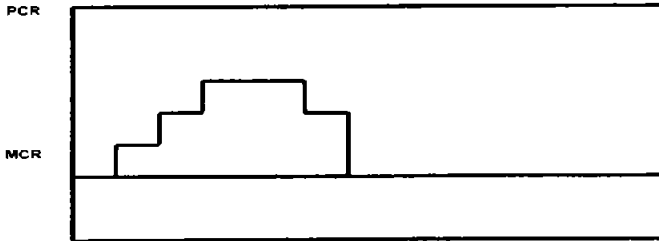
En esta clase de servicio también se introduce un mecanismo de control de flujo que regula mejor el flujo del tráfico en la red, auxiliando a esta aplicación en la obtención del rendimiento que se requiere.

En caso de congestión de la red, la red genera un mecanismo de señalización hacia el CPE, instruyéndole a aumentar, disminuir o conservar su velocidad de transmisión de celda. A los CPE en cumplimiento se les garantiza una baja CLR

Ejemplos de aplicación

- Cualquier aplicación de UBR mencionada anteriormente que pueda aprovechar el protocolo de control de flujo del ABR con objeto de lograr una baja relación de pérdida de celda
- Transferencia crítica de datos

Velocidades de tráfico a la ABR



Velocidades de tráfico a la ABR

Descripción

Como ya se mencionó, el tráfico a la ABR garantiza una velocidad de celda mínima (MCR), como su velocidad más baja, y una velocidad de celda pico (PCR), como su velocidad más alta aceptada.

Velocidades de transmisión ajustadas

La velocidad de tráfico aceptada en la red se "ajusta" entre la MCR y la PCR, con base en la disponibilidad de recursos en la red.

Después de determinar la disponibilidad de recursos, se envía un mensaje de ajuste de velocidad al dispositivo transmisor indicando la forma en que deben responder. La velocidad de tráfico se ajustará *hacia arriba* si la red tiene recursos en crecimiento, *hacia abajo* en caso de disminución de recursos, o se conservará al *nivel actual* si los recursos se mantienen al mismo nivel.

Los mensajes de ajuste de velocidad son enviados a periodos de tiempo regulares (configurables) conocidos como intervalos de ajuste de velocidad. Este mecanismo requiere que tanto los dispositivos finales como la red soporten esta utilidad.

Algoritmo genérico de velocidad de celda (GCRA)

- Conocido como "balde con fuga"
- Modelo matemático definido por el Foro ATM para supervisar el tráfico entrante y comparar las velocidades de tráfico actuales con el contrato de tráfico
 - Las celdas que cumplen con estas reglas se denominan celdas "en cumplimiento"
- Cada circuito puede utilizar de 0 a 2 GCRA
 - Cero GCRA —sin supervisión
 - Un GCRA —supervisión utilizando solamente la PCR
 - Dos GCRA —supervisa el PCS y la SCR

Algoritmo genérico de velocidad de celda (GCRA)

Descripción

Algoritmo genérico de velocidad de celda (GCRA) es el nombre formal que se le da al proceso que se utiliza para supervisar el tráfico que entra a la red ATM. Se trata de un modelo matemático complejo definido por el Foro ATM que utiliza los parámetros de descriptor de tráfico para medirlos contra la velocidad de transmisión real.

Las celdas que están dentro de los atributos de tráfico están en cumplimiento, las celdas que exceden las limitaciones de tráfico están en incumplimiento y se descartan inmediatamente, o bien, se etiquetan para que sean descartadas según se necesite.

Cada circuito puede utilizar de cero a dos GCRA. Si se inhabilita el UPC, entonces habrá cero GCRA y no puede haber control de tráfico sobre el VC en la red de ATM.

Algunas clases de servicio (CBR, UBR/ABR) emplean solamente un GCRA, que supervisa la PCR.

Las clases de servicio de VBR emplean dos GCRA, que supervisan la PCR, la SCR y el MBS.

El GCRA es la versión formal del algoritmo de balde con fugas, que se describe a continuación.

Modelo de balde con fugas

- Método visual para describir el algoritmo de supervisión de tráfico
- Define qué tanto tráfico se aceptará en la red y establece una relación de tráfico garantizado /mejor esfuerzo
- Proporciona opciones de etiquetar y descartar para las velocidades de tráfico superiores a los valores contratados

Modelo de balde con fugas

Existe un concepto popular llamado balde de fuga que se utiliza para ayudar a visualizar cómo funciona la acción de supervisión dentro del control de parámetro de uso. En la especificación TM4.0 del Foro ATM encontrará la forma en que se realiza la supervisión de tráfico. Se trata de una función matemática sofisticada.

La supervisión se hace sobre cada circuito virtual. Una vez que los descriptores de tráfico han sido definidos, el control de parámetro de uso determinará la rapidez con la que las celdas serán admitidas, sin marcar el bit de CLP en el encabezado. En otras palabras, la gestión de tráfico se utiliza para asegurar que el equipo CPE no envíe celdas a una velocidad mayor a aquélla para la que se ha contratado. Si así sucediera, se originaría cualquiera de las siguientes acciones:

- El bit de CLP sería enviado en el encabezado y esto lo haría elegible para ser desechado en caso de que se presentara una congestión nodal línea abajo.
- Podría presentarse la eliminación de la celda si el conmutador se ha configurado para ello y dependiendo del modo de supervisión en uso.

Conceptos de "balde con fugas"

- El "balde" tiene una velocidad de fuga definida
- La velocidad de llenado representa la velocidad de transmisión real
- La relación velocidad de llenado: velocidad de fuga, en un periodo de tiempo específico, determina el funcionamiento del balde
- El objetivo es determinar si el balde se desborda y qué acción tomar en caso de un desbordamiento
- Las velocidades de tráfico que no desbordan el balde están en cumplimiento
- Las velocidades de tráfico que desbordan el balde están en incumplimiento

Conceptos de "balde con fugas"

Objetivo

El objetivo de un algoritmo de balde con fugas es crear una velocidad predecible de flujo de celda sin importar la fuente real (impredicible).

Podemos utilizar una simple analogía para describir este punto. El objetivo es crear un flujo medido (fuga) de lluvia, sin importar la velocidad real (llenado) de la lluvia: aguacero, llovizna, lluvia uniforme, etc.

Se perfora un orificio en un cubo, permitiendo que el agua de lluvia se fugue a una velocidad conocida. Después el cubo se cuelga en el jardín. Ahora todo lo que se necesita es lluvia.

Principios de operación del balde con fugas

- Si la velocidad de fuga excede a la velocidad de llenado, no se presentará acumulación
- Si la velocidad de fuga es igual a velocidad de llenado, no se presentará acumulación
- Si la velocidad de llenado excede a la velocidad de fuga, se presentará acumulación
- Si la velocidad de llenado excede a la velocidad de fuga por un periodo de tiempo, el agua se desbordará del balde

Sin importar qué tan fuerte o ligera sea la lluvia, se ha creado un flujo constante de agua de lluvia debido a la velocidad de fuga del cubo.

Ahora relacionemos este concepto con la supervisión de tráfico de ATM utilizando un modelo de balde dual con fugas.

Conceptos de balde con fugas



Conceptos de balde con fugas

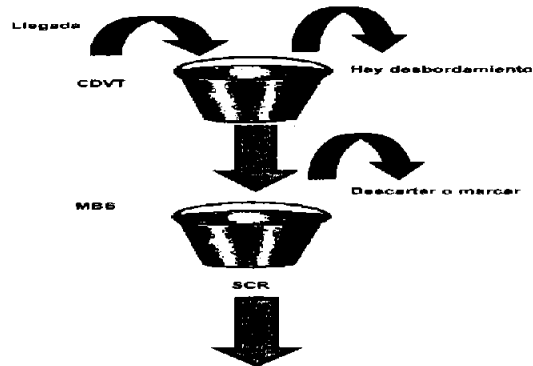
Esta simple ilustración es un cubo que tiene un orificio de tamaño fijo en el fondo. Por el tamaño fijo del orificio la velocidad de drenado es constante. Mientras llenemos el cubo a una velocidad que no exceda la velocidad de drenado, el cubo nunca se llenará.

En algunas ocasiones, el cubo se llenará a una velocidad que exceda la velocidad de drenado, siempre y cuando esto no se mantenga por un periodo prolongado de tiempo. A una mayor velocidad, el cubo naturalmente comenzará a llenarse. Si disminuimos la velocidad, el cubo comenzará a vaciarse de nuevo y todo estará bajo control.

Si pronosticamos que entrarán celdas al balde (cubo), se permitirá el paso de las celdas hacia la red, si esto no excede la velocidad de fuga y de desbordamiento del balde.

Si las celdas llegan a una velocidad que hace que se llene el balde, entonces el bit de CLP se establecerá en "1", $CLP = 1$, haciéndolas elegibles para ser descartadas en caso de encontrarse una congestión nodal. Algunas veces, en vez de que la celda en incumplimiento tenga su CLP establecido en uno, es posible que sea desconectada por el conmutador. El Foro ATM define varios modos de supervisión diferentes.

Balde dual con fugas



Funcionamiento del balde dual con fuga

Objetivo

Un algoritmo de balde dual con fugas se utiliza para aplicar el contrato de tráfico acordado entre el abonado y la red. Este algoritmo descartará tráfico por arriba de la PCR y, opcionalmente, descartará o marcará el tráfico por arriba de la SCR. Se aplica solamente al puerto de ingreso de la red.

Primer balde

La red no puede controlar la velocidad de tráfico enviada por el dispositivo final, sin embargo, si puede controlar la velocidad de tráfico aceptada en la red.

La velocidad de llenado del primer balde representa el tráfico que entra a la red, la velocidad de fuga representa la PCR. El tamaño del primer balde es el valor de la CDVT. Cuando la PCR está especificada, esta velocidad representa un tiempo de llegada de celda esperado o "espacio" entre celdas.

La velocidad entrante será aceptada siempre y cuando las celdas que lleguen mantengan su espaciado esperado. Puede tolerarse cierta variación, pero queda limitada al valor de la CDVT. Cualquier tráfico que viole las reglas aplicadas al primer balde se descarta. Esto determina la PCR (cantidad de tráfico que se permite en la red).

Segundo balde

El tamaño del segundo balde está representado por el valor del MBS, la velocidad de fuga es el valor de la SCR. La SCR es la velocidad de transmisión promedio que la red está comprometida a soportar. El tráfico que se desborda del balde no está en cumplimiento y puede descartarse o etiquetarse como de CLP = 1.

La supervisión de tráfico (UPC) que utiliza este algoritmo de balde dual con fugas ha determinado:

- Cuánto tráfico se permite en la red (PCR).
- La relación entre el tráfico garantizado y el tráfico de mejor esfuerzo (CLP = 0, CLP = 1).

Gestión de congestión

- Mecanismos de gestión de congestión
 - Evitar congestión
 - Disminuir congestión
- La prevención requiere de retroalimentación proactiva
 - EFCI (indicador de congestión progresiva explícita)
 - Celdas RM (gestión de recursos)
- La disminución requiere descartar celdas
- El objetivo es evitar el desbordamiento del búfer

Gestión de congestión

La congestión se puede presentar en una red por varias razones (por ejemplo: pérdida de un circuito o por exceder la capacidad de abonados). Si no se presenta congestión en la red, hay muchos factores que considerar antes de actuar. En primer lugar, la congestión necesita examinarse desde dos puntos de vista: prevención de la congestión y disminución de la congestión.

Prevención de la congestión

Si es posible, el mejor planteamiento consiste en actuar para evitar la congestión desde el principio. Este planteamiento proactivo incluye los siguientes métodos:

- El indicador de congestión progresiva explícita (EFCI) indica aun CPE de destino que se encontró congestión en la red, el dispositivo de destino puede entonces controlar al dispositivo emisor, el cual está agravando el problema.
- El segundo planteamiento es un mecanismo de control de flujo que utiliza un tipo especial de celdas de mantenimiento, llamadas celdas de gestión de recursos (RM). Las celdas de RM notifican a los dispositivos involucrados que hay congestión en la red y que la velocidad de celda debe disminuirse hasta que se despeje la congestión.

Disminución de la congestión

La disminución de la congestión es la forma menos elegante de tratar la congestión, ya que involucra descartar celdas. Desafortunadamente, en muchos casos, esta operación es la única alternativa para corregir una situación de congestión, de manera que deben existir reglas para determinar cómo debe realizarse el proceso de descarte.

Retroalimentación del EFCI

- El bit del EFCI está contenido en el campo del PTI del encabezado de celda
- La red establece este bit cuando se detecta congestión
 - Análogo al bit de FECN en FR
 - 0 = sin congestión
 - 1 = congestión
- Las aplicaciones pueden usarlo para disminuir el tráfico con el fin de evitar el descarte de celdas
- Bastante ineficaz
 - Pocas aplicaciones soportan la regulación del EFCI

Campo de 3 bits indicador del tipo de carga útil, del encabezado de celda



El EFCI está marcado en la posición binaria

Retroalimentación del indicador de congestión progresiva explícita (EFCI)

Descripción

El método de control de congestión por el EFCI funciona cuando un conmutador establece el bit del EFCI (bit 2 del campo del PTI en el encabezado de celda) después de detectar la congestión.

- EFCI = 0 no hay congestión.
- EFCI = 1 se encontró punto congestionado.

La teoría es que, cuando la celda llega a su destino (CPE-B), el dispositivo puede evitar que el dispositivo emisor (CPE-A) haga más transmisiones, al no enviar confirmación de las tramas de capa superior, con lo que se cierra la ventana. Cuando el dispositivo de destino (CPE-B) recibe una celda donde no está establecido el EFCI, el dispositivo confirma las tramas previas, lo que permite al dispositivo emisor (CPE-A) iniciar de nuevo la transmisión.

Otra forma de controlar la transmisión mediante el dispositivo emisor consiste en hacer que el dispositivo receptor establezca el EFCI en el flujo de tráfico de retorno. El dispositivo emisor recibe entonces notificación de una condición de congestión y puede alterar su velocidad de transmisión.

Este método nunca resultó popular porque muy pocas aplicaciones soportan esta regulación del EFCI.

Celdas de gestión de recursos (RM)

- Las celdas de RM proporcionan retroalimentación en sentido ascendente cerca de la velocidad de transmisión permitida
- Las celdas de RM pueden proporcionar retroalimentación de velocidad implícita
 - Aceleración
 - Desaceleración
 - Permanece igual
- Las celdas de RM pueden proporcionar opcionalmente retroalimentación explícita
 - Transmiten a esta velocidad
- También se conoce como control de flujo

Celdas de gestión de recursos (RM)

Descripción

Un método más eficiente de evitar la congestión es el control de flujo. En la especificación de gestión de tráfico 4.0 del Foro ATM se define el control de flujo principalmente para la clase de servicio a la ABR, que soporta alto rendimiento de tráfico por ráfagas con baja pérdida de celdas. Las clases de servicio a la VBR-nrt y la UBR también pueden utilizar control de flujo en algunas implementaciones de vendedores.

Como el control de flujo utiliza mecanismos de almacenamiento en búfer y retroalimentación para reducir las velocidades de transmisión de celda, introduce de manera inhebitable cierta demora de celdas. Por esta razón en general no se utiliza para conexiones CBR o VBR-rt.

Las celdas de RM informan a un dispositivo emisor sobre las condiciones de la red, dan instrucciones de acelerar, desacelerar o conservar la misma velocidad. Estos mensajes pueden contener ajustes de velocidad implícitos o explícitos.

Bucles de retroalimentación de RM

- Las celdas de RM se intercambian entre la fuente de tráfico y el destino de tráfico
 - Control de flujo de extremo a extremo
- La fuente de tráfico transmite la celda de RM de avance
- Destino de tráfico
 - Recibe la celda de RM de avance
 - Transmite una celda de RM de retroceso de nuevo hacia la fuente
- La red de ATM modifica los campos en la celda de RM de retroceso
- La fuente de tráfico utiliza información en la celda de RM de retroceso para ajustar su velocidad de transmisión

Bucles de retroalimentación de RM

El control de flujo se implementa de extremo a extremo (en donde la red espera exclusivamente los puntos de terminación del CPE) para ajustar el flujo de tráfico de manera concordante, mediante un mecanismo de retroalimentación de congestión, o dentro de la propia red, misma que eventualmente hace una retroalimentación también hacia el dispositivo emisor.

Notificación de extremo a extremo

1. Todos los dispositivos transmisores envían una celda de gestión de recursos (RM) de avance hacia el dispositivo de destino (CPE).
2. El dispositivo de destino recibe esta celda de RM y devuelve una celda de RM de retroceso hacia el punto de terminación fuente.
3. Durante el trayecto, los conmutadores de ATM tienen la habilidad de modificar los campos dentro de esta celda de RM de retroceso, informando al dispositivo fuente a fin de que ajuste la velocidad de transmisión.
4. El dispositivo transmisor ajusta la velocidad de manera concordante.

Retroalimentación de velocidad (binaria) relativa contra retroalimentación de velocidad explícita

Las celdas de RM pueden transportar información de congestión en dos formas:

- **Retroalimentación binaria**

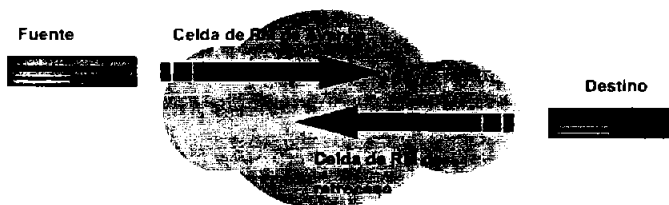
Se establece un bit para que sea 1 ó 0 en la celda de RM, lo que indica al punto de terminación fuente que aumente o disminuya la velocidad de celda en una cantidad predeterminada, configurada en el punto de terminación

- **Retroalimentación de velocidad explícita.**

La celda de RM especifica exactamente qué velocidad de celda debe utilizar la fuente.

Bucles de retroalimentación de RM

- Las celdas de RM se intercambian entre puntos de terminación
- La fuente transmite celdas de RM
- El destino devuelve celdas de RM
- Los conmutadores modifican las celdas de acuerdo con las condiciones de congestión



Bucles de retroalimentación de RM

Descripción

El control de flujo se implementa de extremo a extremo (en donde la red espera exclusivamente los puntos de terminación del CPE) para ajustar el flujo de tráfico de manera concordante, mediante un mecanismo de retroalimentación de congestión, o dentro de la propia red, misma que eventualmente hace una retroalimentación también hacia el dispositivo emisor.

Notificación de extremo a extremo

- Todos los dispositivos transmisores envían una celda de gestión de recursos (RM) de avance hacia el dispositivo de destino (CPE).
- El dispositivo de destino recibe esta celda de RM y devuelve una celda de RM de retroceso hacia el punto de terminación de la fuente.
- Los conmutadores en el trayecto de retorno tienen la habilidad de modificar los campos dentro de esta celda de RM de retroceso, informando al dispositivo fuente para que ajuste la velocidad de transmisión.
- El dispositivo transmisor ajusta la velocidad de manera concordante.

Retroalimentación de velocidad relativa

- La celda de RM de retroceso contiene dos campos que la red de ATM puede establecer
 - Indicador de congestión (CI)
 - No aumento (NI)
- Los valores del campo de RM rigen el funcionamiento del CPE
 - CI = 0, NI = 0: sin congestión, aumentar la velocidad si se desea
 - CI = 0, NI = 1: no aumentar la velocidad
 - CI = 1, NI = x: congestión, disminuir la velocidad
- El CPE es responsable del aumento /disminución de la velocidad
 - La velocidad de cambio se basa en la especificación UNI 4.0
- Cada conmutador puede modificar el CI y el NI con base en condiciones locales
 - Después que se establece el CI, los conmutadores subsecuentes no lo pueden cambiar

Retroalimentación de velocidad relativa

Descripción

Cada conmutador del ATM en un trayecto tiene la habilidad y responsabilidad de modificar, en caso necesario, los campos de la celda de RM de retroceso a fin de indicar al dispositivo emisor la información de velocidad de celda.

Los dos campos en la celda de RM, como se define por la especificación UNI 4.0 TM del Foro ATM, que se involucran con la retroalimentación de velocidad relativa, son el campo del indicador de congestión (CI) y el campo de no aumento (NI). La siguiente tabla muestra el significado de diferentes combinaciones de bits establecidas en estos dos campos:

Combinación	Significado
CI = 0, NI = 0	Sin congestión; aumentar la velocidad si se desea
CI = 0, NI = 1	No aumentar la velocidad
CI = 1, NI = 1	Congestión, disminuir la velocidad

El dispositivo del CPE es responsable de hacer los ajustes de acuerdo con lo anterior.

Retroalimentación de velocidad explícita

- La celda de RM de retroceso contiene un campo de ER
- Cada conmutador establece la velocidad de ER con base en la congestión local
- Los conmutadores subsiguientes pueden disminuir el valor de la ER
 - El conmutador no puede aumentar el campo de ER que ya ha sido establecido
- No todos los fabricantes soportan retroalimentación de ER.

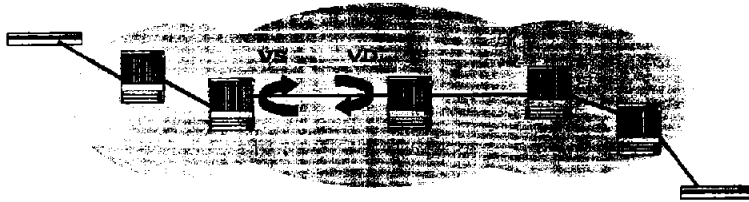
Retroalimentación de velocidad explícita

Descripción

Un segundo método para la retroalimentación de RM de extremo a extremo es el mecanismo más específico de retroalimentación de velocidad explícita. Además de utilizar los campos de CI y de NI, este método utiliza el campo de velocidad explícita (ER) de la celda de RM de retroceso. Los conmutadores en una red que soporta el mecanismo de retroalimentación de ER pueden establecer explícitamente la velocidad de transmisión para el dispositivo emisor, con base en la condición de la red, con base en su propia perspectiva. Los conmutadores subsiguientes pueden disminuir este valor, si es necesario; sin embargo, ningún conmutador deberá aumentar este valor después de que ha sido establecido.

Para cada celda de RM, la fuente establece la ER a una velocidad solicitada (por ejemplo la PCR). Cualquier elemento de red en el trayecto puede subsiguientemente reducir esta velocidad hasta un valor que el elemento pueda sostener. La ER se formatea como una velocidad, tal como se define en la especificación de gestión de tráfico del Foro ATM, versión 4.0, sección 5.10.3.2. Los valores binarios en este campo no están directamente relacionados con algún valor de velocidad de celda de transmisión global, sino que denotan una variación respecto a la PCR original, como se determina por una ecuación matemática definida en la especificación.

Fuente virtual/destino virtual



Fuente virtual /destino virtual (VSND)

Descripción

El par fuente virtual /destino virtual es más bien un control de flujo del tipo salto por salto. A diferencia del control tipo extremo a extremo, dentro de la red de ATM se presenta la notificación salto por salto, no sólo en los puntos de terminación del usuario. Al diseñar uno o más pares fuente virtual /destino virtual (VSND), el proveedor de red puede habilitar el control de flujo en los subconjuntos de la red en donde es muy probable que ocurra congestión. Los pares VSND necesitan intercambiar celdas de RM, permitiendo que la VS modifique la velocidad de la celda.

Respuesta más rápida

La motivación de este concepto es que el bucle de control de extremo a extremo es demasiado largo y reacciona muy lentamente. Para cuando se recibe la retroalimentación por parte del dispositivo emisor, los niveles de congestión de red pueden haber cambiado. Por lo tanto, surgirá la situación en donde el CPE emisor estará trabajando con información "antigua" y un cambio en la velocidad ya no resultará adecuado.

Al utilizar múltiples bucles de control dentro de la red, los conmutadores designados pueden actuar como una fuente virtual /destino virtual de tráfico. De esta manera, los bucles son mucho más pequeños y, por lo tanto, reaccionan con mayor rapidez ante las celdas de retroalimentación de RM.

Velocidad relativa o explícita

El control de flujo VS/VD puede utilizar el mecanismo de retroalimentación de velocidad relativa o de velocidad explícita, dependiendo de cuál esté soportado por la red. Por supuesto, con este método existe un aumento considerable en la complejidad de la red y una sobrecarga. Sin embargo, esta sobrecarga adicional es equilibrada por el beneficio de una respuesta de retroalimentación mucho más rápida y, por lo tanto, menor pérdida de celdas. Las redes que soportan VSND requieren soportar un control de velocidad por cada VC y la formación de cola por cada VC en los conmutadores de red.

Soporte de la ABR

Este método puede operar sin el soporte del CPE. Naturalmente, funciona mejor si los CPE cumplen con la ABR. Sin embargo, no tienen que cumplir con la ABR a fin de recibir los beneficios de este método de control de flujo.

Disminución de la congestión

- La disminución de la congestión generalmente requiere descartar celdas
- El nivel de congestión rige la acción de descarte
 - No hay congestión, no hay descarte
 - Congestión leve, descarte selectivo
 - Congestión severa, descarte total
- Dos opciones para el descarte selectivo:
 - CLP = 1, descartar
 - Descarte de paquete temprano /descarte de paquete parcial

Disminución de la congestión

Descripción

La única forma de disminuir las situaciones de congestión es mucho almacenamiento en búfer y reducción del tráfico. En cierto momento, tiene que hacerse el descarte. Los diferentes niveles de congestión requieren de diferentes niveles y tipos de descarte. Los niveles medios de congestión requieren sólo de un descarte selectivo, pero las situaciones de congestión severa pueden requerir de descarte total.

Opciones


Existen tres opciones para manejar este procedimiento de descarte:

- Prioridad de pérdida de celda (CLP).
- Descarte temprano de paquete (EPD).
- Descarte parcial de paquete (PPD).

CLP = 1, descarte

- Las células de CLP = 1 son células que pueden ser descartadas
 - Se etiquetan por la función del UPC, por el dispositivo del usuario final (CPE) o por los dispositivos ascendentes
- No hay garantías de entrega para las celdas de CLP = 1
- Proporciona servicios de ATM de bajo costo

GFC	VP
VPI	VCI
VCI	VCI
VCI	PTI
	CLP



CLP = 1, descarte

Descripción

La prioridad de pérdida de celda es un campo de un bit en el encabezado de celda para señalar si la celda es una celda de alta prioridad (CLP = 0 indica una celda de alta prioridad; CLP = 1 indica una celda de prioridad menor). En una situación de congestión se desecharán primero las celdas de CLP = 1.

Etiquetado

El bit de CLP puede establecerse mediante la función del UPC en un conmutador de ATM (etiquetado), o por el propio dispositivo de terminación (CPE). La estación de usuario puede enviar las celdas de la CLP = 1 hacia la red, sabiendo que éstas pueden ser descartadas, pero con la esperanza (mejor esfuerzo) de que puedan pasar.

Maximización del ancho de banda

El tráfico de CLP = 1 aprovechará cualquier ancho de banda no *usada, asignada o no asignada*, en la red. Esto significa que la cantidad de tráfico de CLP = 1 que pasa por la red variará de acuerdo con la utilización real del ancho de banda.

Descarte temprano de paquete

- El EPD es una estrategia de descarte que se basa en la trama
 - Trabaja solamente con un tráfico AAL-5
- Aumenta el rendimiento útil para aplicaciones de paquete
- Elimina el ancho de banda desperdiciada al evitar las PDU parciales
 - Si se descarta una sola celda de la PDU, toda la PDU resulta inútil

Descarte temprano de paquete

AAL5

El EPD es una estrategia de descarte que se basa en la trama y funciona solamente con tráfico de AAL-5. El EPD se activa cuando se llega o se excede un umbral de congestión en un búfer de conmutador para una conexión virtual. La idea es que si las PDU de AAL-5 se segmentan en múltiples celdas de ATM, la pérdida de una de esas celdas requerirá que las capas superiores se retransmitan, congestionando así adicionalmente la red. La red supervisa dónde termina la PDU (lo cual está marcado con el encabezado de celda mediante el bit de EOM que se establece al), y toma las decisiones de encabezado con base en esta información. El beneficio resultante es la eliminación del ancho de banda desperdiciada al evitar las PDU parciales, aumentando así el rendimiento útil para otras aplicaciones.

Funcionalidad del EPD

- Cuando se detecta congestión, el conmutador espera a que sea transmitida la última celda de la PDU actual de AAL-5
 - No toma una acción inmediata
 - Supervisa que el campo del PTI en el encabezado de celda detecte la última celda en la PDU
- Las PDU subsecuentes se descartan totalmente
 - Hasta que se despeje la congestión
- No se desperdicia ancho de banda
 - Las PDU descartadas serán detectadas por la aplicación y serán retransmitidas
 - Interactúa bien con los protocolos de transmisión con base en ventanas

Funcionalidad del EPD

Descripción

El EPD se activa cuando se llega o se excede un umbral de congestión en un búfer de conmutación para una conexión virtual. El conmutador, que está supervisando constantemente cada encabezado de celda no toma una acción inmediata. Por el contrario, espera hasta que la última celda de la PDU actual del AAL-5 sea transmitida. Todas las PDU subsecuentes se desechan totalmente hasta que la congestión se despeje.

Retransmisión

Es responsabilidad de los protocolos de capa superior detectar que estas PDU hayan sido desechadas y retransmitirlas de manera consecuyente.

Descarte parcial de paquete

- .Similar al EPD
- .La diferencia es que el PPD inicia el descarte inmediatamente al detectar congestión
- .Más agresivo que el EPD

Descarte parcial de paquete

Descripción

El descarte parcial de paquete es similar al EPD, ya que funciona principalmente con las PDU de AAL-5 y está supervisando constantemente al bit de EOM. La diferencia es que el PPD inicia inmediatamente el descarte, hasta la celda de EOM inclusive, tan pronto como se detecta la congestión. No espera al final de la PDU. El descarte continúa hasta que la congestión se ha despejado.

Ahorro del ancho de banda

Un resultado de este método es que el siguiente paquete completo se fusiona con el último paquete parcial, antes del reensamblado, de manera que la capa de aplicación terminará descartando también este paquete subsecuente. Este método también elimina el ancho de banda desperdiciada al evitar las PDU parciales. Una sola celda perdida en una PDU provoca que el resto de la PDU sea inútil.

Capitulo 3. Interconexión e interfaces de ATM

Interfaz usuario-red (UNI)

- Especifica la interfaz entre
 - El CPE de A TM y el equipo de red de ATM privado /público
 - El equipo de red de A TM privado y público
 - Las diferentes versiones de las UNI de ATM
 - UNI 3.0: equipo de ATM anterior conformado a UNI 3.0
 - UNI 3.1: especificación de UNI actualizada; NO compatible con UNI 3.0
 - La mayor parte del equipo ATM que está actualmente en servicio
 - UNI 4.0: aumenta las capacidades de señalización de la UNI
 - Añade capacidades sofisticadas para la gestión de tráfico
- Define la manera en que operan los parámetros ATM en las capas físicas y del ATM
- Identifica las funciones de gestión de ILMI y de OAM
- Define el soporte de SVC

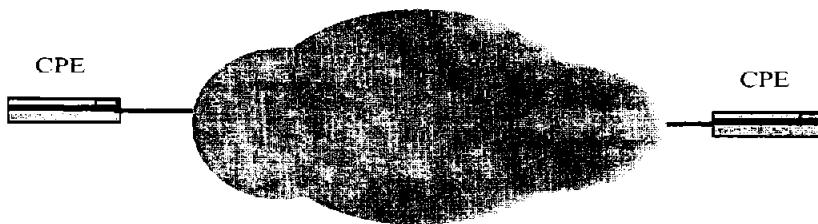
Interfaz usuario-red (UNI)

Descripción

Foro ATM ha publicado una especificación que define la manera en que deben interactuar un dispositivo final de ATM y un dispositivo de conmutación de ATM. Estas normas definen los parámetros de ATM que se relacionan con estos dispositivos, para la conducción de una gama completa de tráfico de usuario, en la que se incluye: voz, vídeo y datos, tanto en la capa física como en la capa de ATM. Esta información está disponible para el público general.

Además de definir los parámetros, las especificaciones analizan la interfaz de gestión local interina e integrada (ILMI), la utilidad de gestión que funciona entre el dispositivo final de ATM (el CPE) y el dispositivo de conmutación de ATM en red.

Finalmente, la especificación también define un protocolo de señalización que será utilizado para el establecimiento, mantenimiento y liberación dinámicos de las conexiones de ATM entre estos dos dispositivos.



Cambios en las versiones de UNI

- La UNI 3.1 es predominantemente una actualización de la UNI 3.0
 - Los cambios no están en la capa de usuario
 - Las normas de SVC no ratificadas en la 3.0 fueron ratificadas por la 3.1
 - Por lo demás, la funcionalidad es casi la misma
- La UNI 4.0 tiene diferencias significativas con respecto a la 3.1
 - Proporciona soporte de SVC a los parámetros individuales de la QoS
 - El usuario puede solicitar una CTD, una CDV, una CLR específicas
 - En la UNI 3.1, la CTD, la CDV y la CLR se heredaron de la clase de QoS
 - Señalización de SVC proxy
 - Soporte adicional para la gestión de tráfico de ABR

Cambios en las versiones de UNI

Diferencias en las UNI

La especificación de la interfaz usuario-red del Foro ATM ha evolucionado con el tiempo, lo que se refleja en las diferentes versiones de los documentos. Cuando se publicó por primera vez la UNI 3.0, muchas de las subnormas referidas en el documento aún no eran normas completamente ratificadas, posteriormente, este documento evolucionó convirtiéndose en la versión 3.1 de UNI, que definió las subnormas hoy ratificadas. En cuanto al usuario no se observaron cambios reales.

La versión 4.0 de UNI introdujo importantes funcionalidades adicionales en las áreas de señalización de llamadas y gestión de tráfico dinámicos. Además, esta versión definió los parámetros individuales de calidad de servicio que un usuario puede pedir en la solicitud de configuración dinámica de una conexión de ATM en la red. El dispositivo del CPE puede establecer ahora valores específicos para los parámetros: CTD, CDV y CLR.

Otra importante funcionalidad introducida en esta versión es la utilidad de gestión de tráfico de control de flujo, disponible para la clase de servicio de ABR. Además, esta muy fuerte funcionalidad permite la integración de datos no en tiempo real, con tráfico dependiente del tiempo, permitiendo que las transferencias de archivos autorregulen su paso, con base en las condiciones de la red.

ILMI (interfaz de gestión de enlace interina o integrada)

- La ILMI se utiliza para intercambiar el estado del enlace, el circuito virtual y la información de señalización en una UNI de ATM
 - Utiliza mensajes de SNMP para comunicarse
- Polling
 - Mantiene activo el Polling entre la UNI de DCE y la UNI de DTE
 - La función Polling es controlada por el temporizador de Polling y el umbral de pérdida
 - Los fallos en el Polling provocarán que la UNI de DEC quede fuera de servicio

-
- Registro de dirección de señalización
 - La UNI de DCE y la UNI de DTE intercambian información de direccionamiento
 - Las direcciones registradas están incorporadas en la base de datos de enrutamiento de conmutación

Interfaz de gestión de enlace Interina o integrada (ILMI)

Descripción

La interfaz de gestión de enlace interina o integrada (ILMI) es un sistema de gestión de red de ATM definido en la especificación de la UNI. Aunque originalmente se pretendía que este protocolo de gestión fuera solamente una solución interina hasta que fuera reemplazado, desde entonces ha sido aceptado con su funcionalidad original. Las especificaciones de UNI 3.0 y 3.1 aún hacen referencia a este protocolo como un protocolo "interino". No fue sino hasta la especificación 4.0 de UNI que el nombre se cambió a "integrado".

La ILMI utiliza protocolos de tipo SNMP para gestionar las relaciones de recursos de la red y los requerimientos funcionales entre cualquiera de los siguientes:

- Un dispositivo final de ATM y el conmutador de ATM.
- Un conmutador de ATM en la red privada y un conmutador en la red pública.

No proporciona la gestión de extremo a extremo de las conexiones a través de una red de ATM. Toda comunicación de una ILMI ocurre sobre la VPI /VCI reservada de 0/16.

Función

La ILMI proporciona dos funciones principales:

- Direccionamiento del registro y resolución con los dispositivos finales.
- Supervisión del estado activo de la conectividad de los dispositivos finales.

Durante el direccionamiento del registro, la ILMI transfiere al cliente el prefijo de dirección de ATM; el dispositivo del cliente agrega su ID de estación final (ESI) y devuelve la dirección de ATM completa al conmutador.

La ILMI también intercambia mensajes de saludo periódicos con los dispositivos finales para verificar la conectividad. Si un dispositivo final no responde al mensaje de saludo en un cierto periodo de tiempo configurable, la ILMI puede tomar medidas para liberar cualesquiera llamadas en la conexión.

Operaciones, administración y gestión (OAM)

- .Las celdas de OAM se utilizan para el control del tráfico
 - Las celdas de OAM se envían en el circuito del usuario
 - Se utilizan para diagnosticar/monitorear circuitos individuales
- .Funciones de OAM básicas
 - Señal de indicación de alarma
 - Indicador de defecto remoto
 - Bucle de retorno
 - Monitoreo del rendimiento
 - Comprobación de continuidad

Operaciones, administración y gestión (OAM)

Descripción

Los dispositivos de ATM pueden intercambiar datos de gestión de red en el nivel de la celda por medio de operaciones, administración y gestión (OAM). Al igual que la LMI, las OAM se definen en la especificación UNI 3.1. Recordar que el campo del PTI del encabezado de la celda de UNI distingue entre celdas de OAM y celdas de datos. Las celdas OAM permiten que una red ATM recolecte las estadísticas de rendimiento y fallas de extremo a extremo, reduciendo el número de bases de información de gestión (MIB) requeridas en la red. Las MIB son bases de datos, utilizadas normalmente en el SNMP y distribuidas por toda la red, que recopilan y almacenan los datos y las estadísticas del rendimiento de la red.

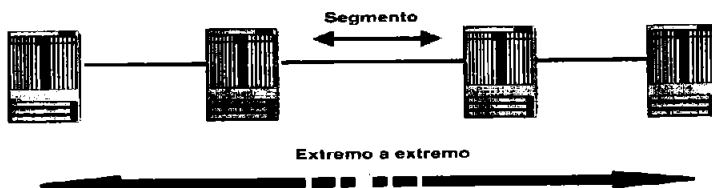
Tipos de celdas de OAM

Algunos tipos principales de celdas de OAM son:

- **Señal de indicación de alarma (AIS)**
Los conmutadores transmiten estas celdas para indicar fallos de circuitos virtuales.
- **Indicador de defecto remoto (RDI)**
Se envía cuando un lado de un circuito determina un problema (por ejemplo, para indicar la pérdida de alineación de celda).
- **Fallo de informe del extremo lejano (FERF)**
Las celdas indican que la mitad de una conexión de ATM bidireccional está desactivada.
- **Bucle de retorno**
Se utiliza para probar y localizar averías en los elementos de la red.

Comparación entre segmento y extremo a extremo

- Las celdas de segmento se terminan gracias al siguiente dispositivo de ATM en el trayecto
- Las celdas de extremo a extremo se hacen pasar hasta el punto de terminación del circuito
- Cada una de las cinco funciones de OAM puede enviarse ya sea como celdas de segmento o como celdas de extremo a extremo



Comparación entre segmento y extremo a extremo

Existen dos direcciones principales a las que pueden destinarse las celdas de OAM, dependiendo de su propósito:

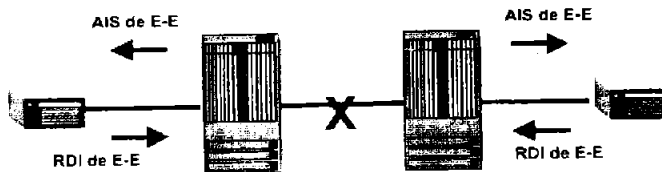
Las celdas de OAM del segmento se terminan gracias al siguiente dispositivo de ATM en sentido descendente. El propósito de estas celdas es intercambiar información de gestión de OAM entre estos dos dispositivos.

Las celdas de OAM de extremo a extremo realmente pasan a través de todo el circuito y terminan en el dispositivo de ATM de destino (final). El propósito de estas celdas es intercambiar información de gestión de OAM entre los dispositivos finales en una conexión de ATM.

AIS y RDI de OAM

• Cuando falla un circuito

- El conmutador de ATM de ingreso transmite una celda de señal de indicación de alarma de extremo a extremo, en sentido ascendente, cada segundo, mientras persista el fallo
- El punto de terminación del circuito envía una celda indicadora de defecto remoto, de extremo a extremo, en sentido descendente, por cada celda de AIS recibida
- El circuito se recupera del fallo
 - El conmutador de ATM deja de enviar la AIS
 - Después de 3 segundos, el circuito se restablece



AIS y RDI de OAM

Fallo del circuito

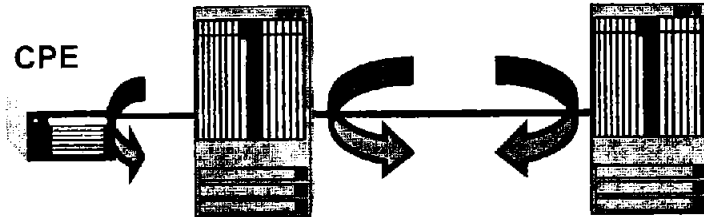
Las celdas de la señal de indicación de alarma (AIS) y las celdas del indicador de defecto remoto (RDI) se utilizan cuando existe un fallo en un circuito establecido y funcionando. Cuando existe el fallo del circuito los conmutadores que detectan el fallo transmiten, en sentido ascendente, una celda de AIS de extremo a extremo durante cada segundo que dure el fallo. Los puntos de terminación del circuito envían en sentido descendente una celda de RDI de extremo a extremo por cada celda de AIS recibida.

Recuperación del circuito

Cuando el circuito se recupera del fallo, los conmutadores de ATM dejan de enviar las celdas de AIS. Después de tres segundos de no recibir celdas de AIS, los puntos de terminación vuelven a activar el circuito.

Bucles de retorno de OAM

- El dispositivo de ATM designado da vuelta a la celda y la regresa a su originador
- Prueban los niveles físicos y lógicos



Bucles de retorno de OAM

Propósito

Para los dispositivos que soportan esta particularidad pueden utilizarse las celdas de bucle de retorno de OAM para determinar la disponibilidad de otro dispositivo de ATM. Hay dos tipos principales de funciones del bucle de retorno de OAM:

En el bucle de retorno de OAM de segmento, el CPE origina celdas de bucle de retorno de segmento destinadas al siguiente dispositivo de ATM en sentido ascendente. El conmutador de ATM envía esta celda al originador, en un bucle de retorno.

En la celda de bucle de retorno de OAM de extremo a extremo, un CPE origina una celda de bucle de retorno de extremo a extremo que atraviesa todo el circuito hasta el dispositivo de ATM de destino. El CPE de destino envía esta celda al originador, en un bucle de retorno.

Comprobación física y lógica

Los bucles de retorno comprueban la integridad del segmento objeto tanto en el nivel físico como en el lógico. Este es un procedimiento común de aislamiento del fallo.

Celdas de comprobación de continuidad (CC)

- Pueden generarse periódicamente
 - De segmento o de extremo a extremo
- Si no se recibe una respuesta, el circuito se declara desactivado
 - Se aplican la temporización y el umbral
- Su implementación no es amplia
 - Se aplican más al CPE para probar la conectividad de extremo a extremo
 - Se utilizan normalmente con base en las necesidades de depuración de extremo a extremo
 - Otros protocolos de red pasan el tráfico a través de circuitos virtuales

Celdas de comprobación de continuidad (CC)

Descripción

Para los dispositivos que soportan la celdas de comprobación de continuidad, hay un método automatizado para comprobar la disponibilidad en una red. En vez de que un operador genere manualmente celdas de bucle de retorno, un dispositivo del CPE puede enviar automáticamente estas celdas de CC en forma periódica, según esté configurado. Si en un cierto periodo de tiempo no se recibe respuesta, se considera que el circuito está desactivado.

La comprobación de la continuidad no se implementa comúnmente, debido a que impone una sobrecarga adicional que no es necesaria. Los vendedores utilizan diversos protocolos que corren continuamente a través de las conexiones de la red, por ejemplo: mensajes de estado activo, tráfico de medición de la demora, mensajes de estado, información de enrutamiento óptimo y protocolos de ajuste de velocidad.

Celdas de monitoreo del rendimiento (PM)

- Pueden generarse periódicamente para monitorear el rendimiento de la red
- Su implementación no es amplia
 - Requieren de soporte al hardware para una distribución escalable
 - Complican la gestión de tráfico

Celdas de monitoreo del rendimiento (PM)

Descripción

El monitoreo del rendimiento del tráfico se utiliza para medir la demora por cada conmutador y de extremo a extremo, la capacidad del búfer, la disponibilidad y utilización del ancho de banda, el soporte de la QoS, etc.

Al igual que las comprobaciones de la continuidad, la supervisión del rendimiento no se implementa comúnmente debido a la sobrecarga adicional que implica. El rendimiento se mide continuamente mediante otros protocolos y algoritmos que corren en la red de ATM. Algunos de estos protocolos pueden incluir a los previamente mencionados.

Conexión de conmutadores y redes

- Cuatro opciones básicas de interfaz
 - UNI
 - IISP (PNNI fase 0)
 - PNNI
 - B-ICI
- Los cuatro tipos de interfaz pueden utilizar el formato de celda de NNI de ATM
 - Sin campo GFC
 - Cuatro bits adicionales en el campo del VPI aumentan los posibles trayectos virtuales

Conexión de conmutadores y redes

Estableciendo la conexión

La primera especificación ratificada para conexiones de ATM fue la UNI, que estableció los estándares para conectar a la red el equipo del local del cliente. Los protocolos utilizados para conectar conmutadores, ya sea en la misma red o los que conectan redes, se dejaron a decisión de la comunidad de vendedores.

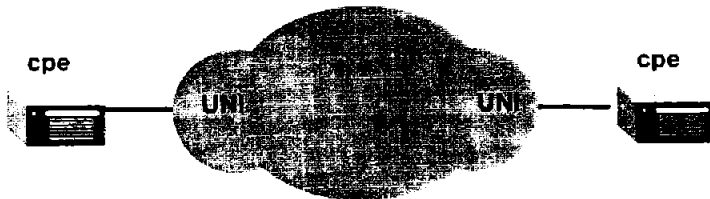
Los conmutadores conectados en la misma red deben ser capaces de:

- Enrutar las solicitudes de VC y de tráfico de gestión.
- Realizar la gestión de congestión.
- Proporcionar la QoS y soportar el tráfico de los VC.
- Capturar la información estadística.
- Soportar los procedimientos de gestión de fallos.

La conexión de redes incluye los mismos aspectos, aunque la conexión se hace más compleja, debido a las diferencias en el hardware y en las implementaciones del vendedor.

UNI

- Interfaz de usuario a red
- Define la conexión del CPE a la red
- Una de las primeras especificaciones del Foro A TM



UNI

Descripción

La interfaz de usuario a red (UNI) fue una de las primeras especificaciones ratificadas para las redes de ATM. Define la conexión entre el dispositivo final y la red. Siempre y cuando esta conexión esté conforme a una norma definida, las conexiones dentro de la red no tienen efecto sobre el equipo del usuario.

Conforme maduró el protocolo de ATM, la atención se enfocó en las especificaciones de conmutador a conmutador, así como en el avance de la especificación UNI para satisfacer una funcionalidad más amplia.

La UNI es la interfaz entre cualquiera de los siguientes:

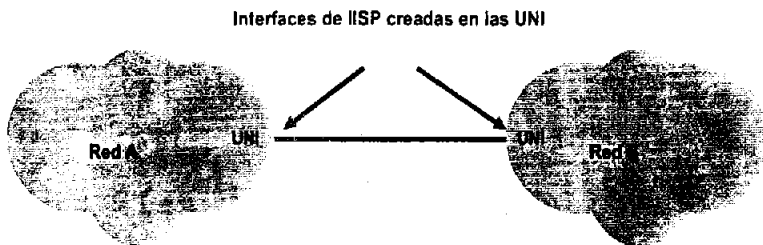
- Equipo de ATM del usuario (por ejemplo, host) y equipo de red de ATM privada o pública (por ejemplo, conmutadores de ATM).
- CPE (equipo del local del cliente, por ejemplo: un conmutador de ATM privado) y equipo de red pública (por ejemplo: un conmutador de ATM del proveedor).

El Foro ATM ha definido dos contextos en los que aparece la UNI:

- UNI pública, que conecta equipo de ATM dentro de una red privada, ya sea host o conmutadores, con redes de proveedor de red pública (portadora)
- UNI privada, utilizada exclusivamente para conectar host con conmutadores, en donde ambos son gestionados por la misma entidad administrativa.

IISP

- Se refiere a la especificación del protocolo entre conmutadores, tanto interino como integrado, para las conexiones de conmutador a conmutador
- Fase 0 de la PNNI
- Configuración manual de las tablas de enrutamiento
- No hay compatibilidad en tiempo real de datos de direccionamiento o de rendimiento
- No hay garantías de Qos



IISP

Conexión de conmutadores, fase cero

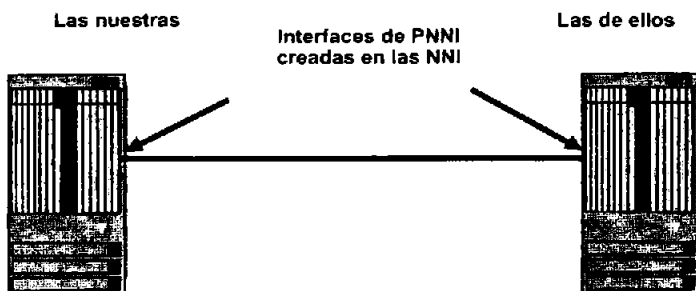
El protocolo entre conmutadores interino o integrado (IISP) fue la primera especificación para la conexión de conmutadores. La versión interina fue la primera y precede a la ratificación de la especificación. El término "interino" se convirtió en "integrado" después de la ratificación y extendió la funcionalidad.

El IISP realmente fue la fase cero del nodo a nodo privado PNNI (referido algunas veces como interfaz de red a red privada).

Las interfaces del IISP se configuraron en la parte superior de un puerto lógico de la UNI. Estuvieron un tanto limitadas en cuanto a su habilidad para manejar el enrutamiento y la información de intercambio de direccionamiento. Esto afectó especialmente a los protocolos de señalización (SVC).

PNNI

- La PNNI es un protocolo de intercambio de enrutamiento dinámico, definido por el Foro ATM
 - La PNNI es un protocolo de estado del enlace con base en OSPF
 - Define conexiones de conmutador a conmutador
- La PNNI tiene dos partes
 - La señalización determina la manera en que se comparte la información entre redes o entre elementos de la red
 - El enrutamiento determina la manera en que se selecciona la mejor ruta, con base en la información de enrutamiento actual



PNNI

Descripción

La interfaz de red a nodo privado o la interfaz de red a red privada (PNNI) es un protocolo utilizado entre conmutadores de ATM para el enrutamiento y el soporte al circuito virtual.

La topología de la PNNI y el enrutamiento están basados en la bien conocida técnica de enrutamiento del estado de enlace, abrir primero el trayecto más corto (OSPF).

La PNNI incluye dos categorías en la especificación:

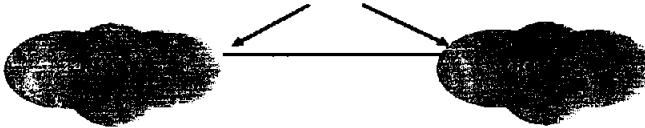
- Un protocolo para distribuir la información de la topología entre conmutadores y grupos de conmutadores. Esta información se utiliza para calcular trayectos a través de la red. Un mecanismo de jerarquías asegura que este protocolo sea escalable a redes mundiales de ATM. Una particularidad importante del protocolo de PNNI es su habilidad para configurarse automáticamente.
- Se define un segundo protocolo para la señalización de flujos de mensajes utilizados para establecer conexiones de punto a punto y de punto a multipunto a través de la red de ATM. Este protocolo está basado en la señalización UNI del Foro ATM, que tiene mecanismos añadidos para soportar el enrutamiento estático y el enrutamiento alterno de solicitudes de establecimiento de llamadas, en caso de fallo del enrutamiento.

La PNNI es una extensa especificación que requiere de un amplio programa de capacitación para comprenderla completamente.

B-ICI

- Interconexión de interportadoras de B-ISDN
- Esquema de interconexión de interportadoras de servicio múltiple
- Dos versiones
 - La B-ICI 1.1 soporta solamente loS PVC
 - La B-ICI 2.0 soporta solamente loS PVC y loS SVC
- Incorpora particularidades de prueba y de mantenimiento por encima de la capa de ATM

Interfaces de B-ICI



B-ICI

Conexión de redes

Las redes públicas con base en ATM, que pertenecen a diferentes portadoras, deben interconectarse para facilitar los servicios de extremo a extremo. Se necesitan métodos para soportar la multiplexión eficiente y gestionable de múltiples servicios para la entrega inter portadoras.

El conjunto de las especificaciones que cumplen con esas metas es la interfaz de interportadoras BISDN (BICI).

La BICI es una interfaz entre dos diferentes portadoras o proveedores de red pública. La BICI incluye funciones específicas de servicio por encima de la capa de ATM, requeridas para operar, transportar y gestionar una variedad de servicios.

La especificación de la BICI es de 290 páginas y requiere de un periodo de clases o de estudios a fondo para cubrir todos sus aspectos. Una forma sencilla para comprender los aspectos básicos de lo que define esta especificación es pensar primero en el software y en las infraestructuras de servicio necesarias en una red privada. Después extrapolar esto al suministro de casi los mismos servicios a través de múltiples redes con equipo de diferentes vendedores, así como las diferencias en la política, soporte, facturación y procedimientos.

Algunos de estos servicios incluyen, en forma enunciativa:

- Enrutar y soportar la QoS en circuitos virtual es
- Información estadística
- Aislamiento y corrección de fallos
- Generación de informes
- Facturación

Conclusiones.-

La aparición de nuevos servicios requiere contar con rangos de transmisión cada vez más potentes, por ello es necesaria la implantación de nuevos protocolos que satisfagan las necesidades de los clientes.

Los anchos de banda están limitados de acuerdo a las capacidades de la infraestructura y muchas veces son afectadas por la distancia de un lugar a otro y los requerimientos que solicita el cliente para el desempeño de sus aplicaciones, La alternativa que se manifiesta en esta tesis para mejorar la red es ATM.

El ATM puede proporcionar un enfoque mas eficiente y menos costoso para la distribución de la red. Al utilizar una instalación común, las propias compañías telefónicas pueden deshacerse de las diversas piezas de equipo que poseen y mantienen actualmente. El hecho de emplear solo conmutadores y enrutadores ATM proporciona un enfoque estandarizado para las instalaciones de transmisión.

El ATM es capaz de soportar cualquier tipo de transmisión, ya sea de voz o video. Esto lo hace una elección atractiva para las compañías que están considerando ampliar la oferta de servicios de televisión por cable y video con base en la demanda. Las compañías de televisión por cable, las cuales ya tienen una red de fibra óptica, también han estado considerando al ATM para entregar transmisiones de voz a sus clientes de cable y así competir directamente con las compañías telefónicas locales.

Este trabajo de tesis se enfoca en el diseño de una red por lo tanto se enfoco a los siguientes criterios.

Alta disponibilidad.

- Flexibilidad en su operación y mantenimiento.
- Anchos de banda adecuados para cubrir los requerimientos de los clientes.
- Tiempos de respuesta razonables.
- Evitar congestión en la red.
- Regionalización de la red.

Flexible y administrable.

- El sistema de gestión deberá ser suficientemente robusto desde un inicio a fin de permitir crecimiento en los servicios y en la red, sin afectar el tráfico.

Crecimiento escalable.

Cumplimiento de Estándares.

- Internos e internacionales

Protección al Tráfico.

- Ninguna falla de equipo debe representar una falla total de la red.
- La red debe tener una alta disponibilidad, cercana a 99.9%.
- Para la parte de gestión, se debe tener protección contra algún evento como terremoto, incendio, etc., esto teniendo un sistema de gestión espejo en algún edificio diferente al que contenga el sistema principal.

Usando estos parámetros tendremos una red confiable.

Acrónimos

- AAL-1** En ATM es la capa de adaptación para tráfico constante.
- AAL-5** En ATM es la capa de adaptación para tráfico variable.
- ATM** Es el modo de transmisión donde la información es transportada en celdas, es asincrónica en el sentido que la transmisión de datos en celdas que contienen información de un usuario no es necesariamente periódica.
- AAL** Capa de adaptación ATM, es la capa que hace que la información pueda adaptarse al modo de celdas de 53 octetos.
- ANSI** (American National Standards Institute), Instituto Nacional de Estándares Americanos.
- B-ISDN** Red Digital de Servicios Integrados en Banda Ancha
- BDT** Terminal distante de banda ancha
- CLP** (Cell Loss Priority) campo de prioridad de una celda ATM
- Frame Relay** (Marco de Relevos) Técnica de transmisión de datos en alta velocidad, usa una transmisión de tramas de longitud variable.
- Full Duplex** Transmisión simultánea en ambas direcciones de transmisor a receptor.
- GFC** (General Flux Control) Control de flujo General
- HEC** (Header Error Check) Chequeo de encabezado, es el código de redundancia cíclica de tamaño de 8 bits.
- IETF** (Internet Engineering Task Force) Equipo Ingenieril de trabajo para Internet.
- ITU** (International Telecommunication Union)
- ISDN** (Integrated Services Digital Network), Red Digital de Servicios Integrados
- LAN** (Local Area Network) Red de Área Local
- UNI** (User Network Interface) interfase de usuario de Red
- VCI** (Virtual Channel Identifier) identificador de canal virtual
- VPI** (Virtual Path Identifier) identificador de trayectoria virtual
- VCC** (Virtual Channel connection) Conexión de canal virtual
- VPC** (Virtual Path connection) Conexión de trayectoria virtual

X.25 Red de conmutación de paquetes, como un protocolo estándar para proveer de servicios a una red a nivel de transporte en el modelo OSI.

GLOSARIO

ADPCM (*Adaptive Differential Pulse Code Modulation*). Algoritmo de codificación de la señal que consigue que las muestras de una señal analógica queden representadas por una señal digital.

Algoritmo. Conjunto de pasos seguidos en la resolución de un problema.

Ancho de banda. Rango de frecuencias que un medio de transmisión es capaz de soportar y se mide en hercios (Hz). También se entiende, para transmisión digital, como la cantidad de información por unidad de tiempo que puede absorber la red (bits o bps).

ANI (*Automatic Number Identification*). Número llamante. Véase *CallerID*. Aprovisionamiento de ancho de banda. Cálculo que debe llevar a cabo el ingeniero de red y que consiste en determinar el ancho de banda necesario para la integración.

BER (*Bit Error Rate*). Tasa de error de bit. Constituye una medida de la calidad de la transmisión digital.

Calidad del servicio (*Quality of Service*). Es un parámetro significativo a la apreciación que el usuario hace de un determinado servicio, compuesto de varios factores.

Cancelación del eco. Cuando se transmite una señal, parte de "su energía es reflejada en el destino como consecuencia de una desadaptación de impedancias. Esta porción de señal reflejada se denomina eco. La cancelación del eco consiste, pues, en el proceso necesario para eliminar los efectos de la indeseada señal de eco.

Cancelador de eco. Dispositivo que, a través del filtrado adaptativo, minimiza el eco de una comunicación vocal a la vez que mantiene su carácter full-dúplex.

CAS (*Channel Associated Signaling*). Sistema de señalización en el que la información de control y la información de usuario viajan juntas.

CCS (*Common Channel Signaling*). Sistema de señalización en el que la información de control y la información de usuario viajan por caminos separados.

CCS#7 (*Common Channel Signaling Number7*). Sistema de señalización por canal común número 7 del CCITT, en el que la información de múltiples circuitos se transmite por uno solo. También, SS7.

CDR (*Call Detailed Record*). Información acerca de las llamadas implicadas en cierto sistema y que se suele utilizar para propósitos de tarificación, estudios de tráfico, etc.

CELP (*Code-Excited Linear Predictive coding*). Algoritmo de compresión de la voz empleado para la codificación de baja tasa binaria (por ejemplo, 8 Kbps). Se emplea en las recomendaciones de la ITU-T G.728, G.729 y G723.1.

Circuito de cola. Parte de la red telefónica comprendida entre el codec y el terminal telefónico.

Clasificación del tráfico. Mecanismo por el cual se asignan tipos a flujos de tráfico de naturalezas distintas y que constituye la base de las técnicas de QoS.

CODEC. Contracción de CODificación y DECodificación. *Hardware* o *software* encargado de la conversión de una señal analógica a formato digital (codificación) y viceversa (decodificación). También puede llevar a cabo una compresión de la señal digitalizada.

Codificación. Conjunto de transformaciones a que se somete una señal con el fin de compensar los efectos negativos del canal y adaptar el formato de la misma para que su transmisión por dicho canal sea lo más eficiente posible.

Codificador de forma de onda. Dispositivo que lleva a cabo una codificación de la señal respetando el teorema de Nyquist.

Codificación de voz. Conversión de la señal de voz del dominio analógico al dominio digital y, opcionalmente, compresión de la señal digitalizada con el fin de reducir el ancho de banda de la señal resultante.

Congestión. Situación que acontece en una red cuando ésta resulta incapaz de aceptar más información. Suele ocurrir cuando las colas de los *routers* de la red se saturan.

Control de admisión. Técnicas de QoS que se basan en la no aceptación de más llamadas una vez que se ha superado el ancho de banda asignado al tráfico de voz con el fin de no afectar a la calidad de las llamadas que se están cursando.

Control de la congestión. Técnicas que definen el modo en que los nodos de la red deben extraer los paquetes de sus colas de transmisión.

Compresión. Reducción del ancho de banda de la señal.

Corrección de errores. Técnicas empleadas para subsanar los errores producidos en una transmisión de información. Consisten en el envío de información de redundancia que permite obtener el paquete sin errores.

CPL (can Processing Language). Lenguaje de *script* empleado en el desarrollo de servicios de voz sobre redes de paquetes. Se suele utilizar para la implementación de servicios sobre SIP.

cRTP (Compressed Real Time Protocol). Versión de RTP con una cabecera mucho más reducida y que se emplea para reducir el ancho de banda necesario en una comunicación RTP.

CS-ACELP (Conjugate Structure Algebraic CELP). Algoritmo de compresión CELP que proporciona un ancho de banda de 8 kbps y que se emplea en la recomendación G.729 de la ITU-T.

CTI (Computer Telephony Integration). Tecnologías caracterizadas por el empleo conjunto de las redes de telecomunicaciones (fundamentalmente, las redes de telefonía) y las redes informáticas.

Disponibilidad. Característica de un sistema que mide la probabilidad de que se encuentre en perfecto funcionamiento.

Distribución de errores. Consisten en la prolongación de los periodos de error de tal modo que se reduzca la probabilidad de aparición de los mismos.

DNIS (Dialed Number Identification Service). Servicio de identificación del número marcado.

DSP (Digital Signal Processor). Procesador diseñado específicamente para el tratamiento de señales en tiempo real.

DTMF (Dual Tone Multi-Frequency). Estándar de señalización telefónica según el cual ésta se envía en forma de un par de tonos de frecuencias diferentes (una alta y otra baja). Consigue mayor rapidez y seguridad que la marcación decádica o por pulsos.

Eco (Echo). Porción de la señal transmitida que vuelve al emisor junto con la señal del otro extremo o en ausencia de ella.

Eco acústico. Acoplamiento sufrido en diferentes partes del terminal telefónico.

Eco eléctrico. Fenómeno producido por las reflexiones que sufre la señal en el extremo receptor debido a una desadaptación de impedancias.

ERL (Eco Return Loss). Pérdidas de retorno que sufre la señal de eco y que aseguran que su nivel no sobrepasa un cierto límite.

Erlang (Erlang). Unidad estándar para la medida del tráfico telefónico, careciendo de medida. Un Erlang de carga indica la ocupación continua al 100 por 100 de un circuito telefónico.

E1. Agregado de señales a 2,048 Mbps.

E.164. Plan de numeración internacional.

Filtrado adaptativo. Técnica de procesado de señal que hace uso de coeficientes variables en función de diversos criterios para un fin concreto.

Fragmentación del tráfico. Conjunto de técnicas que consiste en la división de los paquetes en otros de menor tamaño, de manera que se disminuye la variación del tamaño de los paquetes y, por tanto, del retardo que sufren los mismos.

G.711. Codec de audio a 48,56 y 64 kbps. Utiliza codificación PCM. Se caracteriza por una alta calidad de la voz, gran consumo de ancho de banda y carga del procesador mínima.

G.722. Codec de audio a 48, 56 y 64 kbps.

G.723 y G.723.1. Codec de audio CELP a 5,3 y 6,3 kbps. Se caracteriza por una baja calidad de la voz, consumo de ancho de banda pequeño y alta carga del procesador debido a la compresión.

G.726. Codec de audio ADPCM a 40,32,24 y 16 kbps. Se caracteriza por una buena calidad de la voz, consumo de ancho de banda medio y carga del procesador mínima.

G.728. Codec de audio LD-CELP a 16 kbps. Se caracteriza por una calidad media de la voz, consumo de ancho de banda media y alta carga del procesador mínima debida a la compresión.

G.729 y G729a. Codec de audio CELP a 8 kbps. Se caracteriza por una calidad media de la voz, consumo bajo de ancho de banda y alta carga del procesador.

Gatekeeper. Entidad H.323 que se encarga de funciones tales como el mantenimiento del registro de los equipos (terminales, pasarelas y MCU), la traducción de direcciones y control de admisión.

Gateway. Véase pasarela.

Pasarela. Dispositivo encargado de interconectar dos redes de tipos diferentes.

H.225.0. Protocolo de la pila de H.323 encargado del control de llamadas.

H.245. Protocolo de la pila de H.323 que define el comportamiento del punto final (apertura y cierre de canales lógicos, intercambio de características, etc.).

H.248. Véase MGCP.

H.261. Codec de video a 64 kbps.

H.263. Codec de video para la RTPC.

H.323. Estándar de la ITU-T que recoge los protocolos empleados en el soporte de servicio de audio, video y conferencia de datos sobre redes de paquetes sin garantía de QoS.

IGMP (Internet Group Management Protocol). Protocolo de nivel de red para la gestión de grupos *multicast* en Internet, y en general, en cualquier red IP.

ISDN (Integrated Services Digital Network). Red Digital de Servicios Integrados (RDSI), que define una red conmutada de canales digitales que proporciona una serie de servicios integrados, siguiendo las recomendaciones Serie I del CCITT.

IVR (Interactive Voice Response). Servicio o aplicación que permite a los usuarios acceder a cierta información a través de la navegación por una serie de menús utilizando como herramienta de interacción el teclado del teléfono.

Latencia. Retardo extremo a extremo.

LD-CELP (Low Delay CELP). Algoritmo de compresión CELP que proporciona 16 Kbits. Medidas objetivas. Técnicas basadas en la experimentación y cuyo objetivo es proporcionar una referencia más analítica de la calidad de la voz sobre paquetes.

Medidas subjetivas. Técnicas basadas en el análisis de la opinión de una muestra de usuarios sobre la calidad de la voz ofrecida por una red de voz sobre paquetes.

MGCP (Media Gateway Control Protocol). Protocolo empleado para monitorizar y gestionar los eventos en los terminales y las pasarelas. El objetivo es separar la señalización y el control de llamadas del tráfico de voz. Está definida en la RFC 2705.

Modem pass-through. Proceso por el cual una señal de la red telefónica procedente de un módem se envía a la red de datos sin tratamiento previo.

Modem relay. Proceso por el cual una señal de la red telefónica procedente de un fax se convierte a un formato adecuado para su tratamiento por parte de la red de datos.

MOS (Mean Opinion Score). Sistema de medida de la calidad de la voz a través de conexiones telefónicas.

Multicast. Proceso de transmisión PDU desde una fuente a múltiples destinos.

MCU (Multipoint Control Unit). Punto final que soporta tres o más terminales y pasarelas en una única conferencia multipunto.

PCM (Pulse Code Modulation). Transmisión de información analógica en formato digital a través del muestreo y codificación de muestras en número fijo de bits.

Pasarela. Dispositivo, *hardware* o *software*, encargado de la interconexión de las redes de tecnologías diferentes. En el contexto de la voz sobre paquetes, es el nexo de unión entre la red de voz y la red de datos.

Paquete. Colección de datos tratada como una unidad.

Previsión de la congestión. Técnicas cuyo objetivo es anticiparse a las posibles situaciones de congestión mediante la monitorización del tráfico.

QSIG. Protocolo de señalización entre una centralita privada y una central de conmutación de un operador o entre centralitas.

QoS (Quality of Service). Conjunto de requerimientos de un tipo de tráfico que asegura un cierto nivel de servicio, ancho de banda y disponibilidad.

Rango dinámico. Margen de valores que puede tomar una determinada señal.

RAS (Registration, Authentication and Status). Especificación de H.323 que permite la autorización y autenticación de una sesión.

Recuperación de errores. Consiste en la obtención, por algún medio, de un paquete que sustituirá al original y que puede ser más o menos similar a éste.

Retardo. Tiempo empleado por la señal en viajar desde el origen hasta el destino atravesando los equipos intermedios de la red.

RTCP (Real Time Control Protocol). Protocolo de control y monitorización de la QoS definido en la RFC 1889. Suele ir asociado a RTP.

RTP (Real Time Protocol). Protocolo de transporte de datos en tiempo real definido en la RFC 1889. Proporciona identificación del tipo de carga, número de secuencia, información de temporización y monitorización de aplicaciones en tiempo real.

RTT (Round Trip Time). Tiempo que emplea la señal en viajar del emisor al receptor y volver de nuevo al origen.

RSVP (Resource Reservation Protocol). Protocolo de señalización que permite reservar los recursos de red en flujos de datos no orientados a la conexión. Está especificado en la RFC 2205-2209.

RTPC. Red Telefónica Pública Conmutada.

RTSP (Real Time Streaming Protocol). Protocolo empleado para interactuar con un servidor de datos en tiempo real.

SCP (Stored Control Program). Programa *software* de control almacenado que se utiliza en las centrales telefónicas para su configuración sin necesidad de cambiar el *hardware*.

SDP (Session Description Protocol). Protocolo empleado para la descripción de sesiones, independientemente de la aplicación de que se trate. Se recoge en la RFC 2327.

Servidor de telefonía. Elemento aparecido en las redes integradas como consecuencia de su adaptación a la filosofía cliente-servidor y que se encarga, entre otras cosas, de las funcionalidades de control de llamadas.

SIP (Session Initiation Protocol). Protocolo para establecer sesiones *unicast* entre dos puntos finales. Está recogida en la RFC 2543.

SNR (Signal to Noise Ratio). Medida de los niveles de ruido relativos en sistemas analógicos y de la distorsión introducida por el proceso de cuantificación en sistemas digitales.

Soft-phone. Aplicación *software* que se ejecuta en la CPU del puesto de usuario y que hace las veces de terminal telefónico.

Supresor de eco. Dispositivo que elimina el eco a través de un detector de actividad que convierte la comunicación vocal en semidúplex.

Teléfono IP. Aparato telefónico que incorpora un codec para llevar a cabo la conversión analógico-digital en el propio terminal.

Teorema de Nyquist. Establece que una señal se podrá recuperar fielmente a partir de sus muestras, siempre y cuando éstas se recojan con una frecuencia igualo superior al doble del ancho de banda de la señal original.

Terminal H.323. Elemento de la red que proporciona una comunicación en tiempo real bidireccional con otro terminal H.323.

TOS (Type of Service). Byte del datagrama IP que identifica la calidad de servicio deseada para un determinado tipo de tráfico.

Trama. Conjunto de datos enviados como una unidad. Según los protocolos empleados, puede ser de longitud fija o variable.

VAD (Voice Activity Detection). Mecanismo de ahorro de ancho de banda que se basa en la no transmisión de paquetes de voz durante los periodos de silencio.

VoATM (Voice Over ATM). Tecnología de transmisión de voz sobre celdas, que se basa en la utilización de ATM como soporte tecnológico.

Vocoder. Codificador de voz que muestrea a menor frecuencia que la de Nyquist paliando los efectos negativos que ello produce a través del empleo de técnicas adicionales basadas en características de la propia señal de voz.

VoFR (Voice Over Frame Relay). Tecnología de transmisión de voz sobre tramas empleando para ello Frame Relay.

VoIP (Voice Over Internet Protocol). Tecnología de transmisión de voz sobre paquetes caracterizada por el empleo de la pila de protocolos IP como transporte.

Voz sobre paquetes. Prestación de los servicios típicos de una red de conmutación de circuitos (telefonía, fax y mensajería vocal) a través de una red de datos.

WFQ (Weight Fair Queuing). Algoritmo de control de la congestión que identifica los paquetes de voz de cada conversación y asegura que el ancho de banda se reparte por igual entre las conversaciones individuales. Es una manera de estabilizar el comportamiento de la red en situaciones de congestión.

Bibliografía.-

Modo de transferencia Asíncrona.

- Lucent Technologies.

-

Tecnología ATM.

- Inttelmex.

Comunicaciones y redes de computadoras.

- William Stalling.

Telecomunicaciones (Referencia de bolsillo).

- Travis Russel.

ATM Theory and applications.

- Mcdysan, D. y Spohn. D.

Sitios Web.

www.atmforum.com

www.acterna.com

www.alcatel.com

www.atm25.com

www.tk.com

Bibliografía.-

Modo de transferencia Asíncrona.

- Lucent Technologies.

Tecnología ATM.

- Inttelmex.

Comunicaciones y redes de computadoras.

- William Stallng.

Telecomunicaciones (Referencia de bolsillo).

- Travis Russel.

ATM Theory and applications.

- Medysan, D. y Spohn. D.

Sitios Web.

www.atmforum.com

www.acterna.com

www.atel.com

www.atm25.com

www.tk.com