



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 357 998**

51 Int. Cl.:
H04L 12/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08160731 .9**

96 Fecha de presentación : **18.07.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2023534**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **11.02.2009**

54 Título: **Método de determinación de un tiempo de transmisión por motivo elemental de un flujo de paquetes de datos.**

30 Prioridad: **27.07.2007 FR 07 56784**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
04.05.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
04.05.2011

73 Titular/es: **FRANCE TELECOM**
6 place d'Alleray
75015 Paris, FR

72 Inventor/es: **Boyer, Pierre y**
Boyer, Jacqueline

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 357 998 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCION

Método de determinación de un tiempo de transmisión por motivo elemental de un flujo de paquetes de datos.

La invención se refiere a una técnica de determinación de un tiempo de transmisión, por motivo elemental, de un flujo de paquetes de datos, cuyo paquete comprende al menos un motivo elemental y siendo recibidos los paquetes de datos, por ráfagas, en un punto de observación.

Se coloca aquí en el dominio de la observación de redes de comunicación por paquetes y más concretamente, del tráfico que circula a través de los enlaces de una red de comunicación.

Un enlace de dicha red de comunicación garantiza el transporte de al menos un flujo de datos. El enlace puede ser, por ejemplo, un enlace Ethernet óptico o de cableado de cobre. Los flujos de datos transportados son multiplexados en este enlace, generalmente de una forma asíncrona, gracias a la multiplexación y al encaminamiento de los flujos en la red por equipos que ponen en práctica colas de espera, se pueden presentar en un punto de observación bajo la forma de ráfagas de paquetes de datos, en alternancia con periodos de silencio. La longitud de un paquete se expresa en función del número de motivos elementales que comporta, por ejemplo en función del número de octetos (bytes). El motivo puede ser, ocasionalmente, el propio paquete, por ejemplo una célula ATM. Los paquetes de datos son de longitud fija o variable.

Un método conocido, de la técnica anterior, para medir, en tiempo real, la magnitud de un flujo de paquetes consiste en enumerar los motivos elementales de los paquetes de datos del flujo bajo observación, en el curso de la duración de una ventana de observación, ocasionalmente deslizante. Por medida en tiempo real, se entiende que se trata de una medida que no necesita una captura previa de una cantidad importante de paquetes de datos en una zona de memoria, a diferencia de una medida en tiempo diferido, que utiliza dicha zona de memoria para efectuar un análisis con aplazamiento operativo. De este modo, un método en tiempo real permite disponer de una medida a favor de la fluidez operativa, es decir, con la mayor rapidez posible después de la llegada de cada paquete. El método conocido, que utiliza una ventana de observación deslizante, permite obtener una estimación del caudal de transmisión relativamente satisfactoria, en particular cuando se presenta un periodo cargado. Sin embargo, gracias a la estructura temporal del flujo bajo observación, que alterna ráfagas de paquetes de datos y periodos de silencio, las estimaciones del caudal de transmisión no son precisas. En efecto, si se elige una magnitud de ventana demasiado pequeña, la medida no es bastante precisa debido a que la enumeración se realiza en un número de paquetes de datos poco importante. Al contrario, si se elige una magnitud de ventana demasiado grande, los periodos de silencio harán menos precisa la medida.

Se constatará que medir el caudal de transmisión de un flujo es equivalente a medir el tiempo transcurrido entre dos motivos elementales del flujo, siendo este tiempo denominado, a continuación, como el tiempo de transmisión por motivo elemental.

El documento de patente US7.139.271B1 da a conocer un circuito integrado que pone en práctica una segmentación y un reensamblaje que comprende un acceso a una memoria exterior, debiendo dicho acceso efectuarse en una duración que dependerá del caudal de transmisión entrante de los datos.

Por lo tanto, existe una necesidad de una técnica que permite medir, en tiempo real, y de forma fiable, el caudal de transmisión de un flujo de paquetes de datos, pudiendo recibirse los paquetes de datos del flujo de datos por ráfagas.

La invención responde a esta necesidad dando a conocer un método de determinación de un tiempo de transmisión, por motivo elemental, de un flujo de paquetes de datos, conteniendo cada paquete al menos un motivo elemental, recibiendo los paquetes de datos por ráfagas y comprendiendo dicho método, para una ráfaga en curso de observación:

a- una etapa de determinación de una ventana temporal, más allá de la cual un paquete de datos recibido no pertenecerá a dicha ráfaga en curso de observación, a partir de un tiempo de transmisión por motivo elemental;

b- si un paquete de datos recibido pertenece a la ráfaga en curso de observación, una etapa de reevaluación del tiempo de transmisión por motivo elemental a partir de las longitudes de los paquetes de datos de la ráfaga, en curso de observación y

con la reiteración de las etapas a y b, en tanto que se reciban paquetes de datos que pertenezcan a la ráfaga en curso de observación.

Ráfagas de paquetes de un flujo bajo observación se reciben sucesivamente en un enlace de una red de comunicación. La red de comunicación puede ser cualquier red de comunicación por paquetes, por ejemplo una red

ATM, IP o Ethernet. Por paquetes de datos, se entiende designar una unidad de datos de protocolo PDU (Unidad de Datos de Protocolos) para una capa del modelo de referencia OSI, es decir un paquete de datos elemental intercambiado entre dos dispositivos por medio de protocolos adecuados y ello, al nivel de una sola de las capas del modelo OSI. A título de ejemplo, puede tratarse de células ATM, de paquetes o datagramas IP, de tramas Ethernet, etc. Por flujo, se entiende un flujo relativo a una conexión ATM, un flujo de datos IP, una agregación de datos de una aplicación o de datos transmitidos según un protocolo determinado, etc. Definiendo una ventana temporal de delimitación más allá de la cual un paquete recibido no pertenecerá a la ráfaga en curso, se puede, de este modo, identificar ráfagas distintas dentro de la sucesión de paquetes recibidos. Para cada paquete perteneciente a la ráfaga, se puede evaluar un tiempo de transmisión por motivo elemental. Este último sirve, entonces, para calcular la ventana temporal de delimitación siguiente, que se compara con la hora de llegada del paquete siguiente para decidir si pertenece a la ráfaga en curso de observación. Se tiene en cuenta, en el momento de la determinación de la ventana temporal de delimitación de la ráfaga aplicable a un paquete dado la magnitud de los paquetes de la ráfaga hasta aquí constituida. Ha de hacerse constar que la puesta en práctica del método no depende de los relojes de las capas subyacentes, habida cuenta que los sellados de tiempos de los paquetes se efectúan al nivel local: los instantes de llegada de los paquetes se comparan con una ventana temporal de delimitación, que se determina al nivel local. El método se reitera en tanto que los paquetes recibidos pertenezcan a la misma ráfaga. Al final de una iteración, se obtiene un tiempo de transmisión por motivo elemental que tiene en cuenta el conjunto de los paquetes de la ráfaga hasta aquí constituido. De este modo, la magnitud de una ventana de observación está adaptada, de forma óptima, a cada ráfaga. El tiempo de transmisión por motivo elemental, así determinado, es fiable y preciso y no resulta influido por los periodos de silencio ocasionalmente asociados a la transmisión por ráfagas de paquetes.

Ha de hacerse constar, asimismo, que el método es aplicable tanto a paquetes de datos de magnitud fija como a paquetes de datos de magnitud variable.

Asimismo, es aplicable a una pluralidad de flujos transmitidos a través de un mismo enlace de la red de comunicación.

En particular, es utilizable con miras al posterior control de una agregación de flujos de IP transmitidos por ejemplo, por TCP (Protocolo de Control de la Transmisión), de modo que se confine el tráfico de Internet dentro de una capacidad de circulación limitada al ámbito de una arteria de la red de comunicación.

Además, el tiempo de transmisión por motivo elemental se reevalúa en función de una tolerancia de fluctuación de fase predeterminada, con el fin de garantizar una conformidad de cada paquete de datos de la ráfaga, en curso de observación, con dicho tiempo de transmisión bajo restricción de dicha tolerancia.

Se fija, en este caso, una tolerancia de fluctuación de fase, es decir un valor de dispersión temporal admisible para un instante de recepción de un paquete. La tolerancia de fluctuación de fase cubre las variaciones del tiempo de propagación debidas a la multiplexación de los flujos. Para un flujo bajo observación, se pretende garantizar una conformidad de cada paquete de datos de la ráfaga, en curso de observación, con el tiempo de transmisión, por motivo elemental, bajo restricción de esta tolerancia. Un paquete se denomina conforme bajo restricción de la tolerancia, si cuando se recibe antes de la ventana temporal de conformidad, la diferencia entre la hora de llegada y esta ventana temporal es inferior al valor de la tolerancia.

Se determina, entonces, un tiempo de transmisión destinado a garantizar la conformidad de cada uno de los paquetes de datos recibidos, que componen la ráfaga. Como lo más pronto, un paquete debe recibirse a la ventana temporal de conformidad disminuida en la tolerancia de fluctuación de fase para estar conforme. Se calcula, entonces, el tiempo de transmisión por motivo elemental que permite obtener la conformidad del paquete recibido de la ráfaga en curso de observación.

En una primera forma de realización, no se utiliza la magnitud del paquete recibido, con una iteración, para determinar la ventana temporal, cuya conformidad debe satisfacer. La conformidad del paquete se denomina a priori o de pre-conformidad.

En una segunda forma de realización, se utiliza la magnitud del paquete recibido con una iteración para determinar la ventana temporal de conformidad que debe satisfacer. La conformidad del paquete se denomina a posteriori o post-conformidad.

Gracias a estas diferentes informaciones determinadas, es entonces posible definir, con precisión, una forma de dimensionar los enlaces necesarios para la fluidez del tráfico. De este modo, se puede estimar los recursos necesarios para la circulación adecuada de los flujos en términos de capacidades de colas de espera y de banda pasante.

Además, en la etapa de reevaluación, se determina un tiempo de transmisión por motivo elemental corriente. El método comprende, entonces, una etapa de prueba, en donde se conserva en tanto como tiempo de

transmisión por motivo elemental, el más pequeño entre el conjunto de los tiempos de transmisión, por motivo elemental corrientes, determinados, respectivamente, en una iteración.

5 En una iteración, se determina un tiempo de transmisión por motivo elemental corriente. Si se conserva, para la iteración siguiente, el más pequeño entre el conjunto de los tiempos de transmisión por motivo elemental corrientes determina, en el curso de las iteraciones precedentes, en tanto como tiempo de transmisión por motivo elemental, se garantiza que cada uno de los paquetes de datos, que compone la ráfaga, recibidos en las iteraciones precedentes, está conforme al tiempo de transmisión por motivo elemental bajo constricción de la tolerancia.

Además, cuando un paquete de datos recibido llega más allá de la ventana temporal, se inicia la observación de una nueva ráfaga.

10 Cuando el paquete de datos se recibe más allá de la ventana temporal de delimitación, no pertenece a la ráfaga en curso de observación. Se inicia, entonces, la observación de una nueva ráfaga.

15 Además, el método comprende una etapa de memorización, en donde se memoriza el tiempo de transmisión por motivo elemental de la ráfaga precedentemente en curso de observación y se determina el más pequeño entre el conjunto de los tiempos de transmisión por motivo elemental memorizados, obteniendo, de este modo, un tiempo de transmisión por motivo elemental del flujo, que permite garantizar la conformidad de cada paquete del flujo.

20 Una vez detectado el final de la ráfaga, el tiempo de transmisión por motivo elemental, determinado en la última iteración, se convierte en un tiempo de transmisión por motivo elemental de esta ráfaga. Este tiempo de transmisión, por motivo elemental, de esta ráfaga garantiza la conformidad con á este tiempo de transmisión, bajo constricción, de la tolerancia de cada uno de los paquetes de datos de la ráfaga. Conservando el valor más pequeño del conjunto de los tiempos de transmisión, por motivo elemental, de cada ráfaga. Se obtiene un tiempo de transmisión por motivo elemental del flujo, que garantiza la conformidad con este tiempo de transmisión bajo constricción de la tolerancia de cada uno des paquetes del flujo.

25 En el primer modo de realización, el tiempo de transmisión por motivo elemental corriente, con una iteración k superior o igual a uno, para una ráfaga i en curso de observación, se reevalúa con la ayuda de la fórmula siguiente:

$$T_k^i = \frac{t_k - t_0 + \tau}{\sum_{m=0}^{k-1} S_m}$$

en donde:

30 t_0 es el instante de recepción del primer paquete de datos de la ráfaga, t_k es el instante de recepción del paquete de datos que pertenece a la ráfaga, S_m es la magnitud de un paquete de la ráfaga y τ es la tolerancia de fluctuación de fase.

En la segunda forma de realización, el tiempo de transmisión por motivo elemental corriente, con una iteración k superior o igual a uno, para una ráfaga i en curso de observación, se reevalúa con la ayuda de la fórmula siguiente:

$$T_k^i = \frac{t_k - t_0 + \tau}{\sum_{m=1}^k S_m}$$

35 en donde t_0 es el instante de recepción del primer paquete de datos de la ráfaga, t_k es el instante de recepción del paquete de datos que pertenece a la ráfaga, S_m es la magnitud de un paquete de la ráfaga y τ la tolerancia de fluctuación de fase.

40 Como variante a esta segunda forma de realización, se puede, además, tener en cuenta la magnitud del primer paquete de datos y en este caso, el tiempo de transmisión por motivo elemental corriente, con una iteración k

superior o igual a uno, para una ráfaga i , en curso de observación, se reevalúa con la ayuda de la fórmula siguiente:

$$T'_k = \frac{t_k - t_0 + \tau}{\sum_{m=0}^k S_m}$$

La invención se refiere, además, a un dispositivo de determinación de un tiempo de transmisión, por motivo elemental, de un flujo de paquetes de datos, comprendiendo cada paquete al menos un motivo elemental, siendo recibidos los paquetes de datos por ráfagas y comprendiendo dicho dispositivo:

- medios de determinación de una ventana temporal, más allá de la cual un paquete de datos recibido no pertenece a una ráfaga en curso de observación, adecuados para determinar una ventana temporal, a partir de un tiempo de transmisión por motivo elemental

- medios de reevaluación del tiempo de transmisión por motivo elemental, para una ráfaga en curso de observación, a partir de las longitudes de los paquetes de datos de dicha ráfaga;

- medios de control, adaptados para controlar, de forma iterativa, los módulos de determinación de una ventana temporal y de reevaluación del tiempo de transmisión y en tanto que se reciban paquetes de datos que pertenezcan a la ráfaga en curso de observación.

El dispositivo puede ser una sonda pasiva, colocada en derivación en un enlace físico de transmisión de la red de comunicación. Además, el dispositivo puede ser un equipo de la red de comunicación, tal como un conmutador o un encaminador.

La invención se refiere, además, a:

- un programa para un dispositivo de determinación de un tiempo de transmisión por motivo elemental de un flujo de paquetes de datos, que comprende instrucciones de código de programa destinadas a controlar la ejecución de las etapas del método anteriormente descrito, cuando dicho programa sea ejecutado por dicho dispositivo;

- un soporte de registro legible por un dispositivo de determinación de un tiempo de transmisión, por motivo elemental, en donde se registra el programa para un dispositivo de determinación.

La invención se comprenderá con la ayuda de la descripción siguiente de una forma de realización particular del método de la invención, haciendo referencia a los dibujos adjuntos en donde:

- la figura 1 representa un dispositivo de determinación de un tiempo de transmisión por motivo elemental de un flujo de paquetes de datos, en su entorno, según un modo particular de realización de la invención:

- la figura 2 representa las etapas del método de determinación de un tiempo de transmisión, por motivo elemental, de un flujo de paquetes de datos, según un modo particular de realización de la invención;

- la figura 3 representa un dispositivo de determinación de un tiempo de transmisión, por motivo elemental, de un flujo, según un modo particular de realización de la invención.

La figura 1 representa un dispositivo 10 de determinación de un tiempo de transmisión, por motivo elemental, de un flujo de paquetes de datos, en su entorno, en un modo particular de realización. Ráfagas de paquetes del flujo bajo observación se reciben sucesivamente en un enlace 20 de una red de comunicación. La red de comunicación puede ser cualquier red de comunicación por paquetes, por ejemplo una red ATM, IP o Ethernet.

Un enlace de la red de comunicación garantizará el transporte de al menos un flujo de datos. Los flujos de datos transportados son multiplexados en este enlace generalmente de una forma asíncrona. El enlace 20 de la red de comunicación, en donde se efectuará la observación, conecta dos equipos de redes de comunicación respectivos 1, 2. La primera red de comunicación 1 corresponde, por ejemplo, a la red donde está localizada una fuente de emisión de flujos televisuales. La segunda red de comunicación 2 es, por ejemplo una red IP. Los flujos de datos se duplican hacia el dispositivo 10 de determinación por intermedio de un dispositivo de duplicación de los flujos, por ejemplo, un acoplador óptico 16.

En la figura 1 se ha representado, además, un primer equipo 12 de la red de comunicación 1, por ejemplo

un encaminador de IP, mediante el cual se encaminan los flujos a la salida de la fuente de emisión de flujos televisuales, y un equipo 14 de entrada en la red de comunicación 2.

5 En otra forma de realización, el dispositivo 10 de determinación de un tiempo de transmisión, por motivo elemental, se puede integrar en un equipo de una red de comunicación, por ejemplo uno de los encaminadores de la primera red de comunicación 1 o uno de los encaminadores de la segunda red de comunicación 2.

Por otro lado, un dispositivo 10 de determinación de un tiempo de transmisión, por motivo elemental, de un flujo de paquetes de datos se puede integrar, asimismo, en una entidad de puesta en conformidad de al menos un flujo.

10 Por paquetes de datos se entiende diseñar una unidad de datos de protocolo PDU (Unidad de Datos de Protocolos) para una capa del modelo de referencia OSI, es decir un paquete de datos elemental intercambiado entre dos dispositivos por medio de protocolos adecuados y ello al nivel de una sola de las capas del modelo OSI. A título de ejemplo, se puede tratar de células ATM, de paquetes o datagramas de IP, de tramas Ethernet, etc. Por flujo se entiende un flujo relativo a una conexión ATM, un flujo de datos de IP, una agregación de datos de una aplicación o de datos transmitidos según un protocolo determinado,...

15 La longitud de un paquete de datos se expresa en función del número de motivos elementales que comporta, por ejemplo en función del número de octetos (bytes). El motivo puede ser ocasionalmente el propio paquete, por ejemplo una célula ATM. Los paquetes de datos son de longitud fija o variable.

20 Se define, por otro lado, una tolerancia de fluctuación de fase. La tolerancia de fluctuación de fase corresponde a un valor de dispersión temporal admisible para un instante de recepción de un paquete. La tolerancia de fluctuación de fase cubre las variaciones del tiempo de propagación debidas a una multiplexación de los flujos. A título de ejemplo, para un flujo en tiempo real, tal como un flujo televisual, la tolerancia de fluctuación de fase debe ser del orden de magnitud del tiempo de transmisión de algunas tramas de datos, o sea para un flujo codificado según la norma MPEG-II en simple definición, del orden de magnitud de treinta milisegundos. La tolerancia de fluctuación de fase toma valores superiores o iguales a cero.

25 Un paquete se denomina conforme a un caudal de transmisión predeterminado, bajo restricción, de la tolerancia de fluctuación de fase, si cuando se recibe, antes de una ventana temporal de conformidad, permitiendo garantizar un caudal de transmisión inferior o igual al predeterminado, la diferencia entre la hora de llegada y la ventana temporal es inferior al valor de la tolerancia τ .

30 Se hace constar que determinar el tiempo transcurrido entre dos motivos elementales del flujo es equivalente a determinar el caudal de transmisión de un flujo, puesto que estas dos magnitudes son inversas entre sí expresándose el caudal de transmisión por el número de motivos elementales por unidad de tiempo. El tiempo entre dos motivos elementales se denomina, a continuación, tiempo de transmisión por motivo elemental.

35 Por consiguiente, se utiliza indiferentemente las expresiones "conforme a un caudal de transmisión predeterminado bajo restricción de la tolerancia" y "conforme al tiempo de transmisión predeterminado bajo restricción de la tolerancia".

A continuación, se describe el método de determinación de un tiempo de transmisión por motivo elemental, en una primera forma de realización, en relación con la figura 2.

40 En una etapa de inicialización E0, se recibe un primer paquete de datos y se inicializa el instante de inicio de la ráfaga t_0 en el instante de recepción de este primer paquete de datos y el tiempo de transmisión por motivo elemental de la ráfaga y del flujo a un valor máximo.

En esta primera forma de realización, se coloca en un modo denominado de pre-conformidad, es decir, que la magnitud del paquete no interviene en el cálculo de su ventana temporal de conformidad.

El primer paquete de datos recibido es, entonces, el primer paquete de la ráfaga en curso de observación, o sea el paquete P_0 .

45 En una etapa de espera E1, el método está a la espera de recepción de un paquete de datos.

Si se recibe un paquete de datos, el método pasa a una etapa E2 de prueba.

En una etapa E2 de prueba, el método verifica si el paquete de datos recibido es el segundo paquete de la ráfaga en curso de observación. En efecto, los primeros y segundos paquetes pertenecen siempre a la ráfaga en curso de observación. Si este paquete recibido es el segundo paquete de la ráfaga, el método pasa, entonces, a una

etapa E6 de reevaluación del tiempo de transmisión por motivo elemental corriente.

Si éste no fuere el caso, es decir si el paquete de datos recibido no es el segundo paquete de la ráfaga en curso de observación, el método pasa a una etapa E4 de prueba de pertenencia del paquete a la ráfaga en curso de observación.

5 En la etapa E4 de prueba de pertenencia del paquete a la ráfaga en curso de observación, se verifica si el instante de llegada t_k del paquete de datos recibido es inferior a una ventana temporal TAT_k de delimitación. La ventana temporal de delimitación, utilizada en esta iteración se determina en una etapa E10 de determinación de la ventana temporal de la iteración precedente. Si el instante de llegada t_k del paquete de datos recibido es inferior a la ventana temporal TAT_k de delimitación, el paquete de datos pertenece a la ráfaga en curso de observación y el método pasa a la etapa de reevaluación E6 del tiempo de transmisión por motivo elemental corriente.

10 A continuación, se hace constar que, en esta etapa del método, la ráfaga i en curso de observación está compuesta por paquetes de datos P_0 a P_L , de longitudes respectivas S_0 a S_k e instantes de recepción, respectivos, t_0 a t_k . Las longitudes de los paquetes se obtienen por lectura de la cabecera del paquete, bien sea por conteo.

15 En la etapa de reevaluación E6, el tiempo de transmisión por motivo elemental corriente T_k^i se reevalúa a partir de las longitudes de los paquetes de datos de la ráfaga en curso de observación. Esta etapa E6 se detalla más adelante.

En una etapa de prueba E8 se conserva, en tanto como tiempo de transmisión por motivo elemental para esta ráfaga i , en curso de observación, el más pequeño entre el conjunto de los tiempos de transmisión por motivo elemental corrientes, siendo cada uno de ellos determinado con una iteración del método en esta ráfaga:

20
$$T^i = \min(T^i, T_k^i)$$

En efecto, si se conserva para la iteración siguiente el más pequeño entre el conjunto de los tiempos de transmisión por motivo elemental corrientes, se garantiza que cada uno de los paquetes de datos recibidos con las iteraciones precedentes y que componen la ráfaga en curso de observación, esté conforme a este tiempo de transmisión por motivo elemental bajo la constricción de la tolerancia.

25 En una etapa de determinación E10 de una ventana temporal de delimitación, es decir, una ventana temporal más allá de la cual un paquete de datos recibido no pertenece a dicha ráfaga en curso de observación, se determina la ventana temporal TAT_{k+1} de delimitación del paquete siguiente P_{k+1} a partir del tiempo de transmisión por motivo elemental T^i y de la longitud de los paquetes de datos recibidos que pertenecen a la ráfaga i en curso de observación:

30
$$TAT_{k+1} = t_0 + \sum_{m=0}^k S_m \cdot T^i$$

Una vez determinada, a la salida, la ventana temporal de delimitación, es decir la ventana temporal más allá de la cual el próximo paquete recibido no pertenece a la ráfaga i en curso de observación, el método pasa, a continuación, a la etapa E1 de espera de la recepción de un paquete de datos.

35 A continuación, se dará a conocer la forma en que se reevalúa el tiempo de transmisión por motivo elemental corriente en la etapa E6.

La hora teórica de llegada θ_k , denominada también ventana temporal de conformidad del paquete de datos P_k se determina de la forma siguiente:

$$\theta_k = t_0 + \sum_{m=0}^{k-1} S_m \cdot T_k^i$$

40 Se busca determinar el tiempo de transmisión T_k^i por motivo elemental corriente, lo mayor posible, habida cuenta la tolerancia τ acordada así como la constricción impuesta que cada paquete esté conforme. El mayor valor

posible de T_k^i se obtiene cuando el paquete P_k , que llega en el instante t_k , llega lo antes posible antes de su hora teórica de llegada θ_k , es decir:

$$t_k = \theta_k - \tau = t_0 - \tau + \sum_{m=0}^{k-1} S_m \cdot T_k^i$$

Por lo tanto, el tiempo de transmisión por motivo elemental T_k^i corriente se determina de la forma siguiente:

5

$$T_k^i = \frac{t_k - t_0 + \tau}{\sum_{m=0}^{k-1} S_m}$$

De este modo, el tiempo de transmisión por motivo elemental corriente T_k^i se reevalúa en función de una tolerancia de fluctuación de fase τ predeterminada, con el fin de garantizar una conformidad del paquete de datos P_k de la ráfaga i , en curso de observación, con dicho tiempo de transmisión bajo restricción de dicha tolerancia.

10 A continuación, se describe el caso de que, en la etapa E4 de prueba de pertenencia a la ráfaga, en curso de observación, haya determinado que el paquete de datos recibido no pertenece a la ráfaga i en curso de observación. En tal caso, el paquete de datos recibido delimita, por lo tanto, una nueva ráfaga ($i+1$), cuya observación inicia. En una etapa E14, se inicializa el instante de inicio t_0 de este flujo de datos y el tiempo de transmisión por motivo elemental de la ráfaga a un valor máximo. Ha de hacerse constar que la puesta en práctica del método no depende de los relojes de las capas subyacentes, habida cuenta que los sellados de tiempos se efectúan a nivel local; los instantes de llegada de los paquetes se comparan con una ventana temporal de delimitación la cual se determina también a nivel local.

15 En una etapa E16 de memorización correspondiente al tratamiento de los datos resultantes de la observación de la ráfaga i , para la cual se termina la observación, se memoriza el tiempo de transmisión, por motivo elemental T^i de la ráfaga i .

20 De este modo, la magnitud de una ventana de observación se adapta, de forma óptima, en cada ráfaga. El tiempo de transmisión por motivo elemental de la ráfaga, así determinado, es fiable y preciso y no resulta influido por los posibles periodos de silencio asociados a la transmisión por ráfagas de paquetes.

25 En esta etapa E16, se memoriza, además, el más pequeño dentro del conjunto de los tiempos de transmisión, por motivo elemental, de las diferentes ráfagas observadas. Conservando el valor más pequeño del conjunto de los tiempos de transmisión por motivo elemental de las diferentes ráfagas observadas, se obtiene un tiempo de transmisión por motivo elemental del flujo, que garantiza la conformidad de cada uno de los paquetes del flujo con este tiempo de transmisión bajo restricción de la tolerancia.

30 Como opción, en la etapa E16 se determina un tiempo de transmisión R por motivo elemental del flujo alisado aplicando un filtro lineal a los valores de tiempo de transmisión por motivo elemental de cada ráfaga observada memorizada. La determinación de este tiempo de transmisión, por motivo elemental, del flujo alisado se efectúa entonces, de la forma siguiente, designando R^i el valor de R al final de la ráfaga i :

$$R^i = R^{i-1}(1 - p) + pT^i$$

Se puede elegir, por ejemplo, p igual a $1/1024$.

35 Aplicando un filtro lineal a los valores del tiempo de transmisión por motivo elemental obtenidos por ráfaga, se obtiene un valor alisado que no garantiza la conformidad de cada paquete del flujo con el caudal de transmisión correspondiente a este tiempo de transmisión R resultado de la tolerancia, pero que permite una asignación de recursos menos exigente.

En una segunda forma de realización, donde se coloca en un modo denominado de post-conformidad, es decir que la magnitud del paquete de datos corriente se tiene en cuenta en el cálculo de la ventana temporal de conformidad.

5 Esta forma de realización difiere de la precedente en la manera en que se reevalúa el tiempo de transmisión por motivo elemental corriente, en la etapa E6 de reevaluación.

En esta segunda forma de realización, en la etapa de reevaluación E6, el tiempo de transmisión por motivo elemental corriente T_k^i se reevalúa a partir de las longitudes de los paquetes de datos de la ráfaga en curso de observación.

10 La hora teórica de llegada θ_k denominada, asimismo, la ventana temporal de conformidad del paquete de datos P_k se determina de la fase siguiente:

$$\theta_k = t_0 + \sum_{m=1}^k S_m \cdot T_k^i$$

15 Se trata de determinar el tiempo de transmisión T_k^i por motivo elemental mayor posible, habida cuenta la tolerancia τ acordada y la constricción impuesta con la que esté conforme cada paquete. El mayor valor posible de T_k^i se obtiene cuando el paquete P_k , que llega en el instante t_k , llega lo antes posible antes de su hora teórica de llegada θ_k , es decir:

$$t_k = \theta_k - \tau = t_0 - \tau + \sum_{m=1}^k S_m \cdot T_k^i$$

Por lo tanto, el tiempo de transmisión por motivo elemental T_k^i se determina de la forma siguiente:

$$T_k^i = \frac{t_k - t_0 + \tau}{\sum_{m=1}^k S_m}$$

20 De este modo, el tiempo de transmisión por motivo elemental corriente T_k^i se reevalúa en función de una tolerancia de fluctuación de fase τ predeterminada, con el fin de garantizar una conformidad del paquete de datos P_k de la ráfaga i , en curso de observación, con dicho tiempo de transmisión bajo constricción de dicha tolerancia.

25 Como variante a esta segunda forma de realización, se puede tener en cuenta la magnitud S_0 del primer paquete recibido que pertenece en la ráfaga, en curso de observación, en el cálculo de la ventana temporal de conformidad. Se obtiene, entonces, la ecuación siguiente para la reevaluación del tiempo de transmisión por motivo elemental corriente con la iteración k , durante la etapa E6 de reevaluación del tiempo de transmisión por motivo elemental corriente:

$$T_k^i = \frac{t_k - t_0 + \tau}{\sum_{m=0}^k S_m}$$

30 A continuación, se describe un dispositivo 100 de determinación de un tiempo de transmisión por motivo elemental de un flujo de paquetes de datos, comprendiendo un paquete al menos un motivo elemental y siendo recibidos los paquetes de datos por ráfagas, en relación con la figura 3.

El dispositivo 100 comprende:

- un módulo 102 de determinación de una ventana temporal de delimitación, más allá de la cual un paquete de datos recibido no pertenece a una ráfaga, en curso de observación, adaptado para determinar una ventana temporal de delimitación a partir de un tiempo de transmisión por motivo elemental;

5 - un módulo 104 de reevaluación del tiempo de transmisión por motivo elemental, para una ráfaga en curso de observación y para un paquete de datos recibido que pertenece a la ráfaga en curso de observación, a partir de las longitudes de los paquetes de datos de dicha ráfaga;

- un módulo 106 de control, adaptado para controlar, de forma iterativa, los módulos de determinación de una ventana temporal de delimitación 102 y de reevaluación del tiempo de transmisión por motivo elemental 104 y en tanto que se reciban paquetes de datos que pertenezcan a la ráfaga en curso de observación.

10 El módulo 104 de reevaluación está adaptado, además, para reevaluar el tiempo de transmisión por motivo elemental igualmente en función de una tolerancia de fluctuación de fase predeterminada, con el fin de garantizar una conformidad de cada paquete de datos de la ráfaga, en curso de observación, con este tiempo de transmisión bajo constricción de la tolerancia.

15 Como opción, el módulo 104 de reevaluación del tiempo de transmisión por motivo elemental está también adaptado para determinar un tiempo de transmisión por motivo elemental corriente y para conservar, en tanto como el tiempo de transmisión por motivo elemental, el más pequeño entre el conjunto de los tiempos de transmisión por motivo elemental corrientes, respectivamente determinados con una iteración.

20 El módulo 106 de control está, además, adecuado para inicializar la observación de una nueva ráfaga y para determinar el más pequeño entre el conjunto de los tiempos de transmisión por motivo elemental de cada ráfaga memorizados, obteniendo así un tiempo de transmisión por motivo elemental del flujo, que permite garantizar la conformidad de cada paquete del flujo.

25 Los módulos 102, 104 y 106 están adecuados para poner en práctica el método anteriormente descrito. Se trata, preferentemente, de módulos informáticos que contienen instrucciones informáticas para hacer ejecutar las etapas del método antes descrito, puestas en práctica por el dispositivo de determinación. Por lo tanto, la invención se refiere, además, a:

- n programa para un dispositivo de determinación de un tiempo de transmisión, por motivo elemental, de un flujo de paquetes de datos, que comprende instrucciones de código de programa destinadas a controlar la ejecución de las etapas del método anteriormente descrito, cuando dicho programa se ejecuta por dicho dispositivo;

30 - un soporte de registro legible por un dispositivo de determinación de un tiempo de transmisión por motivo elemental, en donde se registra el programa para un dispositivo de determinación.

Los módulos informáticos se pueden memorizar o transmitirse por un soporte de datos. Este último puede ser un soporte material de memorización (por ejemplo, un CD-ROM, un disquete magnético o un disco duro o bien, un soporte de transmisión, tal como una señal eléctrica, óptica o de radio o bien, una red de telecomunicación.

35 Ha de hacerse constar, asimismo, que el método es aplicable tanto a paquetes de datos de magnitud fija como a paquetes de datos de magnitud variable.

Asimismo, es aplicable a una pluralidad de flujos transmitidos a través de un mismo enlace de la red de comunicación.

40 En particular, es utilizable para el control adicional de una agregación de flujos IP transmitidos, por ejemplo, por TCP (Protocolo de Control de Transmisión), de modo que continúe el tráfico Internet con una capacidad de circulación limitada al ámbito de una arteria de la red de comunicación.

REIVINDICACIONES

1.- Método de determinación de un tiempo de transmisión, por motivo elemental, de un flujo de paquetes de datos, en donde un paquete comprende al menos un motivo elemental, siendo los paquetes de datos recibidos por ráfagas y estando este método caracterizado porque comprende, para una ráfaga en curso de observación:

5 a- una etapa de determinación (E10) de una ventana temporal fuera del cual un paquete de datos recibido no pertenece a dicha ráfaga en curso de observación, a partir de un tiempo de transmisión por motivo elemental;

b- si un paquete de datos recibido pertenece a la ráfaga en curso de observación, una etapa de reevaluación (E6) del tiempo de transmisión por motivo elemental a partir de las longitudes de los paquetes de datos de la ráfaga en curso de observación,

10 siendo reiteradas las etapas a y b en tanto que se reciban paquetes de datos que pertenezcan a la ráfaga en curso de observación.

2.- Método, según la reivindicación 1, en donde el tiempo de transmisión, por motivo elemental, se reevalúa en función de una tolerancia de fluctuación de fase predeterminada, con el fin de garantizar una conformidad de cada paquete de datos de la ráfaga, en curso de observación, con dicho tiempo de transmisión bajo restricción de dicha tolerancia.

15 3.- Método, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde en la etapa de reevaluación (E6) se determina un tiempo de transmisión por motivo elemental corriente y comprendiendo dicho método, además, una etapa de prueba (E8), en la que se conserva, en tanto como tiempo de transmisión por motivo elemental, el más pequeño entre el conjunto de los tiempos de transmisión por motivo elemental corrientes determinados, respectivamente, en una iteración.

4.- Método, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde cuando un paquete de datos recibido llega más allá de la ventana temporal, se inicia la observación de una nueva ráfaga (E14).

25 5.- Método, según la reivindicación 4, que comprende, además, una etapa de memorización (E16), en donde se memoriza el tiempo de transmisión por motivo elemental de la ráfaga precedentemente en curso de observación y se determina el más pequeño entre el conjunto de los tiempos de transmisión por motivo elemental memorizados, obteniendo, de este modo, un tiempo de transmisión por motivo elemental del flujo que permite garantizar la conformidad de cada paquete del flujo.

30 6.- Método, según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, en donde el tiempo de transmisión por motivo elemental corriente, con una iteración k superior o igual a uno, para una ráfaga i en curso de observación, se reevalúa con la ayuda de la fórmula siguiente:

$$T_k^i = \frac{t_k - t_0 + \tau}{\sum_{m=0}^{k-1} S_m}$$

en donde t₀ es el instante de recepción del primer paquete de datos de la ráfaga, t_k es el instante de recepción del paquete de datos que pertenece a la ráfaga, S_m es la magnitud de un paquete de la ráfaga y τ es la tolerancia de fluctuación de fase.

35 7.- Método, según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, en donde el tiempo de transmisión por motivo elemental corriente, con la iteración k superior o igual a uno, para una ráfaga i en curso de observación, se reevalúa con la ayuda de la fórmula siguiente:

$$T_k^i = \frac{t_k - t_0 + \tau}{\sum_{m=0}^k S_m}$$

40 en donde t₀ es el instante de recepción del primer paquete de datos de la ráfaga, t_k es el instante de recepción del paquete de datos que pertenece a la ráfaga, S_m es la magnitud de un paquete de la ráfaga y τ es la tolerancia de fluctuación de fase.

8.- Dispositivo (100) de determinación de un tiempo de transmisión por motivo elemental de un flujo de paquetes de datos, comprendiendo un paquete al menos un motivo elemental y siendo los paquetes de datos recibidos por ráfagas, estando dicho dispositivo caracterizado porque comprende:

5 - medios de determinación de una ventana temporal (102), más allá de la cual un paquete de datos recibido no pertenece a una ráfaga en curso de observación, adaptados para determinar una ventana temporal a partir de un tiempo de transmisión por motivo elemental;

- medios de reevaluación (104) del tiempo de transmisión por motivo elemental, para una ráfaga en curso de observación, a partir de las longitudes de los paquetes de datos de dicha ráfaga;

10 - medios de control (106), adaptados para controlar, de forma iterativa, los módulos de determinación de una ventana temporal y de reevaluación del tiempo de transmisión y en tanto que se reciban paquetes de datos que pertenezcan a la ráfaga en curso de observación.

15 9.- Programa para un dispositivo de determinación de un tiempo de transmisión por motivo elemental, de un flujo de paquetes de datos, que comprende instrucciones de código de programa destinadas a controlar la ejecución de las etapas del método según una de las reivindicaciones 1 a 7, cuando dicho programa se ejecuta por dicho dispositivo.

10.- Soporte de registro legible por un dispositivo en donde se registra el programa según la reivindicación 9.

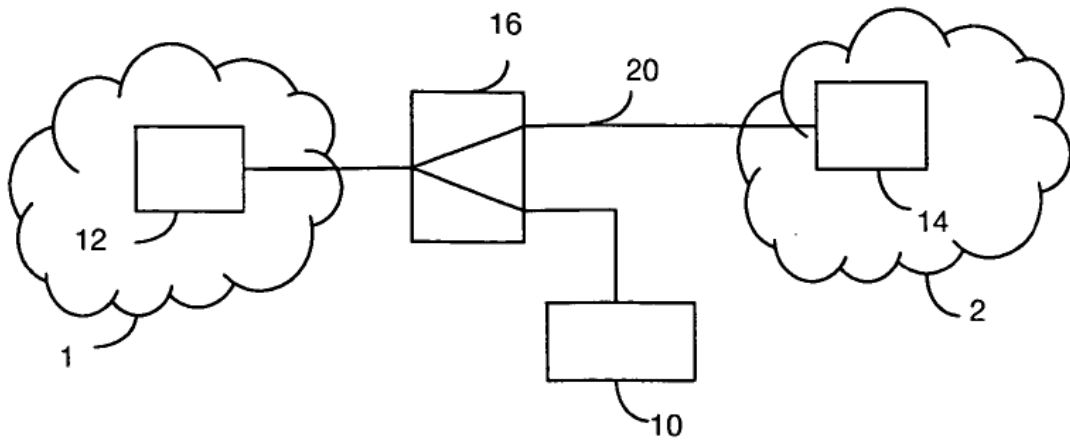


Figura 1

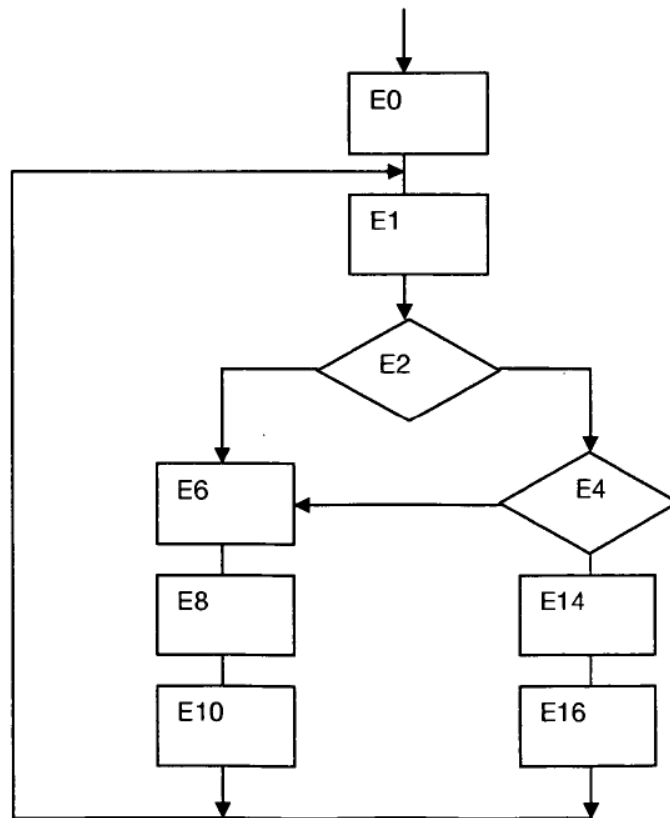


Figura 2

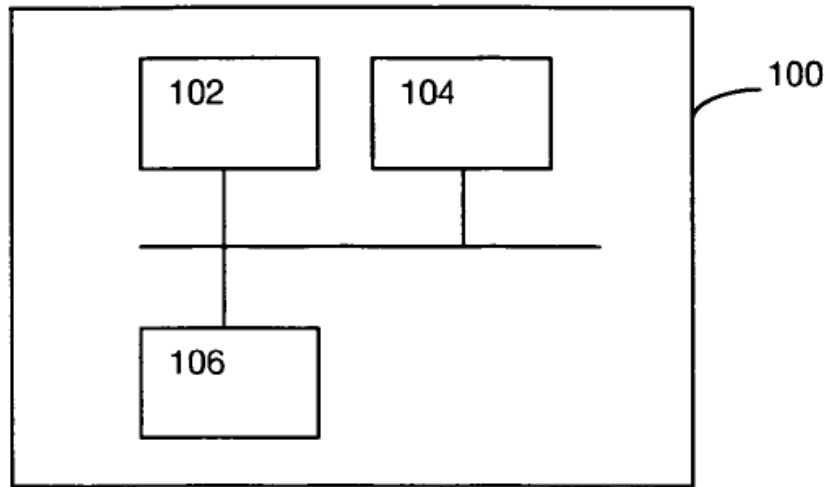


Figura 3