

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 600 608**

51 Int. Cl.:

**H04L 12/717** (2013.01)

**H04L 12/911** (2013.01)

**H04L 12/24** (2006.01)

**H04L 12/815** (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.10.2014** **E 14190027 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.08.2016** **EP 2869506**

54 Título: **Evitación y equidad de congestión en redes de datos con múltiples fuentes de tráfico**

30 Prioridad:

**03.11.2013 US 201361899230 P**

**07.10.2014 US 201414507851**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**10.02.2017**

73 Titular/es:

**OLIVER SOLUTIONS LTD. (100.0%)**  
**11 Galgalei Haplada Street Entrance B**  
**4672211 Herzliya, IL**

72 Inventor/es:

**SPECTOR, OREN y**  
**KAPLAN, MENACHEM**

74 Agente/Representante:

**PONTI SALES, Adelaida**

**ES 2 600 608 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).

## DESCRIPCIÓN

Evitación y equidad de congestión en redes de datos con múltiples fuentes de tráfico.

5 **Campo de la invención**

**[0001]** La presente invención se refiere a las redes de datos y a las redes definidas por software (SDN).

**Antecedentes de la invención**

10

**[0002]** US 2013/258847 A1 divulga un control de congestión en toda la red de ejecución de controlador en una red de arquitectura dividida. El controlador recibe estadísticas de flujos de conmutadores de cada entidad que comunica a través de la red. El controlador selecciona un enlace más congestionado como un enlace de cuello de botella basado en una tasa de pérdida de paquetes que se deriva de las estadísticas de flujos y estimado para cada entidad en cada enlace de la red. El controlador identifica una ruta de destino en la red que pasa a través del enlace de cuello de botella y transmite la mayor parte del tráfico y calcula una probabilidad de estrangulamiento de cada entidad de distribución que comparte la ruta de destino basada en la capacidad del enlace de cuello de botella, capacidad del primer enlace de la ruta de destino, consumo de ancho de banda y tasa de pérdida de paquetes de cada entidad de distribución. El controlador transmite entonces la probabilidad de estrangulamiento de cada entidad de distribución al conmutador de entrada de la ruta de destino para reducir la congestión en el enlace de cuello de botella.

15

20

**[0003]** WO 2006/090369 A1 se refiere a un dispositivo periférico configurable para uso en una red, estando el dispositivo periférico adaptado y configurado para estar acoplado al menos a otro dispositivo periférico en una red e incluyendo un controlador de admisión para controlar la admisión del tráfico de datos sobre un flujo predefinido sobre un enlace físico y un enrutador para enrutar el tráfico de datos a través del dispositivo periférico sobre el flujo predefinido de acuerdo con un esquema de enrutamiento predefinido, donde la operación del controlador de admisión y el enrutador se controla de acuerdo con los datos que definen todos los enlaces físicos y lógicos en la red; una red de operador de telecomunicaciones para tráfico de datos, incluyendo la red al menos dos dispositivos periféricos configurables y un método para transmitir tráfico de datos a través de tal dispositivo periférico.

25

30

**[0004]** Las redes de datos comprenden nodos de red, y enlaces de capacidad fija que conectan los nodos. La capacidad de un enlace se mide generalmente en unidades de ancho de banda tales como bits/s. Una red de proveedor es una red de datos a través de la cual el cliente accede a Internet y a otros servicios, incluyendo entre otros, voz, vídeo, juegos en línea, intercambio de archivos, copia de seguridad de datos y almacenamiento en nube.

35

**[0005]** Se hace referencia a la **FIG. 1**, que es un diagrama de la técnica anterior de una red de datos de proveedor **100**. La red de proveedor **100** tiene un nodo de red único **10**, mencionado como un enrutador periférico, que sirve como punto de acceso de los clientes a los servicios proporcionados. El flujo de tráfico de datos del enrutador periférico al cliente se menciona como tráfico descendente y el flujo de tráfico en la dirección opuesta se denomina tráfico ascendente.

40

**[0006]** Como se muestra en la **FIG. 1**, un servidor multimedia **20A** está conectado al enrutador periférico **10** a través de Internet **30** y el servidor multimedia **20B** está conectado al enrutador periférico **10** directamente. El enrutador periférico **10** está conectado a dispositivos de agregación **40A** y **40B**. El dispositivo de agregación **40A** está conectado a terminales de acceso **50A** y **50B**. Ejemplos de terminales de acceso incluyen:

45

- OLT -- entre otros terminales de línea óptica, que son extremos de proveedor de servicios de redes ópticas pasivas;
- 50 • CMTS -- terminales de sistema de terminación de módem de cable para servicios de datos de alta velocidad tales como Internet por cable y voz sobre IP; y
- DSLAM -- terminales multiplexor de acceso de línea de suscriptor digital.

El terminal de acceso **50A** está conectado al equipo local del cliente (CPE) **60A** y **60B**.

55

**[0007]** Los operadores de red se esfuerzan por utilizar el máximo posible de la capacidad de una red, incluso para evitar congestión en la red. La congestión de red deteriora la calidad del servicio para los clientes que utilizan la red y conduce a una utilización poco efectiva de la red debido a retransmisiones. Los operadores de red firman acuerdos de nivel de servicio (SLA) con los clientes y se esfuerzan por hacer cumplir el SLA en su red y garantizar la

equidad entre sus clientes.

**[0008]** El tráfico descendente está dirigido de los servidores multimedia **20A** y **20B**, y de Internet **30** a CPE **60A** y **60B**, a través de la red **100**, por una estructura de árbol semi-estática. Específicamente, siempre y cuando un enlace de red no falle, el tráfico descendente a un CPE específico atraviesa siempre la misma ruta de nodos de red. El enrutador periférico **10** identifica el CPE de destino de cada marco descendente que entra en el enrutador periférico **10** y almacena cada marco en una cola descendente que está asociada al CPE de destino. Con el fin de evitar la congestión, garantizar la equidad entre clientes y optimizar la utilización de la red, el enrutador periférico **10** emplea una gestión de tráfico jerárquica, usando una programación jerárquica y controlando el árbol que tiene la misma estructura que el de la red de proveedor. I.e., la raíz del árbol es el enrutador periférico, los vértices del árbol son los nodos de la red, las hojas del árbol son las colas descendentes del enrutador periférico y los bordes del árbol son los enlaces de red a través de los cuales el tráfico descendente fluye entre los nodos de red. El enrutador periférico moldea el flujo de tráfico a través de un enlace de acuerdo con la capacidad del enlace; p. ej., de acuerdo con un porcentaje de la capacidad de enlace máxima o de acuerdo con un acuerdo de nivel de servicio en caso de que el enlace esté conectado directamente a un cliente. El enrutador periférico moldea el tráfico determinando una tasa de tráfico de datos  $Redge_{n,m}$  para el enlace descendente del nodo  $n$  al nodo  $m$ , para algunos o todos los nodos de red conectada  $n$  y  $m$  y garantizando que estas tasas de tráfico no superen las capacidades de enlace.

**[0009]** El tráfico ascendente está controlado por algoritmos tales como la asignación de ancho de banda dinámica. No obstante, tal control está limitado generalmente a enlaces conectados directamente a CPE. Otros algoritmos de control, tales como el Protocolo de Reserva de Recursos, asignan ancho de banda a lo largo de una ruta entre el CPE y el enrutador periférico. No obstante, tal control resulta generalmente en una utilización de red limitada.

**[0010]** Una amplia porción de tráfico descendente en redes de proveedor es multimedia, vídeo, en particular. Convencionalmente, los servidores multimedia **10A** y **10B** están ubicados en el lado ascendente del enrutador periférico **10**, de forma que todos el tráfico multimedia pase a través del enrutador periférico **10**. Como resultado, el enrutador periférico **10** se sobrecarga. Además, como los clientes esperan una calidad de vídeo más alta, el ancho de banda consumido por el vídeo en una red de proveedor se vuelve mayor. A su vez, requiere aumentar las capacidades de los enrutadores periféricos.

**[0011]** Además de sobrecargar los enrutadores periféricos, dirigir el tráfico multimedia a través de los enrutadores periféricos tiene otros inconvenientes.

1. Los enrutadores periféricos realizan una inspección de paquetes y control y programación jerárquica sofisticada en profundidad, que resulta en un coste por bit más elevado que otros dispositivos, tales como los dispositivos de agregación. Además, el tráfico multimedia requiere solo un procesamiento mínimo, no necesita ser moldeado y no puede ser retrasado o perdido extensamente. De por sí, el tráfico multimedia transitorio a través de un enrutador periférico malgasta un recurso caro e innecesario.

2. Convencionalmente, los servicios multimedia están ubicados en el lado ascendente de los enrutadores periféricos, a pesar del hecho de colocar servidores multimedia o cachés del servidores multimedia, más cerca de los clientes que consumen el contenido multimedia, mejoraría su experiencia de usuario; sin embargo, la lógica es permitir al enrutador periférico ser consciente de todo el flujo de tráfico descendente a los clientes, de forma que el enrutador periférico pueda evitar la congestión en la red de proveedor.

**[0012]** Los mecanismos de control de flujo, mencionados diversamente como contrapresión e indicación de congestión, están estandarizados y se han implementado a lo largo de los años en varias tecnologías de comunicación celular/paquetes. Los mecanismos de control de flujo realizan razonablemente bien la evitación de congestión para redes de escala menor que tienen poco flujo. No obstante, el control de flujo tiene varios inconvenientes.

1. El control de flujo proporciona indicaciones por flujo, mientras que la entidad congestionada es un componente de red, con mayor frecuencia un enlace.

2. El control de flujo es cualitativo, reportando la congestión de flujo. Por definición, el ajuste de la gestión de tráfico para evitar la congestión es un proceso de ensayo y error con convergencia prolongada y utilización de recurso de red ineficiente.

3. El control de flujo no es expansible. Ningún dispositivo puede procesar el control de flujo de decenas de miles de flujos.

**[0013]** De hecho, las deficiencias anteriores fueron la razón de que la gestión de tráfico jerárquica, actualmente usada por los enrutadores periféricos, se introdujera; siendo la lógica que dado que el control de flujo no puede resolver la congestión conforme ocurre, entonces la congestión se debe evitar completamente. Para lograr esto, todo el tráfico de datos dirigido a cualquier rama de banda ancha específica, experimenta la administración de tráfico jerárquico teniendo en cuenta varios cuellos de botella a lo largo de su ruta.

**[0014]** Para resumir la situación,

1. El control de flujo es inadecuado. El control de flujo no se amplía y proporciona una utilización de recursos pobre.
2. La administración de tráfico jerárquico es un exceso. La administración de tráfico jerárquico funciona bien, pero es excesivamente cara si es atravesada por todo el tráfico de datos.

**[0015]** De por sí, sería ventajoso controlar el tráfico de forma que supere la limitación de adaptabilidad del control de flujo y evite la congestión cuando múltiples fuentes de tráfico estén presentes en la red.

### **Resumen de la invención**

**[0016]** Aspectos de la presente invención se refieren al controlador de tráfico de acuerdo con la reivindicación 1, una red de datos de acuerdo con la reivindicación 10 y un medio legible de equipo no transitorio de acuerdo con la reivindicación 11. Las reivindicaciones dependientes se refieren a formas de realización particular de la invención. Los sistemas de control de tráfico de datos evitan la congestión en una red que tiene múltiples fuentes de tráfico. Además, las fuentes pueden introducir tráfico en la red descendente de un enrutador periférico. Estos sistemas y métodos son expansibles y superan las limitaciones de adaptabilidad del control de flujo.

**[0017]** Las formas de realización de la presente invención proporcionan un controlador de red innovador, que reúne periódicamente los datos de tráfico estadísticos desde los nodos de red y desde uno o varios enrutadores periféricos en una red de datos y que utiliza estas estadísticas para analizar la distribución de tráfico de las fuentes de tráfico en varios enlaces de red. El controlador calcula las capacidades permitidas, es decir, las tasas permitidas máximas, en enlaces descendentes de los enrutadores periféricos. Las capacidades permitidas calculadas de este modo se utilizan a su vez para configurar dinámicamente el árbol de control y programación jerárquica de uno o varios de los enrutadores periféricos, garantizando de este modo que los enrutadores periféricos eviten la congestión de tráfico en la red y garantizando la equidad entre clientes, a pesar de que los enrutadores periféricos estén ubicados más arriba de donde las fuentes de tráfico acceden a la red.

**[0018]** La presente invención es particularmente ventajosa para las redes definidas por software (SDN), que separan el plano de datos del plano de control.

**[0019]** Se proporciona de este modo de acuerdo con una forma de realización de la presente invención un controlador de tráfico para una red de datos que incluye una pluralidad de nodos de red, una pluralidad de enlaces de red que conectan los nodos de red y uno o varios enrutadores periféricos, estando configurado cada enrutador periférico para controlar el tráfico de red en función de las capacidades de enlace permitidas y donde una o varias fuentes de datos de tráfico descendente entran a la red descendente de uno o varios enrutadores periféricos, incluyendo el controlador de tráfico un receptor operable para recibir periódicamente recuentos de bytes de transmisión descendente desde al menos uno de los nodos de red, un procesador acoplado al receptor, operable para actualizar periódicamente las capacidades de enlace permitidas en función de los recuentos de bytes descendentes de nodo de red recibidos por el receptor y un transmisor acoplado al procesador operable para transmitir periódicamente las capacidades de enlace permitidas actualizadas de este modo a uno o varios enrutadores periféricos para su uso en el control del tráfico de red.

**[0020]** Se proporciona adicionalmente de acuerdo con una forma de realización de la presente invención un medio legible por ordenador no transitorio que almacena un programa informático con código de programa informático, que, cuando es leído por un dispositivo de controlador, provoca que el dispositivo de controlador lleve a cabo un método para controlar el tráfico en una red de datos que incluye una pluralidad de nodos de red, una pluralidad de enlaces de red que conectan los nodos de red y uno o varios enrutadores periféricos, estando configurado cada enrutador periférico para controlar el tráfico de red en función de capacidades de enlace permitidas y donde una o varias fuentes de datos de tráfico descendente entran en la red descendente de uno o varios enrutadores periféricos, incluyendo el método la recepción periódicamente de recuentos de bytes de transmisión descendente desde al menos uno de los nodos de red, la actualización periódicamente de capacidades de enlace permitidas en función de los recuentos de bytes descendentes de nodo de red recibidos por la recepción

periódicamente y la transmisión periódicamente de las capacidades de enlace permitidas actualizadas de este modo, calculadas por la actualización periódica, a uno o varios enrutadores periféricos para su uso en el control del tráfico de red.

**5 Breve descripción de los dibujos**

**[0021]** La presente invención se apreciará y comprenderá de forma más completa a partir de la siguiente descripción detallada, tomada en conjunto con los dibujos en los cuales:

10 **FIG.1** es un diagrama de arte anterior de una red de datos de proveedor;

**FIG.2** es un diagrama de bloques simplificado de una red de datos mejorada con servidores multimedia que entran en la red descendente de un enrutador periférico, de acuerdo con una forma de realización de la presente invención;

15 **FIG.3** es un diagrama de bloques simplificado de una red de datos mejorada con un controlador de tráfico, de acuerdo con una forma de realización de la presente invención;

**FIG.4** es un diagrama de bloques simplificado de una red de datos mejorada con dos enrutadores periféricos y un controlador de tráfico, de acuerdo con una forma de realización de la presente invención;

20

**FIG.5** es un diagrama de bloques simplificado del controlador de tráfico de las **FIGS. 3 y 4**, de acuerdo con una forma de realización de la presente invención; y

25 **FIG.6** es un diagrama de flujos simplificado de un método realizado por el controlador de tráfico de las **FIGS. 3 y 4**, de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

**Descripción detallada**

30 **[0022]** Aspectos de la presente invención se refieren a un controlador de red innovador, que permite a los enrutadores periféricos evitar la congestión de tráfico en la red y garantizar la equidad entre los clientes, a pesar de que los enrutadores periféricos estén ubicados más arriba de donde las fuentes de tráfico de red tales como los servidores multimedia entran en la red.

35 **[0023]** Se hace referencia a la **FIG. 2**, que es un diagrama de bloques simplificado de una red de datos mejorada **200** con servidores multimedia **20A** y **20B** que entran en la red **200** descendente del enrutador periférico **10**, de acuerdo con una forma de realización de la presente invención. La red de datos **200** puede ser entre otros una red óptica pasiva, una red por cable, una red de suscriptor digital o una red definida por software.

40 **[0024]** Como se muestra en la **FIG. 2**, el enrutador periférico **10** está descargado, mediante la conexión de servidores multimedia **20A** y **20B** directamente a los agregadores **40A** y **40B**. La conexión entre los servidores multimedia y los agregadores puede ser una conexión física y puede ser una conexión que utiliza una red de transporte óptico (OTN). La conexión de los servidores multimedia **20A** y **20B** directamente a los agregadores **40A** y **40B** tiene la ventaja importante de mejorar la experiencia del usuario para los clientes que consumen el contenido multimedia.

45

**[0025]** El enrutador periférico **10** no puede llevar a cabo la evitación de congestión y garantizar la equidad en la red **200**, ya que no está al tanto del tráfico multimedia generado por los servidores multimedia **20A** y **20B** que fluye a través de la red a CPE **60A** y **60B**. De hecho, el enrutador periférico **10** no puede determinar las tasas de tráfico de datos, ya que las fuentes del tráfico de datos no fluyen en el enrutador periférico **10**. De por sí, el moldeo y programación jerárquica convencional no se puede utilizar en el sistema **200** para evitar la congestión.

50 **[0026]** Se hace referencia a la **FIG. 3**, que es un diagrama de bloques simplificado de una red de datos mejorada **300** con un controlador de tráfico **70**, de acuerdo con una forma de realización de la presente invención. El controlador **70** reúne estadísticas de algunos o todos los diversos nodos de red y desde el enrutador periférico **10**. El controlador **70** usa estas estadísticas para configurar dinámicamente el enrutador periférico **10** para evitar la congestión.

**[0027]** El controlador **70** puede ser un nodo de red adicional añadido al sistema, o alternativamente puede ser un nodo de red existente que adopta la función de un controlador. El controlador **70** es una entidad de

administración estándar, que incluye entre otros un administrador de protocolo de administración de red simple (SNMP) o un controlador de red definida por software (SDN) o una aplicación sobre un controlador SDN. Alternativamente, el controlador **70** es una entidad de administración registrada.

5 **[0028]** El controlador **70** recopila información y datos estadísticos de otros nodos de red, usando un protocolo estándar que incluye entre otros un monitoreo de red remoto (RMON), SNMP, protocolo de monitoreo y administración de operaciones (OAM) y el protocolo de administración Broadband Forum TR-69. Alternativamente, el controlador **70** recopila la información y los datos estadísticos que usan protocolos registrados.

10 **[0029]** El controlador **70** lee información de otros nodos de red, incluyendo la información entre otros, para cada nodo de red, uno o varios de:

I un identificador único para el nodo de red;

15 II enlaces de red disponibles para el nodo de red, sus capacidades y los identificadores de sus nodos de red de compañeros; y

III recuentos de bytes recibidos y transmitidos, por enlace de red conectado al nodo de red.

Cabe destacar que la información I y II es suficiente para el controlador **70** para reconstruir la topología de red. Alternativamente, la topología de red se puede proporcionar por adelantado al controlador **70**.

20

**[0030]** El controlador **70** escribe en el árbol de control y programación jerárquica del enrutador periférico 10 y lee información del árbol, incluyendo uno o varios de:

IV. recuento de bytes descendente de transmisión en cada borde de árbol  $nm$ ; y

25 V. recuento de bytes descendente transmitido en cada hoja de árbol  $l$ .

**[0031]** El controlador **70** identifica periódicamente los cambios en la topología y la información de capacidad de enlace y ajusta sus decisiones. Cuando tales cambios son identificados, el controlador **70** notifica a un operador que la topología descubierta y las capacidades de enlace no se corresponden con el árbol de programación jerárquica de enrutador periférico. Además, cuando tales cambios son identificados, el controlador **70** actualiza la programación jerárquica del enrutador periférico, en función de la topología actualizada y la información de capacidad de enlace y lo notifica al operador por consiguiente.

30

**[0032]** Se introduce la siguiente notación.

35

$Tx(t)$  – el recuento de bytes transmitido descendente cada vez  $t$  de hoja  $l$ ;

$Tx_{n,m}(t)$  – el recuento de bytes transmitido descendente cada vez  $t$  de nodo  $n$  hacia el nodo descendente  $m$ ;

$Corig_{n,m}$  – la capacidad permitida de conjunto originalmente del borde del nodo  $n$  al nodo descendente  $m$ ; y

$C_{n,m}$  – la capacidad permitida actual del borde del nodo  $n$  al nodo descendente  $m$ .

40 Dado que el tráfico descendente está distribuido en una estructura de árbol, cabe destacar que

$$Tx_{n,m} = \begin{cases} \sum_{edges\ m,k} Tx_{m,k}(t), & \text{si } m \text{ no es una hoja} \\ Tx_l(t), & \text{si } l \text{ es una hoja} \end{cases} \quad (1)$$

EQ. 1 se puede aplicar recursivamente para derivar los recuentos  $Tx_{n,m}(t)$  de los recuentos  $Tx(t)$ . Por definición, la información V es suficiente para determinar la información IV.

**[0033]** Tras la inicialización, el controlador **70** lee la configuración de árbol de control y programación jerárquica inicial, incluyendo la estructura de árbol y las capacidades de borde original  $Corig_{n,m}$ .

50 **[0034]** De acuerdo con una forma de realización de la presente invención, el controlador **70** lee periódicamente la información disponible de los nodos de red y del enrutador periférico **10** y deriva las tasas de tráfico  $R_{n,m}$  del nodo  $n$  al nodo descendente  $m$ , de acuerdo con la fórmula

$$R_{n,m} = \frac{Tx_{n,m}(t_1) - Tx_{n,m}(t_0)}{t_1 - t_0} . \quad (2)$$

**EQ. 2** utiliza información III de los nodos de red e información IV o V del enrutador periférico **10**. Indicando, como anteriormente, las tasas de tráfico de datos determinadas por el enrutador periférico **10** por  $Redge_{n,m}$ , cabe destacar que  $Redge_{n,m} \leq R_{n,m}$  y  $Redge_{n,m} \leq Corig_{n,m}$ . Si la información III está permanentemente no disponible para el controlador **70**, entonces el controlador **70** establece la tasa  $R_{n,m} = Redge_{n,m}$ . Si la información III está temporalmente no disponible para el controlador **70**, entonces el controlador **70** utiliza una predicción basada en la información III previa que estaba disponible, para determinar la tasa  $R_{n,m}$ ; p. ej., un indicador basado en un promedio de ventana deslizante o basado en aproximación lineal.

**[0035]** Después de calcular las tasas  $R_{n,m}$ , el controlador **70** actualiza dinámicamente las capacidades permitidas actuales  $C_{n,m}$  de cada borde del árbol de control y programación jerárquica, de acuerdo con la fórmula

$$C_{n,m} = \max\{Corig_{n,m} - (R_{n,m} - Redge_{n,m}), 0\} . \quad (3)$$

Las capacidades de borde actualizadas  $C_{n,m}$  de acuerdo con **EQ. 3** se utilizan entonces para actualizar dinámicamente la configuración del enrutador periférico **10**, evitando de este modo la congestión de tráfico en los nodos de red que reciben el tráfico del enrutador periférico **10**. Los expertos en la materia apreciarán que el uso de **EQ. 3** permite al enrutador periférico **10** alojar fuentes de tráfico de datos, tales como los servidores multimedia **20A** y **20B**, que no fluyen a través del enrutador periférico **10**.

**[0036]** La actualización de las capacidades y la actualización de la configuración del enrutador periférico **10** se realizan preferiblemente con suficiente frecuencia para seguir los cambios de tasa de fuente de tráfico, pero sin sobrecargar los nodos de red con solicitudes de estadísticas.

**[0037]** Se hace referencia a la **FIG. 4**, que es un diagrama de bloques simplificado de una red de datos mejorada **400** con controlador de tráfico **70** y con dos enrutadores periféricos **10A** y **10B** que comparten la capacidad de red, de acuerdo con una forma de realización de la presente invención. El controlador **70** reúne estadísticas de algunos o todos los diversos nodos de red y de los enrutadores periféricos **10A** y **10B**. El controlador **70** usa estas estadísticas para configurar dinámicamente los enrutadores periféricos **10A** y **10B** para evitar la congestión.

**[0038]** Cuando dos o más enrutadores periféricos están presentes en la red, tales como los enrutadores periféricos **10A** y **10B**, el procedimiento de actualización de capacidad de **EQ. 3** se lleva a cabo para cada enrutador periférico. Cabe destacar, no obstante, que los cálculos de nodo solo requieren ser realizados una vez.

**[0039]** Cabe destacar además que si un enrutador periférico, por ejemplo el enrutador periférico **10A**, se vuelve inactivo, entonces el controlador **70** ordena al otro enrutador periférico, concretamente, el enrutador periférico **10B**, que utilice toda la capacidad de red. Los expertos en la materia apreciarán que sirve como un mecanismo de protección de error para la red.

**[0040]** Se hace referencia a la **FIG. 5**, que es un diagrama de bloques simplificado del controlador de tráfico **70**, de acuerdo con una forma de realización de la presente invención. Como se muestra en la **FIG. 5**, el controlador **70** incluye cuatro componentes primarios. Un receptor **72** recibe periódicamente datos de tráfico estadísticos de algunos o todos los nodos en una red de datos, incluyendo los datos de tráfico estadísticos datos de recuento de bytes  $Tx_i(t)$  y  $Tx_{n,m}(t)$ , tratados más arriba. Un procesador **74** utiliza los datos de recuento de bytes para derivar periódicamente las tasas de tráfico  $R_{n,m}$  de acuerdo con **EQ. 2** y para actualizar periódicamente las capacidades de borde permitidas  $c_{n,m}$  de acuerdo con **EQ. 3**. Las capacidades de borde permitidas actualizadas incorporan las fuentes de tráfico que entran en la red descendente de los enrutadores periféricos. Un transmisor **76** transmite las capacidades de borde permitidas actualizadas a uno o varios enrutadores periféricos en la red de datos, para actualizar de manera dinámica sus configuraciones de árbol de control y programación jerárquica con el fin de alojar las capacidades de borde permitidas actualizadas y evitar de este modo la congestión. Una memoria **78** almacena las instrucciones de código de programa que son ejecutadas por el procesador **74** para llevar a cabo el método mostrado más abajo en la **FIG. 6**, que controla el receptor **72**, realiza el procesamiento para la actualización de las capacidades de enlace permitidas y controla el transmisor **76**.

**[0041]** El transmisor **76** consulta los nodos para ver sus estadísticas, para el siguiente ciclo de cálculo. En una forma de realización alternativa de la presente invención, el controlador **70** configura los nodos para enviar periódicamente sus estadísticas al transmisor **76**.

5 **[0042]** La **FIG. 6** es un diagrama de flujos simplificado de un método realizado por el controlador de tráfico **70**, de acuerdo con una forma de realización de la presente invención. En funcionamiento **1010**, el controlador **70** recibe periódicamente los datos de tráfico de red de los nodos de red y de los enrutadores periféricos de red. Los datos recibidos incluyen los datos de recuento de bytes  $Tx_l(t)$  y  $Tx_{n,m}(t)$ , tratados más arriba. En funcionamiento **1020**, el controlador **70** deriva periódicamente las tasas de datos de tráfico  $R_{n,m}$  de acuerdo con **EQ. 2**. En  
10 funcionamiento **1030**, el controlador **70** actualiza periódicamente las capacidades de borde permitidas  $C_{n,m}$  de acuerdo con **EQ. 3**. Las capacidades de borde permitidas actualizadas incorporan las fuentes de tráfico que entran en la red descendente de los enrutadores periféricos. En funcionamiento **1040**, el controlador **70** transmite periódicamente las capacidades de borde permitidas actualizadas  $C_{n,m}$  a los enrutadores periféricos, para actualizar  
15 de manera dinámica sus configuraciones de árbol de control y programación jerárquica con el fin de alojar las capacidades de borde permitidas actualizadas y evitar de este modo la congestión.

**[0043]** Los expertos en la materia apreciarán que la presente invención tiene una amplia aplicación a cualquier red de datos que soporte dos o más nodos de red que transmitan el tráfico de una o más fuentes en la red, de tal forma que una o más de las fuentes de tráfico tenga una conexión con un dispositivo capaz de llevar a cabo el  
20 moldeado y la programación jerárquica y de tal forma que algunos o todos los nodos de red sean capaces de proporcionar estadísticas en relación con el tráfico que pasa a través de ellos.

**[0044]** En la especificación anterior, la invención se ha descrito en referencia a las formas de realización de ejemplo específicas de la misma. No obstante, será evidente que se pueden realizar diversas modificaciones y  
25 cambios en las formas de realización de ejemplo específicas sin salirse del amplio ámbito y alcance de la invención como se establece en las reivindicaciones adjuntas. Por consiguiente, la especificación y los dibujos se deben considerar en un sentido ilustrativo en lugar de restrictivo.

**REIVINDICACIONES**

1. Un controlador de tráfico (70) para una red de datos (200, 300, 400) que comprende una pluralidad de nodos de red (40A, 40B, 50A, 50B, N), una pluralidad de enlaces de red que conectan los nodos de red, una pluralidad de enlaces de acceso que conectan el equipo local del cliente (60A, 60B) y uno o varios enrutadores periféricos (10, 10A, 10B, R), estando configurado cada enrutador periférico (10, 10A, 10B) para controlar el tráfico de red actualizando periódicamente las capacidades de enlace permitidas en función de los acuerdos de nivel de servicio del cliente, donde los acuerdos de nivel de servicio del cliente especifican las capacidades de enlace permitidas originales y donde el tráfico multimedia generado por una o varias fuentes (20A, 20B) de datos de tráfico descendente entran en la red descendente de uno o varios enrutadores periféricos, comprendiendo el controlador de tráfico:
- un receptor (72) operable para recibir periódicamente (1010) recuentos de bytes de transmisión descendente desde al menos uno de los nodos de red descendente de dichos enrutadores periféricos;
- un procesador (74) acoplado a dicho receptor, operable para actualizar periódicamente (1030) las capacidades de enlace permitidas en función de los recuentos de bytes descendentes de nodo de red recibidos por el receptor, y un transmisor (76) acoplado a dicho procesador operable para transmitir periódicamente (1040) las capacidades de enlace permitidas actualizadas de este modo a uno o varios enrutadores periféricos para su uso en el control del tráfico de red.
2. El controlador de tráfico de la reivindicación 1 donde dicho procesador (74) es operable para derivar periódicamente (1020) las tasas de datos descendentes como diferencias en los recuentos de bytes descendentes de nodo de red durante intervalos de tiempo divididos por las duraciones de los intervalos de tiempo y para utilizar las tasas de datos descendentes derivadas de este modo para actualizar las capacidades de enlace permitidas.
3. El controlador de tráfico de la reivindicación 2 donde las capacidades de enlace permitidas se actualizan eliminando excesos de las tasas de datos descendentes derivadas por dicho procesador (74) en las tasas de datos descendentes derivadas por los enrutadores periféricos, desde las capacidades de enlace permitidas originales especificadas por los acuerdos de nivel de servicio del cliente.
4. El controlador de tráfico de cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende además una conexión de red, para conectar el controlador de tráfico con al menos uno de los nodos de red (40A, 40B, 50A, 50B, 60A, 60B, N).
5. El controlador de tráfico de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde dicho receptor usa el protocolo de monitoreo de red remoto (RMON), el protocolo de administración de red simple (SNMP), el protocolo de monitoreo y administración de operaciones (OAM) o el protocolo de administración Broadband Forum TR-69.
6. El controlador de tráfico de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el controlador de tráfico es en sí mismo uno de la pluralidad de nodos de red.
7. El controlador de tráfico de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la red de datos (200, 300, 400) comprende una red óptica pasiva, una red por cable, una red de suscriptor digital o una red definida por software (SDN).
8. El controlador de tráfico de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la red de datos (200, 300, 400) comprende una red de proveedor que proporciona al menos uno de los servicios de voz, servicios de vídeo, servicios de juegos en línea, servicios de intercambio de archivos, servicios de copia de seguridad de datos y servicios de almacenamiento en nube.
9. El controlador de tráfico de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde dicho receptor, dicho procesador y dicho transmisor son operables para recibir, calcular y transmitir periódicamente, de manera respectiva, en intervalos de tiempo de aproximadamente 100 ms.
10. Una red de datos con un controlador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, para evitar la congestión de tráfico, comprendiendo la red de datos (200, 300, 400):
- una pluralidad de nodos de red (40A, 40B, 50A, 50B, N);
  - una pluralidad de enlaces de red que conectan los nodos de red;
  - una pluralidad de enlaces de acceso que conectan el equipo local del cliente (60A, 60B)

uno o varios enrutadores periféricos, estando configurado cada enrutador periférico para controlar el tráfico de red actualizando periódicamente las capacidades de enlace permitidas en función de los acuerdos de nivel de servicio del cliente, donde los acuerdos de nivel de servicio del cliente especifican las capacidades de enlace permitidas originales; y

5 el controlador de tráfico de cualquiera de las reivindicaciones anteriores,

donde el tráfico multimedia generado por una o varias fuentes (20A, 20B) de datos de tráfico descendente entrar en la red descendente de uno o varios enrutadores periféricos.

10 11. Un medio legible por ordenador no transitorio que almacena un programa informático con código de programa informático, que, cuando es leído por un dispositivo de controlador, provoca que el dispositivo de controlador lleve a cabo un método para controlar el tráfico en una red de datos (200, 300, 400) que comprende una pluralidad de nodos de red (40A, 40B, 50A, 50B, N), una pluralidad de enlaces de acceso que conectan el equipo local del cliente (60A, 60B), una pluralidad de enlaces de red que conectan los nodos de red y uno o varios

15 enrutadores periféricos, estando configurado cada enrutador periférico (10, 10A, 10B, R) para controlar el tráfico de red actualizando periódicamente las capacidades de enlace permitidas en función de los acuerdos de nivel de servicio del cliente, donde los acuerdos de nivel de servicio del cliente especifican las capacidades de enlace permitidas originales y donde el tráfico multimedia generado por una o varias fuentes (20A, 20B) de datos de tráfico descendente entran en la red descendente de uno o varios enrutadores periféricos, comprendiendo el método:

20 la recepción periódicamente (1010) de recuentos de bytes de transmisión descendente desde al menos uno de los nodos de red (40A, 40B, 50A, 50B, N) descendente de los enrutadores periféricos, la actualización periódicamente (1030) de capacidades de enlace permitidas en función de los recuentos de bytes descendentes de nodo de red recibidos por dicha recepción periódicamente; y

25 la transmisión periódicamente (1040) de las capacidades de enlace permitidas actualizadas de este modo, calculadas por dicha actualización periódica, a uno o varios enrutadores periféricos para su uso en el control del tráfico de red.

12. El medio legible por ordenador de la reivindicación **11** donde el método comprende además la

30 derivación periódica (1020) de las tasas de datos descendentes como diferencias en los recuentos de bytes descendentes de nodo de red durante intervalos de tiempo divididos por las duraciones de los intervalos de tiempo y donde dicha actualización periódica utiliza las tasas de datos descendentes derivadas por dicha derivación periódica, para calcular las capacidades de enlace permitidas actualizadas.

35 13. El medio legible por ordenador de la reivindicación **12** donde dicha actualización periódica comprende periódicamente la eliminación de excesos de las tasas de datos descendentes derivadas por dicha derivación periódica en las tasas de datos descendentes derivadas por los enrutadores periféricos (10, 10A, 10B, R), desde las capacidades de enlace permitidas definidas originales especificadas por los acuerdos de nivel de servicio del cliente.

40 14. El medio legible por ordenador de cualquiera de las reivindicaciones de **11** a **13** donde dicha recepción periódica usa el protocolo de monitoreo de red remoto (RMON), el protocolo de administración de red simple (SNMP), el protocolo de monitoreo y administración de operaciones (OAM) o el protocolo de administración Broadband Forum TR-69.

45 15. El medio legible por ordenador de cualquiera de las reivindicaciones de **11** a **14** donde el código de programa informático da lugar a que el dispositivo del controlador lleva a cabo dicha recepción periódica, dicha actualización periódica y dicha transmisión periódica en intervalos de tiempo de aproximadamente 100 ms.

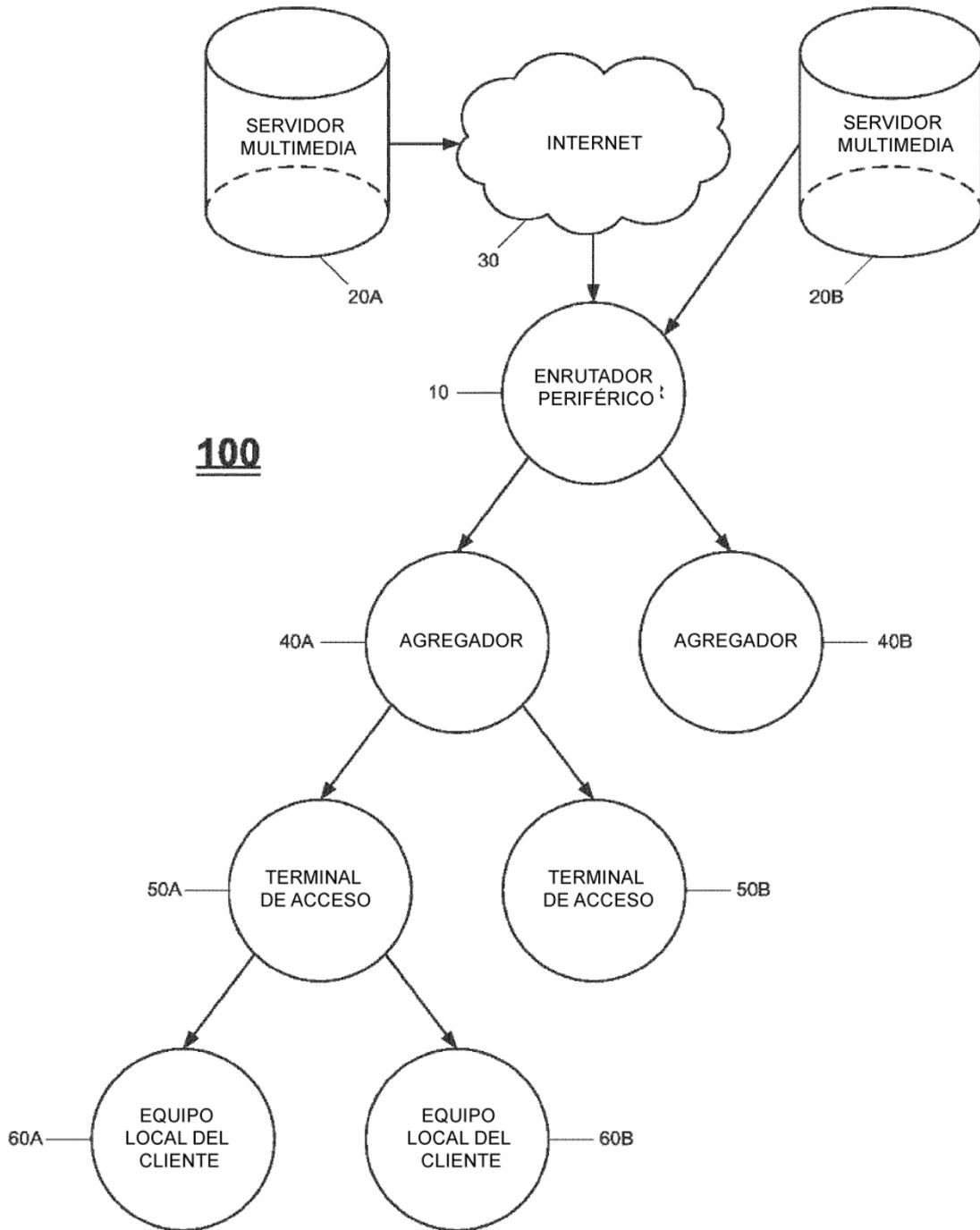


FIG. 1  
(TÉCNICA ANTERIOR)

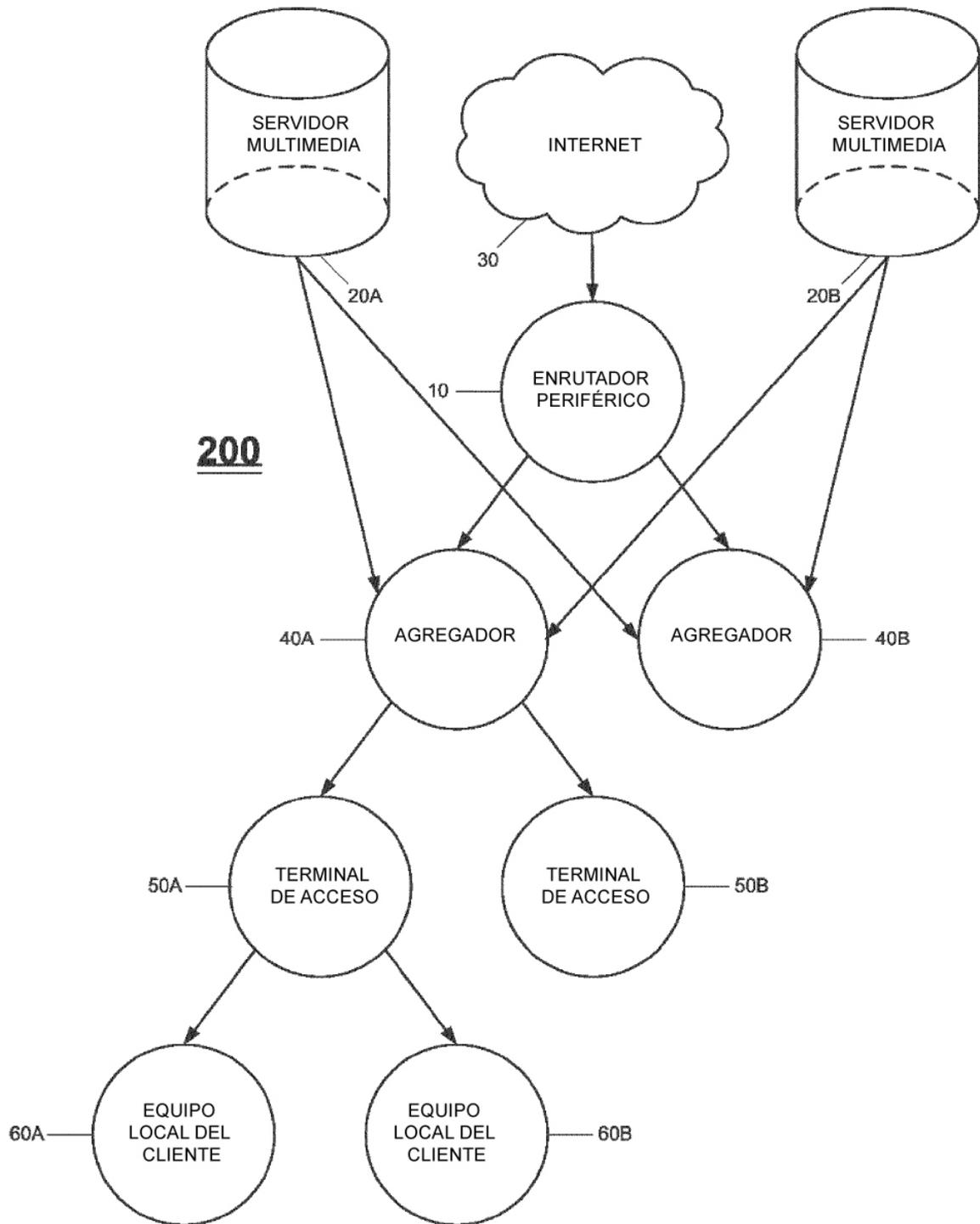


FIG. 2

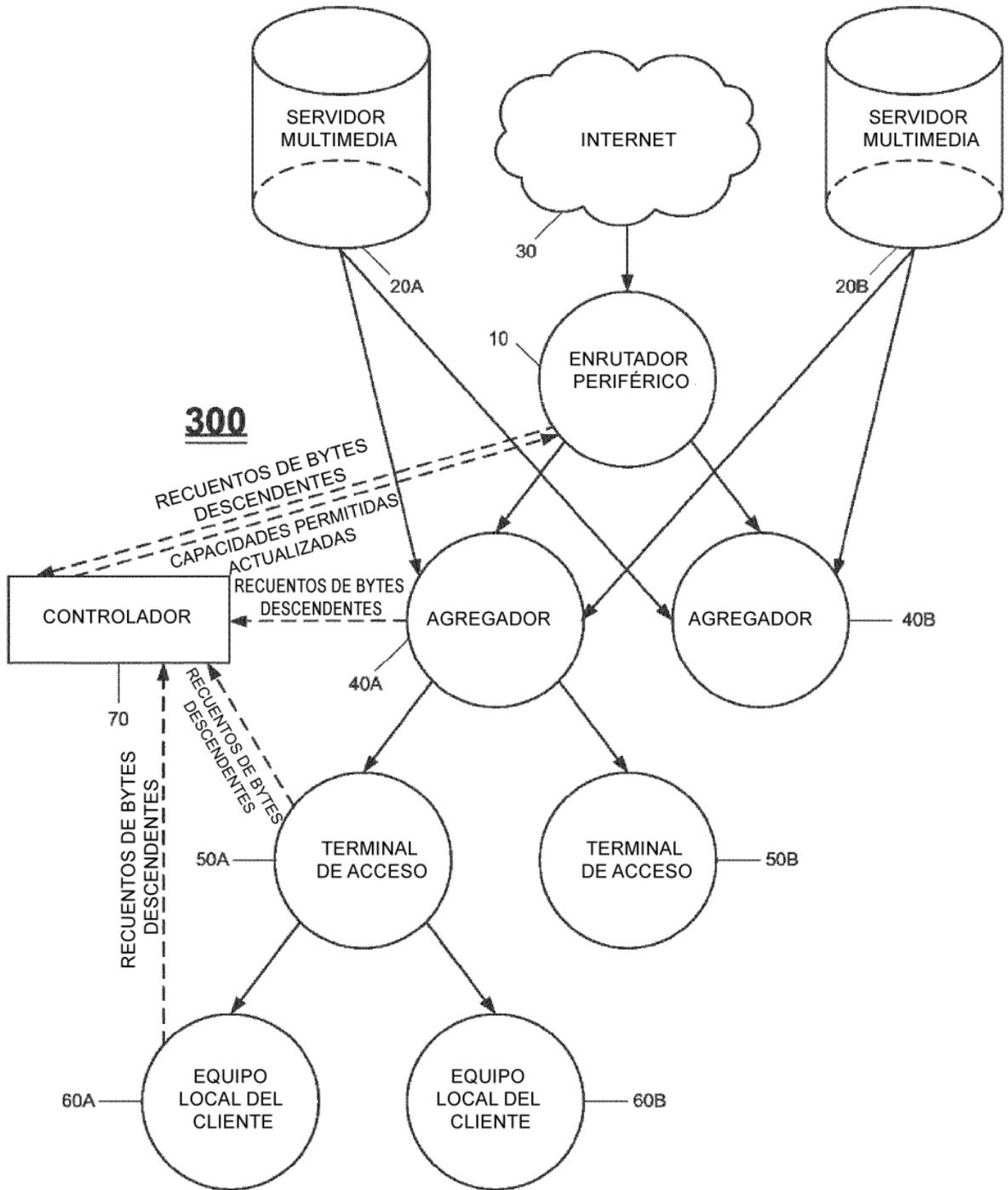


FIG. 3

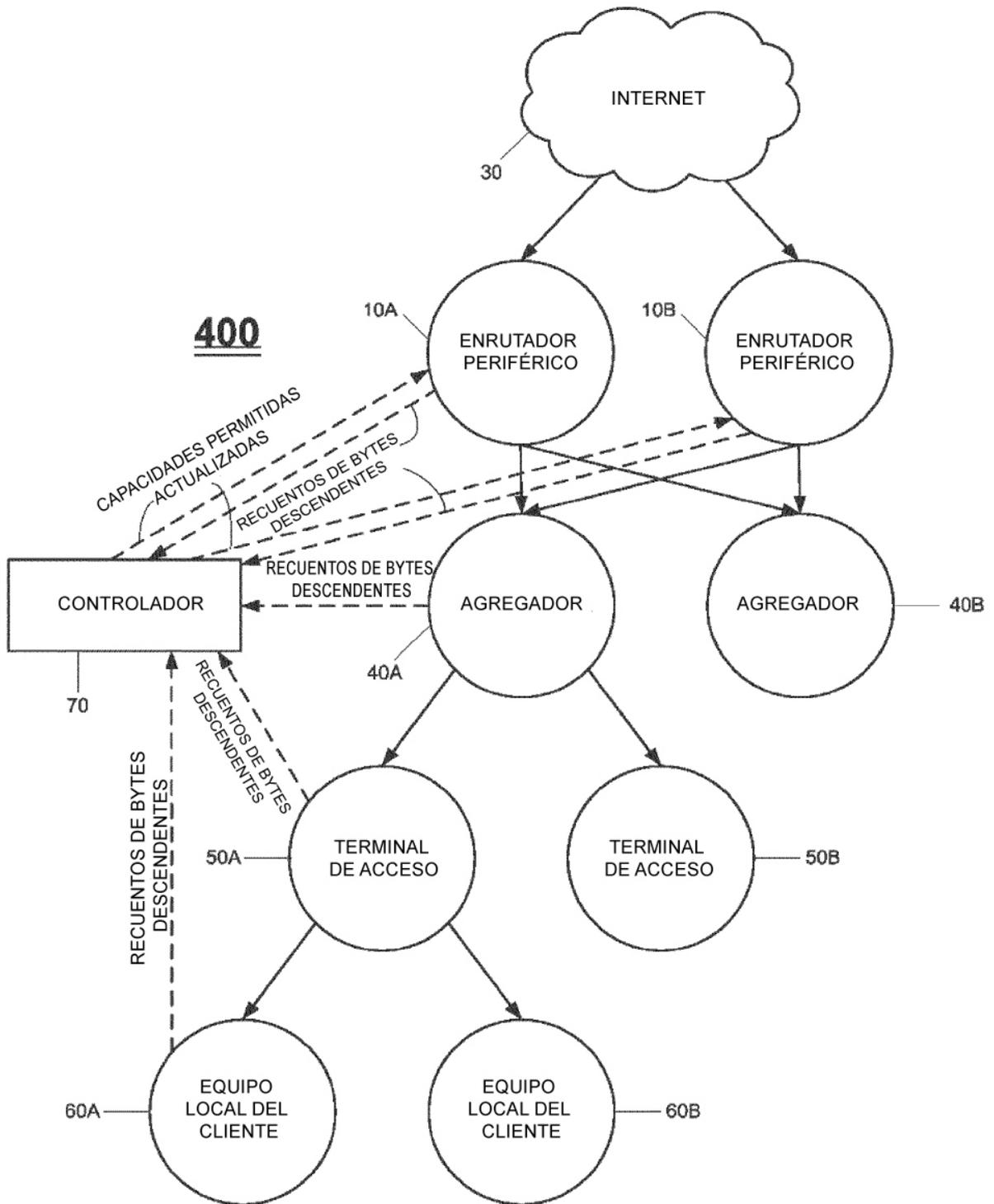


FIG. 4

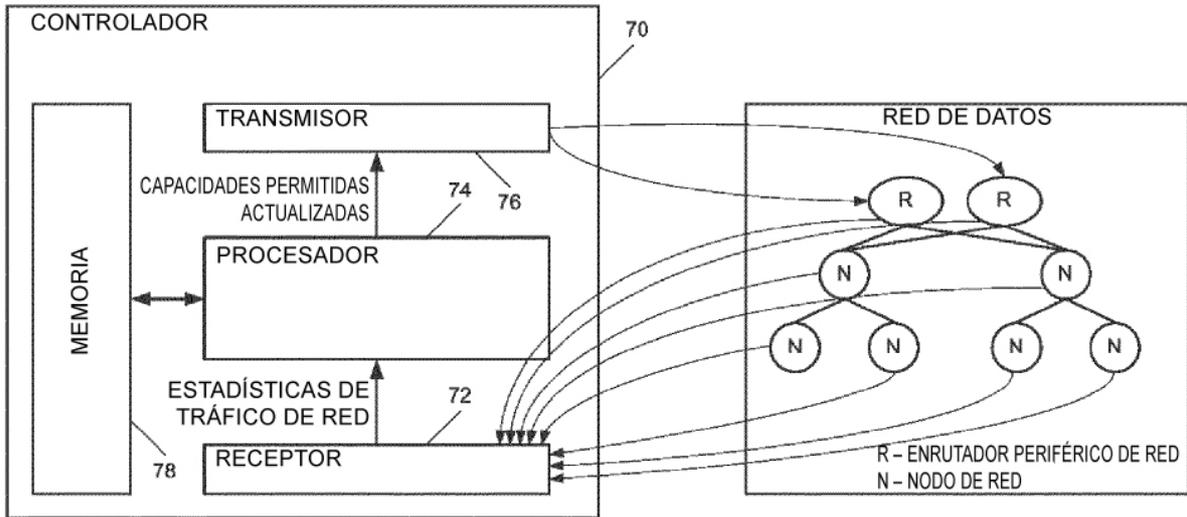


FIG. 5

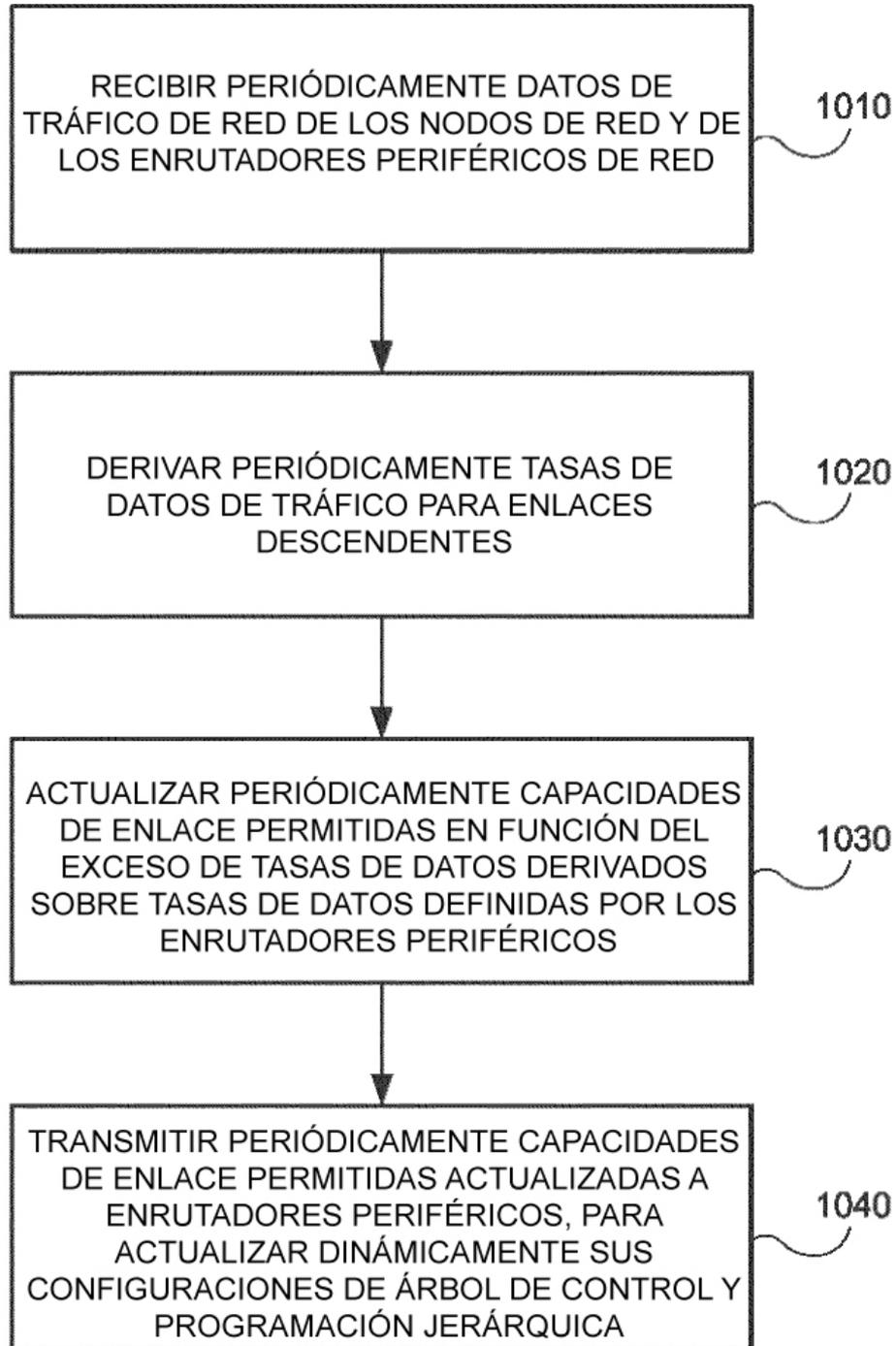


FIG. 6