



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



① Número de publicación: **2 372 213**

② Número de solicitud: 201030516

⑤ Int. Cl.:  
**H04L 12/56** (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑫ Fecha de presentación: **09.04.2010**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **17.01.2012**

⑬ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:  
**17.01.2012**

① Solicitante/s: **Universidad Autónoma de Madrid  
c/ Einstein, 3  
28049 Madrid, ES**

② Inventor/es: **Aracil Rico, Javier;  
Ramos de Santiago, Javier;  
Santiago del Río, Pedro María;  
López de Vergara Méndez, Jorge;  
Pedro Sánchez, Luis de;  
López Buedo, Sergio;  
González Martínez, Iván y  
Gómez Arribas, Francisco Javier**

④ Agente: **Arias Sanz, Juan**

⑤ Título: **Método para estimar los parámetros de un elemento de control del tipo *token-bucket*.**

⑦ Resumen:

Método para estimar los parámetros de un elemento de control del tipo *token-bucket*.

Se proporciona un método y un programa para estimar los parámetros de un elemento de control del tipo *token-bucket* para el control o regulación de la transmisión de paquetes de datos (*QoS*) en redes de comunicación. Este método permite estimar de forma no intrusiva aquellos parámetros para cada servicio controlado por un regulador *token-bucket*. Además este método es capaz de discriminar las interferencias a través de dicho servicio y permitiendo ser ejecutado en presencia de procesos en aquellos sistemas con recursos compartidos. Mediante este método se permite la obtención de los parámetros de un elemento de control del tipo *token-bucket*, de tal forma que permite verificar acuerdos de nivel de servicio (SLA) entre una empresa y un operador de telecomunicaciones. Junto con lo anterior se proporciona un programa de ordenador capaz de ejecutar este método.

ES 2 372 213 A1

## DESCRIPCIÓN

Método para estimar los parámetros de un elemento de control del tipo *token-bucket*.

5 **Campo técnico de la invención**

La invención se sitúa en el ámbito de las tecnologías de Calidad de Servicio (*Quality of Service, QoS*) para el control o regulación de la transmisión de paquetes de datos en redes de comunicación. Más en concreto se refiere a un método no intrusivo que permite estimar aquellos parámetros para cada servicio controlado por un regulador *token-bucket*. Además, este método es capaz de discriminar las interferencias a través de dicho servicio permitiendo ser ejecutado en presencia de procesos en aquellos sistemas con recursos compartidos. Mediante este método se permite la obtención de los parámetros de un elemento de control del tipo *token-bucket*, de tal forma que permite verificar acuerdos de nivel de servicio (SLA) entre una empresa y un operador de telecomunicaciones.

15 **Estado de la técnica**

Las tecnologías *QoS* son especialmente importantes para ciertas aplicaciones -tales como la transmisión de vídeo o voz- dado que intentan garantizar la transmisión de cierta cantidad de datos en un tiempo dado. Dentro de las tecnologías se encuentra el algoritmo *token-bucket* que es un sistema de control de admisión de una red. Esto es, un algoritmo cuyo objetivo es limitar la tasa de transmisión a la cual un tipo de servicio o un usuario inyectan tráfico en una red.

El funcionamiento de un algoritmo *token-bucket* se puede encontrar en el estado de la técnica. En particular el algoritmo admite la entrada de paquetes de información y genera *tokens*, instancias particulares asociadas a los paquetes de información, a una a tasa constante de generación de *tokens* (*CIR*). Estos *tokens* son capaces de transportar los paquetes de información desde la entrada. Estos *tokens* se acumulan en un “cubo” de tamaño  $B_r$ . En este algoritmo se retira un *token* cuando se transmite un paquete de datos. El sistema puede consumir todos los *tokens* acumulados en el cubo si se llega a un volumen de datos suficiente de forma que es posible mandar ráfagas de datos (*bursts*) a una velocidad máxima de transmisión (*PIR*) cuando hay *tokens* disponibles a diferencia de otros algoritmos como el *leaky bucket*.

De este modo, ante la entrada de un flujo variable de datos, si existen *tokens* acumulados, éstos son empleados en transmitir paquetes a la máxima velocidad de transmisión; y, si han sido consumidos, los paquetes sólo pueden ser transmitidos conforme se generan *tokens*, esto es, a la tasa máxima de generación de *tokens*.

Este mismo algoritmo *token-bucket* también puede ser aplicado para limitar a distintas velocidades dependiendo del tipo de servicio. Por ejemplo, dar una velocidad para las aplicaciones en tiempo real (teleconferencia, vídeo bajo demanda, etc.) y otra distinta para las transferencias de ficheros. Esto se realiza añadiendo una cola y un cubo para cada tipo de servicio, pudiendo así darle una tasa de transmisión distinta a cada servicio.

Se plantea como problema técnico la determinación de los parámetros *CIR*, *PIR* y tamaño del cubo, ya que ésta no se puede realizar mediante herramientas genéricas de medida de ancho de banda, como SpeedTest ([www.speedtest.net](http://www.speedtest.net)). Estas herramientas no son capaces de medir un enlace limitado por el algoritmo *token-bucket* porque obtienen como resultado un ancho de banda que refleja un promedio del *CIR* y el *PIR*, ponderado según el tamaño del cubo. Por tanto, no ofrecerían un resultado fiable a la hora de la verificación de un contrato SLA, y, en ningún caso, serían capaces de extraer los parámetros *CIR*, *PIR* y  $B_r$  que limitan el enlace, ni para el caso de una única cola, ni, mucho menos, para el caso de varias colas según tipo de servicio.

Otros métodos como los descritos por Rosario G. Garroppo, Stefano Giordano, Michele Pagano, “Estimation of *token-bucket* parameters for aggregated VoIP sources” International Journal of Communication Systems Vol. 15 n. 10 pp 851-866 (2002), plantean un método analítico para la estimación de los parámetros *CIR* y  $B_r$  de un filtro *token-bucket*. No obstante, el principal problema del método propuesto es la necesidad de conocer el modelo estocástico del tráfico multiplexado de la entrada, lo cual no es viable en un entorno real, donde la distribución del tráfico no es conocida y es muy dependiente del contexto de la red concreta.

Es decir, no se conocen métodos para estimar estos parámetros del *token-bucket* de forma no intrusiva, siendo además necesario estimar los parámetros *CIR*, *PIR*,  $B_r$  en presencia de tráfico interferente. El tráfico interferente está presente en muchos entornos donde la medida es de máximo interés industrial. La presencia de un tráfico interferente puede distorsionar la medida siendo un obstáculo para medir un enlace en uso, no vacío, que resulta el entorno de mayor interés en muchas ocasiones.

Además, cuando la estimación de estos parámetros se lleva a cabo mediante un dispositivo dedicado o compartido, (*i.e.* en el que se ejecutan procesos a la misma vez que el proceso de medida), ocurre que la estimación puede estar contaminada debido a procesos contaminantes en el mismo hilo de ejecución (*thread*) y por tanto no ser representativa para un control correcto del tráfico. Es necesario por tanto dotar de un método capaz de estimar aquellos parámetros clave y seleccionar aquellas estimaciones representativas de la medida desechando el resto.

El solicitante no conoce soluciones que permitan la medición o estimación de los parámetros del algoritmo *token-bucket* de un router comercial tal y como lo hace el método que se presenta, tanto para el caso de una única cola, como para el caso de varias colas según tipo de servicio.

## 5 Descripción de la invención

El objeto de la invención es proporcionar un método para estimar los parámetros de un elemento de control del tipo *token-bucket*, comprendido en una red de comunicaciones. Este método permite estimar los parámetros del *token-bucket* con la exactitud y precisión requeridas para verificar acuerdos de nivel de servicio (SLA). Dicho método se encuentra definido por la reivindicación 1 independiente. En un segundo aspecto inventivo se proporciona un programa para implementar este método según la reivindicación 15 independiente.

Un primer aspecto inventivo comprende un método para estimar los parámetros del *token-bucket* donde entre otras etapas se detecta un cambio entre una primera velocidad de transmisión (máxima) y una segunda velocidad, y permite determinar los parámetros *CIR*, *PIR* y el tamaño del cubo en modo operativo. Este método comprende los siguientes pasos:

- se genera un tren de  $N$  paquetes sonda marcados para su identificación y se inyectan en la línea de entrada por medio de los medios de emisión.

En un primer paso se genera un tren de  $N$  paquetes que denominaremos “paquetes sonda”. Estos paquetes sonda son marcados para su identificación con un identificador de paquete. Así, la lectura del paquete posterior de estos paquetes permite identificar a un paquete leído como un paquete perteneciente al tren de paquetes sonda. Los paquetes sonda se inyectan en la línea de entrada, que puede tener o no paquetes interferentes, utilizando preferentemente un servicio, utilizando unos medios de emisión. En un ejemplo de realización estos paquetes tienen un tamaño similar  $B$ .

Cuando los medios de emisión suministran los paquetes sonda a la línea de entrada, estos paquetes se insertan en el flujo de datos regulado por el *token-bucket*. El elemento de control *token-bucket* recibe los paquetes y los transmite por la línea de salida junto con otros dos paquetes.

- se leen los instantes de tiempo de paso de cada uno de los paquetes sonda a través de los medios de sonda de la línea de salida.

En un segundo paso unos medios de sonda permiten leer los instantes de tiempo de paso  $t_1, \dots, t_N$ . Estos instantes reflejan el tiempo que cada paquete sonda alcanza los medios de sonda en la línea de salida.

- a partir de los instantes de tiempo de paso de los paquetes sonda se determina su velocidad de transmisión.

En un tercer paso, a partir de los diferentes tiempos  $t_1, \dots, t_N$ , se determina la velocidad de transmisión de datos por los paquetes sonda, y, para un tren de varios paquetes sonda, se puede estimar una velocidad de transmisión de datos diferenciando entre los paquetes sonda que llegan al principio del tren de paquetes sonda, y los últimos paquetes sonda que llegan al final del tren de paquetes sonda. La transmisión de paquetes está regulada en modo operativo por el tamaño del cubo ( $B_r$ ) y los parámetros *CIR* y *PIR*.

- a partir de la velocidad de transmisión de los paquetes sonda se establece si hay un cambio de velocidad entre los paquetes sonda del principio y los paquetes sonda del final del tren de paquetes sonda.

El flujo de paquetes en la línea de salida está regulado por el *token-bucket*, y la velocidad de transmisión de datos está limitada hasta una velocidad *PIR*. El cambio de velocidades desde el *PIR* hasta el *CIR* permite determinar los parámetros de interés según el método de la invención.

- caso de haber un cambio de velocidad:

- la velocidad de los primeros paquetes sonda determina la velocidad máxima de transmisión a la salida (*PIR*),

- la velocidad de los segundos paquetes sonda determina la tasa de generación de *tokens* (*CIR*); y,

- el volumen de datos que corresponde a los paquetes con la velocidad máxima de transmisión determina el tamaño del cubo en modo operativo ( $B_r$ );

y caso de no haber cambio de velocidad se considera la medida no válida.

Si hay un cambio en la velocidad de estos paquetes que corresponde a una deceleración desde una velocidad observada antes del cambio de velocidades, el método permite determinar el *PIR* a partir de la velocidad de los primeros paquetes sonda, antes del cambio en la velocidad, y el *CIR* a partir de la velocidad de los segundos paquetes sonda, después del cambio de velocidad de los paquetes. La primera velocidad, más alta, se debe a que el tren de paquetes sonda se ha encontrado *tokens* acumulados, y la segunda velocidad se debe a que se han agotado los *tokens* acumulados y sólo puede transmitirse conforme se van generando *tokens*. El parámetro del tamaño del cubo ( $B_r$ ) en modo operativo se determina a partir del volumen de datos transmitidos a velocidad máxima.

Al elegir estas condiciones en la evolución de la velocidad de los paquetes se proporciona un método que busca detectar las condiciones en las que el cubo del *token-bucket* entrega *tokens* acumulados. Este criterio hace que la estimación de las velocidades de los primeros y segundos paquetes sonda refleje los parámetros de un *token-bucket* al medir el tiempo asociado a la llegada del tren de paquetes sonda. Por tanto, si este cambio de velocidad no se produce, la medida se considera no válida.

Así este método, no descrito en el estado de la técnica permite, entre otras ventajas, proporcionar un método con el que se pueden verificar acuerdos de nivel de servicio de forma no intrusiva.

Tal y como se detallará el ejemplo de realización la invención de acuerdo con la reivindicación independiente 1 también puede comprender criterios de rechazo de las medidas estimadas. Los distintos modos de realización que resultan de la combinación de las reivindicaciones dependientes 2 a 14 se incorporan por referencia a esta descripción.

En un segundo aspecto inventivo se proporciona un programa de ordenador que al ser ejecutado en un ordenador o cualquier medio para procesar información, puede realizar el método descrito en el primer aspecto inventivo.

## 25 Breve descripción de las figuras

Estas y otras características y ventajas de la invención se podrán más claramente de manifiesto a partir de la descripción detallada que sigue de una forma preferida de realización, dada únicamente a título de ejemplo ilustrativo y no limitativo, con referencia a las figuras que se acompañan:

30 Fig. 1. Representación esquemática de un regulador *token-bucket*;

Fig. 2. Representación esquemática de un regulador *token-bucket* regulando el acceso a una red;

35 Fig. 3. Representación esquemática de un programa según la invención ejecutado en un ordenador;

Fig. 4. Representación de un proceso de interferencia entre paquetes interferentes y un tren de paquetes sonda;

40 Fig. 5. Representación esquemática de un conjunto de reguladores *token-bucket* para un conjunto de servicios; y

Fig. 6. Representación esquemática de una implementación de un programa de ordenador.

## Realizaciones de la invención

45 Una realización del método de la invención se describe a continuación. En la figura 1 se muestra un esquema de parte del conjunto de elementos que configura el ejemplo de la realización de la invención. Unos medios (4) de emisión, -estos medios (4) de emisión pueden ser cualquier dispositivo desde el que se emite un flujo de datos tal como un ordenador-, están conectados a una red de comunicaciones regulada por un elemento de control del tipo *token-bucket* ó *token-bucket* (3). En estos medios (4) de emisión se generan  $N$  paquetes (1.1-1. $N$ ) sonda para transporte de información, que forman un tren (1) de paquetes sonda. En un ejemplo de realización de la invención el tamaño del paquete (1) sonda es sustancialmente similar a la unidad máxima de transmisión de la red (MTU).

55 En cada uno de los paquetes (1.1-1. $N$ ) sonda se incluye un identificador, que puede estar integrado en la estructura de cada paquete (1.1-1. $N$ ) sonda, dependiendo del protocolo de comunicaciones que esté implementado. A modo de ejemplo, en un paquete (1.1) sonda con estructura IP, el identificador puede ir en la cabecera o en otra parte de la estructura de este paquete (1.1) sonda. Este identificador permite identificar a cada paquete (1.1-1. $N$ ) sonda como perteneciente a este tren (1) de paquetes sonda cuando cada paquete (1.1-1. $N$ ) sonda es transmitido a través del *token-bucket* (3). En este ejemplo, el número de paquetes (1.1-1. $N$ ) sonda en el tren (1) de paquetes sonda es 100.

60 Este ejemplo puede generalizarse a un canal extremo a extremo entre los medios (4) de emisión y los medios de sonda. En este canal extremo a extremo se incluyen una serie de enlaces y nodos para transmitir la información a través de una red como internet (6).

65 La figura 1 muestra un ejemplo de realización con varias líneas (2.1-2.3) de entrada adicionales para el mismo servicio desembocando en el mismo regulador *token-bucket* (3). En lo que sigue se describe un ejemplo del regulador *token-bucket* (3) como la que se muestra esquemáticamente en la figura 2. En este esquema una línea (2) de entrada termina en un elemento de control del tipo *token-bucket* (3).

## ES 2 372 213 A1

Los paquetes (1.1-1.N) sonda llegan a través de la línea (2) de entrada, y se transmiten a través del regulador *token-bucket* (3) dependiendo de la tasa de generación de *tokens* (*CIR*), el tamaño del cubo y ( $B_i$ ) con a una velocidad máxima de transmisión (*PIR*).

5 De este *token-bucket* (3) parte una línea de salida donde se encuentran los medios de sonda (no mostrados en las figuras). En un ejemplo los medios de sonda pueden ser un(os) dispositivo(s) dedicado(s), o no dedicado(s) como un ordenador.

Los medios de sonda leen los instantes de tiempo de paso ordenados como  $t_1 < t_2 < \dots < t_N$  de cada uno de los paquetes (1.1-1.N) sonda.

En este ejemplo la velocidad de transmisión de la información (o tasa de transmisión de datos, *data rate*) entre el  $j$ -ésimo paquete (1.j) sonda y el siguiente paquete (1.j+1) sonda del tren (1) de paquetes sonda se puede definir como  
 15  $v_j \approx \frac{B}{t_{j+1}-t_j}, j= 1, \dots, N - 1$ , en donde  $B$  es el tamaño de cada paquete (1.1-1.N) sonda en el tren (1) de paquetes sonda.

Así, es posible monitorizar la evolución de la velocidad de transmisión de información de los paquetes (1.1-1.N) sonda que llegan al medio de sonda y determinar si hay un cambio en la velocidad de transmisión de información. Cuando la velocidad de transmisión de información se representa en función del tiempo dicho cambio se observa como una deceleración en la velocidad de transmisión de información. Este cambio (deceleración) se corresponde con la situación en la que no hay *tokens* en el cubo. Para los primeros  $r-1$  paquetes (1.1-1.r-1) sonda (antes del cambio) esta velocidad de transmisión de información se corresponde con la velocidad máxima de transmisión (*PIR*), ya que el cubo contiene *tokens* acumulados disponibles para ser utilizados. Una vez consumidos los *tokens* en el cubo, la velocidad de transmisión de información del segundo grupo de paquetes (1.r-1.N) sonda determina la tasa de generación de *tokens* (*CIR*). El volumen de datos hasta el cambio determina el tamaño del cubo en modo operativo ( $B_i$ ). Si no se detecta este cambio en el comportamiento de la velocidad de transmisión de información, se considera que la medida no es válida, por lo que ha de repetirse si se quiere determinar o estimar los parámetros del *token-bucket* (3). En un ejemplo de realización se establece el cambio en la velocidad de transmisión de información cuando el tiempo entre la llegada de dos paquetes consecutivos  $t_{j+1}-t_j$  a los medios de sonda es superior a  $T_{Nom} \approx 0.1 B/CIR_{nom}$ , donde  $CIR_{nom}$  viene recogida en el acuerdo de nivel de servicio. El parámetro *PIR* del *token-bucket* (3) se puede determinar de acuerdo a

35 
$$PIR \approx \min \left( \frac{B}{t_{i+1}-t_i} \right), i = 1, \dots, r - 1.$$

El parámetro *CIR* del *token-bucket* (3) se puede determinar de acuerdo a

40 
$$CIR \approx \min \left( \frac{B}{t_{i+1}-t_i} \right), i = r, \dots, N - 1.$$

El parámetro  $B_i$  del *token-bucket* (3) se puede determinar de acuerdo a

50 
$$B_r \approx r \times B \left( 1 - \frac{CIR}{PIR} \right).$$

El ancho de banda (*BW*) se puede estimar como

55 
$$BW \approx \frac{r \times PIR + (N - r) \times CIR}{N}.$$

En la figura 3 se muestra una situación en la que la transmisión de este tren (1) de paquetes (1.1-1.N) sonda es interferida por un paquete (7.1) interferente antes de la llegada al *token-bucket* (3). Dicho paquete (7.1) interferente corresponde a un paquete emitido por otras aplicaciones o servicios (8.1-8.s) que estén corriendo en el dispositivo de emisión. Este paquete (7.1) interferente se intercala entre los paquetes (1.1, 1.2) sonda del tren (1) de paquetes sonda y causa interferencias en la medida que distorsionan la estimación de los parámetros del *token-bucket* (3).

65 En un ejemplo de realización, se estima o determina si al inyectarse en la línea (2) de entrada los paquetes (1.1-1.N) sonda hay al menos un paquete (7.1) interferente en los  $N-1$  huecos dejados entre los paquetes (1.1-1.N) sonda. Es decir, si no existen dos paquetes (1.k, 1.k+1) sonda contiguos,  $k = 1, \dots, N-1$ .

## ES 2 372 213 A1

En un ejemplo de realización se contabiliza el número de paquetes emitidos por los medios (4) de emisión desde que se recibe en los medios de sonda el primer paquete (1.1) sonda del tren (1) de paquetes de sonda hasta que se recibe en los medios de sonda el último paquete (1.N) sonda. Si el número de paquetes contabilizado  $N+m$  es mucho mayor que  $N$  se descarta la lectura por exceso de paquetes (7.1-7.m) interferentes. En una implementación del ejemplo de realización, si  $N+m$  supera un valor umbral  $M$  de rechazo, la medida se rechaza.

Se proporciona otra variante de realización con un criterio más seguro en dónde se estima una probabilidad ( $P$ ) que valora como suceso el que todos los huecos entre paquetes (1.1-1.N) sonda tienen al menos un paquete (7.1) interferente. Cuando la probabilidad calculada está por encima de un valor umbral  $T$  de aceptación se considera que no existen dos paquetes sonda (1.k, 1.k+1) contiguos. El rango de valores de  $T$  entre 0.01 y 0.05 proporciona un nivel de rechazo más seguro. Por tanto este criterio permite descartar aquellas situaciones en las que la estimación se aleja del valor real ya que en estos casos la medida entre la velocidad de transmisión de información de dos paquetes no se corresponde con la velocidad de transmisión de información entre dos paquetes (1.k, 1.k+1) sonda contiguos.

El cálculo de la probabilidad de que halla al menos dos paquetes (1.k, 1.k+1) sonda contiguos contempla el caso de  $N$  paquetes (1.1-1.N) sonda y  $m$  paquetes (7.1-1.m) interferentes que pueden distribuirse en los  $N-1$  huecos existentes entre los  $N$  paquetes (1.1-1.N) sonda. El número de paquetes (7.1-7.m) interferentes ( $m$ ) que pueden localizarse en cada hueco es  $n_i, i = 1, \dots, N-1$  y por supuesto debe verificarse  $m = \sum_{i=1}^{N-1} n_i$ . Para conseguir una estimación de la probabilidad se considera que cada uno de los paquetes (7.1-1.m) interferentes tiene la misma probabilidad de ocupar cualquiera de los huecos (10) entre los paquetes (1.1-1.N) sonda, y que esta probabilidad es independiente para cada paquete (7.1-1.m) interferente. Bajo esta hipótesis, la función densidad de probabilidad que modeliza la ocupación de los huecos se corresponde con una distribución multinomial para  $N$  y  $m$  dada por la expresión

$$P_{mul}(n_1, \dots, n_{N-1}) = \prod_{j=1}^{m-1} \binom{m - n_{j-1}}{n_j - n_{j-1}} \left( \frac{1}{N-1} \right)^{n_j - n_{j-1}} \left( \frac{N-2}{N-1} \right)^{m - n_j}$$

Para hallar la probabilidad de que exista al menos un paquete (7.1) interferente ( $n_i \geq 1, i = 1, \dots, N-1$ ) para todos los huecos, se ha de calcular el siguiente mínimo  $P_{mul}(\min_{i=1, \dots, N-1} n_i \geq 1)$ .

Esta probabilidad  $P_{mul}(\min_{i=1, \dots, N-1} n_i \geq 1)$  es la que se compara con un valor umbral  $T$ . Tal y como se observa en la figura 4 esta situación no se corresponde con una situación real pues la distribución de estos paquetes (7.1-1.m) interferentes no tiene una distribución de probabilidad uniforme de intercalarse en cualquier hueco. La hipótesis de partida considera sin embargo que cada un paquete (7.1-1.m) interferente puede ocupar cualquier hueco. Esto no es cierto ya que un paquete (7.1) interferente no puede ocupar  $t-1$  huecos (9.1-9.t-1) entre  $t$  paquetes (1.1-1.t) sonda que ya han pasado. El resultado de aplicar esta hipótesis es un criterio de rechazo más seguro.

En otra variante de realización los medios (4) de emisión están implementados en un ordenador -o en cualquier medio programable- que contenga un medio de almacenamiento -como una memoria- y una unidad de procesamiento de datos. Esto permite desarrollar el método en dispositivos compartidos con otras aplicaciones (8), como se muestra en la figura 3. De este modo se tienen en cuenta no los parámetros de los medios de sonda sino de los medios (4) de emisión, que permiten discriminar la medida bien en función de la fracción de tiempo empleada por la CPU para llevar a cabo el proceso de emisión frente al tiempo total empleado, bien en función de la fracción de memoria libre durante la realización del proceso frente a la memoria total disponible, o una combinación de las mismas. El valor umbral para el nivel de carga de la CPU es  $CPU_{load}$ . El valor umbral para nivel de carga de los medios de almacenamiento es  $MEM_{load}$ . Si una cualquiera de dichas fracciones supera un valor umbral,  $CPU_{load}$  o  $MEM_{load}$ , la medida se rechaza.

Esto permite evitar aquellas situaciones en las que otras aplicaciones o servicios (8.1-8.s) proporcionan ralentizan la emisión de los paquetes (1.1-1.N) sonda, distorsionando la medida de la velocidad de los paquetes transmitidos hasta los medios de sonda.

En una variante adicional se pueden combinar los criterios sobre la fracción de CPU y la fracción de memoria anteriores para rechazar estas medidas.

Por último las mismas realizaciones y variantes de los métodos se pueden utilizar en cualquier combinación.

En el ejemplo de la figura 1 se aprecian varias líneas (5.1-5.3) de entrada adicionales para el mismo servicio desembocan en el mismo regulador *token-bucket* (3).

En el ejemplo de la figura 5, se ilustra el conjunto de parámetros cuando se limita la velocidad para cada servicio ( $CIR_1, \dots, CIR_t; B_1, \dots, B_t; PIR$ ) y hay dos líneas (2.5.1) de entrada reguladas por *token-bucket* (3).

También se proporciona un ejemplo de realización para un programa (11) de ordenador. Una variante de realización se muestra en la figura 6 en donde se comprende una primera etapa (11.1) en la que se conectan los medios (4) emisión

## ES 2 372 213 A1

y de sonda. En una segunda etapa (11.2) se envía una ráfaga de paquetes (1.1-1.N) sonda a través de un canal extremo a extremo regulado por un *token-bucket* (3). El programa (11) de ordenador obtiene mediante una implementación de cualquiera de las combinaciones de los ejemplos de las realizaciones del método descritos anteriormente los parámetros sobre el cambio de velocidad, el tráfico interferente y la fracción de CPU utilizada. Tras esto se llevan a cabo una serie etapas en donde se rechaza la medida en función de las diferentes condiciones expresadas en los ejemplos de las realizaciones del método anterior. En este ejemplo se particulariza en un ejemplo que comprende: una etapa (11.3) que verifica si el número de paquetes (7.1-7.m) interferentes es mayor que un umbral; una etapa (11.4) que verifica si la fracción que refleja el nivel de uso de la CPU es mayor que un umbral; En una etapa (11.5) repite las etapas (11.2-11.4) sobre el número de colas de cada servicio. En una última etapa (11.6) el programa (11) de ordenador muestra el resultado de la estimación de los parámetros.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Método para estimar los parámetros de un elemento de control del tipo *token-bucket* (3) que comprende:

- un elemento de control tipo *token-bucket* (3);
- una línea de salida;
- al menos una línea (2) de entrada;
- unos medios (4) de emisión para la inyección de datos en la línea (2) de entrada; y,
- unos medios de sonda para la lectura de datos en la línea de salida;

en donde el elemento de control tipo *token-bucket* (3) está **caracterizado** por:

- una tasa de generación de *tokens* (*CIR*);
- una velocidad máxima de transmisión de la salida (*PIR*); y,
- un tamaño de cubo ( $B_r$ ),

donde el método comprende las siguientes etapas:

- se genera un tren (1) de  $N$  paquetes sonda marcados para su identificación y se inyectan en la línea (2) de entrada por medio de los medios (4) de emisión,
- se leen los instantes de tiempo de paso de cada uno de los paquetes (1.1-1. $N$ ) sonda a través de los medios de sonda de la línea de salida,
- a partir de los instantes de tiempo de paso de los paquetes (1.1-1. $N$ ) sonda se determina su velocidad de transmisión,
- a partir de la velocidad de transmisión de los paquetes (1.1-1. $N$ ) sonda se establece si hay un cambio de velocidad entre los paquetes (1.1-1. $r-1$ ) sonda del principio y los paquetes (1. $r$ -1. $N$ ) sonda del final del tren (1) de paquetes sonda,
- caso de haber un cambio de velocidad:
  - la velocidad de los primeros paquetes (1.1-1. $r-1$ ) sonda determina la velocidad máxima de transmisión a la salida (*PIR*),
  - la velocidad de los segundos paquetes (1. $r$ -1. $N$ ) sonda determina la tasa de generación de *tokens* (*CIR*); y,
  - el volumen de datos que corresponde a los paquetes con la velocidad máxima de transmisión determina el tamaño del cubo en modo operativo ( $B_r$ );

y caso de no haber cambio de velocidad se considera la medida no válida.

2. Método según la reivindicación 1 **caracterizado** porque en la inyección en la línea (2) de entrada de los  $N$  paquetes (1.1-1. $N$ ) sonda se estima o determina si todos los huecos entre paquetes (1.1-1. $N$ ) sonda tienen al menos un paquete (7) interferente, en cuyo caso se considera la medida no válida.

3. Método según la reivindicación 2 **caracterizado** porque se estima si no existen parejas de paquetes (1. $k$ , 1. $k+1$ ) sonda contiguos de la siguiente forma:

- se determina la probabilidad  $P$  de que todos los huecos entre paquetes (1.1-1. $N$ ) sonda tienen al menos un paquete (7.1) interferente,
- se determina un valor  $T$  umbral de aceptación de la media, si la probabilidad  $P$  es mayor que  $T$  entonces la medida se considera no válida.

## ES 2 372 213 A1

4. Método según la reivindicación 3 **caracterizado** porque la probabilidad  $P$  de que todos los  $N-1$  huecos entre paquetes (1.1-1. $N$ ) sonda tienen al menos un paquete (7.1) interferente se establece del siguiente modo:

- en la inyección en la línea (2) de entrada de los  $N$  paquetes (1.1-1. $N$ ) sonda se determina el número de paquetes (7) interferentes  $m$  inyectados a través de los mismos medios (4) de emisión y que resultan intercalados entre los paquetes (1.1-1. $N$ ) sonda,
- dados los  $N-1$  huecos, el hueco  $i$ -ésimo puede estar ocupado por  $n_i$  paquetes (7) interferentes con  $i = 1, \dots, N-1$ , donde  $m = \sum_{i=1}^{N-1} n_i$  de modo que se considera que cada uno de los paquetes (7) interferentes tiene la misma probabilidad de caer en cualquiera de los huecos entre paquetes (1.1-1. $N$ ) sonda,
- se considera que cada uno de los paquetes (7) interferentes pueden caer en un hueco determinado independientemente de si lo ha hecho otro paquete interferente,
- se determina la función densidad de probabilidad multinomial  $P_{\text{mul}}(n_1, n_2, \dots, n_{N-1})$  y a partir de ésta se determina la probabilidad  $P = P_{\text{mul}}(\min_{i=1, \dots, N-1} n_i \geq 1)$ .

5. Método según la reivindicación 2 **caracterizado** porque en la inyección en la línea (2) de entrada de los  $N$  paquetes (1.1-1. $N$ ) sonda se determina:

- el número  $m$  de paquetes (7) interferentes inyectados a través de los mismos medios (4) de emisión y que resultan intercalados entre los paquetes (1.1-1. $N$ ) sonda,
- un valor  $M$  umbral de rechazo,

la estimación de que todos los huecos entre paquetes (1.1-1. $N$ ) sonda tienen al menos un paquete (7.1) interferente se establece cuando  $N+m$  es mayor que  $M$ .

6. Método según la reivindicación 1 **caracterizado** porque los medios (4) de emisión están implementados en un ordenador que contiene unos medios de almacenamiento y una unidad de procesamiento de datos.

7. Método según la reivindicación 6 **caracterizado** porque si el nivel de carga de la unidad de procesamiento de datos supera un valor umbral  $CPU_{\text{load}}$  entonces la medida es rechazada.

8. Método según la reivindicación 6 **caracterizado** porque si el nivel de carga de los medios de almacenamiento supera un valor umbral  $MEM_{\text{load}}$  entonces la medida es rechazada.

9. Método según la reivindicación 1 en donde el cambio de velocidad se establece cuando el tiempo entre dos paquetes (1. $k$ , 1. $k+1$ ) consecutivos es superior a  $T_{\text{Nom}}$ .

10. Método según la reivindicación 1 en donde el parámetro  $PIR$  se estima como el mínimo de la velocidad entre paquetes (1.1-1. $r-1$ ) sonda antes del cambio de velocidad.

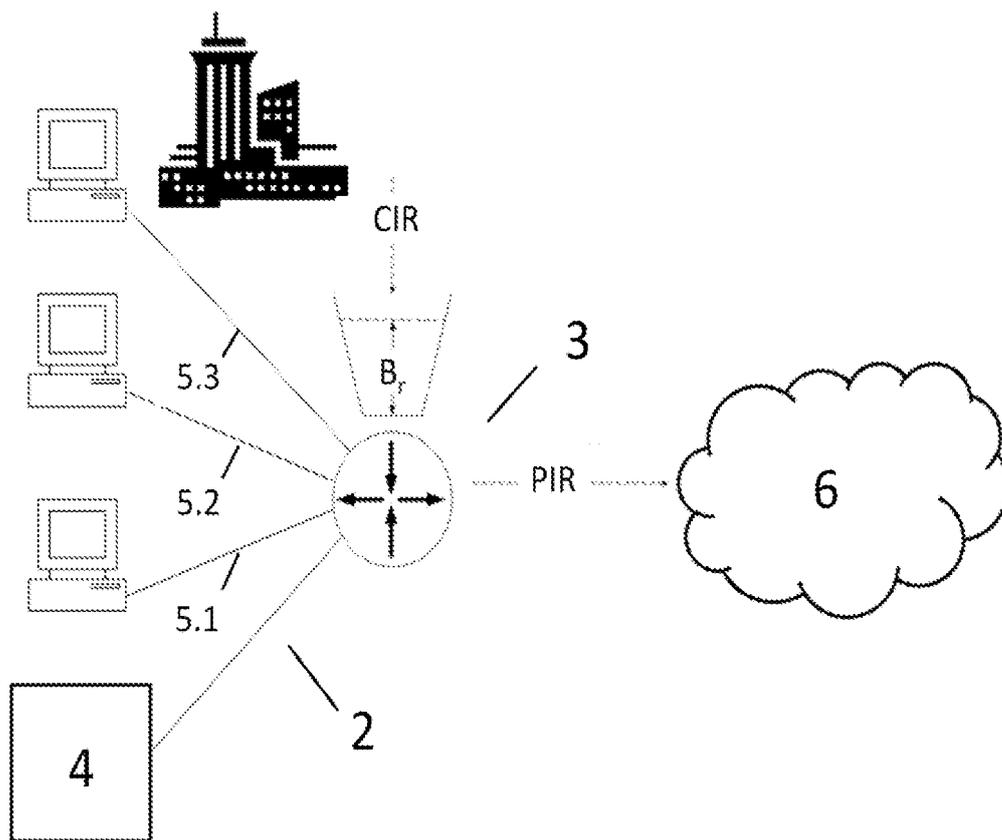
11. Método según la reivindicación 1 en donde el parámetro  $CIR$  se estima como el mínimo de la velocidad entre paquetes (1. $r-1$ . $N$ ) sonda después del cambio de velocidad.

12. Método según la reivindicación 1 en donde el tamaño del cubo en modo operativo  $B_i$  se estima como el producto entre el factor  $\left(1 - \frac{CIR}{PIR}\right)$  y el volumen de datos transmitido antes del cambio de velocidad.

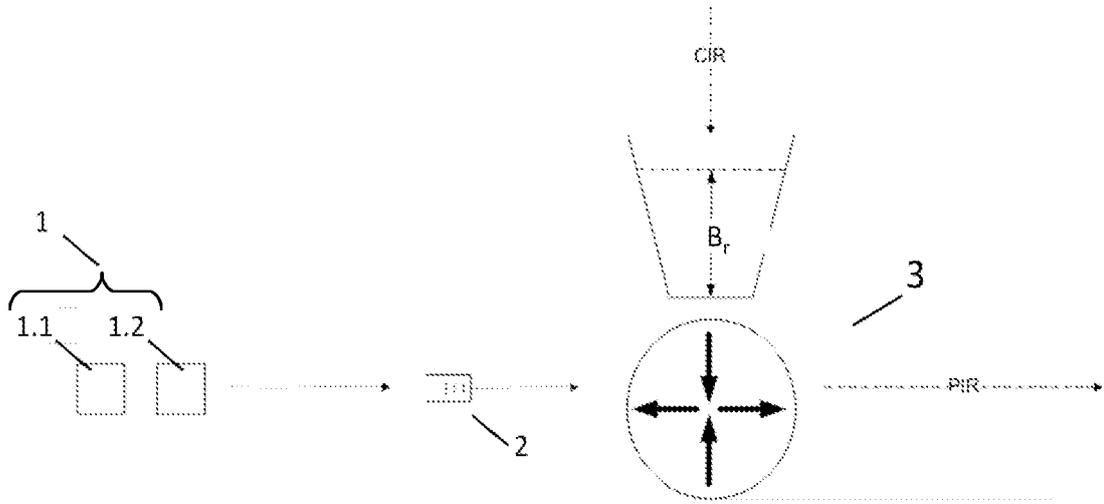
13. Método según la reivindicación 1 donde el tamaño del paquete (1.1-1. $N$ ) sonda es sustancialmente unidad máxima de transmisión de la red (MTU).

14. Método según la reivindicación 1 donde el número de paquetes sonda (1.1-1. $N$ ) en el tren (1) de paquetes sonda es 100.

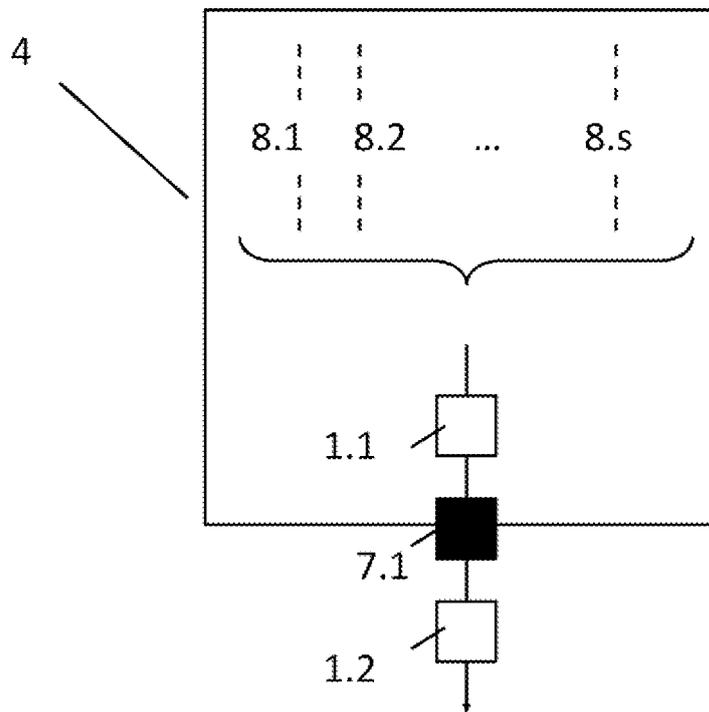
15. Programa de ordenador para realizar la estimación de los parámetros de un elemento de control del tipo *token-bucket* (3) en un ordenador según un conjunto de instrucciones que implementan en un ordenador un método según la reivindicación 1.



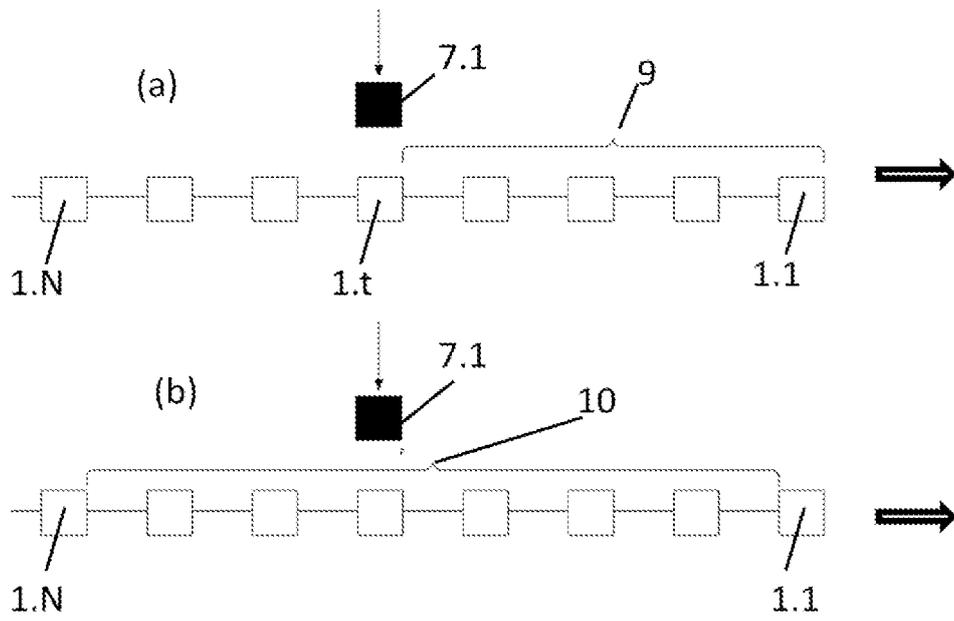
**FIG. 1**



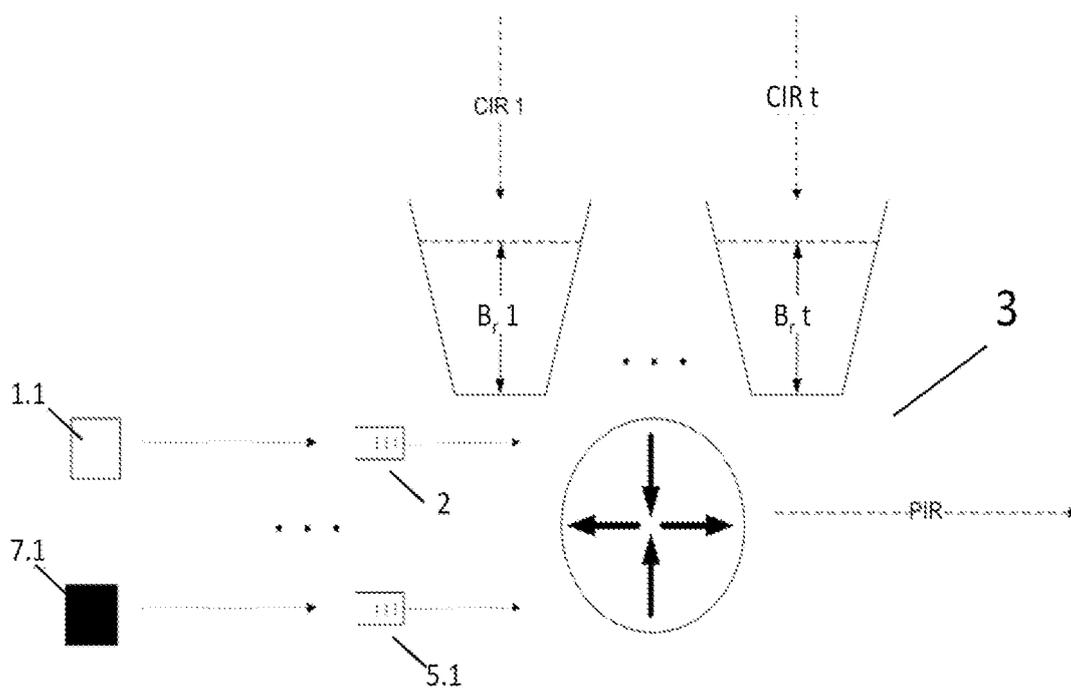
**FIG. 2**



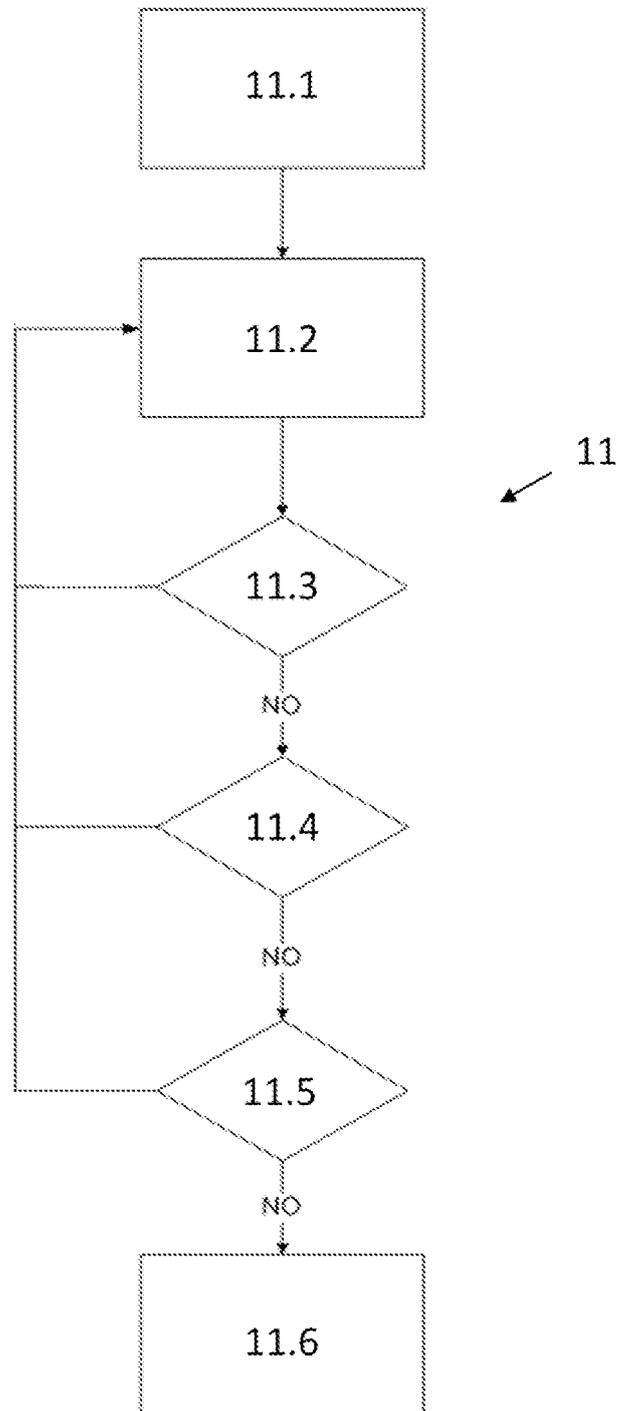
**FIG. 3**



**FIG. 4**



**FIG. 5**



**Fig. 6**



OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201030516

②② Fecha de presentación de la solicitud: 09.04.2010

③② Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **H04L12/56** (2006.01)

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 6373824 B1 (INTEL CORP) 16.04.2002, todo el documento.	1-15

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
26.12.2011

Examinador  
M. Muñoz Sanchez

Página  
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H04L

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, XPMISC, XPI3E, XPIETF, XPIEE, XPESP, NPL, COMPDX

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 26.12.2011

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-15	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-15	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 6373824 B1 (INTEL CORP)	16.04.2002

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

Se considera D01 el documento del estado de la técnica más próximo al objeto de la invención.

**Reivindicaciones independientes**

Reivindicación 1: siguiendo la redacción de la reivindicación 1 el documento D01 divulga un método para estimar uno de los parámetros de un token bucket, tamaño del cubo, a partir de otro, tasa de generación de tokens, que se asume. Para ello, en diferentes instantes de tiempo se mide la cantidad de información recibida, tamaño de paquetes, y se hace una estimación previa del tamaño del cubo para cada intervalo entre ambos instantes. Finalmente, tras el último instante de tiempo se hace la estimación final del tamaño del cubo.

En D01 sin embargo se monitoriza la velocidad de transmisión para poder diferenciar qué paquetes, por hipótesis, se han transmitido a máxima velocidad, tantos como tokens quepan en el cubo. Cuando se produce un cambio de velocidad existe un indicio de que el cubo ha pasado a estar vacío. Tras separar en dos grupos los paquetes recibidos se procede al cálculo de los parámetros del token bucket, velocidad máxima de transmisión, tasa de generación de tokens y tamaño del cubo.

El problema técnico subyacente resulta entonces cómo determinar los parámetros de un token bucket sin tener que suponer un valor para otros de sus valores, y hacerlo además de forma sencilla.

A la vista de D01, el experto en la materia a partir de sus conocimientos no modificaría D01 para incorporar los numerosos elementos técnicos adicionales, pasos de procedimiento, divulgados en la solicitud; por tanto la reivindicación 1 posee actividad inventiva según el artículo 8.1 de la Ley de Patentes.

Reivindicación 15: es el programa de ordenador correspondiente al método de la reivindicación 1 y, por tanto, la reivindicación 15 posee actividad inventiva según el artículo 8.1 de la Ley de Patentes.

**Reivindicaciones dependientes**

Reivindicaciones 2-14: estas reivindicaciones dependen de la reivindicación 1 y, por tanto, al igual que ésta, también poseen actividad inventiva según el artículo 8.1 de la Ley de Patentes.