



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

I.371

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

(03/93)

**RED DIGITAL DE SERVICIOS
INTEGRADOS (RDSI)**

ASPECTOS Y FUNCIONES GLOBALES DE LA RED

**CONTROL DE TRÁFICO Y CONTROL
DE CONGESTIÓN EN LA RED DIGITAL
DE SERVICIOS INTEGRADOS DE BANDA
ANCHA**

Recomendación UIT-T I.371

(Anteriormente «Recomendación del CCITT»)

PREFACIO

El Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T) es un órgano permanente de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. El UIT-T tiene a su cargo el estudio de las cuestiones técnicas, de explotación y de tarificación y la formulación de Recomendaciones al respecto con objeto de normalizar las telecomunicaciones sobre una base mundial.

La Conferencia Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (CMNT), que se reúne cada cuatro años, establece los temas que habrán de abordar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que preparan luego Recomendaciones sobre esos temas.

La Recomendación UIT-T I.371, preparada por la Comisión de Estudio XVIII (1988-1993) del UIT-T, fue aprobada por la CMNT (Helsinki, 1-12 de marzo de 1993).

NOTAS

1 Como consecuencia del proceso de reforma de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), el CCITT dejó de existir el 28 de febrero de 1993. En su lugar se creó el 1 de marzo de 1993 el Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T). Igualmente en este proceso de reforma, la IFRB y el CCIR han sido sustituidos por el Sector de Radiocomunicaciones.

Para no retrasar la publicación de la presente Recomendación, no se han modificado en el texto las referencias que contienen los acrónimos «CCITT», «CCIR» o «IFRB» o el nombre de sus órganos correspondientes, como la Asamblea Plenaria, la Secretaría, etc. Las ediciones futuras en la presente Recomendación contendrán la terminología adecuada en relación con la nueva estructura de la UIT.

2 Por razones de concisión, el término «Administración» se utiliza en la presente Recomendación para designar a una administración de telecomunicaciones y a una empresa de explotación reconocida.

© UIT 1993

Reservados todos los derechos. No podrá reproducirse o utilizarse la presente Recomendación ni parte de la misma de cualquier forma ni por cualquier procedimiento, electrónico o mecánico, comprendidas la fotocopia y la grabación en micropelícula, sin autorización escrita de la UIT.

ÍNDICE

	<i>Página</i>
1	Introducción 1
1.1	Objetivos generales..... 1
1.2	Funciones genéricas..... 2
1.3	Configuración de referencia para el control de tráfico y el control de congestión 2
1.4	Eventos, acciones, escalas temporales y tiempos de respuesta..... 2
1.5	Calidad de servicio, calidad de funcionamiento de red y prioridad de pérdida de células 2
2	Descriptores y parámetros de tráfico..... 4
2.1	Definiciones 4
2.2	Requisitos 5
2.3	Contrato de tráfico usuario-red..... 5
2.4	Especificaciones del parámetro de tráfico 6
3	Funciones y procedimientos de control de tráfico y control de congestión 9
3.1	Introducción..... 9
3.2	Funciones de control de tráfico..... 10
3.3	Funciones de control de congestión..... 19
	Anexo A – Algoritmos de supervisión de la velocidad de célula de cresta que tienen en cuenta la tolerancia a la variación del retardo de célula..... 20
	Anexo B – Lista de abreviaturas 22
	Apéndice I – Ejemplos de aplicación del terminal equivalente para la definición de la velocidad de célula de cresta 23

CONTROL DE TRÁFICO Y CONTROL DE CONGESTIÓN EN LA RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS DE BANDA ANCHA

(Helsinki, 1993)

1 Introducción

La RDSI-BA, que se basa en el modo de transferencia asíncrono (ATM, *asynchronous transfer mode*), está destinada a transportar una amplia gama de tipos de tráfico que satisfacen una serie de necesidades de capacidad de transferencia y objetivos de calidad de funcionamiento de red.

En la presente Recomendación se describen los procedimientos de control de tráfico y de control de congestión de la RDSI-BA.

- En el cuerpo principal de la Recomendación se describen los objetivos y mecanismos de control de tráfico y control de congestión.
- Los anexos contienen ejemplos de aplicación de los conceptos expuestos.

En la RDSI-BA, la congestión se define como un estado de los elementos de red (por ejemplo, conmutadores, concentradores, repartidores y enlaces de transmisión) en el cual la red no es capaz de satisfacer los objetivos de calidad de funcionamiento de red negociados para las conexiones ya establecidas y/o para las peticiones de nuevas conexiones.

En general, la congestión puede ser causada por:

- fluctuaciones estadísticas imprevisibles de los flujos de tráfico;
- condiciones anómalas dentro de la red.

Hay que diferenciar entre la congestión y el estado en el cual el desbordamiento de una memoria tampón produce una pérdida de células pero se sigue proporcionando la calidad de servicio negociada.

El control de tráfico de capa ATM es el conjunto de acciones que realiza la red para evitar condiciones de congestión.

El control de congestión de capa ATM es el conjunto de acciones que realiza la red para minimizar la intensidad, propagación y duración de la congestión. Estas acciones son provocadas por una congestión en uno o más elementos de red.

1.1 Objetivos generales

La principal función de los parámetros y procedimientos de control de tráfico y control de congestión es proteger la red y el usuario para satisfacer los objetivos de calidad de funcionamiento de red. Una función adicional es optimizar el uso de los recursos de red.

Las incertidumbres con respecto a los esquemas del tráfico de banda ancha y la complejidad del control de tráfico y el control de congestión aconsejan seguir un método por pasos para definir los parámetros de tráfico y los mecanismos de control de tráfico y control de congestión en la red. En esta Recomendación se define una serie inicial restringida de capacidades de control de tráfico y de control de congestión que permitirán aplicar mecanismos sencillos y obtener una eficacia realista en la red.

Posteriormente sería oportuno considerar otras series de capacidades de ese tipo, asociadas a mecanismos de control de tráfico adicionales con miras a mejorar la eficacia de la red.

Los objetivos de control de tráfico y control de congestión de la capa ATM de la RDSI-BA son los siguientes:

- El control de tráfico y el control de congestión de la capa ATM deben admitir un conjunto de clases de calidad de servicio (QOS, *quality of service*) de capa ATM suficiente para todos los servicios RDSI-BA previsibles; la especificación de estas clases de QOS debe estar en consonancia con los objetivos de calidad de funcionamiento de la red, que son actualmente objeto de estudio.

- El control de tráfico y el control de congestión de la capa ATM no deben depender de los protocolos AAL específicos de un servicio RDSI-BA, ni de los protocolos de capa superior específicos de una aplicación. Las capas de protocolo que se encuentren por encima de la capa ATM pueden utilizar la información que pueda proporcionar esta última para mejorar las prestaciones que esos protocolos pueden obtener de la red.
- En el diseño de un conjunto óptimo de controles de tráfico y controles de congestión de capa ATM conviene minimizar la complejidad de la red y del sistema final y maximizar la utilización de la red.

1.2 Funciones genéricas

Para alcanzar esos objetivos, las siguientes funciones ofrecen un marco para la gestión y el control del tráfico y la congestión en las redes ATM y pueden utilizarse en combinación:

- Gestión de recursos de red (NRM, *network resource management*): pueden tomarse disposiciones para asignar recursos de red con miras a separar los flujos de tráfico de conformidad con las características del servicio.
- Control de admisión de conexión (CAC, *connection admission control*): se define como el conjunto de acciones realizadas por la red durante la fase de establecimiento de la llamada (o durante la fase de renegociación de la llamada) para determinar si se puede aceptar o hay que rechazar una petición de conexión de canal virtual o de trayecto virtual (o si se puede admitir una petición de reasignación). El encaminamiento forma parte de las acciones de control de admisión de conexión.
- Controles de realimentación: se definen como el conjunto de acciones realizadas por la red y por los usuarios para regular el tráfico en las conexiones ATM de conformidad con el estado de los elementos de red.
- Control de parámetro de utilización/control de parámetro de red (UPC/NPC, *usage/network parameter control*): se define como el conjunto de acciones realizadas por la red para supervisar y controlar el tráfico, en lo que respecta al tráfico ofrecido y a la validez de la conexión ATM, en el acceso del usuario y en el acceso de la red, respectivamente. Su principal finalidad es proteger los recursos de la red contra un comportamiento inadecuado, ya sea deliberado o involuntario y capaz de afectar a la calidad de servicio de otras conexiones ya establecidas, mediante la detección de las violaciones de los parámetros negociados y la adopción de las medidas pertinentes.
- Control de prioridad: el usuario puede generar diferentes flujos de tráfico prioritario utilizando el bit de prioridad de pérdida de célula (véase la Recomendación I.150). En caso necesario, un elemento de red congestionado puede descartar selectivamente células con baja prioridad para proteger en la mayor medida posible la calidad de funcionamiento de la red para las células con elevada prioridad.
- Otras funciones de control quedan en estudio.

Como requisito general, es conveniente lograr un alto grado de congruencia entre las capacidades de control de tráfico descritas anteriormente.

1.3 Configuración de referencia para el control de tráfico y el control de congestión

La configuración de referencia que aparece a continuación se utiliza para el control de tráfico y el control de congestión (Figura 1).

1.4 Eventos, acciones, escalas temporales y tiempos de respuesta

En la Figura 2 se muestran las escalas temporales en las cuales tienen lugar diversas funciones de control de tráfico y control de congestión. El tiempo de respuesta representa la rapidez de reacción de los controles. Por ejemplo, el descarte de células puede reaccionar en un lapso del orden del tiempo que toma la inserción de una célula. De manera similar, los controles de realimentación pueden reaccionar en la escala temporal de los tiempos de propagación de ida y retorno. Puesto que se necesitan funciones de control de tráfico y de gestión de recursos con diferentes escalas temporales, es probable que no baste con una sola función.

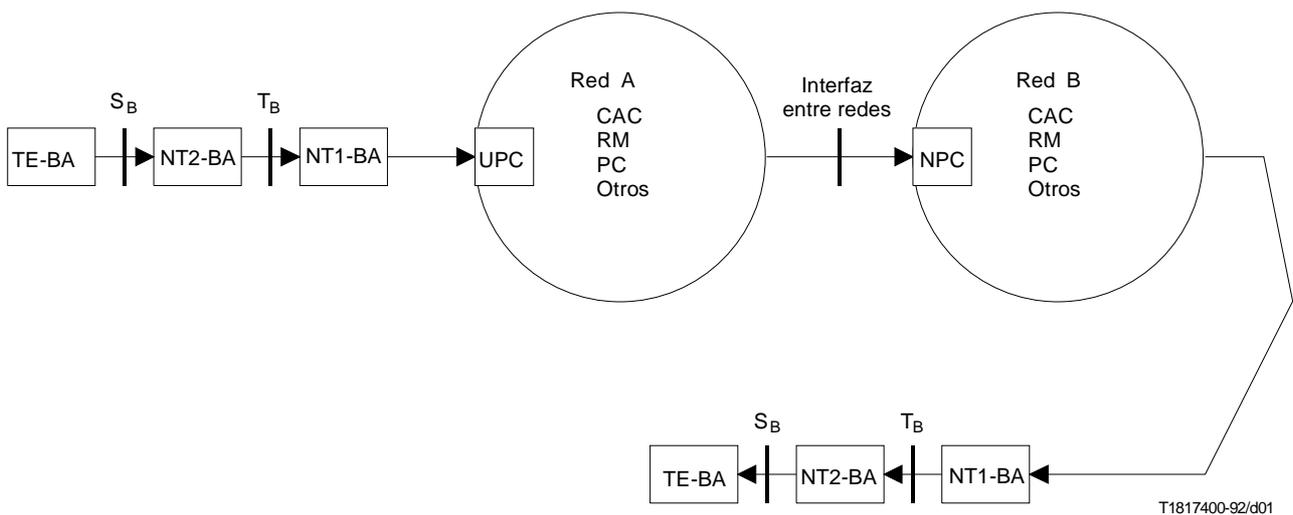
1.5 Calidad de servicio, calidad de funcionamiento de red y prioridad de pérdida de células

La calidad de servicio de la capa ATM viene definida por un conjunto de parámetros, como el retardo y la sensibilidad a la variación del retardo, la tasa de pérdida de células, etc. Otros parámetros de calidad de servicio (QOS) quedan en estudio.

Un usuario pide una QOS de capa ATM específica entre las clases de QOS que proporciona la red. Esta petición forma parte del contrato de tráfico en el momento del establecimiento de la conexión (véase 2.3.1). La red se compromete a proporcionar la calidad de servicio solicitada mientras el usuario cumpla el contrato de tráfico. Si el usuario viola el contrato de tráfico, la red no necesita proporcionar la calidad de servicio convenida.

Un usuario puede pedir como máximo dos clases de QOS diferentes para una misma conexión ATM, que varían con respecto a los objetivos de tasa de pérdida de células. El bit de prioridad de pérdida de células del encabezamiento de célula ATM permite dos objetivos de tasa de pérdida de células para una conexión ATM determinada.

La finalidad de los objetivos de calidad de funcionamiento de red en el punto de acceso al servicio ATM (SAP ATM) es aprovechar la capacidad de la red para proporcionar la calidad de servicio de capa ATM solicitada. La función de las capas superiores, incluida la AAL, es traducir esta QOS de capa ATM en cualquier QOS específica solicitada.



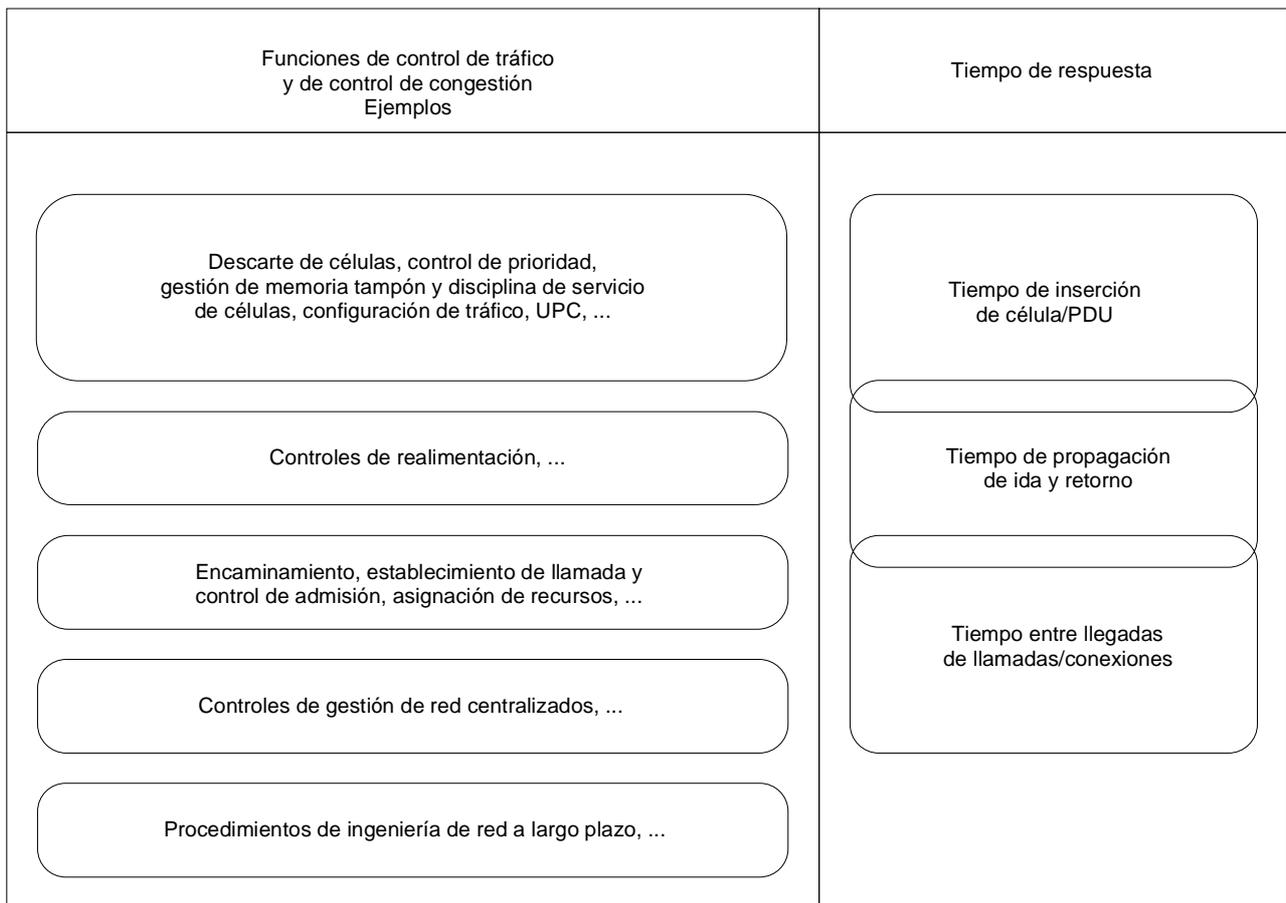
T1817400-92/d01

- UPC Control de parámetro de utilización (*usage parameter control*)
- CAC Control de admisión de conexión (*connection admission control*)
- PC Control de prioridad (*priority control*)
- NPC Control de parámetro de red (*network parameter control*)
- RM Gestión de recursos (*resource management*)
- Otros Quedan en estudio

NOTAS

- 1 NPC también puede aplicarse en algunas interfaces red-red (*NNI, network-network interface*) dentro de una misma red.
- 2 Las flechas indican la dirección del flujo de células.

FIGURA 1/I.371
**Configuración de referencia del control de tráfico
 y el control de congestión**



T1817410-92/d02

FIGURA 2/I.371

Tiempos de respuesta de las funciones de control

2 Descriptores y parámetros de tráfico

Los parámetros de tráfico describen las características de tráfico de una conexión ATM. Estos parámetros están agrupados en descriptores de tráfico fuente para el intercambio de información entre el usuario y la red.

En los procedimientos de control de admisión de conexión se utilizarán los descriptores de tráfico fuente para asignar recursos y obtener parámetros para el funcionamiento de UPC/NPC.

2.1 Definiciones

A los efectos de esta Recomendación, se aplican las definiciones siguientes:

2.1.1 Parámetros de tráfico: Un parámetro de tráfico es una especificación de un aspecto particular del tráfico. Puede ser cualitativo o cuantitativo.

Los parámetros de tráfico pueden describir, por ejemplo, la velocidad de célula de cresta, la velocidad de célula promedio, las características de ráfaga, la duración de cresta y el tipo de fuente (por ejemplo, teléfono, videoteléfono).

En la presente Recomendación sólo se define la velocidad de célula de cresta.

Algunos de los parámetros mencionados están subordinados entre sí (por ejemplo, las características de ráfaga dependen de la velocidad de célula de cresta y de la velocidad de célula promedio).

2.1.2 descriptores de tráfico: El descriptor de tráfico ATM es la lista genérica de los parámetros de tráfico que pueden utilizarse para adoptar las características de tráfico intrínsecas de una conexión ATM.

Queda en estudio la introducción de parámetros adicionales para mejorar los procedimientos de gestión de los recursos de red o para adoptar las características de tráfico de un nuevo tipo de conexión.

En la fase de establecimiento de la conexión el usuario tiene que proporcionar una descripción de las características del tráfico que puede ofrecer cualquier conexión solicitada.

Un descriptor de tráfico fuente es el conjunto de parámetros de tráfico que pertenecen al descriptor de tráfico ATM utilizado durante el establecimiento de la conexión para adoptar las características de tráfico intrínsecas de la conexión solicitada por la fuente.

2.2 Requisitos

Todo parámetro de tráfico que intervenga en un descriptor de tráfico fuente debe:

- ser comprensible para el usuario o su terminal; la conformidad debe ser posible;
- participar en esquemas de atribución de recursos que satisfagan los requisitos de calidad de funcionamiento de red;
- ser aplicable por el UPC y el NPC.

Estos criterios deben respetarse, pues los usuarios pueden tener que proporcionar estos parámetros de tráfico en el momento del establecimiento de la conexión. Además, estos parámetros de tráfico deben ser de utilidad para el procedimiento CAC, de modo que se puedan mantener los objetivos de calidad de funcionamiento de red una vez aceptada la conexión. Por último, el UPC/NPC debe poder forzar su aplicación para mantener la calidad de funcionamiento de red en caso de utilización no conforme.

2.3 Contrato de tráfico usuario-red

2.3.1 definición de contrato de tráfico: Para aplicar con eficacia los procedimientos CAC y UPC/NPC es necesario conocer ciertos parámetros: éstos deben tener en cuenta el descriptor de tráfico fuente, la QOS requerida y la tolerancia a CDV (véase 2.4) para decidir si se puede aceptar la conexión solicitada.

El descriptor de tráfico fuente, la QOS requerida para una determinada conexión ATM, y la tolerancia máxima a CDV atribuida al CEQ definen el contrato de tráfico en el punto de referencia T_B . El usuario declara los descriptores de tráfico fuente y la calidad de servicio en el momento del establecimiento de la conexión por medio de señalización o en virtud de un abono. Hay que determinar mediante estudios ulteriores si la máxima tolerancia admisible a la variación del retardo de célula también ha de negociarse mediante abono o para cada conexión.

Los procedimientos CAC y UPC/NPC son específicos de cada operador. Una vez que la conexión ha sido aceptada, la red fija el valor de los parámetros CAC y UPC/NPC con arreglo a los principios del explotador de la red.

NOTA – El UPC/NPC tiene que declarar y hacer aplicar todas las conexiones ATM para las que se utilizan funciones relacionadas con la conexión (CRF, *connection related functions*) de la red. La calidad de funcionamiento de la capa ATM sólo puede garantizarse para las conexiones que cumplen los requisitos ATM. Por ejemplo, las conexiones de canal virtual (VCC, *virtual channel connection*) individuales dentro de una conexión de trayecto virtual (VPC, *virtual path connection*) de extremo a extremo de usuario no se declaran ni se aplican obligadamente en el UPC, y por tanto no se les puede asegurar ninguna calidad de servicio de capa ATM.

2.3.2 Descriptores de tráfico fuente, calidad de servicio y prioridad de pérdida de células

Si un usuario solicita dos niveles de prioridad para una conexión ATM, según indica el valor del bit CLP, las características de tráfico intrínsecas de ambos componentes del flujo de células han de caracterizarse en el descriptor de tráfico fuente. Esto se hace mediante un conjunto de parámetros de tráfico asociados con el componente $CLP = 0$ y un conjunto de parámetros de tráfico asociados con el componente $CLP = 0 + 1$.

Como se indica en 1.5, la red proporciona una calidad de servicio de capa ATM para cada uno de los componentes ($CLP = 0$ y $CLP = 0 + 1$) de una conexión ATM. El contrato de tráfico especifica la elección de una calidad de servicio en particular (entre las ofrecidas por el operador de la red) para cada uno de los componentes de la conexión ATM. Las especificaciones de calidad de servicio ofrecidas para el componente $CLP = 1$ pueden ser limitadas.

Los objetivos de tasa de pérdida de células quedan en estudio.

2.3.3 Repercusiones de la variación del retardo de célula sobre el UPC/NPC y la atribución de recursos

Las funciones de capa ATM (por ejemplo, multiplexión de células) pueden alterar las características de tráfico de las conexiones ATM al introducir variaciones del retardo de célula, según se ilustra en la Figura 3. Cuando se multiplexan las células de dos o más conexiones ATM, las células de una conexión ATM determinada pueden retrasarse mientras se insertan células de otra conexión ATM a la salida del multiplexor. De manera similar, algunas células pueden ser retrasadas mientras se insertan la tara de capa física o células OAM. Por lo tanto, el intervalo de tiempo que transcurre entre la recepción de una petición de datos de célula ATM en el punto extremo de una conexión ATM y el instante en que el UPC/NPC recibe la indicación de datos de célula ATM es un poco aleatorio. Además, la multiplexión AAL puede dar lugar a una variación del retardo de célula.

El mecanismo UPC/NPC no debe descartar ni marcar células en una conexión ATM si la fuente está en conformidad con el descriptor de tráfico fuente negociado en el momento del establecimiento de la conexión. No obstante, si la CDV no está limitada en el punto en el cual se realiza la función UPC/NPC, no es posible concebir un mecanismo UPC/NPC idóneo y atribuir recursos adecuadamente. Por lo tanto, es preciso normalizar el valor máximo admisible de CDV de borde a borde, por ejemplo, entre el punto extremo de la conexión ATM y T_B , entre T_B e interfaz entre redes, y entre interfaces entre redes (véase la Figura 1).

La normalización de un número de valores de tolerancia a CDV inferiores al valor máximo admisible aplicable a ciertas interfaces, por ejemplo, para cada abonado o para cada conexión, queda en estudio.

El UPC/NPC debe tener en cuenta el efecto de la CDV máxima permitida en las conexiones ATM dentro del límite resultante de la CDV acumulada atribuida a redes situadas en puntos anteriores (incluido el equipo del cliente).

La conformación de tráfico compensa parcialmente los efectos de la CDV sobre la velocidad de célula de cresta de la conexión ATM. Algunos ejemplos del mecanismo de conformación de tráfico son el reespaciamiento de células de las conexiones ATM individuales de conformidad con su velocidad de célula de cresta, o la aplicación de sistemas adecuados de servicio de cola de espera.

Los valores de la variación del retardo de célula están relacionados con la calidad de funcionamiento de red.

La definición de un descriptor de tráfico fuente y la normalización de una CDV máxima admisible pueden no ser suficientes para que una red atribuya los recursos adecuadamente. Al atribuir los recursos la red debe tener en cuenta el caso más desfavorable del tráfico que pasa a través del UPC/NPC, para evitar degradaciones a otras conexiones ATM. Este caso más desfavorable depende de la realización específica del UPC/NPC. Los compromisos entre la complejidad del UPC/NPC, el caso de tráfico más desfavorable y la optimización de los recursos de red quedan a discreción de los operadores de red. La cantidad de recursos de red disponibles y la calidad de funcionamiento que ha de ofrecerse para satisfacer los requisitos de QOS pueden influir en estos compromisos.

2.4 Especificaciones del parámetro de tráfico

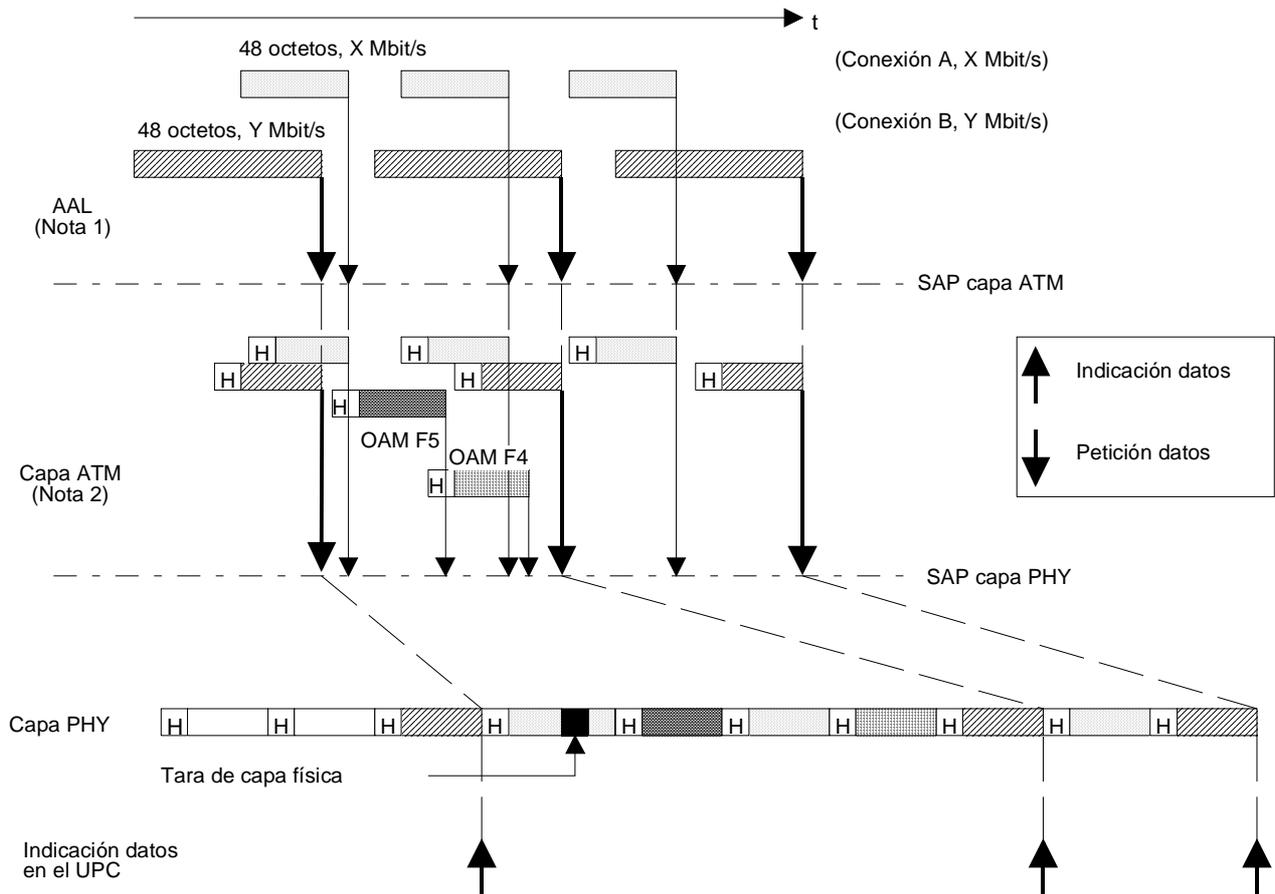
La velocidad de célula de cresta es un parámetro de tráfico obligatorio que debe declararse explícita o implícitamente en todo descriptor de tráfico fuente. Además de la velocidad de célula de cresta de una conexión ATM, el usuario tiene la obligación de declarar explícita o implícitamente la tolerancia de la variación del retardo de célula τ en el correspondiente contrato de tráfico.

Los parámetros normalizados adicionales, más allá de la velocidad de célula de cresta, que se puedan especificar en el futuro permitirán una mejora considerable en la utilización de la red.

2.4.1 Velocidad de célula de cresta

La siguiente definición se aplica a las conexiones ATM que admiten servicios a velocidad binaria constante y variable.

La velocidad de célula de cresta en el descriptor de tráfico fuente especifica un límite superior con respecto al tráfico que se puede presentar en una conexión ATM. La aplicación obligatoria de este límite por parte del UPC/NPC permite al operador de la red atribuir suficientes recursos para garantizar que se logran los objetivos de calidad de funcionamiento (por ejemplo, para la velocidad de pérdida de células).



NOTAS

- 1 Las unidades de datos de servicio (*SDU service data unit*) ATM se acumulan a la velocidad binaria de servicio de capa superior. Además, puede producirse CDV también debido a la multiplexión en la AAL.
- 2 El retardo y la variación del retardo debidos al control de flujo genérico (*GFC generic flow control*) forman parte del retardo y de la variación del retardo introducidos por la capa ATM.
- 3 La CDV también puede ser causada por la red, debido a los retardos de cola aleatorios que sufre cada célula en los concentradores, conmutadores y repartidores.

FIGURA 3/I.371
Orígenes de la variación de retardo de célula

2.4.1.1 Definición de la velocidad de célula de cresta de una VPC/VCC

Ubicación:

En el punto de acceso al servicio (SAP, *service access-point*) de la capa física para un terminal equivalente que representa la VPC/VCC (se trata únicamente de una configuración de referencia; véase la Figura 4).

Evento básico:

Petición de envío de una ATM_PDU en el terminal equivalente.

Definición:

La velocidad de célula de cresta de la conexión ATM es la inversa del tiempo mínimo T entre las llegadas de dos eventos básicos definidos supra. T es el intervalo de emisión de cresta de la conexión ATM.

Actualmente, el descriptor de tráfico fuente de una conexión ATM se reduce a la velocidad de célula de cresta definida anteriormente.

Cabe destacar que el control de la conformidad de la velocidad de célula de cresta por el UPC/NPC exige que se especifique la tolerancia a la CDV τ atribuida a la porción anterior de la conexión ATM (véase 2.3.1). Posteriormente se estudiará si resultaría útil utilizar parámetros adicionales.

En un terminal con una sola AAL y sin flujos OAM de capa ATM, la ubicación y el evento básico son equivalentes a los que figuran a continuación.

Ubicación:

En el SAP de la capa ATM.

Evento básico:

Petición de envío de una ATM_SDU.

Para poder atribuir recursos adecuadamente a una VPC/VCC hay que indicar una velocidad de célula de cresta, según se especifica anteriormente, para cada componente de la conexión ATM, esto es: subtren CLP = 0 (sin incluir OAM), subtren compuesto (CLP = 0 + 1) y subtren OAM. La tolerancia a la CDV tiene en cuenta la variación del retardo que estará presente en los respectivos subtrenes de célula de la conexión ATM. Sus valores e interpretación se definen mediante los algoritmos descritos en el Anexo A.

El Apéndice I contiene ejemplos de la aplicación de la definición de velocidad de célula de cresta a configuraciones específicas.

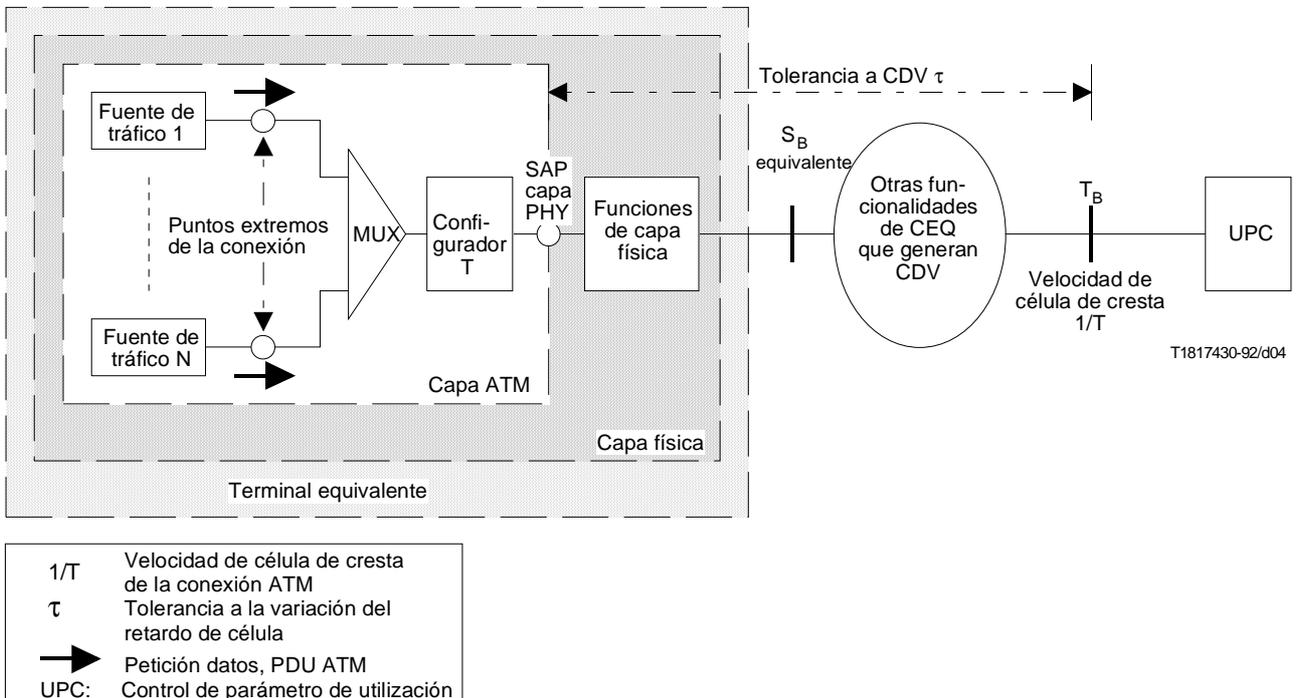


FIGURA 4/I.371

Configuración de referencia y terminal equivalente para la definición de la velocidad de célula de cresta de una conexión ATM

2.4.1.2 Especificación de la granularidad de la velocidad de célula de cresta

No se puede pedir a funciones de red tales como UPC/NPC que traten cualquier valor de velocidad de célula de cresta, sino únicamente un conjunto de valores limitado, discreto y finito. La lista ordenada de estos valores se denomina granularidad de velocidad de célula de cresta ATM.

Al igual que la definición de velocidad de célula de cresta, la especificación de la granularidad de velocidad de célula de cresta debe basarse también en el intervalo de emisión de cresta.

La granularidad de velocidad de célula de cresta ATM y su codificación quedan en estudio.

2.4.2 Otros parámetros de tráfico

Quedan en estudio.

3 Funciones y procedimientos de control de tráfico y control de congestión

3.1 Introducción

Las funciones genéricas de control de tráfico y de control de congestión se definen como un conjunto de acciones efectuadas por la red en todos los elementos de red pertinentes para evitar condiciones de congestión o minimizar sus efectos, y para evitar que el estado de congestión se propague una vez que ha tenido lugar.

En condiciones de funcionamiento normal, esto es, cuando no se registra ningún fallo en la red, las funciones que en la presente Recomendación se llaman funciones de control de tráfico están destinadas a evitar la congestión en la red.

No obstante, puede producirse una congestión, por ejemplo, a causa de un funcionamiento erróneo de las funciones de control de tráfico provocado por fluctuaciones estadísticas imprevisibles de los flujos de tráfico o por averías en la red. Por lo tanto, además de lo anterior, las funciones que en la presente Recomendación se denominan funciones de control de congestión están destinadas a reaccionar ante las condiciones de congestión de red con miras a minimizar su intensidad, difusión y duración.

3.1.1 Funciones de control de tráfico y de control de congestión

En la RDSI-BA se utilizará una serie de funciones de control de tráfico y de control de congestión para mantener la calidad de servicio de las conexiones ATM.

En esta Recomendación se describen las siguientes funciones:

- a) *Funciones de control de tráfico:*
 - i) Gestión de recursos de red (3.2.1).
 - ii) Control de admisión de conexión (3.2.2).
 - iii) Control de parámetro de utilización/red (3.2.3).
 - iv) Control prioritario y descarte de células selectivo (3.2.4).
 - v) Conformación del tráfico (3.2.5).
 - vi) Gestión de recursos rápida (3.2.6).
- b) *Funciones de control de congestión:*
 - i) Descarte de célula selectivo (3.3.1).
 - ii) Indicación de congestión hacia adelante explícita (3.3.2).

Pueden utilizarse más funciones de control. A continuación se indican algunas funciones que podrían resultar útiles pero que quedan en estudio para precisar sus detalles:

- Control de admisión de conexión, que reacciona ante la carga medida en la red y tiene en cuenta dicha carga.
- Variación de los parámetros supervisados de utilización por la red. Por ejemplo, reducción de la velocidad de cresta disponible para el usuario.
- Otras funciones de control de tráfico (por ejemplo, reencaminamiento, liberación de la conexión, funciones OAM) quedan en estudio.

Las repercusiones de la normalización del uso de estas funciones adicionales (por ejemplo, sobre la gestión de la capa ATM, la señalización usuario/red y el plano de control) quedan en estudio.

En las conexiones ATM se pueden proporcionar diferentes niveles de calidad de funcionamiento de red, mediante un encaminamiento, conformación de tráfico, control de prioridad y atribución de recursos adecuados, para satisfacer la calidad de funcionamiento de la capa ATM que requieren dichas conexiones.

3.2 Funciones de control de tráfico

3.2.1 Gestión de recursos de red

A continuación se describe el empleo de trayectos virtuales. Más adelante se estudiarán otras técnicas de funcionamiento combinado de redes.

3.2.1.1 Utilización de trayectos virtuales

Los trayectos virtuales son un componente importante del control de tráfico y de la gestión de recursos en la RDSI-BA. En lo que atañe al control de tráfico, las VPC pueden usarse para:

- simplificar el control de admisión de conexión (CAC, *connection admission control*);
- poner en práctica una forma de control de prioridad mediante la separación de los tipos de tráfico que requieren diferentes QOS;
- distribuir mensajes con eficacia en relación con el funcionamiento de los sistemas de control de tráfico (por ejemplo, para señalar la congestión en la red mediante la distribución de un mismo mensaje a todas las VCC que comprenden una VPC);
- agrupar servicios de usuario a usuario de forma tal que el UPC/NPC pueda ser aplicado al conjunto del tráfico;
- agrupar capacidades de red de forma tal que el NPC pueda ser aplicado al conjunto del tráfico.

Las VPC también pueden desempeñar una función clave en la gestión de los recursos de red. Si se reserva capacidad en una VPC, se reduce el tratamiento necesario para establecer VCC individuales. También pueden establecerse VCC tomando decisiones simples de admisión de conexión en los nodos en los cuales terminan VPC. Las estrategias para la reserva de capacidad en las VPC estarán determinadas por la relación entre los costes del aumento de la capacidad y los costes de la reducción del control. Estas estrategias quedan a criterio de los operadores de redes.

La calidad de funcionamiento de red de par a par en una VCC determinada depende de la calidad de funcionamiento de las VPC consecutivas utilizadas por esa VCC y de la manera en que las funciones relacionadas con la conexión de canal virtual (CRF(VC), *virtual channel connection related functions*) tratan dicha VCC (véase la Figura 5).

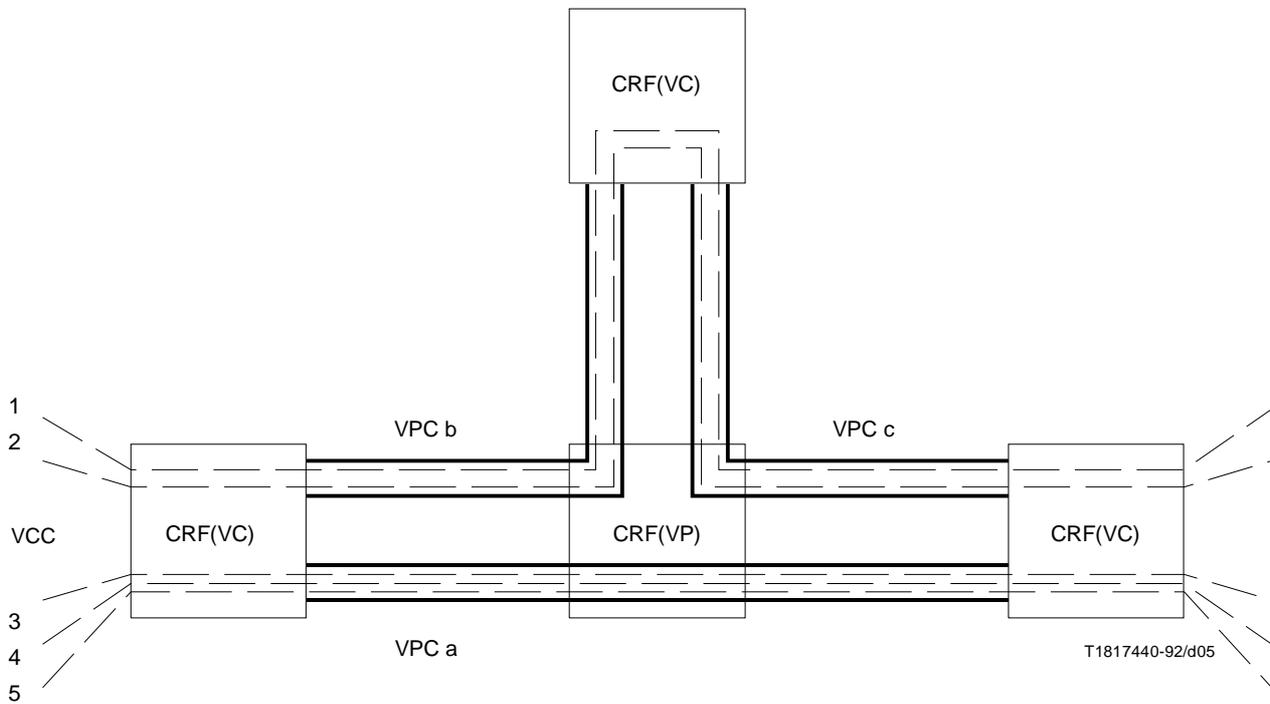
Si las CRF(VC) las tratan de manera similar, las diferentes VCC encaminadas a través de una misma secuencia de VPC tendrán una calidad de funcionamiento similar a lo largo de esa ruta, por ejemplo en lo que respecta a la velocidad de pérdida de células, el retardo de transferencia de célula y la variación del retardo de célula.

Por el contrario, cuando las VCC dentro de una VPC requieren una serie de QOS, los objetivos de calidad de funcionamiento de la VPC deben fijarse con arreglo a la VCC más exigente de las que se transporten. Más adelante se estudiará la repercusión sobre la atribución de recursos.

El control de admisión de llamada puede combinar un encaminamiento común y un control de prioridad por el CLP en el caso de los servicios que requieran cierto número de VCC con retardos diferenciales bajos y diferentes velocidades de pérdida de célula (por ejemplo, los servicios multimedia).

Sobre la base de las aplicaciones de VPC indicadas en 2.3.2/I.311, a saber:

- A) aplicación de usuario a usuario: la VPC se extiende entre un par de puntos de referencia T_B ;
- B) aplicación de usuario a red: la VPC se extiende entre un punto de referencia T_B y un nodo de red;
- C) aplicación de red a red: la VPC se extiende entre los nodos de red,



NOTAS

- 1 La calidad de funcionamiento de red que encuentran las VCC 1 y 2 depende de la calidad de funcionamiento de red de las VPC b y c y de la manera en que estas VCC son tratadas por las CFR(VC). Puede ser diferente de la calidad de funcionamiento de las VCC 3, 4 y 5, por lo menos debido a las diferentes calidades de funcionamiento de red proporcionadas por las VPC.
- 2 La calidad de funcionamiento de red que encuentran las VCC 3, 4 y 5 es similar en lo que respecta al retardo de célula y a la variación del retardo de célula si las CRF(VC) las tratan de manera similar, al tiempo que disponen de dos tasas de pérdida de células diferentes mediante la utilización del bit CLP.
- 3 En una VPC de usuario a usuario, la QOS experimentada por las diferentes VCC depende de la capacidad de los equipos del cliente para cursar tráfico.

FIGURA 5/I.371

Correspondencia entre las velocidades de pérdida de células para conexiones de canal virtual y conexiones de trayecto virtual

lo anterior implica lo siguiente:

En el caso A: puesto que la red no conoce la QOS de las VCC dentro de la VPC, el usuario tiene la responsabilidad de determinar la QOS necesaria de la VPC, de conformidad con las capacidades de la red.

En los casos B y C: la red conoce la QOS de las VCC transportadas dentro de la VPC y tiene que adaptarse a ellas.

La multiplexión estadística de los enlaces VC dentro de una VPC en la cual la cresta global de todos los enlaces VC puede exceder la capacidad de la conexión de trayecto virtual, sólo es posible cuando todos los enlaces de canal virtual dentro de la conexión de trayecto virtual puede tolerar la QOS resultante de esa multiplexión estadística. La gestión de esta situación queda en estudio.

En consecuencia, cuando el operador de la red efectúa una multiplexión estadística de enlaces de canal virtual, las conexiones de trayecto virtual se pueden utilizar para separar el tráfico, impidiendo de ese modo la multiplexión estadística con otros tipos de tráfico. La necesidad de esta separación implica que puede precisarse más de una conexión de trayecto virtual entre los pares de origen y de destino de la red para ofrecer una gama completa de calidades de servicio entre ellos. Las consecuencias de este requisito quedan en estudio.

3.2.1.2 Otras técnicas de funcionamiento combinado de redes

Quedan en estudio.

3.2.2 Control de admisión de conexión

3.2.2.1 Generalidades

El control de admisión de conexión se define como el conjunto de acciones que realiza la red en la fase de establecimiento de la llamada (o durante la fase de renegociación) para determinar si una conexión de canal virtual o una conexión de trayecto virtual puede ser aceptada o se debe rechazar.

Sobre la base del control de admisión de conexión en una red ATM, una petición de conexión para una llamada determinada se acepta únicamente cuando se dispone de suficientes recursos para establecer la llamada a través de la red con la calidad de servicio requerida y para mantener la calidad de servicio convenida de las llamadas existentes. Esto se aplica asimismo a la renegociación de los parámetros de conexión de una llamada.

En un entorno RDSI-BA, una llamada puede requerir más de una conexión (por ejemplo, para servicios multimedios o pluripartitos como la videotelefonía o la videoconferencia). En este caso deben aplicarse procedimientos de control de admisión de conexión a cada conexión de canal virtual o de trayecto virtual.

El control de prioridad que utiliza el bit CLP permite como máximo dos objetivos de tasa de pérdida de células para las conexiones ATM. La sensibilidad al retardo forma parte de la calidad de servicio (QOS) requerida.

En el caso de un servicio que se presta a petición, los procedimientos de establecimiento de la conexión permitirán al CAC obtener por lo menos la siguiente información:

- descriptores de tráfico fuente;
- clase de QOS requerida.

Cuando se trata de un servicio permanente o reservado (por ejemplo, que utiliza una conexión de trayecto virtual o de canal virtual permanente), esta información se indica con un procedimiento OAM adecuado, ya sea en línea (por ejemplo, señalización) o fuera de línea (por ejemplo, orden de servicio).

El control de admisión de conexión utiliza esta información para determinar:

- si la conexión puede o no aceptarse;
- los parámetros de tráfico que necesita el control de parámetro de utilización;
- el encaminamiento y la atribución de los recursos de red.

La función del control de prioridad en el control de admisión de conexión se estudiará con mayor detalle. La subcláusula 3.2.4 contiene información adicional sobre el control de prioridad.

3.2.2.2 Parámetros del control de admisión de conexión

3.2.2.2.1 Clase de calidad de servicio requerida

Para una conexión ATM, el usuario indica como máximo dos clases de calidad de servicio entre las clases que proporciona la red que difieren únicamente en la tasa de pérdida de células. Las clases de calidad de servicio específicas quedan en estudio.

3.2.2.2.2 Negociación de las características de tráfico

El usuario negociará las características de tráfico de las conexiones ATM con la red en el momento del establecimiento de la conexión. Estas características se pueden volver a negociar durante la vida de la conexión, a solicitud del usuario. La red puede limitar la frecuencia de estas renegociaciones.

El procedimiento de renegociación y su efecto sobre la complejidad de los elementos de red serán objeto de ulteriores estudios.

3.2.2.3 Atribución de recursos

Para poder garantizar la calidad de funcionamiento de la red y proteger a la red es preciso atribuir recursos a los flujos de tráfico $CLP = 0$ y $CLP = 1$.

Se pueden aplicar diferentes estrategias de atribución de recursos de red para los flujos de tráfico $CLP = 0$ y $CLP = 1$. Además, al realizar el control de admisión de conexión se pueden utilizar informaciones tales como la carga medida de la red. Esto puede permitir al operador de la red un mayor grado de utilización de ésta, sin dejar de satisfacer los objetivos de calidad de servicio.

Los esquemas de atribución de recursos se estudiarán más adelante. La decisión al respecto puede ser responsabilidad del operador de la red.

3.2.3 Control de parámetros de utilización y control de parámetros de red

El control de parámetros de utilización (UPC) y el control de parámetros de red (NPC) realizan funciones similares en interfaces diferentes: la función UPC tiene lugar en la interfaz usuario-red, mientras que la función NPC se efectúa en las interfaces entre redes.

Se recomienda el empleo de la función UPC, pero la utilización de NPC es una opción de la red. Independientemente de que el operador decida utilizar o no la función NPC, deberán satisfacerse los objetivos de calidad de funcionamiento de borde de red a bordo de red y de usuario a usuario.

3.2.3.1 Funciones UPC/NPC

El control de parámetros de utilización y el control de parámetros de red se definen como el conjunto de acciones que realiza la red para supervisar y controlar el tráfico, en lo que respecta al tráfico ofrecido y a la validez de la conexión ATM, en el acceso de usuario y en el acceso de red, respectivamente. Su principal finalidad es proteger los recursos de red contra un comportamiento erróneo, ya sea intencional o involuntario, que pueda afectar la calidad de servicio de otras conexiones ya establecidas, mediante la detección de las violaciones de los parámetros negociados y la adopción de medidas adecuadas.

La supervisión de conexión abarca todas las conexiones que atraviesan la interfaz usuario-red (UNI, *user-network interface*) o la interfaz entre redes. El control de parámetros de utilización y el control de parámetros de red se aplican tanto a los usuarios VCC/VPC como a los canales virtuales de señalización. Los métodos para supervisar los canales de metaseñalización y los flujos OAM quedan en estudio.

La supervisión necesaria para el control de parámetros de utilización y el control de parámetros de red se lleva a cabo con respecto a las VCC y VPC, respectivamente, mediante las dos acciones siguientes:

- 1) verificando la validez de los identificadores de trayecto virtual (VPI, *virtual path identifier*) y de los identificadores de canal virtual (VCI, *virtual channel identifier*) (por ejemplo, si se asignan o no valores VPI/VCI), y supervisando el tráfico que entra en la red procedente de las VCC activas para garantizar que no se transgreden los parámetros convenidos;
- 2) comprobando la validez de los VPI (por ejemplo, si se asignan o no valores VPI) y supervisando el tráfico que entra en la red procedente de las VPC activas para garantizar que no se transgreden los parámetros convenidos.

3.2.3.2 Requisitos UPC/NPC

Es preciso estudiar la necesidad de un algoritmo UPC/NPC normalizado, así como su definición. Se pueden mencionar cierto número de características que serían deseables en el algoritmo UPC/NPC:

- capacidad de detectar cualquier situación de tráfico ilegal;
- selectividad con respecto a la gama de los parámetros verificados (esto es, el algoritmo tendría que determinar si el comportamiento del usuario está dentro de la región de aceptación);
- rápido tiempo de respuesta a las transgresiones de los parámetros;
- simplicidad de aplicación.

Hay dos conjuntos de requisitos relacionados con el UPC/NPC:

- los que guardan relación con las degradaciones de la calidad de servicio que puede causar directamente el UPC/NPC en el flujo de células del usuario;
- los que están relacionados con los recursos que el operador debe atribuir a un trayecto/canal determinado y la manera en que la red pretende proteger esos recursos contra un comportamiento erróneo por parte del usuario o de otra red (debido a condiciones de avería o mala intención).

En la práctica existe cierta incertidumbre al determinar los valores de los parámetros controlados. De ahí que, para lograr un control adecuado, sea necesario definir tolerancias para el control de los parámetros de calidad. La definición de estas tolerancias queda en estudio.

Se han identificado dos parámetros de calidad de funcionamiento. Estos se tienen que considerar al evaluar la calidad de funcionamiento de los mecanismos UPC/NPC. Los métodos de evaluación de la calidad de funcionamiento UPC/NPC y la necesidad de normalizar estos métodos quedan en estudio:

- Tiempo de respuesta: tiempo necesario para detectar una determinada situación de no conformidad en una VPC/VCC en determinadas condiciones de referencia.
- Transparencia: para el mismo conjunto de condiciones de referencia, exactitud con la cual el UPC/NPC inicia las acciones de control adecuadas en una conexión no conforme y evita acciones de control inadecuadas en una conexión conforme.

Se estudiarán otros parámetros de calidad de funcionamiento UPC/NPC.

Un mecanismo UPC/NPC puede cometer errores al realizar acciones de control en una conexión conforme, es decir, declarando no conforme una célula aunque la conexión sea de hecho conforme. También puede omitir por error las acciones de control que correspondería realizar en una conexión no conforme.

Las acciones inadecuadas que realice el UPC/NPC en una conexión conforme forman parte de la degradación general de la calidad de funcionamiento. Se pueden fijar márgenes de seguridad en función del algoritmo UPC/NPC para limitar la degradación introducida por el UPC/NPC.

Las acciones realizadas para controlar el tráfico en exceso, en caso de violación del contrato de tráfico, no deben incluirse en la degradación de la calidad de funcionamiento atribuida al UPC/NPC.

Es necesario considerar asimismo el efecto del UPC/NPC sobre el retardo de célula. El retardo de célula y la variación del retardo de célula introducidos por el UPC/NPC forman parte también del retardo y de la variación del retardo atribuidos a la red.

3.2.3.2.1 Calidad de funcionamiento del UPC/NPC relativo a la velocidad de célula de cresta

Actualmente se está considerando, con fines relacionados con la calidad de funcionamiento de red, un método para determinar si un flujo de tráfico está en conformidad con una velocidad de célula de cresta negociada en una interfaz determinada. La no conformidad se puede medir mediante un proceso de medición unipuntual en función de la relación γ_M entre el número de células que exceden lo estipulado en el contrato de tráfico y el número total de células presentadas.

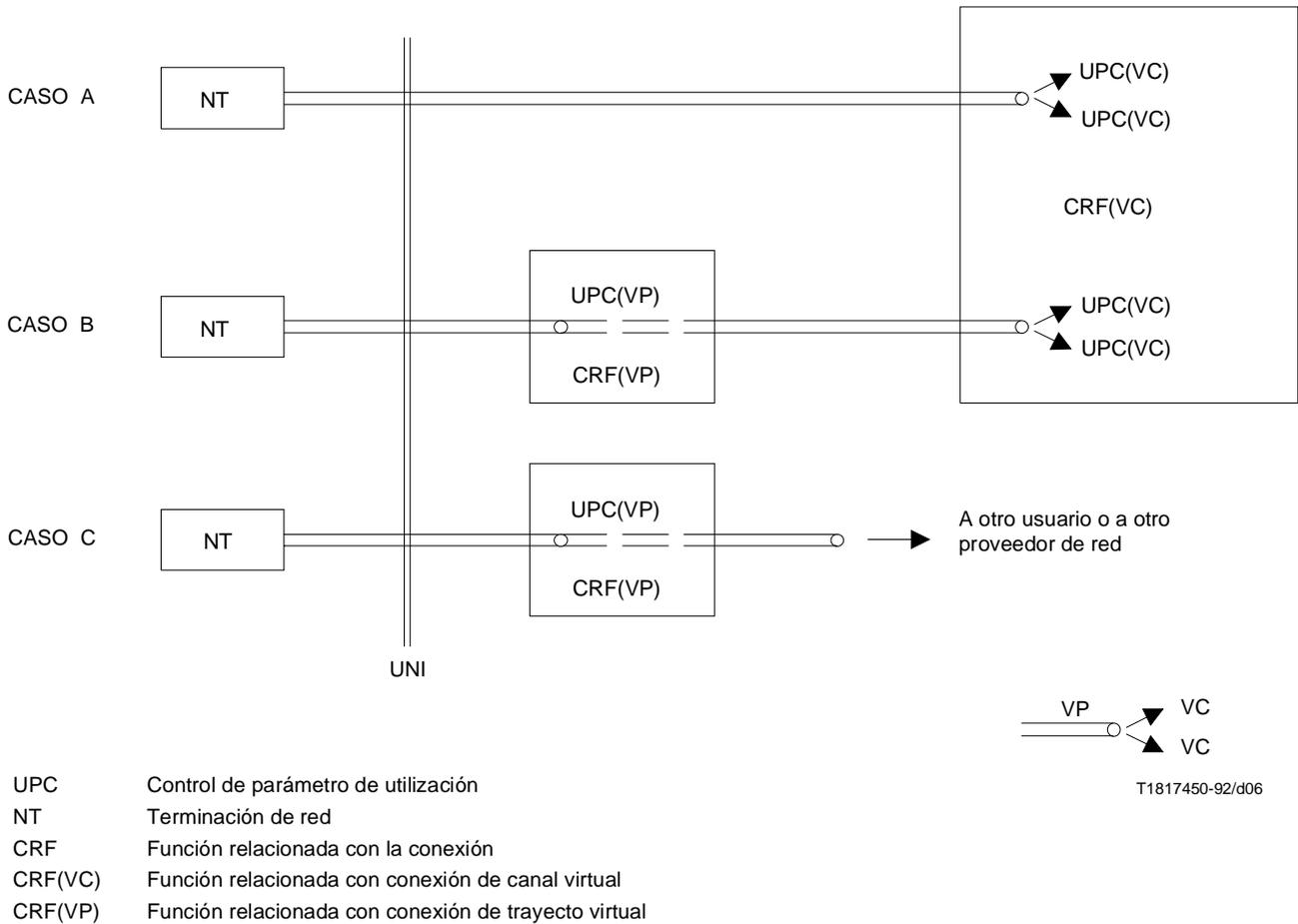
Un UPC/NPC ideal que aplicase el proceso de medición unipuntual sólo realizaría acciones de control en cierto número de células, de acuerdo con dicha relación. Aunque el proceso permite tomar una decisión sobre la base de una sola célula, no es posible predecir qué células de una conexión no conforme se verán afectadas por la acción de control (a causa del escalonamiento de la medición).

Según la definición de conformidad de un flujo de tráfico para una velocidad de célula de cresta, la transparencia de un mecanismo UPC/NPC puede definirse en función de la exactitud con la cual este mecanismo se aproxime al mecanismo ideal, esto es, la diferencia entre la tasa de control de referencia γ_M y la tasa de control real γ_p . Una diferencia positiva significa que el UPC/NPC está realizando menos acciones de control de las que realizaría un proceso de medición. Una diferencia negativa significa que el UPC/NPC está realizando acciones de control indebidas.

Será necesario estudiar la forma exacta de medir la transparencia de un mecanismo dado para el UPC/NPC relativo a la velocidad de célula de cresta y su dependencia con respecto al tiempo.

3.2.3.3 Ubicación de UPC

El control de parámetro de utilización se aplica a las VCC o VPC en el punto donde termina el primer enlace VP o VC dentro de la red. Existen tres posibilidades, según se ilustra en la Figura 6:



NOTAS

- 1 En el caso A, el valor del VPI no identifica una VPC negociada.
- 2 La provisión de UPC en otros sitios queda en estudio.

FIGURA 6/I.371

Ubicación de las funciones de control de parámetros de utilización

NOTA – En los siguientes casos, CRF(VC) es la función relacionada con la conexión de canal virtual y CRF(VP) es la función relacionada con la conexión de trayecto virtual. Una CRF(VC) o una CRF(VP) puede ser un concentrador VC o VP, respectivamente.

Caso A (Figura 6): Usuario conectado directamente a CRF(VC):

El control de parámetro de utilización se realiza dentro de la CRF(VC) en las VCC antes de ejecutar la función de conmutación (acción 1, 3.2.3.1).

Caso B (Figura 6): Usuario conectado a la CRF(VC) a través de la CRF(VP):

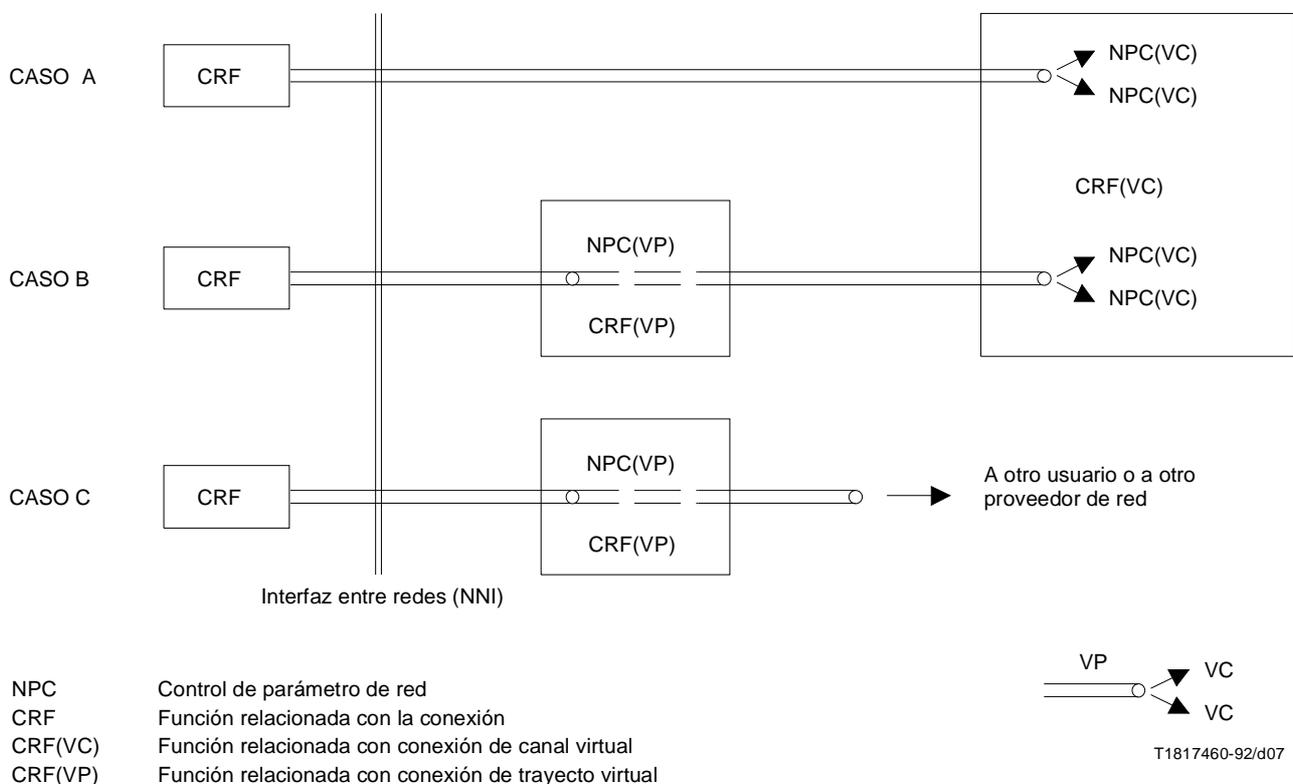
El control de parámetro de utilización se realiza dentro de la CRF(VP) en las VPC únicamente (acción 2, 3.2.3.1) y dentro de la CRF(VC) en las VCC únicamente (acción 1, 3.2.3.1).

Caso C (Figura 6): Usuario conectado a otro usuario o a otro proveedor de red a través de la CRF(VP):

El control de parámetro de utilización se realiza dentro de la CRF(VP) en las VPC únicamente (acción 2, 3.2.3.1). El control de parámetros de utilización de VCC lo realiza otro proveedor de red cuando CRF(VC) esté presente.

3.2.3.4 Ubicación de NPC

El control de parámetro de red se aplica a las VCC o VPC en el punto donde éstas terminan por primera vez dentro de la red. Existen tres posibilidades, según se ilustra en la Figura 7. Este tema queda en estudio.



NOTA – En los casos A Y B, el valor del VPI no identifica una VPC negociada.

FIGURA 7/I.371
Ubicación de las funciones de control de parámetros de red

NOTA – En los siguientes casos, CRF(VC) es la función relacionada con la conexión de canal virtual y CRF(VP) es la función relacionada con la conexión de trayecto virtual.

Caso A (Figura 7): La red originadora está conectada directamente a la CRF(VC):

El NPC se realiza dentro de la CRF(VC) antes de ejecutar la función de conmutación (acción 1, 3.2.3.1).

Caso B (Figura 7): La red originadora está conectada a la CRF(VC) a través de la CRF(VP):

El NPC se realiza dentro de la CRF(VP) en las VPC (acción 2, 3.2.3.1) únicamente antes de que se ejecute la función de conmutación de VP, y dentro de la CRF(VC) en las VCC (acción 1, 3.2.3.1) únicamente antes de que se ejecute la función de conmutación.

Caso C (Figura 7): La red originadora está conectada al usuario o a otro proveedor de red a través de la CRF(VP):

El NPC se realiza dentro de la CRF(VP) en las VPC únicamente (acción 2, 3.2.3.1). El control de parámetros de red de VCC lo realiza otro proveedor de red cuando la CRF(VC) está presente.

3.2.3.5 Parámetros de tráfico sujetos a control en el UPC/NPC

Los parámetros de tráfico que pueden ser objeto de control son los incluidos en el descriptor de tráfico fuente (véase 2). El hecho de que todos estos parámetros o un subconjunto de los mismos estén sujetos a control depende del CAC y del mecanismo UPC/NPC. La velocidad de célula de cresta tiene que controlarse para todos los tipos de conexión.

3.2.3.6 Acciones de UPC/NPC

El UPC/NPC está destinado a controlar el tráfico ofrecido por una conexión ATM para garantizar la observancia del contrato de tráfico negociado. El objetivo es que el usuario nunca pueda exceder las condiciones del contrato de tráfico.

A nivel de la célula, las acciones de la función UPC/NPC pueden consistir en:

- a) cursar células;
- b) reordenar células (cuando la conformación del tráfico y el control de parámetros de utilización están combinados; esta acción es facultativa);
- c) etiquetar células (facultativa para el operador de la red); el etiquetado de células se aplica únicamente a las células con CLP = 0 mediante la sobreescritura del bit CLP a 1;
- d) descartar células.

El cursado y el reordenamiento de células se efectúan en las células que según el UPC/NPC son conformes. El etiquetado y el descarte de células se efectúan en las células que según el UPC/NPC no son conformes.

Las acciones de supervisión específicas que han de llevarse a cabo dependen de la configuración de la red de acceso.

Además de las acciones a nivel de célula mencionadas, el UPC/NPC puede iniciar otra acción, de carácter facultativo, a nivel de conexión, a saber:

- liberación de la conexión.

3.2.3.7 Relación entre el UPC/NPC, la prioridad de pérdida de células y calidad de funcionamiento de la red

Cuando una conexión ATM utiliza la capacidad CLP a petición del usuario, los recursos de red se atribuyen a los flujos de tráfico con CLP = 0 y CLP = 1, tal como se describe en 3.2.2.3. Mediante un control de los flujos de tráfico con CLP = 0 y CLP = 0 + 1 (véase la Figura 8), una atribución de suficientes recursos y un encaminamiento adecuado, el operador de la red puede proporcionar las dos clases de calidad de servicio requeridas para los flujos de células con CLP = 0 y CLP = 0 + 1.

Si el operador de la red utiliza la opción de etiquetado, las células con CLP = 0 identificadas como no conformes por la función UPC/NPC realizada en el flujo con CLP = 0 se convierten en células con CLP = 1 y se fusionan con el flujo de tráfico con CLP = 1 presentado por el usuario antes de que el flujo de tráfico con CLP = 0 + 1 entre en el mecanismo UPC/NPC.

Cuando una célula es identificada como no conforme por la función UPC/NPC aplicada al flujo compuesto con CLP = 0 + 1, se la descarta.

Cuando no se han atribuido recursos de red adicionales al flujo de tráfico con CLP = 1 (ya sea a petición del usuario o porque la red así lo ha previsto), las células con CLP = 0 que han sido identificadas como no conformes por la función UPC/NPC se descartan. En este caso no es aplicable un etiquetado.

Puesto que la integridad de secuencia de células se mantiene en cualquier conexión ATM, el UPC/NPC, incluida su acción facultativa de etiquetado, debe funcionar en un único servidor, utilizando la disciplina de servicio «primero en entrar, primero en salir» (FIFO, *first in first out*) para cada conexión ATM.

En 3.2.3.2 se describen las acciones realizadas indebidamente por el UPC/NPC en conexiones ATM que son conformes. Estas acciones forman parte de la degradación de la calidad de funcionamiento atribuida al UPC/NPC y deben tener siempre un grado de probabilidad muy bajo.

Cuando se utiliza la capacidad CLP en una conexión ATM y el flujo compuesto con $CLP = 0 + 1$ no es conforme con el contrato de tráfico, la función UPC/NPC aplicada al flujo compuesto puede descartar células con $CLP = 0$ que dicha función no considera en exceso en el caso del tren de células con $CLP = 0$.

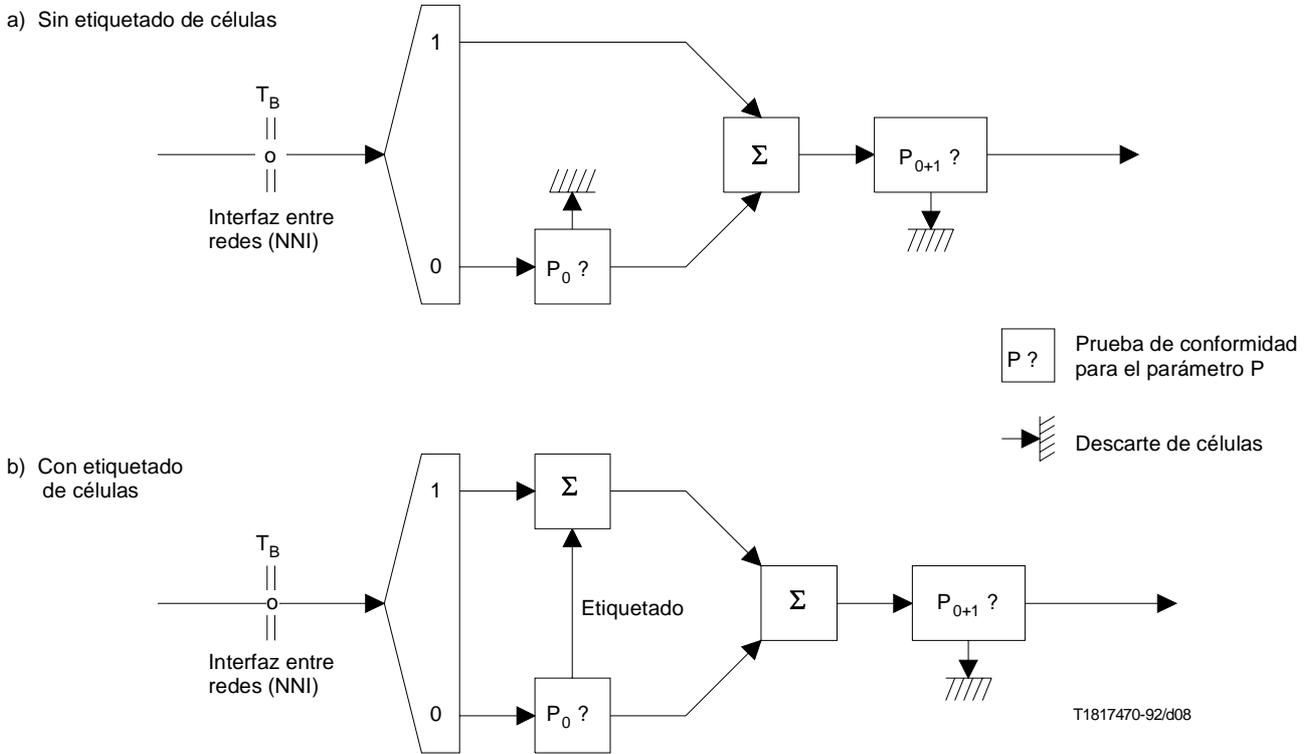


FIGURA 8/L371
Acciones posibles en el UPC/NPC

3.2.3.8 Relación entre UPC/NPC, OAM y gestión de red

El UPC/NPC puede proporcionar indicaciones de alarma OAM al usuario y a la gestión de red cuando se efectúan acciones de aplicación obligada en VCC/VPC no conformes (por ejemplo, descarte de células). Estas indicaciones de alarma pueden iniciar otras acciones obligadas (por ejemplo, liberación de la conexión). Este tema queda en estudio.

Dado que el flujo de salida de cualquier UPC debe estar en conformidad con el contrato negociado en el momento del establecimiento de la conexión, las alarmas debidas al comportamiento erróneo de los usuarios no se deben propagar a través de la red. Este tema queda en estudio.

La información OAM insertada en la capa ATM o por encima de ésta forma parte de la correspondiente conexión ATM. Por lo tanto, estará sujeta a una aplicación obligada por el UPC/NPC y necesita recursos debidamente atribuidos.

La utilización de células OAM para el control de tráfico y la gestión de recursos (por ejemplo, para calcular el retardo y la variación del retardo) será objeto de estudios ulteriores.

3.2.4 Control de prioridad y descarte selectivo de células

Los elementos de red pueden descartar selectivamente células del flujo de menor prioridad sin dejar de satisfacer los objetivos de calidad de funcionamiento de red en ambos flujos.

3.2.5 Conformación del tráfico

La conformación del tráfico es un mecanismo que altera las características de tráfico de un tren de células en una VCC o una VPC, para modificar esas características de la manera deseada. La conformación del tráfico debe mantener la integridad de la secuencia de células en la conexión ATM.

Algunos ejemplos de la conformación del tráfico son la reducción de la velocidad de célula de cresta, la limitación de la longitud de la ráfaga, la reducción de la variación del retardo de célula mediante un espaciado adecuado de las células en el tiempo, y los métodos de servicio de cola de espera.

La conformación de tráfico se puede utilizar con carácter facultativo junto con las funciones UPC adecuadas, a condición de que el retardo adicional permita ofrecer la calidad de servicio aceptable negociada en el momento del establecimiento de la llamada.

Las opciones de que dispone el operador de la red o el proveedor del servicio son las siguientes:

- reconformar el tráfico a la entrada de la red y atribuir recursos con miras a respetar tanto la CDV como el retardo de propagación atribuidos a la red;
- dimensionar la red a fin de poder absorber la CDV de entrada, y proporcionar un conformador a la salida;
- dimensionar la red a fin de poder absorber la CDV de entrada y cumplir con la CDV de salida sin ninguna función de conformación.

La conformación del tráfico se puede utilizar también en los equipos del cliente o en el terminal para garantizar que el tráfico generado por la fuente o en la interfaz usuario-red está en conformidad con el contrato de tráfico.

La conformación del tráfico es una opción para los operadores y los usuarios de las redes.

3.2.6 Gestión rápida de recursos

Las funciones de gestión rápida de recursos funcionan en la misma escala temporal que el retardo de propagación de ida y retorno de la conexión ATM. Las posibles funciones de gestión rápida de recursos quedan en estudio.

Una posible función sería la siguiente: para responder a un usuario que solicita el envío de una ráfaga, la red puede atribuir capacidad (por ejemplo, anchura de banda, espacio de memoria tampón) durante el periodo de la ráfaga. Cuando una fuente solicita un aumento de su velocidad de célula de cresta, tiene que esperar hasta que se hayan reservado recursos en todos los elementos de red a lo largo de la conexión ATM antes de poder utilizar la nueva velocidad de célula de cresta. Los parámetros UPC/NPC se ajustarán en consecuencia.

3.3 Funciones de control de congestión

Para el tráfico de baja prioridad pueden utilizarse algunas facilidades de control de velocidad adaptable en la capa ATM o por encima de ésta. Este tipo de técnicas reactivas aplicadas célula por célula quedan en estudio.

Se han identificado las siguientes funciones de control de congestión. Otras funciones de control de congestión quedan en estudio.

3.3.1 Descarte selectivo de células

Un elemento de red congestionado puede descartar células de manera selectiva identificadas explícitamente como pertenecientes a una conexión ATM no conforme y/o las células con mayor prioridad de pérdida de células (CLP = 1). Esto tiene por objeto fundamentalmente proteger durante el mayor tiempo posible los flujos con CLP = 0 de elevada prioridad.

3.3.2 Indicación de congestión explícita hacia adelante

La indicación de congestión explícita hacia adelante (EFCI, *explicit forward congestion indication*) es un mecanismo de notificación de congestión que se puede utilizar para ayudar a la red a evitar el estado de congestión y a recuperarse del mismo. Puesto que la utilización de este mecanismo por el equipo del cliente es facultativa, el operador de la red no debe depender de este mecanismo para controlar la congestión.

Un elemento de red en estado de congestión puede enviar una indicación de congestión explícita hacia adelante en el encabezamiento de la célula, de modo que esta indicación pueda ser examinada por el CEQ de destino. Por ejemplo, el CEQ del usuario final puede usar esta indicación para aplicar protocolos que aminoren de forma adaptable la velocidad de célula de la conexión durante la congestión. Un elemento de red que no se encuentre en estado de congestión no modificará el valor de esta indicación.

El mecanismo mediante el cual un elemento de red determina si hay o no congestión es una cuestión de realización práctica que no está sujeta a normalización. El mecanismo mediante el cual los protocolos de capa superior utilizan la indicación de congestión en el CEQ quedan en estudio.

El efecto de la indicación de congestión explícita hacia adelante sobre las funciones de control de tráfico y de control de congestión queda en estudio.

3.3.3 Reacción a los fallos de UPC/NPC

A causa de fallos del equipo (por ejemplo, en los dispositivos de control de parámetros de utilización o en otros elementos de la red), las características del tráfico controlado en el UPC/NPC pueden ser diferentes de los valores convenidos durante la fase de establecimiento de la llamada. Para hacer frente a estas situaciones es preciso concebir procedimientos específicos del plano de gestión (por ejemplo, a efectos de aislar el enlace averiado). Los efectos de estas situaciones de funcionamiento defectuoso sobre el control de parámetros de utilización quedan en estudio.

Anexo A

(a la Recomendación I.371)

Algoritmos de supervisión de la velocidad de célula de cresta que tienen en cuenta la tolerancia a la variación del retardo de célula

(Este anexo forma parte integrante de la presente Recomendación)

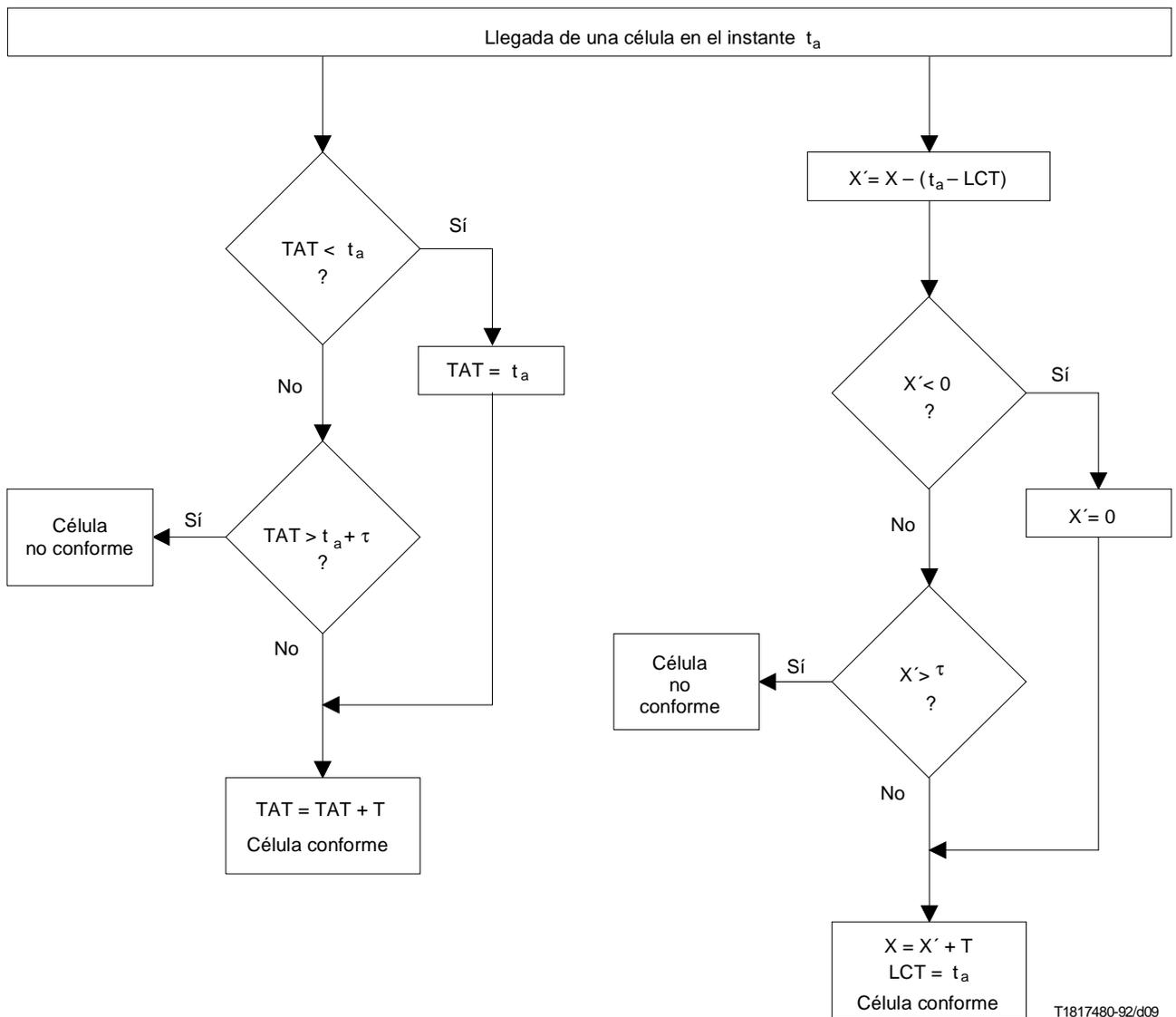
El presente Anexo proporciona dos ejemplos de algoritmos que pueden resultar útiles para supervisar la velocidad de célula de cresta ($1/T$) de una conexión ATM, teniendo en cuenta al mismo tiempo cierta tolerancia τ a la variación del retardo de célula (CDV). No se formula ninguna Recomendación con respecto a la aplicación práctica de estos algoritmos.

Un algoritmo de supervisión virtual (que puede estar ubicado dentro del terminal equivalente) determina si una petición ATM_PDU está o no en conformidad con los valores negociados del descriptor de velocidad de célula de cresta. Refleja el proceso de medición de la conformidad de la conexión, que actualmente se considera con fines relacionados con la calidad de funcionamiento.

Sea T el intervalo de emisión de cresta y τ la tolerancia a la variación del retardo de célula. τ corresponde a la magnitud de «distorsión» introducida, por ejemplo, por la multiplexión en el equipo del cliente antes del punto de referencia T_B o por la correspondencia de las peticiones ATM_PDU con los intervalos de tiempo de célula. τ puede fijarse en un valor igual a la diferencia entre los retardos de transferencia de célula máximo y mínimo a través de todos los equipos del cliente.

T y τ son los únicos parámetros que se necesitan para definir el algoritmo de supervisión virtual.

El algoritmo de supervisión virtual se describe en la Figura A.1. Se presentan dos versiones equivalentes de este algoritmo: el algoritmo de programación virtual (*virtual scheduling algorithm*) y el algoritmo de contador dinámico de estado continuo (*continuous state leaky bucket algorithm*). En la primera versión, τ se expresa en unidades de tiempo. En la segunda, la capacidad del contador dinámico medida en unidades de tiempo, es igual a $L_B = T + \tau$.



Algoritmo de programación virtual

TAT Instante de llegada teórico
(*theoretical arrival time*)

t_a Instante de llegada de una célula

En el instante de llegada t_a de la primera célula de la conexión, $TAT = t_a$

Algoritmo de contador dinámico de estado continuo

X Valor del contador dinámico

X' Variable auxiliar

LCT Último instante de conformidad
(*last compliance time*)

En el instante de llegada t_a de la primera célula de la conexión, $X = 0$ y $LCT = t_a$

FIGURA A.1/I.371

Versiones equivalentes del algoritmo de supervisión de velocidad de célula de cresta

Anexo B
(a la Recomendación I.371)

Lista de abreviaturas

(Este anexo forma parte integrante de la presente Recomendación)

AAL	Capa de adaptación ATM	<i>(ATM adaptation layer)</i>
ATM	Modo de transferencia asíncrona	<i>(asynchronous transfer mode)</i>
CAC	Control de admisión de conexión	<i>(connection admission control)</i>
CBR	Velocidad binaria constante	<i>(constant bit rate)</i>
CDV	Variación del retardo de célula	<i>(cell delay variation)</i>
CEQ	Equipo del cliente	<i>(customer equipment)</i>
CRF(VC)	Funciones relacionadas con conexión de canal virtual	<i>(virtual channel connection related functions)</i>
CRF(VP)	Funciones relacionadas con conexión de trayecto virtual	<i>(virtual path connection related functions)</i>
CLP	Prioridad de pérdida de de células (bit)	<i>(cell loss priority (bit))</i>
CLR	Tasa de pérdida de células	<i>(cell loss ratio)</i>
EFCI	Indicación de congestión explícita hacia adelante	<i>(explicit forward congestion indication)</i>
FIFO	Primero en entrar, primero en salir	<i>(first in first out)</i>
FRM	Gestión rápida de recursos	<i>(fast resource management)</i>
GFC	Control de flujo genérico	<i>(generic flow control)</i>
NPC	Control de parámetros de red	<i>(network parameter control)</i>
OAM	Operación y mantenimiento	<i>(operation and maintenance)</i>
PDU	Unidad de datos de protocolo	<i>(protocol data unit)</i>
PTI	Indicador de tipo de carga útil	<i>(payload type indicator)</i>
QOS	Calidad de servicio	<i>(quality of service)</i>
SAP	Punto de acceso al servicio	<i>(service access point)</i>
SDU	Unidad de datos de servicio	<i>(service data unit)</i>
UNI	Interfaz usuario-red	<i>(user network interface)</i>
UPC	Control de parámetros de utilización	<i>(usage parameter control)</i>
VBR	Velocidad binaria variable	<i>(variable bit rate)</i>
VCC	Conexión de canal virtual	<i>(virtual channel connection)</i>
VCI	Identificador de canal virtual	<i>(virtual channel identifier)</i>
VPC	Conexión de trayecto virtual	<i>(virtual path connection)</i>
VPI	Identificador de trayecto virtual	<i>(virtual path identifier)</i>

Apéndice I
(a la Recomendación I.371)

**Ejemplos de aplicación del terminal equivalente para
la definición de la velocidad de célula de cresta**

(Este apéndice no forma parte integrante de la presente Recomendación)

En 2.4.1 se utiliza un terminal equivalente para definir la velocidad de célula de cresta de una conexión ATM. A continuación se exponen dos ejemplos con el fin de aclarar los conceptos de intervalo de emisión de cresta T y de tolerancia a la variación del retardo de célula τ en T_B .

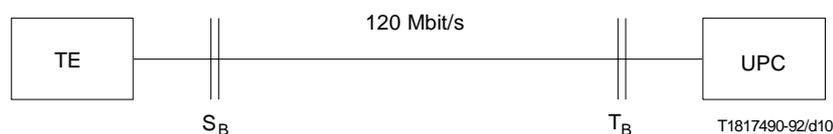
Para simplificar, la velocidad de transmisión en T_B se redondea en 150 Mbit/s. Δ es el tiempo de ciclo de célula en la interfaz T_B .

La terminología que se utiliza aquí es la correspondiente al algoritmo de programación virtual, según se indica en la Figura I.1.

Configuración 1

Esta configuración (Figura I.1) consiste en un solo terminal conectado a T_B mediante una sola VCC punto a punto.

Se generan peticiones de datos ATM_PDU cada $T = 1,25 \Delta$. Esto corresponde a una velocidad binaria de cresta de 120 Mbit/s.



Intervalo de emisión de cresta $T = 1,25 \Delta$
Velocidad de célula de cresta = $1/T$
Tolerancia τ a la variación del retardo de célula necesaria $e_B T = 0,75 \Delta$

FIGURA I.1/I.371
Configuración de tráfico 1

En la Figura I.2 se ilustran los eventos básicos en una escala temporal y se indica la tolerancia a CDV necesaria τ en T_B de la configuración 1.

Para simplificar, se supone que el retardo de propagación entre el terminal y T_B es cero.

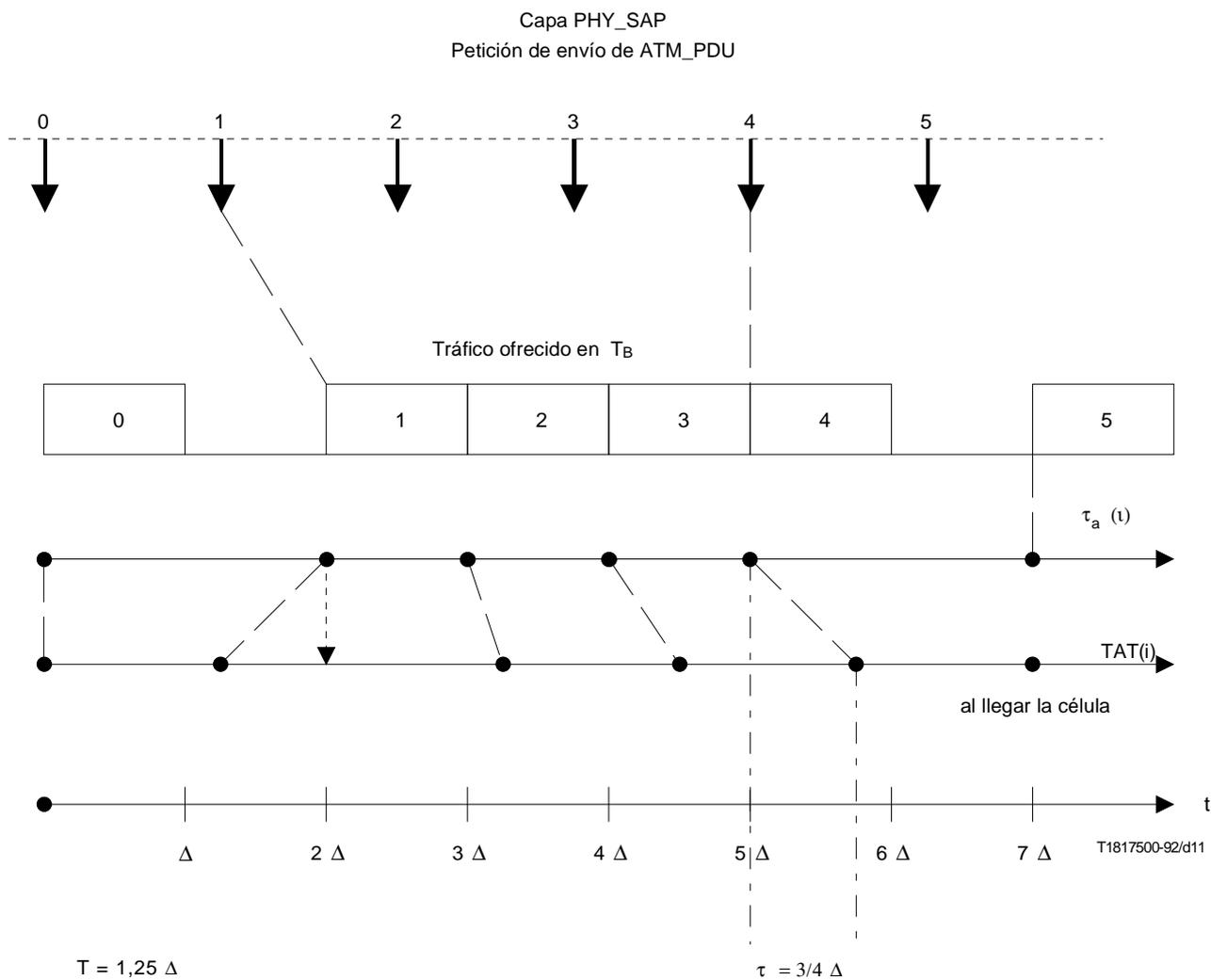


FIGURA I.2/I.371

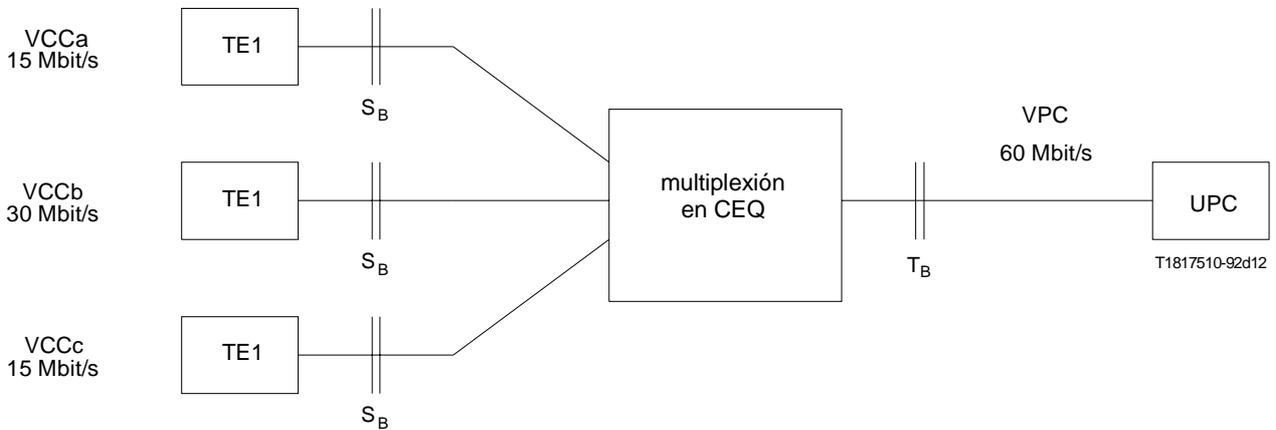
Ilustración de la tolerancia a la variación del retardo de célula τ para la configuración de tráfico 1

Configuración 2

Esta configuración (Figura I.3) consiste en tres terminales, cada uno de los cuales ofrece tráfico en diferentes VCC. Estas tres VCC son multiplexadas en el CEQ en una VPC.

Los terminales generan peticiones de datos ATM_PDU cada 10Δ , 5Δ y 10Δ respectivamente, lo que corresponde a velocidades binarias de cresta de 15 Mbit/s, 30 Mbit/s y 15 Mbit/s respectivamente.

El intervalo de emisión de cresta de la VPC resultante es $T = 2,5 \Delta$, lo que corresponde a una velocidad binaria de cresta de 60 Mbit/s.



Intervalo de emisión de cresta, $T = 2,5 \Delta$
Velocidad de célula de cresta = $1/T$
Tolerancia τ a la variación del retardo de célula necesaria $e.g. T = 3 \Delta$

FIGURA I.3/I371
Configuración de tráfico 2

La Figura I.4 muestra los eventos básicos y la tolerancia a la variación del retardo de célula τ que se necesita en T_B correspondiente a la configuración 2.

Esta Figura es similar a la Figura I.2, al igual que la terminología utilizada.

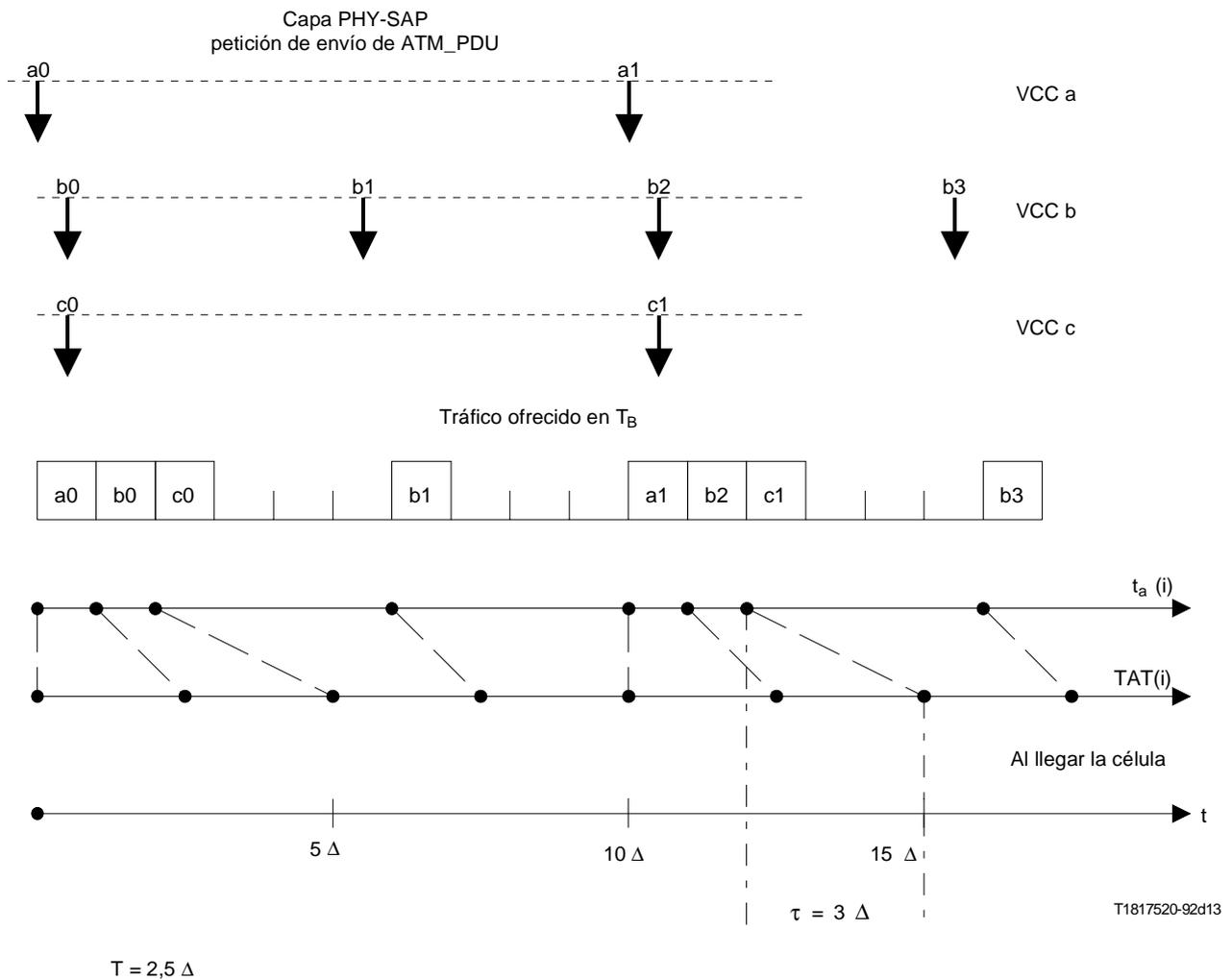


FIGURA I.4/I.371
 Ilustración de la tolerancia a la variación del retardo de célula τ
 para la configuración de tráfico 2

