



Revista Facultad de Ingeniería  
ISSN: 0717-1072  
facing@uta.cl  
Universidad de Tarapacá  
Chile

Zamorano L., Mario; Millán F., Patricio  
Control de Congestión y Enrutamiento en Redes ATM  
Revista Facultad de Ingeniería, núm. 6, enero-diciembre, 1999, pp. 41-44  
Universidad de Tarapacá  
Arica, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11400607>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en [redalyc.org](http://redalyc.org)

## CONTROL DE CONGESTION Y ENRUTAMIENTO EN REDES ATM

Mario Zamorano L.<sup>1</sup> Patricio Millán F.<sup>1</sup>

### RESUMEN

El control de congestión tiene una gran importancia en las redes ATM, ya que estas deben garantizar una calidad de servicio a las conexiones de los usuarios y a la vez optimizar el uso de los recursos de red. Para facilitar el manejo de los recursos de red el ancho de banda disponible se divide en cinco clases de servicio que poseen distintas características de pérdida de celdas, retardo y variación del retardo. Estas características representan la calidad de cada conexión a la que los usuarios se suscriben. En este artículo se presentan los métodos usados por los nodos ATM para evitar y combatir la congestión, así como una descripción del protocolo de enrutamiento PNNI.

### ABSTRACT

*The control of congestion has a great importance in the ATM nets; these should guarantee a quality of service to the connection of the users and at the same time optimise the use of the resources of a net. In order to facilitate the managing of the net resources, the available bandwidth is split in five classes of service, that show different characteristics of cell loss, delay and delay variation. These characteristics represent the quality of each connection to the one which the users are subscribed to. In this article, the methods used by the ATM node in order to avoid and prevent congestion, together with description of the PNNI protocol are presented.*

### INTRODUCCION

ATM es una tecnología de commutación y multiplicación de velocidad extremadamente alta y con bajo retardo que puede transportar cualquier tipo de tráfico incluyendo aplicaciones de voz, datos y vídeo. Una de sus características principales es que ofrece a las conexiones una calidad de servicio (QoS) garantizada. Para facilitar su manejo el tráfico ATM se divide en cinco clases o categorías cada uno de los cuales tiene sus propios niveles de retardo de celda y variación del retardo, y disponibilidad de ancho de banda.

Las categorías de servicio ATM permiten a los usuarios un acceso flexible a los recursos de red y la posibilidad de alcanzar un compromiso satisfactorio entre desempeño y costo. Las cinco categorías de servicio definidas por ATM Forum y por ITU-T se muestran en la figura 1 y son las siguientes:

- CBR : Tasa de Bit Constante
- VBR-rt : Tasa de Bit Variable-Tiempo Real
- VBR-nrt: Tasa de Bit Variable-Sin Tiempo Real
- UBR : Tasa de Bit No Especificada
- ABR : Tasa de Bit Disponible

CBR corresponde a un flujo continuo de datos con límites estrictos de retardo de celda y variación del retardo, como por ejemplo transmisiones de voz y vídeo. VBR-rt tiene un ancho de banda variable con límites estrictos en retardo y variación del retardo, con un patrón de tráfico conocido que puede variar, siendo ejemplos voz ATM nativa y comunicaciones multimedia. VBR-nrt también posee un ancho de banda variable, pero con límites estrictos sólo en la pérdida de celdas, con un patrón de tráfico conocido y variable, puede tolerar retardos y pérdida moderada de celdas, siendo un ejemplo F/R sobre ATM. ABR tiene control de flujo en la fuente con límites estrictos en pérdida de celdas, el tráfico es más variable y con mayor factor de ráfaga que en VBR y tolera retardo de celda, siendo un ejemplo la transferencia de archivos. Por último, UBR no tiene garantías de ancho de banda, es decir que sólo se le asigna ancho de banda según la disponibilidad de éste, siendo usado principalmente en la transferencia de archivos.

Para poder entregar la QoS ofrecida, las redes ATM deben contar con mecanismos que permitan evitar la congestión o superarla rápidamente, de manera que no afecte a los flujos de tráfico existentes. Estos

<sup>1</sup> Universidad de Tarapacá, Facultad de Ingeniería, Departamento de Electrónica, Arica-Chile, e-mail: [zamorano@belen.electa.uta.cl](mailto:zamorano@belen.electa.uta.cl).

mejoramientos se conocen como Manejo de tráfico y Enrutamiento.

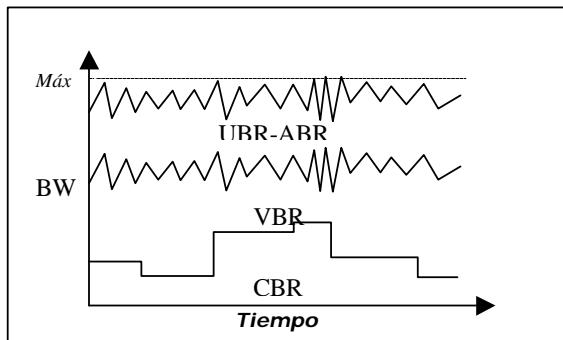


Fig. 1.- Reparto de ancho de banda por categorías de servicio.

El control de congestión en ATM se realiza mediante diferentes funciones conocidas en conjunto como Manejo de Tráfico, siendo algunas de estas funciones parte del proceso de enrutamiento de las conexiones.

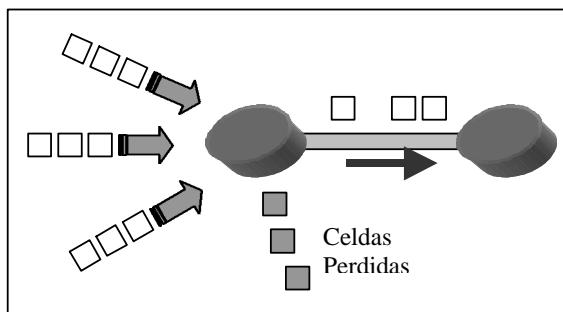


Fig. 2.- Pérdida de celdas debido a congestión.

## MANEJO DE TRAFICO

Una red ATM debe cumplir con dos objetivos fundamentales: lograr un uso eficiente de los recursos de red, protegiendo a la red y a los usuarios de la congestión; y asegurar que todas las conexiones mantengan la QoS negociada.

Los nodos ATM enfrentan este desafío empleando las funciones de manejo de tráfico, las que pueden ser vistas como sucesivas líneas de defensa contra la pérdida de celdas y valores no deseados de retardo de celda y variación del retardo (jitter). Ver Fig. 2.

En la recomendación I.371 (ITU-T) y la especificación manejo de Tráfico y 4.0 (ATM Forum) se definen ocho funciones principales, siendo ambos estándares prácticamente iguales. Estas funciones son:

1. Control de Admisión de Conexión
2. Vigilancia de Tráfico
3. Alisamiento de Tráfico
4. Control de Prioridad
5. Descarte Selectivo de Celdas
6. Indicación Explícita de Congestión
7. Manejo Rápido de Recursos
8. Manejo de Recursos de Red

### Control de Admisión de Conexión (CAC)

Este mecanismo, mostrado en la Fig. 3, es un filtro que acepta o rechaza la incorporación a la red de una nueva conexión. Las nuevas conexiones se aceptan sólo si la red puede mantener su desempeño general sin afectar la QoS de las conexiones existentes. La decisión se hace basándose en el contrato de tráfico de la conexión.

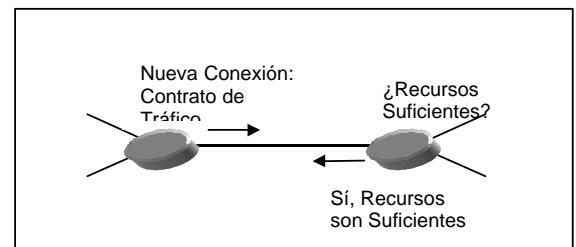


Fig. 3.- Control de admisión de conexión.

### Vigilancia de Tráfico

La Fig. 4 muestra la función conocida también como UPC/NPC, monitorea y controla el tráfico entrante en términos de tráfico ofrecido. Se encarga de detectar incumplimientos del contrato de tráfico de las conexiones, ejecutando las acciones apropiadas (marcar/eliminar celdas). Esta función se ubica principalmente en el nodo de acceso a la red y uno de los algoritmos de implementación más comunes es el llamado *Leaky Bucket*.

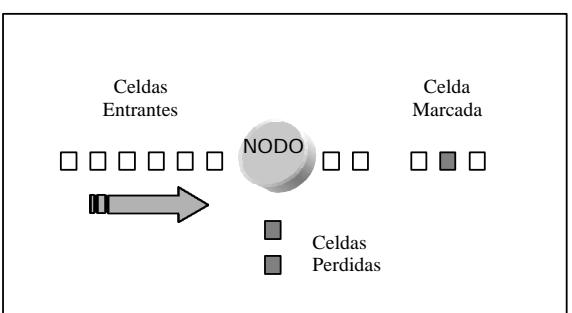


Fig. 4.- Vigilancia de tráfico.

### Alisamiento de Tráfico

Con esta función la red altera las características del tráfico de las conexiones (tasa *peak*, largo de ráfaga, espacio entre celdas) con el fin de utilizar mejor el ancho de banda, aprovechando la naturaleza de ráfaga de los flujos de tráfico, como se observa en la Fig. 5. Está limitado por la tolerancia al retardo de los flujos de tráfico. Al distribuir el tráfico en el tiempo reduce la posibilidad de que las celdas que excedan el ancho de banda suscrito sean descartadas.

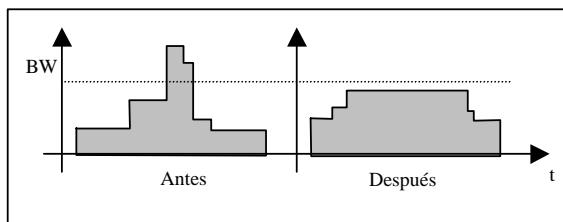


Fig. 5.- Efectos del alisamiento de tráfico.

### Descarte Selectivo de Celdas

Se realiza en dos esquemas: descarte de celdas individuales y descarte de tramas (Unidad de Datos de Protocolo, PDU). En este último caso, el descarte de una celda que es parte de una PDU generará la retransmisión de toda la trama, por lo que se determina eliminar toda la PDU (o la parte restante de esta) exceptuando sus extremos, evitando así el envío de tramas con errores que deberán ser retransmitidas. Dos métodos se pueden usar en este caso: Descarte parcial (PPD) y descarte Prematuro (EPD).

### Indicación Explícita de Congestión

Este método se aplica a los servicios ABR, está basado en la tasa, su acción es extremo a extremo y es de lazo cerrado. Existen tres tipos de notificación, siendo las más sencillas el marcado EFCI y el marcado relativo de tasa, y el más complejo el marcado explícito de tasa (ER). La idea principal es enviar celdas especiales de manejo de recursos (RMC) entrelazadas periódicamente con las celdas de datos, las que son marcadas por los nodos intermedios en el caso de existir congestión. Estas celdas vuelven a la fuente la que detecta las marcas y determina la tasa a la que debe transmitir para evitar que se agrave la congestión (Fig. 6). En el caso del marcado ER, los nodos escriben en las RMC explícitamente la tasa máxima a la que pueden trabajar. La menor de las tasas del trayecto es la que adoptará la fuente lo que garantiza que no se congestionará el trayecto. Existen variantes en las que los nodos

intermedios pueden generar RMC inversas, además de mecanismos para el caso de que las RMC se pierdan. Las características de la conexión acordadas entre el subscriptor y la red se especifican en un contrato de tráfico. Estas características están definidas por dos elementos: Descriptor de Tráfico de Conexión y Parámetros de QoS. El descriptor de tráfico define los principios generales de ancho de banda a los que debe adherirse la conexión dentro de su categoría de servicio. Se requiere para asegurar una asignación correcta de recursos, disciplinando el comportamiento del usuario. Los parámetros de QoS indican el nivel mínimo de servicio que debe entregar la red al usuario. Existen seis parámetros de tráfico de los cuales tres son negociables: Tasa de Celdas Perdidas (CLR), Retardo de Transferencia de Celda (CTD) y Variación del Retardo de Celda (CDV).

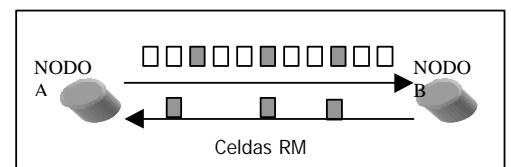


Fig. 6.- Flujo de celdas RM en función EFCI.

### ENRUTAMIENTO

Por ser un modo de transferencia orientado a conexión, en ATM se pueden evitar gran parte de los problemas de la congestión por medio de un adecuado enrutamiento de las conexiones.

PNNI (Interfaz Nodo-Red Privada) es el protocolo definido por el ATM Forum para el intercambio de señalización y enrutamiento en redes ATM. El protocolo de enrutamiento es lo que diferencia a PNNI de otros protocolos de interconexión de redes, ya que usa lo que se conoce como "paquetes Hello" para identificar y verificar a los nodos vecinos y para determinar el estado de los enlaces entre nodos. Al propagar esta información del estado de la red, cada nodo recolecta suficiente información para entender y mantener la topología de la red. Ver Fig. 7.

PNNI se basa en el concepto de enrutamiento fuente, lo que implica que la selección del trayecto se hace en el nodo fuente. La fuente señaliza una Lista de Tránsito Designada (DTL) que especifica los nodos o Grupos Pares que deben atravesarse en la red. En caso de que la ruta falle, existe un mecanismo que hace retroceder la

ruta hasta un nodo donde se pueda generar un nuevo trayecto alternativo. Los algoritmos para determinar la ruta óptima son los mismos que se usan en las redes convencionales, siendo *Dijkstra* el más conocido.

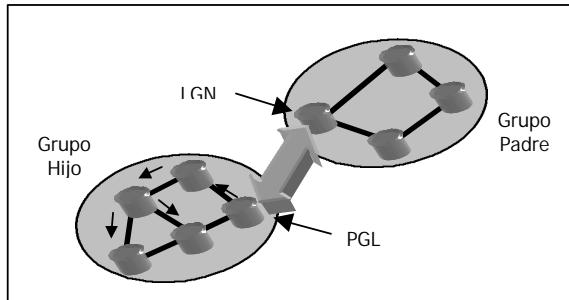


Fig. 7.- Flujo de información dentro de la jerarquía PNNI.

Las direcciones dentro de la red tienen una longitud de 20 bytes y son del tipo NSAP (ISO 8348, CCITT X.213). Permiten 105 niveles de jerarquías y poseen un prefijo que es común entre los grupos pares (PG) que poseen un ancestro común.

PNNI es un protocolo de enrute jerárquico. Los nodos están agrupados en Grupos Pares (PG) los cuales forman parte de otros PG lógicos de nivel superior. Entre los PG de nivel superior no se intercambia información topológica detallada, sino sólo la interconexión entre los PG y una descripción generalizada del estado de cada PG.

Este intercambio limitado de información entre los niveles de la jerarquía (cada vez más resumida) permite que PNNI escala a redes grandes sin sufrir un flujo excesivo de información de enrute. El estado de la topología (nodos y enlaces) se representa con métricas y atributos. Las métricas son aditivas por trayecto y permiten seleccionar el mejor de éstos para una conexión dada.

## CONCLUSIONES

El control de congestión en las redes ATM es necesario para que éstas puedan cumplir con la promesa de hacer un uso óptimo de los recursos de red y a la vez entregar una calidad de servicio garantizada. El enrute fuente contribuye en gran parte a evitar la congestión por medio de la elección de trayectos que pueden soportar los requerimientos de ancho de banda, retardo y variación del retardo de las conexiones.

## REFERENCIAS

- [1] Omidar C. G., "Introduction to flow and congestion control". IEEE Communications Magazine, Vol. 34, Nº 11, pp. 30-32, noviembre, 1996.
- [2] Cooper C. A., "Toward a broadband congestion control strategy" IEEE Network, Vol. 4, Nº 3, pp. 18-23, Marzo, 1990.
- [3] De Prycker H., "Principios y ventajas del modo de transferencia asíncrono" Comunicaciones eléctricas, Vol. 64, Nº 2/3, pp. 115-123, 1990.
- [4] Eckberg A. E., "Controlling congestion in B-ISDN/ATM" IEEE Communications Magazine, Vol. 29, Nº 9, pp. 64-71, septiembre, 1991.
- [5] Hong D., "Congestion control and prevention in ATM networks" IEEE Network, Vol. 5, Nº 4, pp. 10-15, abril, 1991.