



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 348 476**

(51) Int. Cl.:
H04L 12/24 (2006.01)
H04L 12/26 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **06821000 .4**
(96) Fecha de presentación : **29.11.2006**
(97) Número de publicación de la solicitud: **2033366**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **11.03.2009**

(54) Título: **Nodo de red y procedimiento para la medición y monitorización de tráfico rápido.**

(30) Prioridad: **26.06.2006 US 805813 P**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
07.12.2010

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
07.12.2010

(73) Titular/es: **Telefonaktiebolaget LM Ericsson (publ)
Ericsson GmbH Ericsson Allee 1
52134 Herzogenrath, SE**

(72) Inventor/es: **Bader, Attila y
Csasar, Andras**

(74) Agente: **Carpintero López, Mario**

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).

Descripción

CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere en general al campo de las comunicaciones y, en particular, a un nodo de red (por ejemplo, nodo de borde, enrutador) y a un procedimiento para proporcionar información rápida y exacta de tráfico durante fluctuaciones de tráfico en una red, y también durante un cambio grande y repentino en las condiciones de tráfico de la red.

ANTECEDENTES

Se utilizan acrónimos comunes en la descripción que sigue de la técnica anterior y de la presente invención. Por conveniencia, se proporciona este glosario:

DiffServ	Servicios Diferenciados
DoS	Denegación de Servicio
EWMA	Media Móvil Ponderada Exponencialmente
IETF	Ingeniería de Internet
IP	Protocolo de Internet
MA	Media Móvil
NSIS	Siguientes Fases de Señalización
QoS	Calidad de Servicio
RFC	Petición de Comentarios
RMD	Recurso de Gestión en DiffServ
RMF	Función de Gestión de Recurso
SWMA	Media Móvil de Ventana Deslizante
TMF	Función de Monitorización de Tráfico
VBR	Tasa de Transmisión de Bits Variable

En una red de comunicaciones, la medición de las características de tráfico (ancho de banda, pérdida de paquetes, retardo, o fluctuación), es una tarea importante de gestión de red y también es importante para procedimientos que proporcionan una Calidad de Servicio (QoS). Las características de tráfico pueden ser altamente variables. Por ejemplo, se conoce bien el hecho de que el tráfico de Internet es de naturaleza a ráfagas. Pero, no se conoce del todo bien que el tráfico agregado por sesiones de telefonía que entran y salen dinámicamente sea también variable, lo que es

especialmente cierto cuando las sesiones de telefonía son en sí mismas variables (por ejemplo, si se utilizan técnicas de supresión de silencio, entonces la corriente resultante será una corriente VBR que es similar a la de una fuente de encendido/ apagado). Esta clase de variación de las características de tráfico es una propiedad inherente al tráfico de telefonía, y se considera, por lo tanto, normal.

De ese modo, las decisiones de control de admisión o de congestión de la red de comunicación y las indicaciones de alarma, no se verán influenciadas por esta variación “normal” de las características de tráfico de telefonía. Para ayudar a lograr esto, las herramientas de monitorización de tráfico implementan con frecuencia en la actualidad alguna clase de técnica de media móvil, en la que los valores medidos de las características de tráfico durante intervalos de tiempo consecutivos son promediados y alisados de modo que las decisiones de control de admisión o de congestión y las indicaciones de alarma pueden ser realizadas sin que se vean influenciadas innecesariamente por esta variación “normal” del tráfico de telefonía. Dos técnicas de medias móviles bien conocidas van a ser expuestas en lo que sigue con respecto a las Figuras 1-2 (TÉCNICA ANTERIOR).

La primera técnica se conoce como técnica de media móvil de ventana deslizante (SWMA), en la que los valores de “n” mediciones de tráfico consecutivas son promediados después de la $i^{\text{ésima}}$ medición (m_i) de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$avg_i = \frac{\sum_{j=i-n}^i m_j}{n} \quad (1)$$

Como puede apreciarse, una “n” más alta en la ecuación da como resultado una media resultante global más lisa debido a que la medición más reciente tiene un impacto más pequeño cuando se compara con las mediciones anteriores que han sido utilizadas también para calcular la media global resultante (avg_i). Por supuesto, la técnica SWMA requiere que los “n” valores anteriores medidos de las características de tráfico sean almacenados en una memoria con el fin de estar en condiciones de calcular la media global resultante (avg_i). La Figura 1 (TÉCNICA ANTERIOR) es un gráfico que ilustra una curva real de característica de tráfico medida y dos curvas de la media global resultante de las mediciones de tráfico cuando se utilizan diferentes números de parámetros medidos tales como $n=3$ y $n=5$ cuando se implementa la técnica SWMA.

La segunda técnica se conoce como técnica de media móvil ponderada exponencialmente (EWMA). En este caso, la media global resultante (avg_i) se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Avg_i = (1-w) \cdot avg_{i-1} + w \cdot m_i \quad (2)$$

en la que $0 \leq w \leq 1$ es el parámetro de ponderación, e i es el intervalo medido. Como puede apreciarse, cuanto más pequeño es el parámetro “w” de ponderación, más lisa va a ser la media global resultante (avg_i), puesto que la medición más reciente tiene un menor impacto cuando se compara con las mediciones anteriores que se utilizan también para calcular la media global resultante (avg_i). La Figura 2 (TÉCNICA ANTERIOR) es un gráfico que ilustra una curva real del tráfico medido y dos curvas de la media global resultante (avg_i) de las mediciones de tráfico cuando se utilizan diferentes parámetros de ponderación de $w=1/8$ y $w=1/2$ cuando se implementa la técnica EWMA.

Desafortunadamente, estas técnicas de medias móviles pueden adaptarse demasiado rápido y tener fluctuaciones respecto a cambios normales de las características de tráfico, o pueden estar configuradas de modo que no tengan fluctuaciones durante los cambios normales de las características de tráfico, pero entonces las mismas se adaptarían de forma demasiado lenta a cualquier cambio súbito y grande de las características de tráfico (véanse las Figuras 1 y 2). En particular, si la técnica de media móvil está estructurada de modo que se adapte de forma lenta, entonces la herramienta de monitorización de tráfico no puede detectar rápidamente los cambios grandes y repentinos del modelo de tráfico debidos a un fallo (pérdida súbita de algo de tráfico), a re-enrutamiento o a ataques DoS (incremento súbito de demanda de tráfico en algunos enlaces). Así, los impulsos grandes y repentinos pueden permanecer ocultos incluso aunque a los operadores de red les gustaría probablemente conocer estos grandes impulsos (véase la Figura 1 cuando SWMA $n = 5$ y la Figura 2 cuando EWMA $w = 1/8$). Por el contrario, si la técnica de media móvil está estructurada para adaptarse de forma rápida, entonces su salida puede fluctuar como las mediciones reales, lo que puede provocar que la herramienta de monitorización de tráfico dispare innecesariamente alarmas o avisos (véase la Figura 1 cuando SWMA $n = 3$ y la Figura 2 cuando EWMA $w = 1/2$).

Como tales, las herramientas de monitorización de tráfico (y los sistemas de control de admisión) van a tener, o bien una notificación de congestión lenta o bien van a provocar un número innecesario de terminaciones de flujo debido a las fluctuaciones de

carga. Esto es especialmente problemático en redes de IP a gran escala que implementan arquitectura DiffServ de la IETF (por ejemplo, véase S. Blake et al., “Una Arquitectura para Servicios Diferenciados”, RFC 2475, 1998). Además, esto es problemático en redes de IP a gran escala que implementan el protocolo de notificación de pre-congestión del DiffServ de la IETF (por ejemplo, véase B. Brisco et al., “Una Infraestructura para Control de Admisión sobre DiffServ que utiliza Notificación de Pre-Congestión”, Proyecto de internet, trabajo en curso, Marzo de 2006). Además, esto es problemático en redes de IP a gran escala que implementan el protocolo RMD de NSIS (véase, por ejemplo: (1) M. Brunner, “Requisitos para Protocolos de Señalización”, RFC3726, Abril de 2004; (2) A. Bader et al., “RMD-QOSM: Un Modelo de Política de Señalización para Redes que utilizan Gestión de Recursos en DiffServ (RMD)”, proyecto IETF, trabajo en curso; y (3) A. Császár, et al., “Manejo de congestión en un dominio de red conmutada por paquetes”, documento WO 2006052174). Además, puede ser un problema que la interfaz/ monitor humano de la herramienta de monitorización de tráfico oculte o no presente los cambios grandes y repentinos en las características de tráfico que puedan ocurrir en las medias móviles adaptadas de forma lenta a los cambios grandes y repentinos de las características de tráfico. En consecuencia, existe una necesidad de direccionar este inconveniente y otros inconvenientes asociados a las herramientas de monitorización de tráfico (y sistemas de control de admisión) que utilizan técnicas de medias móviles (por ejemplo, la técnica SWMA o la técnica EWMA). Esta necesidad particular y otras necesidades, son direccionadas por el nodo de red y el procedimiento de la presente invención

El documento US 6.333.917 B1 (25 de Diciembre de 2001) divulga un procedimiento de detección rápida aleatoria (RED) que controla y evita la congestión en una red por paquetes, previendo la congestión y señalando periódicamente la congestión mediante marcado o desecho de paquetes. En una realización, existe un seguidor de pico incrementado de media móvil exponencialmente ponderada (EWMA) que tiene una entrada para una métrica de conexión (METRIC_INPUT) para una conexión actual y una entrada para el valor previo de la salida del seguidor de pico EWMA (PEAK_ESTIMATE). El seguidor de pico EWMA compara la METRIC_INPUT con la PEAK_ESTIMATE. Si la METRIC_INPUT es mayor que, o igual a, la PEAK_ESTIMATE, entonces la nueva PEAK_ESTIMATE es el valor de la métrica de conexión. Si la METRIC_INPUT es menor que la PEAK_ESTIMATE, entonces la salida decae hacia el valor de la métrica de conexión.

Papadopouli M. et al., "Evaluación de Algoritmos de Predicción de Tráfico a Corto Plazo en Redes Inalámbricas (3 de Abril de 2006), divulga algoritmos de predicción de tráfico a corto plazo utilizados en redes inalámbricas. Un modelo para la predicción de tráfico consiste en un algoritmo de media móvil adaptativa que fue motivado por la necesidad de capturar mejor la capacidad de ráfagas del tráfico y la necesidad de adaptarse a sus cambios repentinos durante el proceso de predicción. El algoritmo de media móvil adaptativa detecta rápidamente los cambios de nivel (es decir, los cambios considerables de tráfico) en el tráfico y establece un nuevo tamaño de ventana del tráfico reciente. Se detecta un cambio de nivel en el intervalo actual (k_j) si los intervalos de confianza del tráfico al que se accede durante una ventana normal (L_m) y un nuevo intervalo (L_j) no son solapantes (criterios de cambio de nivel). En caso de un nuevo cambio de nivel, la ventana normal se transforma en el nuevo intervalo (L_j) y el algoritmo continúa hasta el siguiente intervalo (k_{j+1}).

SUMARIO

Un nodo de red (por ejemplo, nodo de borde, enrutador, nodo de gestión de red), una herramienta de visualización y un procedimiento, se narran en las reivindicaciones 1, 8 y 15 independientes, que proporcionan una información rápida y exacta de tráfico durante las fluctuaciones de tráfico normales en una red, y también durante un cambio grande y repentino en las condiciones de tráfico de la red.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Se puede obtener una comprensión más completa de la presente invención mediante referencia a la descripción detallada que sigue, tomada junto con los dibujos que se acompañan, en los que:

La Figura 1 (TÉCNICA ANTERIOR) es un gráfico que se utiliza para ayudar a explicar cómo se utiliza una técnica SWMA conocida para monitorizar características de tráfico dentro de una red de IP;

la Figura 2 (TÉCNICA ANTERIOR) es un gráfico que se utiliza para ayudar a explicar cómo se utiliza una técnica EWMA conocida para monitorizar características de tráfico dentro de una red de IP;

la Figura 3 es un diagrama de bloques de un ejemplo de red de IP que incluye nodos (por ejemplo, nodos de borde, enrutadores) que implementan un procedimiento de medición de tráfico de acuerdo con la presente invención;

la Figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra las etapas básicas del procedimiento de medición de tráfico de acuerdo con la presente invención;

las Figuras 5A y 5B ilustran diagramas de un cubo simbólico que puede ser utilizado para verificar ya sea una diferencia “ascendente” significativa o ya sea una diferencia “descendente” significativa durante una etapa de determinación dentro del procedimiento de medición de tráfico de acuerdo con la presente invención;

la Figura 6 es un gráfico de simulación que ha sido previsto para ayudar a explicar la ventaja principal de utilizar el procedimiento de medición de tráfico de acuerdo con la presente invención, y

la Figura 7 es un diagrama de un cubo simbólico que se utiliza para ayudar a implementar una etapa de adaptación rápida dentro del procedimiento de medición de tráfico de acuerdo con la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Con referencia a la Figura 3, se muestra un diagrama de bloques de un ejemplo de red de IP 300 que se utiliza para ayudar a explicar un procedimiento 400 de medición de tráfico de acuerdo con la presente invención. Según se muestra, el ejemplo de red de IP 300 tiene múltiples enrutadores 302a, 302b, 302c, y 302d, y múltiples nodos de borde 304a y 304b (situados en el borde del dominio de la red), todos los cuales están conectados a un nodo 306 de gestión de red. Cada enrutador 302a, 302b, 302c y 302d, y cada nodo de borde 304a y 304b, tiene una función de medición de tráfico (TMF) 308 incorporada en el mismo, que actúa para medir los parámetros de tráfico deseados (nota: no es un requisito medir los parámetros de tráfico en cada uno de los enrutadores 302a, 302b, 302c y 302d, o de los nodos de borde 304a y 304b). El nodo 306 de gestión de red actúa para controlar las TMFs 308 y para recopilar sus parámetros de tráfico medidos. En caso de que la red de IP 300 implemente el protocolo RMD de NSIS mencionado anteriormente, entonces cada uno de los enrutadores 302a, 302b, 302c y 302d podría disponer de una función de gestión de recurso (RMF) 310 que contenga la TMF 308 (véase la vista “A” de la Figura 3). Se proporciona una exposición detallada a continuación sobre cómo cada uno, o los seleccionados, de los enrutadores 302a, 302b, 302c y 302d (en particular, su TMF 308), de los nodos de borde 304a y 304b (en particular, su TMF 308) y del nodo 306 de gestión de red, puede implementar el procedimiento 400 de medición de tráfico, y monitorizar una o más de las características/parámetros de tráfico de acuerdo con la presente invención.

Con referencia a la Figura 4, existe un diagrama de flujo que ilustra las etapas básicas del procedimiento 400 para monitorizar un parámetro de tráfico de acuerdo con la presente invención. Básicamente, el procedimiento 400 incluye las siguientes etapas: (1) medir un parámetro de tráfico (m_i) (por ejemplo, el parámetro (m_i) puede ser una tasa de transmisión de bits, un ancho de banda, una pérdida de paquete, una utilización de enlace, un retardo o una fluctuación) (etapa 402); (2) determinar/ verificar si el valor del parámetro (m_i) medido es significativamente diferente de una media de parámetros medidos previamente (avg_{i-1}) (etapa 404); (2a) si lo es, entonces adaptar rápidamente un valor de una media actualizada de parámetros medidos (avg_i) de modo que sea más próxima al valor del parámetro (m_i) medido (etapa 406); y (2b) si no lo es, entonces adaptar lentamente el valor de la media actualizada de parámetros medidos (avg_i) de modo que sea más próxima al valor del parámetro (m_i) medido (etapa 408). Una descripción detallada acerca del procedimiento 400 de medición de tráfico, y en particular de las etapas 404, 406 y 408, se proporciona a continuación con respecto a las Figuras 5-7.

Según puede apreciarse, en el procedimiento 400 después de realizar cada medición, pero antes de determinar el valor de una media actualizada de parámetros medidos (avg_i), se realiza una determinación respecto a si un valor de la nueva medición (m_i) indica un cambio grande y repentino en relación al valor de la media de parámetros previamente medidos (avg_{i-1}) (etapas 402 y 404). La importancia de esta diferencia puede ser determinada en una amplia variedad de formas de las que se van a exponer tres formas a continuación. En primer lugar, la verificación de diferencia podría ser relativa, como sigue:

```

Si  $m_i > avg_{i-1} * (1 + x\%)$  O  $m_i < avg_{i-1} * (1 - x\%)$  Entonces
    ... realizar adaptación rápida (etapa
    406 - expuesta en lo que sigue) ...
O bien
    ... realizar adaptación lenta (etapa 408
    utilizando una técnica de media móvil
    regular) ...
EndIf

```

en la que "x" puede ser:

- un valor constante preestablecido

- una función de la desviación estándar si el modelo de tráfico es conocido, o
- una función de la varianza empírica si ésta puede ser medida.

Segundo, la verificación de diferencia podría ser absoluta, como sigue:

5

```
Si  $m_i - avg_{i-1} > X$  O  $avg_{i-1} - m_i > X$  Entonces
    ... realizar adaptación rápida (etapa
    406 - expuesta en lo que sigue) ...
    O bien
```

10

```
    ... realizar adaptación lenta (etapa 408
    - utilizando una técnica de media móvil
    regular) ...
    EndIf
```

15

en la que “X” puede ser:

- un valor preestablecido,
- una función de la desviación estándar si el modelo de tráfico es conocido, o
- una función de la varianza empírica si éste puede ser medida.

20

25

30

35

Tercero, si la característica/ parámetro de tráfico medido (m_i) es una tasa de transmisión de bits o una utilización de enlace, entonces la verificación de diferencia podría hacerse utilizando un cubo simbólico 500 de tamaño ϵ (véanse las Figuras 5A y 5B). El cubo simbólico 500 tiene una capacidad algo limitada para recibir lo que se conoce como fichas 502 que corresponden a un solo paquete, a un byte, o a alguna cantidad fija de bytes. Estas fichas 502 Se disponen a una velocidad constante (tasa de transmisión de bits de umbral de referencia) en el cubo simbólico 500, y después se extraen a la velocidad de enlace/ tasa de transmisión de bits real. Como tal, si la velocidad de enlace/ tasa de bit es baja (es decir, más baja que el umbral), entonces el cubo simbólico 500 se va llenando de fichas 502 (véase la Figura 5A). En ese caso, el cubo simbólico 500 podría ser utilizado para poner de manifiesto una fluctuación significativa “descendente” cuando se llene, debido a que la tasa de transmisión de bits real es significativamente más baja que la media de llenado ($avg + E$). Por el contrario, si la velocidad de enlace/ tasa de transmisión de bits es alta (es decir, más alta que el umbral), entonces el cubo simbólico 500 se va vaciando de fichas 502 (véase la Figura

5B). En ese caso, el cubo simbólico 500 podría ser utilizado para poner de manifiesto una fluctuación significativa “ascendente” cuando se vacíe debido a que la tasa de transmisión de bits real es significativamente más alta que la media de llenado ($\text{avg}-\epsilon$). En las Figuras 5A y 5B, “avg” significa el último valor medio de la técnica de media móvil (por ejemplo, la técnica SWMA o la técnica EWMA), y la adición de “ ϵ ” se requiere debido entre otras cosas a que el cubo simbólico 500 podría ser vaciado/ llenado mediante un lento, pero largo, incremento/ reducción duradera de la característica/ parámetro de tráfico observado.

En algunos casos, puede que solamente sea importante señalar un incremento repentino de la característica/ parámetro de tráfico (por ejemplo, incremento repentino de la relación de pérdida de paquetes, incremento repentino de utilización, etc.) (etapa 404). En esos casos, la verificación de diferencia podría ser simplificada para tener en cuenta la dirección “ascendente” y no la dirección “descendente”. Como tal, la verificación de diferencia relativa podría ser como sigue:

```

Si  $m_i > \text{avg}_{i-1} * (1 + x\%)$  Entonces
    ... realizar adaptación rápida (etapa
    406 - expuesta en lo que sigue) ...
O bien
    ... realizar adaptación lenta (etapa 408 -
    utilizando una técnica de media móvil regular) ...
EndIf

```

en la que “x” puede ser:

- un valor constante preestablecido,
- una función de la desviación estándar si el modelo de tráfico es conocido, o
- una función de la varianza empírica si ésta puede ser medida.

La verificación de diferencia absoluta podría ser como sigue:

```

Si  $m_i - \text{avg}_{i-1} > X$  Entonces
    ... realizar adaptación rápida (etapa 406
    - expuesta en lo que sigue) ...
O bien
    ... realizar adaptación lenta (etapa 408

```

```

- utilizando una técnica de media móvil
regular) ...
EndIf

```

5 en la que “X” puede ser:

- un valor constante preestablecido,
- una función de la desviación estándar si el modelo de tráfico es conocido, o
- una función de la varianza empírica si ésta puede ser medida.

10

En esta situación, el cubo simbólico 500 podría ser utilizado para identificar una fluctuación significativa “ascendente” siempre que resulte vacío puesto que la tasa de transmisión de bits real sería significativamente más alta que la media de llenado (véase la Figura 5B). Y, el cubo simbólico 500 no podría ser utilizado para indicar una fluctuación significativa “descendente” si éste resulta lleno puesto que la tasa de transmisión de bits real sería significativamente más baja que la media de llenado.

15

Además, en algunos casos, un incremento repentino del valor de una característica/ parámetro de tráfico tiene interés si la característica/ parámetro de tráfico observado supera un cierto umbral durante el salto inicial. Por ejemplo, cuando se utilizan protocolos de control de admisión o de congestión, entonces es probable que tenga interés conocer cuándo el ancho de banda medido supera un cierto umbral (por supuesto, pasar el umbral como parte de una fluctuación normal de tráfico no debe ser indicado). En estos casos, los tres ejemplos de esquemas de verificación “ascendentes” significativos descritos en lo que antecede, podrían ser más simplificados debido a que el comportamiento de la media no es relevante cuando las mediciones están por debajo del umbral. En particular, los tres ejemplos de esquemas “ascendentes” significativos podrían ser simplificados de tal modo que la etapa 406 de adaptación rápida se realizaría si: (1) la medición (m_i) supera el umbral más un x% de valor de diferencia relativa predeterminada; (2) la medición (m_i) supera el umbral más un valor X de diferencia absoluta predeterminada; y (3) el cubo simbólico 500 se vacía cuando las fichas 502 llenaron la fila/ el cubo a la velocidad constante del umbral predeterminado.

20

25

30

Haciendo de nuevo referencia a la Figura 4, si el valor del parámetro medido (m_i) no es significativamente diferente del valor de la media de parámetros previamente medidos (avg_{i-1}), entonces el valor de la media actualizada de parámetros medidos (avg_i) podría ser adaptado lentamente de modo que sea más próximo al valor del parámetro medido (m_i) (etapas 404 y 408). En una realización, esta etapa 408 de adaptación lenta puede ser

35

llevada a cabo utilizando la técnica de media móvil de alisado tradicional tal como la técnica SWMA o la técnica EWMA. Sin embargo, si existe una diferencia significativa, entonces el valor medio (avg_i) actualizado podría ser adaptado rápidamente al valor del parámetro actualmente medido (m_i) (véase la etapa 406). En una realización, esta etapa 406 de adaptación puede ser alcanzada asignando un peso más alto al nuevo parámetro (m_i) de tráfico medido. La exposición que sigue a continuación explica algunas de las diferentes formas en las que se puede llevar a cabo la etapa 408 de adaptación rápida de acuerdo con la presente solución.

Si se utiliza la técnica SWMA, entonces se podría adaptar rápidamente la media actualizada (avg_i) al valor del parámetro (m_i) recientemente medido igualando las n células de mediciones almacenadas y sustituyendo cada una de ellas por la nueva medición (m_i). De esta forma, la media actualizada (avg_i) saltaría inmediatamente al nuevo nivel, pero sería alisada después en caso de que no existan diferencias adicionales. Un ejemplo de pseudo-código que acompaña a todo esto, es como sigue:

```

Si la diferencia es significativa, Entonces
    //Llenar células con el nuevo valor
    Para i = 1 a n, hacer
        Célula[i] =  $m_i$ 
    EndFor

     $avg_i = m_i$ 

```

O bien

```

//Realizar cambio en las células:
Para i = 1 a n-1, hacer
    Célula[i] = Célula[i+1]
EndFor
Célula[n] =  $m_i$ 

```

```

//Realizar cálculo de media
Suma = 0
Para i = 1 a n, hacer
    Suma += Célula[i]
EndFor

```

$$\text{avg}_i = \text{Suma} / n$$

EndIf

5 Si se utiliza la técnica EWMA, entonces se podría adaptar rápidamente la media actualizada (avg_i) al valor del parámetro (m_i) recientemente medido, utilizando un peso superior (últimamente, incluso 1) para el parámetro (m_i) recientemente medido. Un ejemplo de pseudo-código que acompaña a todo esto, es como sigue:

```
10 Si la diferencia es significativa, Entonces
     $\text{avg}_i = \text{avg}_{i-1} * (1,0 - w_{\text{adaptación}}) + m_i * w_{\text{adaptación}}$ 
    O bien
     $\text{avg}_i = \text{avg}_{i-1} * (1,0 - w_{\text{normal}}) + m_i * w_{\text{normal}}$ 
    EndIf
```

15

en la que los valores w_{normal} son típicamente 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, y así sucesivamente, y el valor de $w_{\text{adaptación}}$ sería más alto que w_{normal} y típicamente estaría próximo a uno, por ejemplo 1/2, 3/4, 7/8, ..., hasta 1.

20 El comportamiento de esta técnica EWMA incrementada que utiliza mediciones de ancho de banda, se demuestra en el gráfico mostrado en la Figura 6. En esta simulación, las mediciones de ancho de banda fueron realizadas de acuerdo con un modelo aleatorio de llegada de sesión (Poisson), en el que las sesiones eran fuentes de conexión-desconexión (por ejemplo, a modo de flujos de conversación con detección de actividad vocal). Como puede apreciarse, mientras la técnica EWMA incrementada (véase la línea 602) es tan lisa como la técnica EWMA tradicional (véase la línea 604), salta rápidamente al nuevo nivel de carga de la medición real (véase la línea 606), mucho más rápido de lo que es posible con la técnica EWMA tradicional (véase la línea 604).

30 Alternativamente, para la medición de ancho de banda, utilización de enlace y propiedades similares, se podría utilizar un cubo simbólico 700 como el mostrado en la Figura 7 para establecer el parámetro de ponderación (w) de la técnica EWMA tradicional (etapa 408) y la técnica EWMA incrementada (etapa 406). Por ejemplo, si el cubo simbólico 700 está lleno de fichas, entonces el peso (w) EWMA sería bajo para mantener una media lisa (véase la etapa 408). Por el contrario, si en el cubo simbólico 700 faltan algunas fichas 702 más que un umbral (w_1), entonces el peso (w) EWMA empieza a incrementarse hasta que el cubo simbólico 700 está vacío, en cuyo caso el peso (w) podría ser establecido en 1

35

(véase la etapa 406). De esta forma, las fluctuaciones más grandes de la característica/ parámetro de tráfico medido pueden ser contabilizadas utilizando un peso EWMA (w) tal como $w = 1/2, 3/4, \dots, 1$ (véase la etapa 406). Y, las fluctuaciones normales de la característica/ parámetro (m_i) de tráfico medido pueden ser alisadas utilizando un peso (w) EWMA tal que $w = 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, \dots$ (véase la etapa 408). Como puede apreciarse, la fluctuación normal ocurre solamente hasta un cierto tamaño de cubo y por debajo del peso (w) empieza a incrementarse para realizar una adaptación más rápida para las fluctuaciones más grandes.

A partir de cuanto antecede, se podrá apreciar que la presente solución se refiere a un procedimiento que proporciona información rápida y exacta de las características de tráfico durante las fluctuaciones de tráfico normales en las condiciones de una red, y también durante un cambio grande y repentino en las condiciones de la red. La presente solución se basa en una técnica de media móvil en la que, si en algún momento el valor medido de un parámetro de tráfico es significativamente más alto o más bajo que la media de un parámetro de tráfico previo, entonces se asignará al nuevo valor medido un peso más alto que lo normal con el fin de adaptar rápidamente la media actualizada al nuevo nivel. Esta diferencia significativa puede ser verificada cuando la diferencia entre la nueva medición y la media de las mediciones previas es más alta que un umbral (" x " relativa o " X " absoluta), o cuando un cubo simbólico se llena hasta arriba, o se vacía por completo, de fichas.

Típicamente, la presente solución podría ser utilizada en una herramienta de monitorización de tráfico o en un procedimiento QoS basado en mediciones de características de tráfico. En una herramienta de monitorización de tráfico tradicional, se calculó una media alisada de los parámetros de tráfico medidos, y se utilizó para eliminar una notificación o terminación de congestión lenta de un flujo de tráfico debida a una fluctuación de tráfico "normal". El problema principal en relación con este procedimiento consiste en que el tiempo de reacción es relativamente lento cuando las condiciones de la red cambian rápidamente. En la presente invención, se utiliza una técnica de media móvil incrementada que elimina la notificación o terminación de congestión lenta de un flujo de tráfico debida a una fluctuación de tráfico "normal", y que también está capacitada para seguir los cambios grandes y repentinos (por ejemplo, cambios de carga debidos a fallos de elementos de red o a otros fenómenos que provocan picos en la Figura). Como resultado, un cambio rápido en la característica de tráfico puede ser indicado en la salida, y puede ser utilizado para disparar eficazmente alarmas o avisos en tiempo real. Alternativamente, una herramienta/ interfaz humana de visualización, puede aplicar también el procedimiento

400 y/o mostrar los resultados del procedimiento 400 a una persona utilizando un procedimiento gráfico (por ejemplo, Excel®) para ilustrar los cambios “pequeños” y “grandes” en las fluctuaciones de tráfico. La herramienta/ interfaz humana 307 de visualización se muestra conectada a la herramienta 306 de gestión de red, pero podría estar conectada, si se desea, a uno cualquiera o a todos los enrutadores 302a, 302b, 302c y 302d y/o a los nodos de borde 304a y 304b. La presente solución tiene un número de ventajas (por ejemplo):

- Una herramienta de gestión de tráfico puede utilizar la presente solución para filtrar (alisar) fluctuaciones de tráfico normal a partir de mediciones de ancho de banda, retardos o pérdidas. Al mismo tiempo, la herramienta de monitorización de tráfico puede utilizar la presente invención para mostrar de forma rápida cambios súbitos y grandes de la propiedad medida que pudieran haber ocupado un tiempo largo utilizando las técnicas convencionales de media móvil de alisamiento. De ese modo, la herramienta de monitorización de tráfico es susceptible de detectar rápidamente fallos en la red de igual modo que cuando se pierde una parte considerable del tráfico, o cuando una parte de la red recibe súbitamente una carga de tráfico mucho más alta.
- La presente solución podría ser aplicada en aplicaciones de control de admisión y congestión basadas en mediciones, para rechazar rápidamente nuevas sesiones o sesiones prioritarias existentes en respuesta al tráfico re-dirigido o a una llamada masiva mientras al mismo tiempo estas aplicaciones pueden ignorar las fluctuaciones de tráfico que se consideren normales.
- La presente invención podría ser aplicada en el sistema de gestión de red para reconocer rápidamente fallos, cambios repentinos de las características de tráfico o eventos especiales causados por picos en las características de tráfico (por ejemplo, ataques DoS, llamada masiva, fallos de enlace o de nodo que pueden dar como resultado el re-direccionamiento de paquetes).
- La presente invención permite que se consiga una alta utilización de enlace puesto que se podrían evitar las señales de congestión innecesarias que puedan ser comunes cuando se transporta tráfico de datos a ráfagas.

Finalmente, se debe apreciar que existen muchos detalles asociados al ejemplo de red de IP 300 y a sus componentes descritos en lo que antecede, que son bien conocidos por los expertos en la industria. Como tal, por motivos de claridad, en la descripción que

antecede se han omitido detalles bien conocidos acerca de la red de IP 300 y de sus componentes que no se han considerado necesarios para comprender la presente invención.

Aunque se han ilustrado múltiples realizaciones de la presente invención en los dibujos que se acompañan y se han descrito en la Descripción Detallada que antecede, se comprenderá que la invención no se limita a la realizaciones divulgadas, sino que es también susceptible de numerosas re-disposiciones, modificaciones y sustituciones sin apartarse de la invención según se establece y se define mediante las reivindicaciones siguientes.

10

15

20

25

30

35

REIVINDICACIONES

1.- Un procedimiento (400) para monitorizar un parámetro de tráfico que está
 5 circulando por el interior de una red de comunicaciones (300), comprendiendo dicho
 procedimiento las etapas de:

medir (402) el parámetro, m_i , del tráfico, y

determinar (404) si el valor del parámetro medido, m_i , es diferente de un valor de una
 media de parámetros previamente medidos, avg_{i-1} , en el que dicha etapa de determinación
 10 utiliza un proceso de verificación de diferencia relativa que determina que el valor del
 parámetro medido, m_i , es más alto que el valor de la media de parámetros previamente
 medidos, avg_{i-1} , cuando el valor del parámetro medido, m_i , es mayor que el valor de la media
 de los parámetros medidos, avg_{i-1} , multiplicado por $(1 + x\%)$, donde "x" es un valor constante
 preestablecido, una función de una desviación estándar de un modelo de tráfico conocido, o
 15 una función de una varianza empírica;

si lo es, adaptar rápidamente (406) el valor de una media actualizada de parámetros
 medidos, avg_i , de modo que sea más próximo al valor del parámetro medido, m_i , o

si no lo es, adaptar lentamente (408) el valor de la media actualizada de parámetros
 medidos, avg_i , de modo que sea más próximo al valor del parámetro medido, m_i .

20 2.- El procedimiento de la reivindicación 1, en el que dicha etapa de determinación
 incluye además utilizar el proceso de verificación de diferencia relativa que determina que el
 valor del parámetro medido, m_i , es más bajo que el valor de la media de parámetros
 previamente medidos, avg_{i-1} , cuando el valor del parámetro medido, m_i , es menor que el
 valor de la media de parámetros medidos, avg_{i-a} , multiplicado por $(1 - x\%)$, donde "x" es un
 25 valor constante preestablecido, una función de una desviación estándar de un modelo de
 tráfico conocido, o una función de una varianza empírica.

3.- El procedimiento de la reivindicación 1, en el que dicha etapa de determinación
 incluye además utilizar el proceso de verificación de diferencia relativa con un umbral
 predeterminado que determina que el valor del parámetro medido, m_i , es más alto que el
 30 valor de la media de parámetros previamente medidos, avg_{i-1} , cuando: 1) el valor del
 parámetro medido, m_i , es mayor que el umbral predeterminado, y 2) el valor del parámetro
 medido, m_i , es mayor que el valor de la media de parámetros medidos, avg_{i-1} , multiplicado
 por $(1 + x\%)$, donde "x" es un valor constante preestablecido, una función de una desviación
 estándar de un modelo de tráfico conocido, o una función de una varianza empírica.

4.- El procedimiento de la reivindicación 1, en el que dicha etapa de adaptar rápidamente el valor de la media actualizada de parámetros medidos, avg_i , de modo que sea más próximo al valor del parámetro medido, m_i , incluye además:

igualar los valores de todos los parámetros previamente medidos, utilizados para generar el valor de la media de los parámetros previamente medidos, avg_{i-1} ;

sustituir cada uno de los valores igualados de todos los parámetros previamente medidos, por el valor del parámetro medido, m_i , e

implementar una técnica incrementada de media móvil de ventana deslizante, SWMA, utilizando el parámetro medido, m_i , y el valor sustituido de la media de los parámetros previamente medidos, avg_{i-1} .

5.- El procedimiento de la reivindicación 1, en el que dicha etapa de adaptar rápidamente el valor de la media actualizada de parámetros medidos, avg_i , de modo que sea más próximo al valor del parámetro medido, m_i , incluye además implementar una técnica incrementada de media móvil exponencialmente ponderada, EWMA, en la que el valor de la media actualizada de parámetros medidos, avg_i , se establece como igual al valor de la media de parámetros previamente medidos, avg_{i-a} , multiplicado por $(1,0 - w_{adaptación})$ más el valor del parámetro medido, m_i , multiplicado por $w_{adaptación}$, donde $w_{adaptación}$ es mayor que la w_{normal} que se utilizaría en la etapa de adaptación lenta.

6.- El procedimiento de la reivindicación 1, en el que dicha etapa de adaptar lentamente el valor de la media actualizada de parámetros medidos, avg_i , de modo que sea más próximo al valor del parámetro medido, m_i , incluye además implementar una técnica tradicional de media móvil de ventana deslizante, SWMA, en la que la media actualizada de parámetros medidos, avg_i , se calcula promediando el valor de la media de parámetros previamente medidos, avg_{i-1} , y el valor del parámetro medido, m_i .

7.- El procedimiento de la reivindicación 1, en el que dicha etapa de adaptar lentamente el valor de la media actualizada de parámetros medidos, avg_i , de modo que sea más próximo al valor del parámetro medido, m_i , incluye además implementar una técnica tradicional de media móvil exponencialmente ponderada, EWMA, estableciendo el valor de la media actualizada de parámetros medidos, avg_i , como igual al valor de la media de parámetros previamente medidos, avg_{i-1} , multiplicado por $(1,0 - w_{normal})$ más el valor del parámetro medido, m_i , multiplicado por w_{normal} , donde w_{normal} es menor que la $w_{adaptación}$ que se utilizaría en la etapa de adaptación rápida.

8.- Un nodo de red (302a, 302b, 302c, 302d, 304a y 304b), que comprende:

una función de medición de tráfico (308) que facilita lo siguiente:

medir (402) un parámetro, m_i , de un tráfico, y

determinar (404) si el valor del parámetro medido, m_i , es diferente de un valor de una media de parámetros previamente medidos, avg_{i-1} , en el que dicha operación de determinación utiliza un proceso de verificación de diferencia relativa que determina que el valor del parámetro medido, m_i , es más alto que el valor de la media de parámetros previamente medidos, avg_{i-1} , cuando el valor del parámetro medido, m_i , es mayor que el valor de la media de los parámetros medidos, avg_{i-1} , multiplicado por $(1 + x\%)$, donde “x” es un valor constante preestablecido, una función de una desviación estándar de un modelo de tráfico conocido, o una función de una varianza empírica;

si lo es, adaptar rápidamente (406) el valor de una media actualizada de parámetros medidos, avg_i , de modo que sea más próximo al valor del parámetro medido, m_i , o

si no lo es, adaptar lentamente (408) el valor de la media actualizada de parámetros medidos, avg_i , de modo que sea más próximo al valor del parámetro medido, m_i .

9.- El nodo de red de la reivindicación 8, en el que dicha operación de determinación incluye además utilizar el proceso de verificación de diferencia relativa que determina que el valor del parámetro medido, m_i , es más bajo que el valor de la media de parámetros previamente medidos, avg_{i-1} , cuando el valor del parámetro medido, m_i , es menor que el valor de la media de los parámetros medidos, avg_{i-1} , multiplicado por $(1 - x\%)$, donde “x” es un valor constante preestablecido, una función de una desviación estándar de un modelo de tráfico conocido, o una función de una varianza empírica.

10.- El nodo de red de la reivindicación 8, en el que dicha operación de determinación incluye además utilizar el proceso de verificación de diferencia relativa con un umbral predeterminado que determina que el valor del parámetro medido, m_i , es más alto que el valor de la media de parámetros previamente medidos, avg_{i-1} , cuando: 1) el valor del parámetro medido, m_i , es mayor que el umbral predeterminado, y 2) el valor del parámetro medido, m_i , es mayor que el valor de la media de los parámetros medidos, avg_{i-1} , multiplicado por $(1 + x\%)$, donde “x” es un valor constante preestablecido, una función de una desviación estándar de un modelo de tráfico conocido, o una función de una varianza empírica.

11.- El nodo de red de la reivindicación 8, en el que dicha operación de adaptar rápidamente el valor de la media actualizada de parámetros medidos, avg_i , de modo que sea más próximo al valor del parámetro medido, m_i , incluye además:

igualar los valores de todos los parámetros previamente medidos utilizados para generar el valor de la media de los parámetros previamente medidos, avg_{i-1} ;

sustituir cada uno de los valores igualados de todos los parámetros previamente medidos, por el valor del parámetro medido, m_i , e

5 implementar una técnica incrementada de media móvil de ventana deslizante, SWMA, utilizando el parámetro medido, m_i , y el valor sustituido de la media de los parámetros previamente medidos, avg_{i-1} .

10 12.- El nodo de red de la reivindicación 8, en el que dicha operación de adaptar rápidamente el valor de la media actualizada de parámetros medidos, avg_i , de modo que sea más próximo al valor del parámetro medido, m_i , incluye además implementar una técnica incrementada de media móvil exponencialmente ponderada, EWMA, en la que el valor de la media actualizada de parámetros medidos, avg_i , se establece como igual al valor de la media de parámetros previamente medidos, avg_{i-1} , multiplicado por $(1,0 - w_{adaptación})$ más el valor del parámetro medido, m_i , multiplicado por $w_{adaptación}$, donde $w_{adaptación}$ es mayor
15 que la w_{normal} que se utilizaría en la etapa de adaptación lenta.

13.- El nodo de red de la reivindicación 8, en el que dicha operación de adaptar lentamente el valor de la media actualizada de parámetros medidos, avg_i , de modo que sea más próximo al valor del parámetro medido, m_i , incluye además implementar una técnica tradicional de media móvil de ventana deslizante, SWMA, donde la media actualizada de
20 parámetros medidos, avg_i , se calcula promediando el valor de la media de parámetros previamente medidos y el valor del parámetro medido, m_i .

14.- El nodo de red de la reivindicación 8, en el que dicha etapa de adaptar lentamente el valor de la media actualizada de parámetros medidos, avg_i , de modo que sea más próximo al valor del parámetro medido, m_i , incluye además implementar una técnica
25 tradicional de media móvil exponencialmente ponderada, EWMA, estableciendo el valor de la media actualizada de parámetros medidos, avg_i , como igual al valor de la media de parámetros previamente medidos, avg_{i-1} , multiplicado por $(1,0 - w_{normal})$ más el valor del parámetro medido, m_i , multiplicado por w_{normal} , donde w_{normal} es menor que la $w_{adaptación}$ que se utilizaría en la etapa de adaptación rápida.

30 15.- Una herramienta de visualización (307), que comprende una interfaz humana para presentar una salida a partir de un procedimiento que monitoriza un parámetro de tráfico que está circulando por el interior de una red de comunicaciones (300), llevando a cabo las siguientes etapas:

medir (402) el parámetro, m_i , del tráfico, y

determinar (404) si el valor del parámetro medido, m_i , es diferente del valor de una media de parámetros previamente medidos, avg_{i-1} , en el que dicha operación de determinación utiliza un proceso de verificación de diferencia relativa que determina que el valor del parámetro medido, m_i , es más alto que el valor de la media de parámetros previamente medidos, avg_{i-1} , cuando el valor del parámetro medido, m_i , es mayor que el valor de la media de los parámetros medidos, avg_{i-1} , multiplicado por $(1 + x\%)$, donde “x” es un valor constante preestablecido, una función de una desviación estándar de un modelo de tráfico conocido, o una función de una varianza empírica;

si lo es, adaptar rápidamente (406) el valor de una media actualizada de parámetros medidos, avg_i , de modo que sea más próximo al valor del parámetro medido, m_i , o

si no lo es, adaptar lentamente (408) el valor de la media actualizada de parámetros medidos, avg_i , de modo que sea más próximo al valor del parámetro medido, m_i .

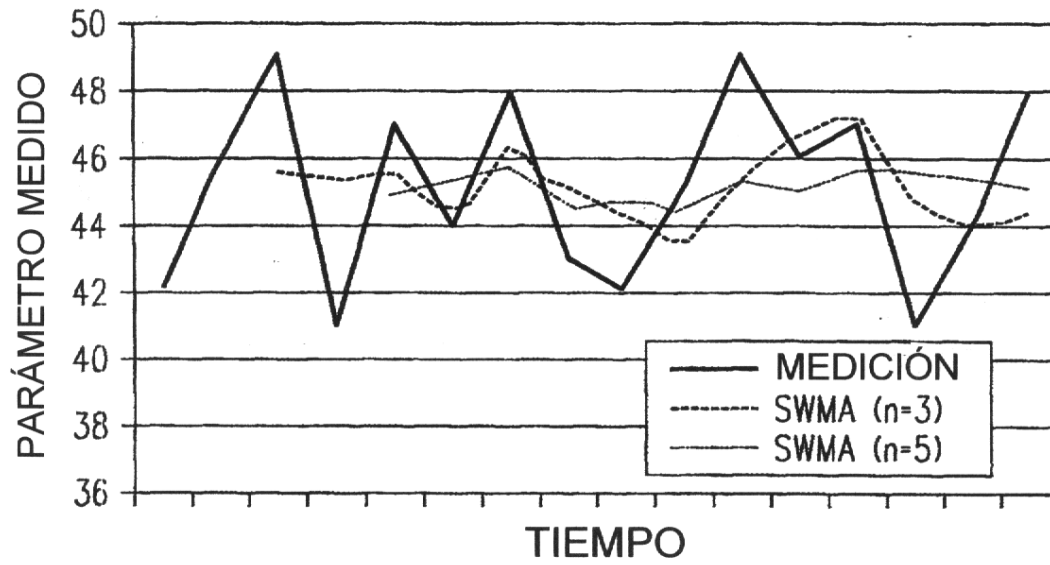


FIG. 1 (TÉCNICA ANTERIOR)

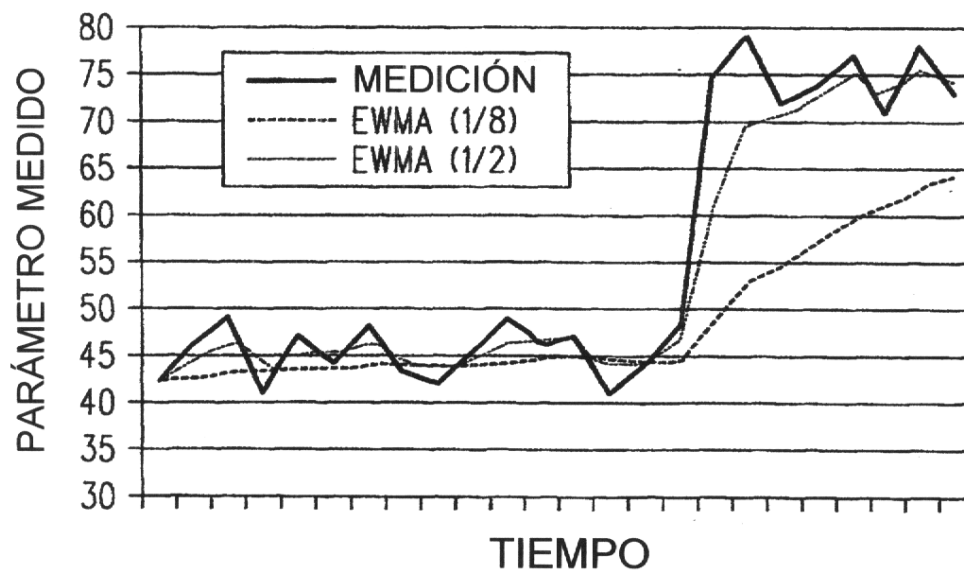


FIG. 2 (TÉCNICA ANTERIOR)

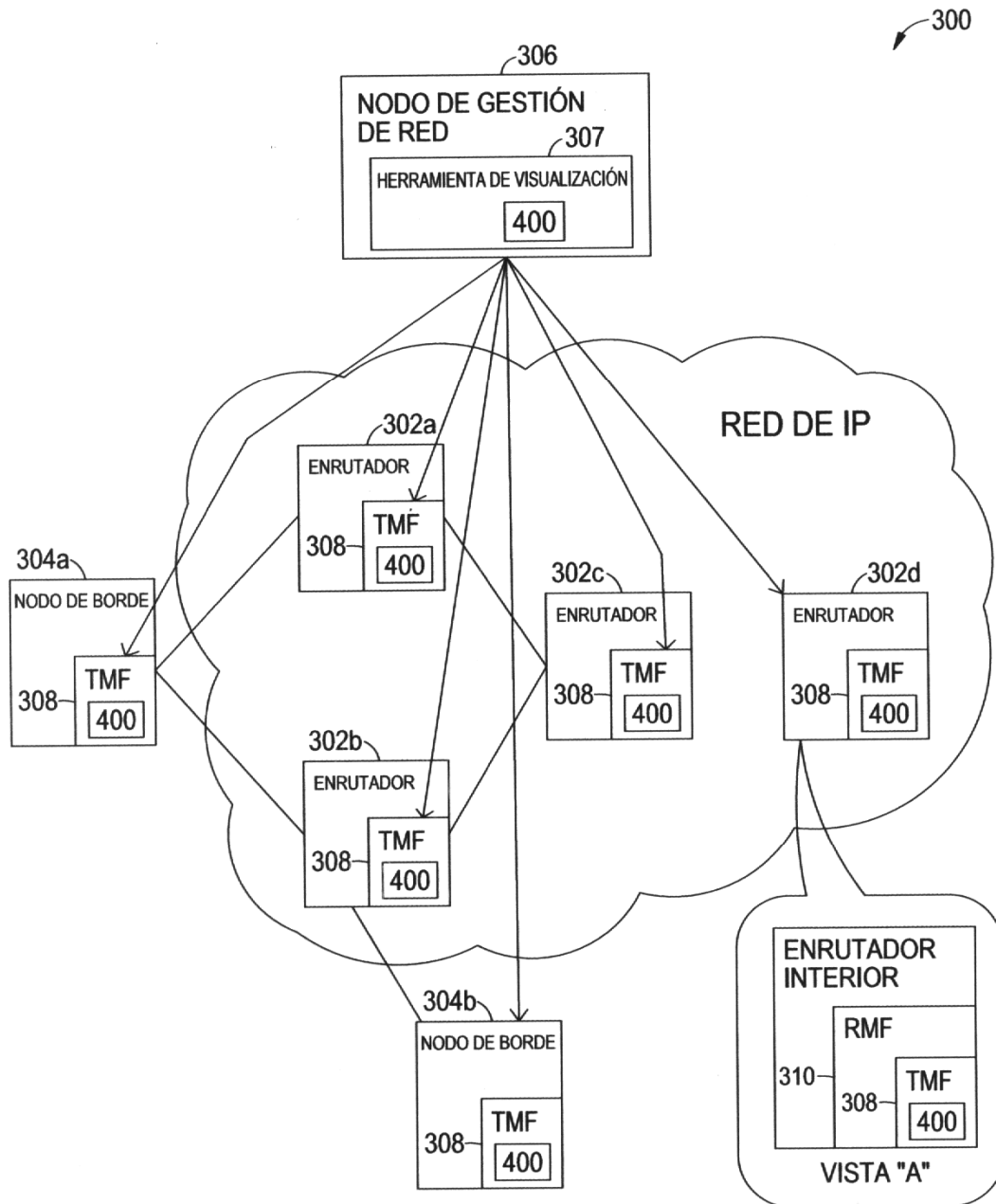


FIG. 3

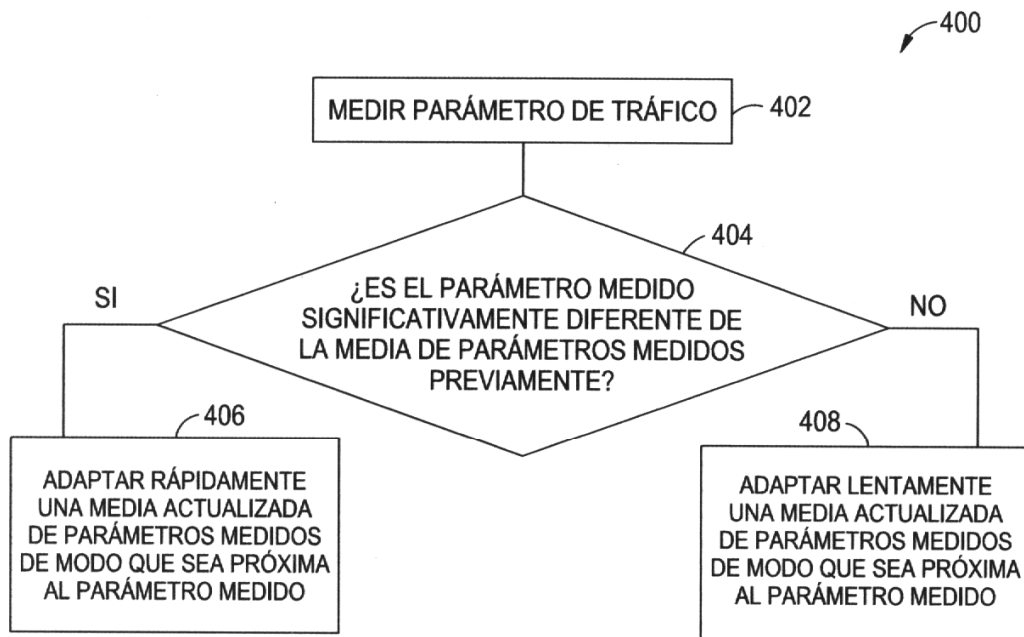


FIG. 4

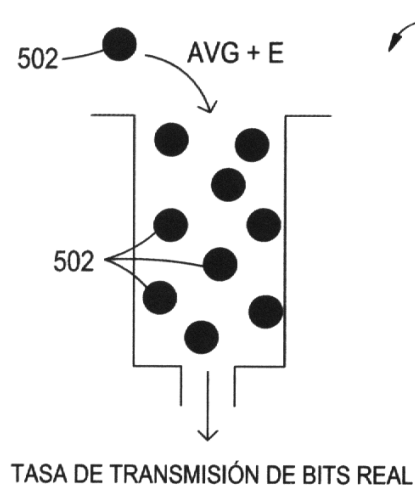


FIG. 5A

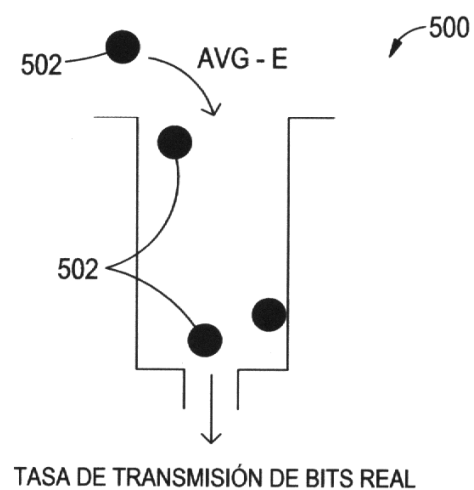


FIG. 5B

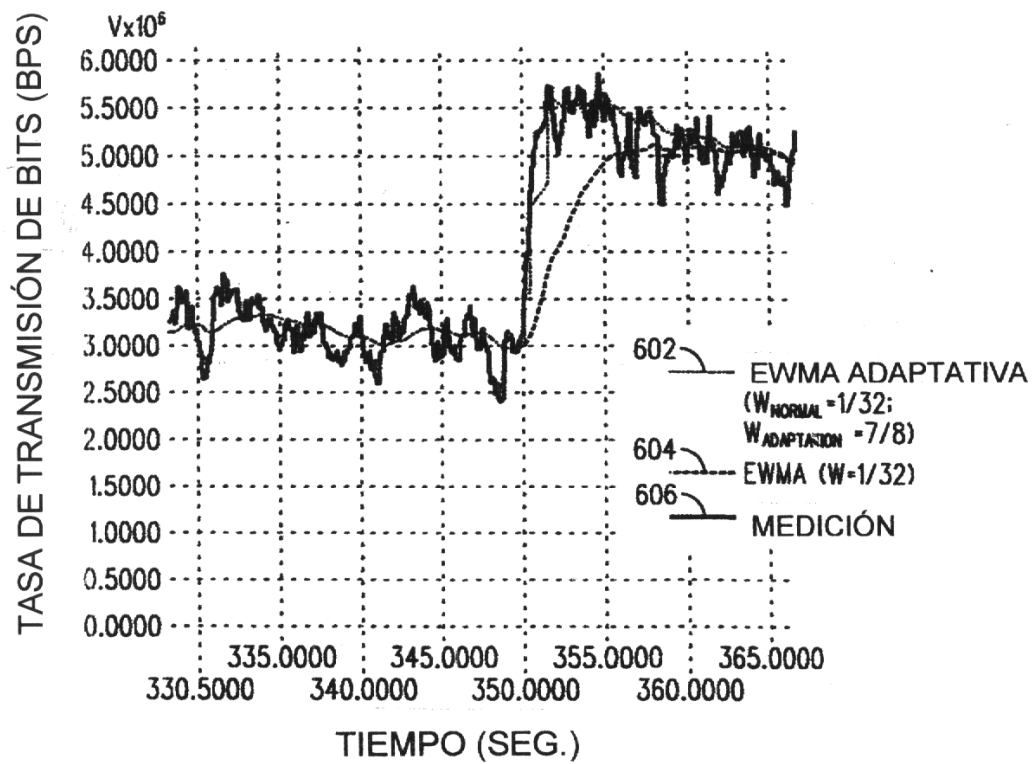


FIG. 6

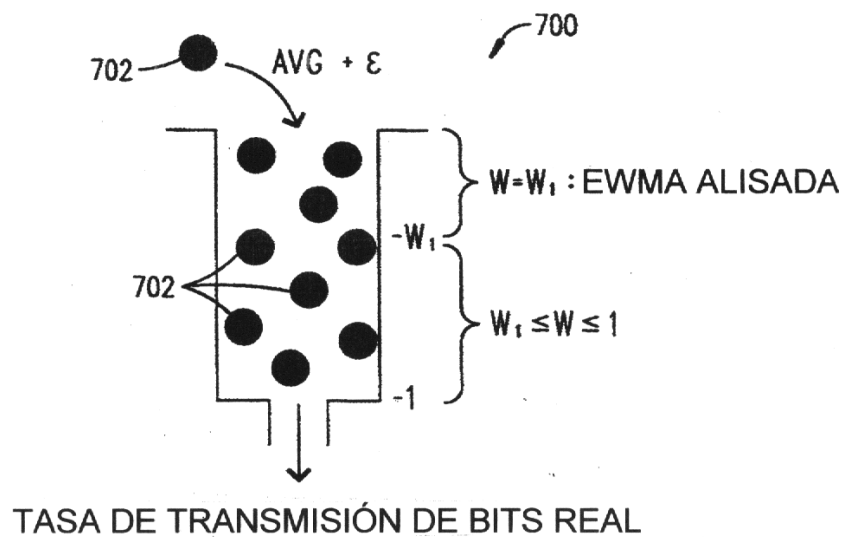


FIG. 7