

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 443 955**

51 Int. Cl.:

**H04L 12/721** (2013.01)

**H04L 12/713** (2013.01)

**H04L 12/715** (2013.01)

**H04L 12/747** (2013.01)

**H04L 29/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2010 E 10809245 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2013 EP 2517422**

54 Título: **Enrutador de malla y red**

30 Prioridad:

**24.12.2009 US 647145**

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

**21.02.2014**

73 Titular/es:

**CONTEXTREAM LTD. (100.0%)  
Brosh Building, 8th Floor 94 Em HaMoshavot  
Road Azorim Industrial Park Kiryat Arye  
49527 Petach-Tikva, IL**

72 Inventor/es:

**BARKAI, SHARON;  
NOY, ARIEL;  
KAEMPFER, GIDEON y  
SIDI, RON**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 443 955 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

Enrutador de malla y red

5 **Campo y antecedentes de la invención**

La presente revelación se refiere a un enrutador de malla y a una red para el enrutamiento de malla y, más particularmente, pero no exclusivamente a un encaminamiento de malla sobre una red segregada.

10 Las Solicitudes de Patente de los Estados Unidos Nos. 11/615.977, 11/927.861, 12/195.490 asignadas todas ellas a ConteXtream, publicadas como US 2008/0025290 A1, US 2009/0109968 A1 Y US 2010/0046368 A1, respectivamente, muestran un Enrutador de Malla como un sistema distribuido que consiste de tres tipos de bloques de construcción denominados "Unidades de Ingreso" (IU), "Unidades de Salida" (EU) y "Unidades de Buzón" (MU) conectadas juntas a través de una red de transporte que proporciona conectividad como Clos de modo que cada una de las IU está conectada a cada una de las MU y cada una de las MU está conectada a cada una de las EU. Las redes como Clos son redes de conmutación multi-etapa. Las IU y EU están normalmente pareadas para formar una única "Unidad de Entrada - Salida" unida (IEU, como se denomina la Unidad de Interfaz Externa - EIU), de modo que la topología descrita anteriormente se puede describir simplemente como una topología donde cada una de las IEU se conecta a cada una de las MU.

20 Como se ha descrito en la técnica, la redirección del tráfico desde las IEU a las MU se basa en una función de huella digital aplicada a las cabeceras de los paquetes y la información derivada de las mismas que da como resultado la selección de una MU objetivo normalmente seleccionada de forma uniforme de entre el conjunto de MU. La selección uniforme asume cabeceras de paquetes aleatorios o una amplia diversidad de cabeceras de paquetes.

25 La Solicitud de Patente de los Estados Unidos N° 11/615.977, "Distributed edge Network" de Barkai y otros muestra, que para cada uno de los paquetes de datos entrantes, cada unidad de interfaz externa puede determinar qué unidad de buzón puede gestionar el buzón para el servicio que se transmite por el paquete de datos. Cada una de las unidades de interfaz externas puede realizar una función de huella digital sobre al menos parte de la información en una cabecera del paquete de datos. El valor de la huella digital resultante puede ser el número de buzón dentro de la red de borde para el servicio transportado por el paquete de datos. Con el número de buzón, la unidad de interfaz externa puede escribir directamente (normalmente usando una DMA remota (rDMA) el paquete de datos para el buzón indicado.

35 Las funciones de huella digital realizadas por las unidades de interfaz externas pueden ser de cualquier clase adecuada, dependiendo del tamaño de la red y la información disponible en los paquetes de datos entrantes. En una realización, la función de huella digital puede ser una función de las direcciones de origen y/o destino y también se encuentra un bit de difusión en las cabeceras de los paquetes de datos. En esta realización, si el servicio es un servicio de punto a multipunto, como se indica por el bit de difusión, el buzón para el servicio se puede situar cerca del origen de los datos y de este modo, la huella digital se puede realizar sobre la dirección de origen. Si el servicio es un servicio de multipunto a multipunto, como se indica por el bit de difusión, el buzón para el servicio se puede colocar en cualquier sitio y de este modo, la huella digital se puede realizar sobre una combinación de las direcciones de origen y de destino. Si el servicio es un servicio de punto a punto, la huella digital se puede realizar sobre la dirección de origen o sobre la dirección de destino, como se desee. Una función ejemplar de huella digital puede ser "módulo 1000".

45 De acuerdo con una realización preferida, los dominios administrativos se pueden definir sobre la red de borde de la presente invención. Cada uno de los dominios puede pertenecer a un vendedor diferente y puede tener su propia tabla de servicios y su propia función de huella digital pero todos los dominios pueden usar la misma red de borde. Como se describe en este punto - anteriormente, cada uno de los dominios permite conexiones de acceso de conectar y operar (plug and play), para dispositivos y para centros de datos y medios. Cada uno de los dispositivos y/o centros se añade simplemente añadiendo los servicios que ofrecen dentro de la tabla de servicios. Además, cada dominio puede encaminar el tráfico a cualquier parte en el área metropolitana, por abonado y por servicio.

55 La Solicitud de Patente de los Estados Unidos N° 11/927.861, "Grid Router" de Barkai y otros muestra que el generador de huella digital puede examinar las cabeceras almacenadas en el área de almacenamiento, tomando una cada vez. El generador de huella digital puede leer cada una de las cabeceras, y puede generar un valor de huella digital H.sub.1 a partir de los datos almacenados en la misma. El valor de la huella digital H.sub.1 puede indicar dentro de qué unidad de buzón transferir el paquete. Como se trata en la Solicitud de Patente de los Estados Unidos N° 11/615.977, la entrada de huella digital puede variar dependiendo del tipo de servicio realizado por el paquete. Normalmente, el paquete puede incluir una indicación del tipo de servicio realizado en el mismo.

65 En muchas redes, la conectividad entre todas las IEU y todas las MU se puede garantizar, y los enrutadores de malla se refieren a las funciones de huella digital uniforme de uso anterior que requieren tal conectividad completa. Los enrutadores de malla con funciones de huella digital uniforme proporcionan una solución escalable para la conectividad de red.

5 Sin embargo, en una gran clase de redes, tales como las redes de acceso multi-servicio de telecomunicaciones o las redes de acceso celular la conectividad entre estas unidades está normalmente más limitada. En estos casos, debido a la partición física de la red de transporte subyacente, una IEU puede tener conectividad con subconjuntos de MU definidos estrictamente. Nos referimos a tales redes como redes segregadas. Los enrutadores de malla de la técnica anterior no se pueden usar sobre tales redes que se dejan con soluciones no escalables.

### Sumario de la invención

10 Las presentes realizaciones proporcionan una técnica para aplicar los Enrutadores de Malla a redes segregadas, de modo que permiten una solución escalable. Una solución de enrutador de malla también puede reducir el procesamiento y las sobrecargas de red relacionadas con tales redes mientras que aseguran la Calidad del Servicio, una alta disponibilidad y otras características deseables del Enrutador de Malla.

15 De acuerdo con un aspecto de la presente invención se proporciona un enrutador de malla para enrutamiento de paquetes como se define por la reivindicación independiente 1.

En una realización, la función de huella digital es una función uniforme que apunta a tablas de localización, tablas de localización que son específicas para los subconjuntos respectivos.

20 En una realización, la función de huella digital comprende una pluralidad de sub-funciones de huella digital, siendo cada sub-función específica de un subconjunto determinado.

En una realización, las sub-funciones de huella digital son variantes de una función de huella digital única.

25 En una realización, la función de huella digital es una función de huella digital única y se alimenta de una clave que está desplazada por un identificador que implica un subconjunto determinado.

En una realización, la función de huella digital comprende sub-funciones agrupadas, fijándose cada una de las sub-funciones agrupadas con un sesgo para la unidad más próxima físicamente de un subconjunto respectivo.

30 En una realización, para el tráfico multi-destino, la selección de un subconjunto comprende redirigirse a una MU colocada con la IU que recibe el tráfico multi-destino.

35 En una realización, para el tráfico que fluye ascendente hacia un origen del servicio de una aplicación, la selección de un subconjunto comprende redirigir el tráfico a una MU colocada con la EU de destino del tráfico.

En una realización, para el tráfico que fluye descendente desde un origen de servicio de una aplicación, la selección de un subconjunto comprende redirigir el tráfico a una MU colocada con la IU de origen del tráfico.

40 En una realización, para el tráfico que requiere un re-direccionamiento de múltiples saltos, la selección de un subconjunto comprende redirigir el tráfico a una MU colocada con la IU de origen del tráfico, siendo la MU colocada además configurable para redirigir el tráfico al siguiente de los múltiples saltos.

45 En una realización, las unidades externas están conectadas respectivamente a través de un enlace agregado a un primer y al menos un segundo punto de acceso del enrutador de malla, en donde el enrutador de malla se construye de modo que la notificación de un fallo de una unidad en una capa del enrutador de malla se pasa a un punto de acceso correspondiente, permitiendo por lo tanto que el tráfico desde una unidad externa determinada se encamine a al menos un segundo punto de acceso a través del enlace agregado, evitando por lo tanto el fallo.

50 En una realización, los puntos de acceso son unidades de entrada, la unidad en una capa a la que se refiere la notificación de fallo es una unidad de correo, y la notificación de fallo causa la caída del punto de acceso correspondiente. El tráfico se reduce a continuación a otra unidad de entrada que comparte el mismo enlace agregado.

55 En una realización, los paquetes se completan con la huella digital para un miembro primario y uno secundario de un par de unidades en paralelo, de modo que en el caso de fallo del miembro primario, se encamina un paquete respectivo al miembro secundario evitando por lo tanto el fallo.

60 De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona una red que comprende enrutadores de malla para encaminar los paquetes como se define por la reivindicación independiente 8.

En una realización, la función de huella digital es una función uniforme que apunta a tablas de localización, siendo las tablas específicas para los subconjuntos respectivos.

65 En una realización, la función de huella digital comprende una pluralidad de sub-funciones de huella digital siendo cada una de las sub-funciones específicas para un subconjunto determinado.

En una realización, las sub-funciones de huella digital son variantes de una función de huella digital única.

En una realización, la función de huella digital es una función de huella digital única y se alimenta de una clave que está desplazada por un identificador que implica un subconjunto determinado.

5 En una realización, la función de huella digital comprende sub-funciones agrupadas, fijándose cada una de las sub-funciones agrupadas con un sesgo para la unidad más próxima de un subconjunto respectivo.

10 La red puede ser una red de acceso de banda ancha, una red de acceso de banda ancha basada en PON, una red de acceso inalámbrico sobre una red IMS o cualquier otra clase de red electrónica.

15 En una realización, las unidades externas se conectan respectivamente a través de un enlace agregado a un primer y al menos un segundo punto de acceso de la red, en donde la red se construye de modo que la notificación de un fallo de una unidad en una capa de la red se pasa a un punto de acceso correspondiente, permitiendo por lo tanto que el tráfico desde una unidad externa determinada se encamine al menos a un segundo punto de acceso a través del enlace agregado, evitando por lo tanto el fallo.

20 En una realización, los paquetes se completan con la huella digital para un miembro primario y uno secundario de un par de unidades en paralelo, de modo que en el caso de fallo del miembro primario, se encamina el paquete respectivo al miembro secundario, evitando por lo tanto el fallo.

25 En una realización, los puntos de acceso son unidades de entrada, la unidad en una capa a la que se refiere dicha notificación de fallo, y la notificación de fallo causa la caída de dicha interfaz del punto de acceso correspondiente, causando por lo tanto que el tráfico se encamine a otro punto de entrada que participa en el mismo enlace agregado.

30 A menos que se defina de otro modo, todos los términos técnicos y científicos usados en este documento tienen el mismo significado que se entiende comúnmente por un experto en la materia a la que pertenece esta invención. Los materiales, métodos y ejemplos que se proporcionan en este documento son solo ilustrativos y no pretenden ser limitativos.

35 La palabra "ejemplar" se usa en este documento para significar "que sirve como ejemplo, caso o ilustración". Cualquier realización descrita como "ejemplar" no se construye necesariamente como preferida o ventajosa sobre otras realizaciones y/o para excluir la incorporación de características de otras realizaciones.

La palabra "opcionalmente" se usa en este documento para significar que "se proporciona en algunas realizaciones y no se proporciona en otras realizaciones". Cualquier realización particular de la invención puede incluir una pluralidad de características "opcionales" a menos que tales características entren en conflicto.

40 La implementación del método y/o sistema de las realizaciones de la invención puede involucrar la realización o terminación de las tareas seleccionadas manualmente, automáticamente, o una combinación de las mismas.

45 Además, de acuerdo con la instrumentación y equipos reales de las realizaciones del método y/o sistema de la invención, se podrían implementar varias tareas seleccionadas por hardware, por software o por firmware o por una combinación de los mismos usando un sistema operativo.

50 Por ejemplo, el hardware para realizar las tareas seleccionadas de acuerdo con las realizaciones de la invención se podrían implementar sobre un chip o un circuito. Como software, las tareas seleccionadas de acuerdo con las realizaciones de la invención se podrían implementar como una pluralidad de instrucciones de software que son ejecutadas por un ordenador que usa cualquier sistema operativo adecuado. En una realización ejemplar de la invención, una o más tareas de acuerdo con realizaciones ejemplares del método y/o sistema descritos en este documento las realiza un procesador de datos, tal como una plataforma de computación para ejecutar una pluralidad de instrucciones. Opcionalmente, el procesador de datos incluye una memoria volátil para almacenar instrucciones y/o datos y/o almacenamiento no volátil, por ejemplo, un disco duro magnético y/o medios separables, para almacenamiento de las instrucciones y/o datos. Opcionalmente, también se proporciona una conexión de red.

55 También se proporcionan opcionalmente una pantalla y/o un dispositivo de entrada del usuario tal como un teclado o un ratón.

### Breve descripción de los dibujos

60 La invención se describe en este documento, solo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos. Con referencia específica ahora a los dibujos en detalle, se subraya que las particularidades mostradas son a modo de ejemplo y solo para propósitos de discusión ilustrativa de las realizaciones preferidas de la presente invención, y se presentan para proporcionar lo que se cree que es el más útil y fácil entendimiento de la descripción de los principios y los aspectos conceptuales de la invención. A este respecto, no se realiza ningún intento de mostrar los detalles estructurales de la invención con más detalle del necesario para un entendimiento fundamental de la invención, tomada la descripción con los dibujos que hace evidente para los expertos en la materia las diversas formas en las

65

que se puede materializar la invención en la práctica.

En los dibujos:

- 5 la FIG. 1 es un diagrama simplificado que ilustra un dispositivo de enrutamiento de malla de acuerdo con una primera realización de la presente invención;  
 la FIG. 2 es un diagrama de flujo simplificado que muestra la operación de un enrutador de malla de acuerdo con una realización de la presente invención;  
 10 la FIG. 3 es un diagrama simplificado que muestra una modificación del enrutador de malla de la Fig. 1 para proporcionar una alta disponibilidad; y  
 la FIG. 4 muestra una red segregada ejemplar que usa un enrutador de malla de acuerdo con las presentes realizaciones.

**Descripción de las realizaciones preferidas**

15 Las presentes realizaciones comprenden un enrutador de malla o una red soportada por enrutadores de malla, donde se segrega la red.

20 En general los enrutadores de malla no se usan en redes segregadas y el re-direccionamiento puede usar tablas de búsqueda basadas en el destino. El problema con las tablas de búsqueda basadas en el destino es que necesitan modificarse con cada nuevo destino y de este modo la solución no es escalable.

25 Los enrutadores de malla como en la técnica anterior proporcionan una solución escalable pero no serían adecuados para el re-direccionamiento en una red segregada ya que usan funciones de huella digital para el re-direccionamiento que son funciones uniformes y por lo tanto no soportan la segregación.

30 Las presentes funciones proporcionan un modo de usar los enrutadores de malla en una red segregada modificando la función de huella digital para soportar la segregación. De este modo se proporciona una solución para redes segregadas que puede ser escalable.

Los principios y operación de un aparato y método de acuerdo con la presente invención pueden entenderse mejor con referencia a los dibujos y la descripción adjunta.

35 Antes de explicar al menos una realización de la invención en detalle, se entenderá que la invención no está limitada en su aplicación a los detalles de construcción y la disposición del conjunto de componentes mostrada en la siguiente descripción o ilustrada en los dibujos. La invención es capaz de otras realizaciones o de ponerse en práctica o realizarse de diversas formas. También se entenderá que la fraseología y la terminología empleada en este documento son para el propósito de la descripción y no deberían considerarse como limitantes.

40 La Fig. 1 ilustra una red segregada de acuerdo con una realización de la presente invención. La red de la Fig. 1 se considera segregada porque la IEU1 no está conectada a la MU2 y la IEU2 no está conectada a la MU1. Todas las demás conexiones posibles entre las IEU y las MU existen en este ejemplo. En tal red, la IEU1 (como la IU) que redirige el tráfico hacia IEU3 (como la EU) debe limitar tal re-direccionamiento a un subconjunto de MU, MU1 y MU3 en este ejemplo, que a su vez están conectadas a la IEU3 objetivo requerida.

45 Las unidades de la red segregada de la Fig. 1 usan funciones de huella digital para redirigir los paquetes sobre la red.

50 Como resultado de la segregación de la red, la función de huella digital que es usada por una IEU, por ejemplo la IEU1 en la Fig. 1, se requiere que redirija un paquete a la IEU objetivo, por ejemplo la IEU3. La función de huella digital debe ser tal que las MU seleccionadas por la misma se limiten al subconjunto de MU conectadas a la IEU objetivo y a la IEU de origen, de este modo MU1, MU2 y MU3 están conectadas a la IEU3 objetivo pero solo las MU1 y MU3 están conectadas a la IEU1, de modo que la función de huella digital debe ser una que nunca apunta a MU2. La función de huella digital de ese modo ya uno puede ser una función que seleccione de forma uniforme las MU del conjunto de todas las MU. En otras palabras, la función de huella digital debería seleccionar las MU de un subconjunto de MU que están conectadas tanto a las IEU de origen como de destino.

60 Considerado ahora con más detalle, un enrutador de malla tal como el enrutador de malla 10 mostrado en la Fig. 1, encamina paquetes. El enrutador comprende unidades de entrada (IE), unidades de correo (MU), y unidades de salida (EU) conectadas en una infraestructura de tres capas sucesivas, la capa 12, la capa 14 y la capa 16 como se muestra. La estructura de capas se segrega de modo que las unidades en una capa determinada se conectan a un subconjunto de unidades en una capa sucesiva - de este modo IEU1 se conecta solo a MU1 y MU3, pero no MU2. El subconjunto formado de MU1 y MU3 es un subconjunto incompleto de la capa 14. El enrutador de malla comprende una unidad de huella digital 18 que usa una función de huella digital para dirigir los paquetes entrantes a través de las capas, y la función de huella digital refuerza la segregación dirigiendo los paquetes que llegan a una unidad determinada en una capa de modo que se envían solo las unidades del subconjunto correspondiente en la capa

sucesiva. De este modo los paquetes que llegan a IEU1 solo se redirigirían por la huella digital a MU1 o MU3 y no a la MU no disponible.

5 La función de huella digital puede ser una función uniforme pero apuntando a las tablas de localización en lugar de a las unidades reales. Las tablas de localización pueden ser específicas para los subconjuntos respectivos. De este modo IEU1 e IEU2 pueden usar ambas la misma función uniforme de huella digital pero cada uno de los puntos para una tabla, y la tabla en IEU1 contiene MU1 y MU3, mientras que la tabla en IEU2 incluye MU2 y MU3. Esto implica que cualquier buzón determinado solo se debería localizar sobre una MU que está conectada a todos las IU que pueden potencialmente paquetes a la misma.

10 En una realización alternativa, la función de huella digital comprende diferentes sub-funciones de huella digital, siendo específica cada una de las sub-funciones para un subconjunto determinado. En este caso IEU1 e IEU2 tienen diferentes sub-funciones de huella digital.

15 Las diferentes sub-funciones de huella digital pueden de hecho ser variantes de la misma función de huella digital.

Como una alternativa adicional, una función única de huella digital se puede alimentar de una clave que está desplazada por un identificador que implica el subconjunto único de MU. De este modo IEU1 e IEU2 pueden usar ambas la misma función de huella digital pero IEU1 se puede alimentar de una clave que le da un desplazamiento para apuntar a MU1 o MU3 e IEU2 se alimenta por una clave diferente que la desplaza para apuntar a MU2 o MU3.

20 La función de huella digital puede comprender sub-funciones agrupadas, fijándose cada una de las sub-funciones agrupadas con un sesgo para la unidad físicamente más próxima de un subconjunto. De ese modo, como se mencionó, IEU2 incluye tanto MU1 como MU3 en su subconjunto. Sin embargo MU1 puede estar físicamente más cerca, de modo que la función puede estar sesgada para enviar la mayor parte del tráfico a MU1 y de este modo ahorrar congestión.

30 Los sub-conjuntos se pueden seleccionar diferencialmente dependiendo del flujo de tráfico al que pertenecen los paquetes, de modo que para proporcionan el mejor enrutamiento o un punto único de control para el flujo. En el caso del tráfico que llega desde múltiples IU a un único destino, un modo de controlar el flujo de tráfico sería diseñar una MU conectada al EU de destino. Por contraste, el tráfico multidifusión se puede redirigir a una MU colocada con la IU que recibe el tráfico multidifusión. Se observa que tal colocación puede involucrar que la MU y la IU estén localizadas sobre el mismo servidor de modo que el re-direccionamiento entre la MU y la IU no tenga ningún coste de red. El tráfico que fluye ascendente se puede encaminar a una MU colocada con la UE de destino de dicho tráfico. El tráfico que fluye descendente por contraste se redirige mejor a una MU colocada con la IU de origen de dicho tráfico. Para el tráfico que requiere el re-direccionamiento de múltiples saltos, el tráfico se puede redirigir a una MU colocada con la IU de origen del tráfico. La MU a la que se redirigen los datos puede redirigir el tráfico a continuación al siguiente salto.

40 Ahora se describe brevemente el re-direccionamiento de múltiples saltos. El re-direccionamiento de múltiples saltos puede incluir casos tales como aquellos en los que el tráfico que existe el enrutador de malla se maneja por medio de un elemento de red externo, se devuelve al enrutador de malla y se redirige sobre siguiente elemento de red, etc. Para tal tráfico, los paquetes se pueden enviar a la MU colocada con la IU fuente ya que es la única MU que puede estar conectada a la IU de origen.

45 Ahora se consideran las realizaciones con mayor detalle. Un enrutador de malla es un sistema distribuido que consiste de los siguientes elementos de flujo de datos principal:

- 50 1. Unidades de entrada (IU) - responsables de la recepción de paquetes desde las interfaces externas, analizándolas y redirigiéndolos basándose en un algoritmo de decisión a las MU.
2. Unidades de Buzón (MU) - responsables del almacenamiento de los paquetes en colas, también denominadas en este documento simplemente como buzones, que programan su transmisión y la redirigen en el momento apropiado a las EU.
- 55 3. Unidades de Salida (EU) - responsables del almacenamiento de los paquetes en colas de salida, programando su transmisión y finalmente redirigiéndola en el momento apropiado a las interfaces externas del sistema.

La IU y la EU se conectan a interfaces externas del sistema y se emparejan normalmente para formar una Unidad de Entrada-Salida (IEU) o Unidad de Interfaz Externa (IEU). Ambos términos se consideran equivalentes.

60 Los detalles del flujo de datos de entrada-salida se describen en la técnica anterior y en particular en las solicitudes UPSTO 11/615977, 11/927861 y 12/195490 todas ellas asignadas a ConteXtream.

Ahora se hace referencia a la Fig. 2 que es un diagrama de flujo que muestra una modificación del flujo de datos de acuerdo con un proceso de las presentes realizaciones.

65

Las siguientes son etapas del flujo de datos:

1. Se recibe un paquete entrante en la IU.

2. A continuación de la recepción del paquete, la IU clasifica el paquete basándose en reglas de clasificación predefinidas para un dominio o sub-conjunto administrativo determinado. Esta selección se basa en una función de huella digital aplicada a la ID de dominio y las cabeceras de paquetes requeridas, y de acuerdo con las presentes realizaciones está limitada a la segregación sobre la red.

3. Basándose en el subconjunto o dominio administrativo y ciertas cabeceras de paquetes, por ejemplo la dirección IP del destino, la IU selecciona una MU objetivo.

4. Una vez que llega el paquete a la MU seleccionada, se puede identificar un buzón objetivo del paquete basándose en las cabeceras del paquete así como los resultados de clasificación iniciales. El buzón identificado implica una cola a la que se necesita insertar el paquete y define además la EU de destino a la que se va a enviar el paquete desde el buzón así como los parámetros relacionados de la programación tales como la tasa asegurada, tasa máxima y clase de servicio.

En muchos casos, debido a la necesidad de preservar los recursos, se pueden localizar una entidad IU, una EU y una MU sobre una entidad física única tal como un servidor. En estos casos, las comunicaciones entre estos nodos, y en particular entre la IU y la MU, se puede realizar a través de un mecanismo de Comunicaciones Inter Procesos (IPC) tal como una memoria compartida. Tales medios de comunicaciones pueden ser beneficiosos en términos de sobrecarga de procesamiento ya que requieren un procesamiento más ligero que un protocolo de transporte típico usado entre nodos conectados sobre una red. Además, la reducción de las cuentas de saltos de red manteniendo un paquete dentro de un servidor para su primer salto reduce la sobrecarga de red.

A continuación de la clasificación de un paquete entrante en la IU, la IU selecciona una MU a la cual redirigir el paquete. La MU se puede seleccionar basándose en una simple función de huella digital sobre los resultados de la clasificación y ciertos campos en la cabecera del paquete, normalmente la dirección del destino del paquete. Bajo la suposición de una distribución de direcciones uniforme como por la técnica anterior, el resultado de la huella digital se difunde uniformemente fuera del tráfico sobre todas las siguientes MU del próximo salto potencial. Esta es una grata característica ya que asegura la escalabilidad del Enrutador de Malla. Sin embargo, la huella digital uniforme no soporta una red segregada.

Una mejora del concepto de re-direccionamiento basado en la huella digital para el caso de la red segregada puede comprender limitar las MU objetivos potenciales a un subconjunto de MU. Esta limitación se puede requerir para imponer la segregación de red administrativa, o debido a una topología de la red que carece de conectividad total desde todas las MU a todas las EU. En ambos casos, se puede usar un mecanismo común para forzar la segregación de MU. En lugar de usar una única función de huella digital para todos los paquetes entrantes, se puede usar una única función de huella digital única por dominio administrativo, por destino de paquete o por cualquier otra clase de equivalencia de paquetes que pueda requerir apuntar a un único subconjunto de MU.

El uso de múltiples funciones de huella digital se puede implementar de varios modos. La siguiente lista de realizaciones es meramente de ejemplo. Una primera realización usa una única función de huella digital que apunta a múltiples tablas de huella digital dedicada cada una a un subconjunto de MU.

Una segunda realización usa una única función de huella digital que se alimenta de una clave que está desplazada por un identificador que implica el subconjunto único de MU.

Una tercera realización usa variantes de una cierta función de huella digital para cada uno de los subconjuntos de MU. También se pueden usar muchas otras técnicas conocidas en la técnica para esta segregación de la función de huella digital.

De este modo las presentes realizaciones pueden hacer uso de diferentes funciones de huella digital, o funciones de huella digital con diferentes tablas de búsqueda o funciones de huella digital con desplazamientos, para controlar el flujo de tráfico sobre las topologías de red donde hay conectividad limitada entre las MU y las EU.

Hay varios factores que se necesitan tener en cuenta cuando se configura un Enrutador de Malla para redirigir los paquetes desde una IU a una MU. Algunos de estos factores se describen más adelante en ese documento.

En muchos casos, y en particular en el caso de tráfico multidifusión, tiene sentido redirigir los paquetes desde una IU a la MU más próxima. Esto puede reducir la carga sobre la red permitiendo a la MU, que puedan tener conocimiento de las EU que requieren un paquete de multidifusión, para hacer un uso inteligente de las capacidades subyacentes de multidifusión de la red de transporte, una tarea que puede no ser posible en el IU debido a su falta de conocimiento con respecto a los EU que requieren el paquete.

En otro caso, cuando se coloca la IU con una o más MU sobre el mismo servidor, la sobrecarga del re-direccionamiento de los paquetes sobre la red para tales MU se puede eliminar completamente. Por lo tanto, las MU colocadas o cercanas se pueden preferir sobre las MU más distantes.

En el caso mencionado anteriormente, en el que una IU se coloca con una o más MU sobre el mismo servidor, además de la eficacia de la red conseguida dirigiéndose a tales servidores, esto también puede reducir las sobrecargas de procesamiento. Esto es debido a la reducida complejidad de comunicaciones entre procesos que residen sobre los mismos servidores, o incluso el mismo sistema operativo, frente a la sobrecarga asociada con los protocolos de red para la transmisión de paquetes sobre la red.

Si la red de transporte se segrega de tal modo que ciertas EU son solo alcanzables por un subconjunto de MU, los paquetes destinados para enviar a tales EU solo se deben redirigir a tales MU. Este fenómeno es típico para las MU que se colocan con ciertas EU pero no pueden redirigir paquetes a otras EU.

Por ejemplo se puede definir un flujo de tráfico para todos los paquetes enviados a cierto abonado del servicio de red. Uno de los conceptos de los Enrutadores de Malla como se describe en la técnica es que a pesar de la distribución de paquetes sobre múltiples MU basándose en una función de huella digital, cada uno de los flujos de tráfico en la red aún es manejado por un punto único de control, una MU única, que puede medir, poner en cola y conformar la transmisión de tráfico hacia su destino. Cuando el tráfico se anticipa para llegar desde fuentes múltiples a un único destino, no puede tener lugar el control centralizado sobre una MU colocada con tales fuentes ya que hay múltiples de tales MU. Por otra parte, cuando llega un flujo de tráfico desde una única fuente, se puede manejar por cualquier MU en la red, y en particular por una MU próxima al origen sin poner en peligro la capacidad para controlar el flujo de tráfico en un único punto de control. Un ejemplo típico de tráfico que fluye desde múltiples orígenes a un único destino es el tráfico ascendente desde el acceso de banda ancha, VoIP, VoD o abonados de IPTV hacia un servidor que proporciona tales servicios. Por otra parte, el tráfico que fluye hacia tales abonados normalmente viene de una fuente única, al menos dentro de una trama de tiempo determinada.

Basándose en las consideraciones anteriores, lo siguiente describe la metodología para las selecciones de subconjuntos de MU:

1. El tráfico multidifusión se redirige preferiblemente a una MU colocada con la IU que recibe tal tráfico. Esto mejora la eficacia de la red y del procesamiento.
2. El tráfico ascendente se redirige preferiblemente a una MU colocada con la EU de destino de tal tráfico. Esto asegura un punto único de control del tráfico que se puede enviar normalmente a continuación sobre trayectorias de tráfico no congestionadas.
3. El tráfico descendente se redirige preferiblemente a una MU colocada con la IU de origen de tal tráfico. Esto mejora la eficacia de la red y del procesamiento.
4. El tráfico que requiere el re-direccionamiento de múltiples saltos se redirige preferiblemente a una MU colocada con la IU de origen de tal tráfico. Tal MU se puede configurar para redirigir tal tráfico a su próximo salto y puede ser la única MU conectada a la IU de todos modos.

Un requisito de cualquier sistema de calidad de telecomunicaciones es su alta disponibilidad. Para el Enrutador de Rejilla como se ha descrito en lo anterior referido a la técnica, la alta disponibilidad de la MU se puede conseguir emparejando las MU y permitiendo a la función de huella digital usada para la selección de MU seleccionar un par de MU de las cuales se selecciona una basándose en su disponibilidad.

En el presente contexto, en casos donde se selecciona una MU única, normalmente una MU colocada con la IU que redirige los paquetes, el concepto anterior de la elevada disponibilidad ya no es relevante. En tales casos, la elevada disponibilidad del Enrutador de Malla se puede asegurar por un concepto más elevado de mayor disponibilidad agregada. Por ejemplo, cuando una IU se coloca con una MU, también puede caer simultáneamente con la MU. Un pareado de IU y MU se puede proteger por otro pareado de IU y MU, ambos pares conectados a las entidades externas por medio de una conexión compartida altamente disponible tal como una agregación de enlaces de Ethernet. Tal agregación se conoce como LAG o como se define en la técnica como IEEE Normativa 802.3ad - 2000. En tal configuración, el fallo de una MU se puede mitigar por la existencia de una segunda MU ya que cada una de tales MU es un objetivo único para los paquetes que vienen desde cada uno de las dos IU. Esto mantiene el Enrutador de Malla altamente disponible debido al hecho de que cuando falla una MU todas las fuentes potenciales de paquetes enviadas al mismo o bien también fallan, a saber la IU colocada, o pueden desviar su tráfico a una MU redundante, por ejemplo generando huellas digitales para pares de MU como se ha descrito anteriormente.

La fig. 3 es un diagrama de bloques simplificado que representa una configuración que incluye la redundancia. En esta figura IU1, EU1 y MU1 se colocan sobre un servidor único S1. Del mismo modo IU2, EU2 y MU2 se colocan sobre un servidor único S2. Ambos servidores se conectan a un elemento de la red externa a través de un enlace agregado marcado como "LAG". En el caso de fallo de MU1, IU1 y EU1 están diseñadas para fallar también causando que el enlace externo de S1 dentro de LAG caiga. Como resultado, el tráfico desde la entidad externa se dirige solo a S2 que sirve en este caso como una espera activa para todas las entidades en S1. Obsérvese que el tráfico destinado a MU1 desde otras IU en la red, tales como IU3 e IU4 se puede desviar por las mismas a MU2 por medio de una función de huella digital que selecciona los pares de MU, y en este caso el par (MU1, MU2). Una vez que IU3 (o IU4) detecta que MU1 ha fallado (a través de un protocolo del Enrutador de Malla interno o latido) puede dirigir paquetes a MU2 (la MU secundaria dentro del par seleccionado por la función de huella digital que usa para tales paquetes).

Lo anterior se puede ver como dos sistemas separados para la protección al fallo, como sigue:

1. Protección de MU por medio de la selección de pares de MU por la función de huella digital y el redireccionamiento de paquetes para una MU preferida dentro del par a menos que sea disfuncional, en cuyo caso los paquetes se redirigen a la MU funcional restante.
2. Protección de MU por medio del fallo de una IU colocada con la MU y el fallo adicional de las interfaces conectadas a tal IU en el caso de fallo de la MU. Si las interfaces fallidas participan en la Agregación de Enlaces, esto asegura que las entidades externas conectadas al Enrutador de Malla a través de estas interfaces, se abstengan de redirigir paquetes a las IU fallidas y por lo tanto solo redirijan paquetes a las IU que están aún conectadas a MU funcionales.

#### **Ejemplo de aplicación para una red de acceso regional**

Una red de ejemplo de interés en el contexto de los conceptos descritos anteriormente es una red de acceso de banda ancha regional sobre una Red Óptica Pasiva (PON). En la Fig. 4, se representa una red de portadoras donde una Red de Banda Ancha Regional 30 conecta Proveedores de Servicios de Red (NSP) y Proveedores de Servicios de Aplicación (ASP) para una red de agregación de accesos 36 que eventualmente alcanza abonados residenciales 38 de servicios incluyendo la TV, Video a Demanda (VoD), servicios de Voz e Internet (comúnmente denominados en la técnica como servicios de "Triple reproducción"). La Figura 4 se toma del documento borrador de IETF conocido como draft-bitar-wadhwa-ancp-pon-01 escrito por Nabil Bitar de Verizon y Sanjay Wadhwa de Juniper Networks.

En el presente contexto, un enrutador de malla normalmente abarcaría la Red de Banda Ancha Regional de modo que los nodos del Enrutador de Malla se posicionarían cerca de los elementos de red NSP y ASP tales como enrutadores, servidores de video o puertas de enlace de voz, así como en la posición de los Servidores de Acceso de Red (NAS) como se define por el Protocolo de Control de Nodos de Acceso (ANCP) donde realizan la funcionalidad de NAS.

En la Red de Banda Ancha Regional como se representa en la Fig. 4, es un ejemplo clásico de una red segregada que actúa como una red de transporte como se denomina en las secciones anteriores, especialmente donde el ASP 34 y el NSP 32 no tienen permitido comunicar directamente debido a la segregación de red y administrativa.

Se apreciará que ciertas características de la invención que se describen, por claridad, en el contexto de realizaciones separadas, también se pueden proporcionar en combinación en una realización única. A la inversa, diversas características de la invención, que se describen, por brevedad en el contexto de una realización única, también se pueden proporcionar separadamente o en cualquier sub-combinación adecuada.

## REIVINDICACIONES

1. Un enrutador de malla para encaminar paquetes, comprendiendo el enrutador una capa de unidades de entrada, IU, una capa de unidades de buzón MU, y una capa de unidades de salida EU, conectadas en una estructura de capas sucesivas, comprendiendo dichas MU una capa intermedia para redirigir paquetes desde dichas IU a dichas EU, estando segregada dicha estructura de capas de modo que las unidades en una capa determinada están conectadas solo a un subconjunto incompleto de unidades en una capa sucesiva, en donde dicho enrutador de malla comprende una unidad de huella digital para usar dicha función de huella digital para dirigir paquetes entrantes a través de dichas capas, y en donde dicha función de huella digital está configurada para reforzar dicha segregación dirigiendo paquetes que llegan a una unidad determinada en una capa solo a un subconjunto de unidades en dicha capa sucesiva todas ellas en comunicación tanto con una IU de origen en dicha capa de unidades de entrada como una EU de destino en dicha capa de unidades de salida.
2. El enrutador de malla de la reivindicación 1, en el que dicha función de huella digital es un miembro del grupo consistente en:
- una función uniforme que apunta a tablas de localización, siendo dichas tablas de localización específicas para los subconjuntos respectivos;
  - una pluralidad de sub-funciones de huella digital, siendo cada una de las sub-funciones específica para un subconjunto determinado;
  - una función de huella digital única alimentada con una clave que está desplazada por un identificador que implica un subconjunto determinado; y
  - sub-funciones agrupadas, fijándose cada una de las sub-funciones agrupadas con un sesgo para una unidad físicamente más próxima de un subconjunto respectivo.
3. El enrutador de malla de la reivindicación 2, en el que dicha función de huella digital es una pluralidad de sub-funciones de huella digital, siendo cada una de las sub-funciones específica para un subconjunto determinado en donde dichas sub-funciones de huella digital son variantes de una función única de huella digital.
4. El enrutador de malla de la reivindicación 1, en el que:
- para el tráfico multidifusión, la selección de un subconjunto comprende el re-direccionamiento a una MU colocada con la IU que recibe dicho tráfico de múltiples destinos;
  - para el flujo de tráfico ascendente hacia una fuente de servicios de aplicación, la selección de un subconjunto comprende el re-direccionamiento de dicho tráfico a una MU colocada con la EU de destino de dicho tráfico;
  - para el flujo de tráfico descendente desde una fuente de servicios de aplicación, la selección de un subconjunto comprende el re-direccionamiento de dicho tráfico a una MU colocada con la IU de origen de dicho tráfico;
  - para el tráfico que requiere el re-direccionamiento de múltiples saltos, la selección de un subconjunto comprende el re-direccionamiento de dicho tráfico a una MU colocada con la IU de origen de dicho tráfico, siendo además configurable dicha MU colocada para redirigir dicho tráfico al siguiente de dichos múltiples saltos.
5. El enrutador de malla de la reivindicación 1, en el que las unidades externas están conectadas respectivamente a través de un enlace agregado a un primer y al menos un segundo punto de acceso de dicho enrutador de malla, en donde dicho enrutador de malla se construye de modo que la notificación de un fallo de una unidad en una capa de dicho enrutador de malla se pasa a un punto de acceso correspondiente, permitiendo por lo tanto reencaminar el tráfico desde una unidad externa determinada a al menos un segundo punto de acceso a través de dicho enlace agregado, para evitar por lo tanto dicho fallo.
6. El enrutador de malla de la reivindicación 5, en el que dichos puntos de acceso son unidades de entrada, dicha unidad en una capa a la que se refiere dicha notificación de fallo es una unidad de buzón, y dicha notificación de fallo causa la caída de una interfaz de dicho punto de acceso correspondiente, por lo tanto causa que el tráfico se reencamine a otro punto de entrada que participa en dicho enlace agregado.
7. El enrutador de malla de la reivindicación 1, en el que los paquetes se completan con la huella digital para un miembro primario y uno secundario de un par de unidades en paralelo, de modo que en el caso de fallo de dicho miembro primario, se encamina un paquete respectivo a dicho miembro secundario, evitando por lo tanto dicho fallo.
8. Una red que comprende enrutadores de malla para el encaminamiento de paquetes, comprendiendo cada uno de los enrutadores de malla una capa de unidades de entrada IU, una capa de unidades de buzón, MU, y una capa de unidades de salida, EU, conectadas en una estructura de capas sucesivas, comprendiendo dichas MU una capa intermedia para redirigir los paquetes desde dichas IU a dichas EU, estando segregada dicha estructura de capas de modo que las unidades en una capa determinada están conectadas solo a un subconjunto incompleto de unidades en una capa sucesiva, en donde dicho enrutador de malla comprende una unidad de huella digital para el uso de una función de huella digital para dirigir paquetes entrantes a través de dichas capas, y en donde dicha función de huella digital está configurada para reforzar dicha segregación dirigiendo paquetes que llegan a una unidad determinada en una capa solo a un subconjunto de unidades en dicha capa sucesiva, todas en comunicación tanto

con una IU de origen en dicha capa de unidades de entrada como una EU de destino en dicha capa de unidades de salida.

- 5 9. La red de la reivindicación 8, en la que dicha función de huella digital es un miembro del grupo consistente en:
- una función uniforme que apunta a tablas de localización, siendo dichas tablas de localización específicas para los subconjuntos respectivos;
  - una pluralidad de sub-funciones de huella digital, siendo específicas cada una de las sub-funciones para un subconjunto determinado;
  - 10 una función de huella digital única y se alimenta de una clave que está desplazada por un identificador que implica un subconjunto determinado; y
  - sub-funciones agrupadas, fijándose cada una de las sub-funciones agrupadas con un sesgo para la unidad físicamente más próxima de un subconjunto respectivo.
- 15 10. El enrutador de red de la reivindicación 9, en el que dicha función de huella digital comprende una pluralidad de sub-funciones de huella digital, siendo específica cada una de las sub-funciones para un subconjunto determinado, y en donde dichas sub-funciones de huella digital son variantes de una única función de huella digital.
- 20 11. La red de la reivindicación 8, que es un miembro del grupo que comprende una red de acceso de banda ancha, una red de acceso de banda ancha basada en PON, una red de acceso inalámbrica y una red de IMS.
- 25 12. La red de la reivindicación 8, en la que las unidades externas están conectadas respectivamente a través de un enlace agregado a un primer y al menos un segundo punto de acceso de dicha red, en donde dicha red se construye de modo que la notificación de un fallo de una unidad en una capa de dicha red se pasa a un punto de acceso correspondiente, permitiendo por lo tanto encaminar el tráfico desde una unidad externa determinada a al menos un segundo punto de acceso a través de dicho enlace agregado, para evitar por lo tanto dicho fallo.
- 30 13. La red de la reivindicación 12, en la que dichos puntos de acceso son unidades de entrada, dicha unidad en una capa a la que se refiere dicha notificación de fallo es una unidad de buzón, y dicha notificación de fallo causa la caída de una interfaz de dicho punto de acceso correspondiente, por lo tanto causa que el tráfico se encamine a otro punto de entrada que participa en dicho enlace agregado.
- 35 14. La red de la reivindicación 8, en la que los paquetes se completan con la huella digital para un miembro primario y un secundario de un par de unidades en paralelo, de modo que en el caso de fallo de dicho miembro primario, se encamine un paquete respectivo a dicho miembro secundario, evitando por lo tanto dicho fallo.

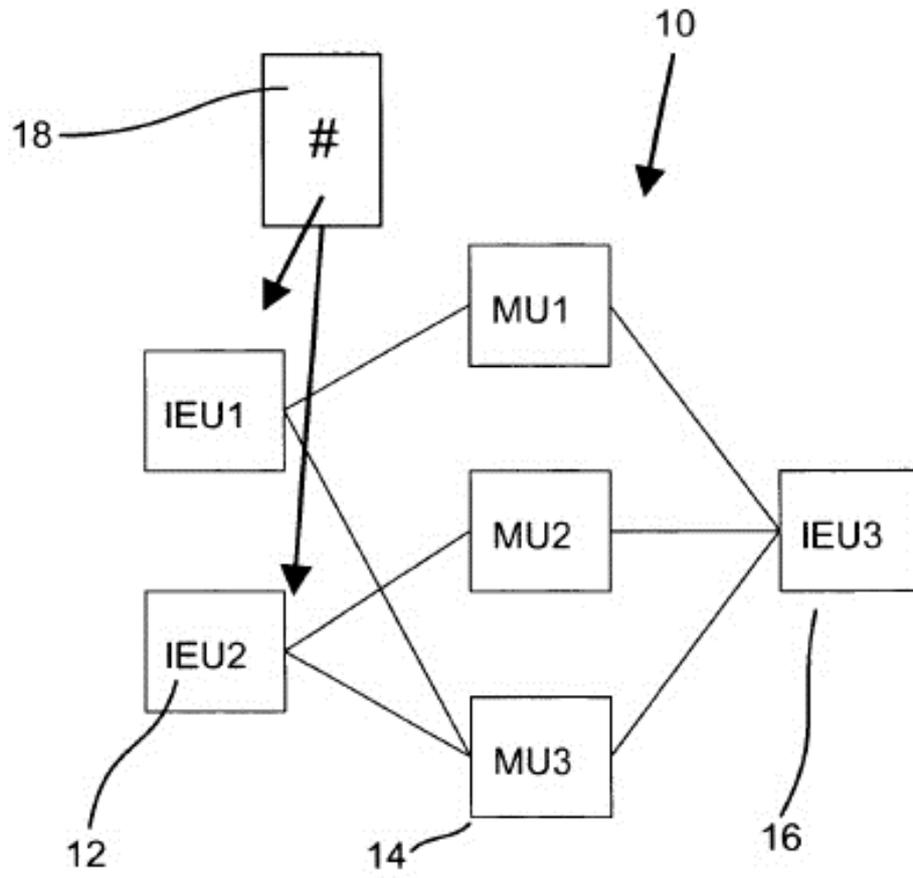


FIG. 1

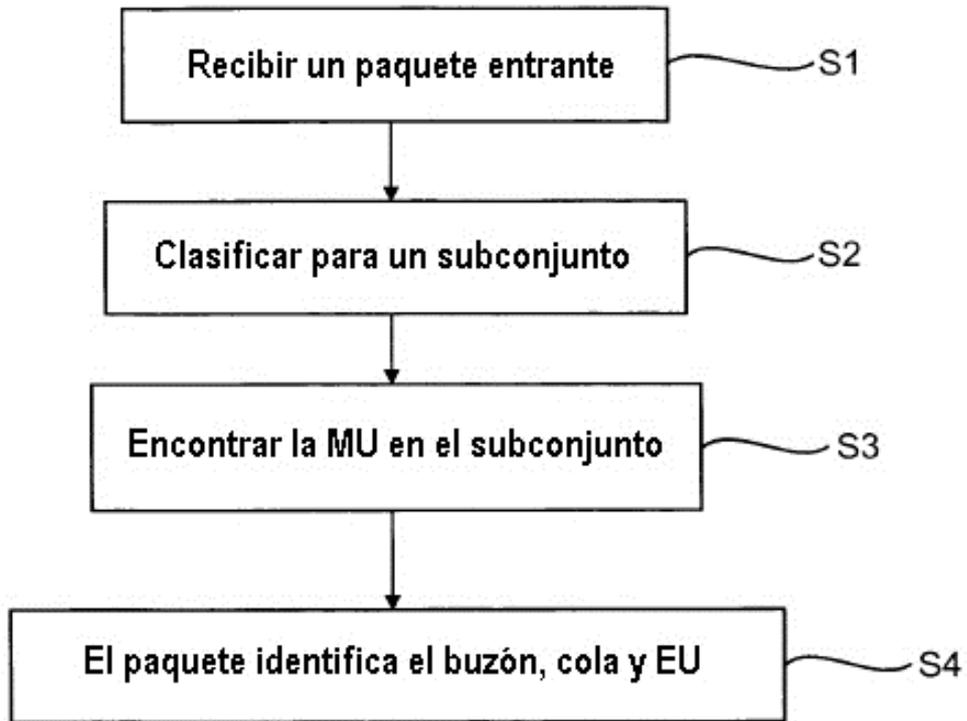


FIG. 2

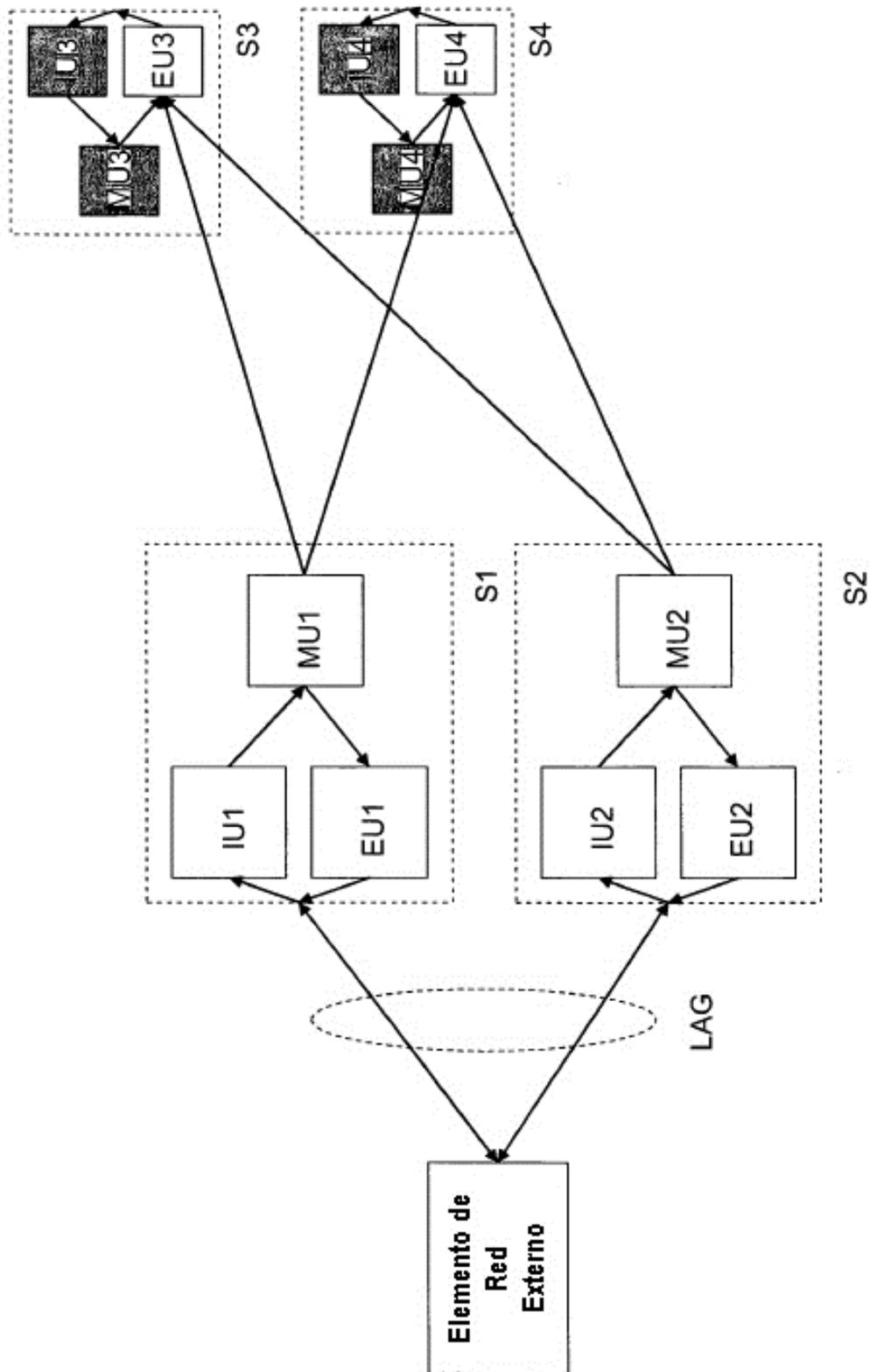


FIG. 3

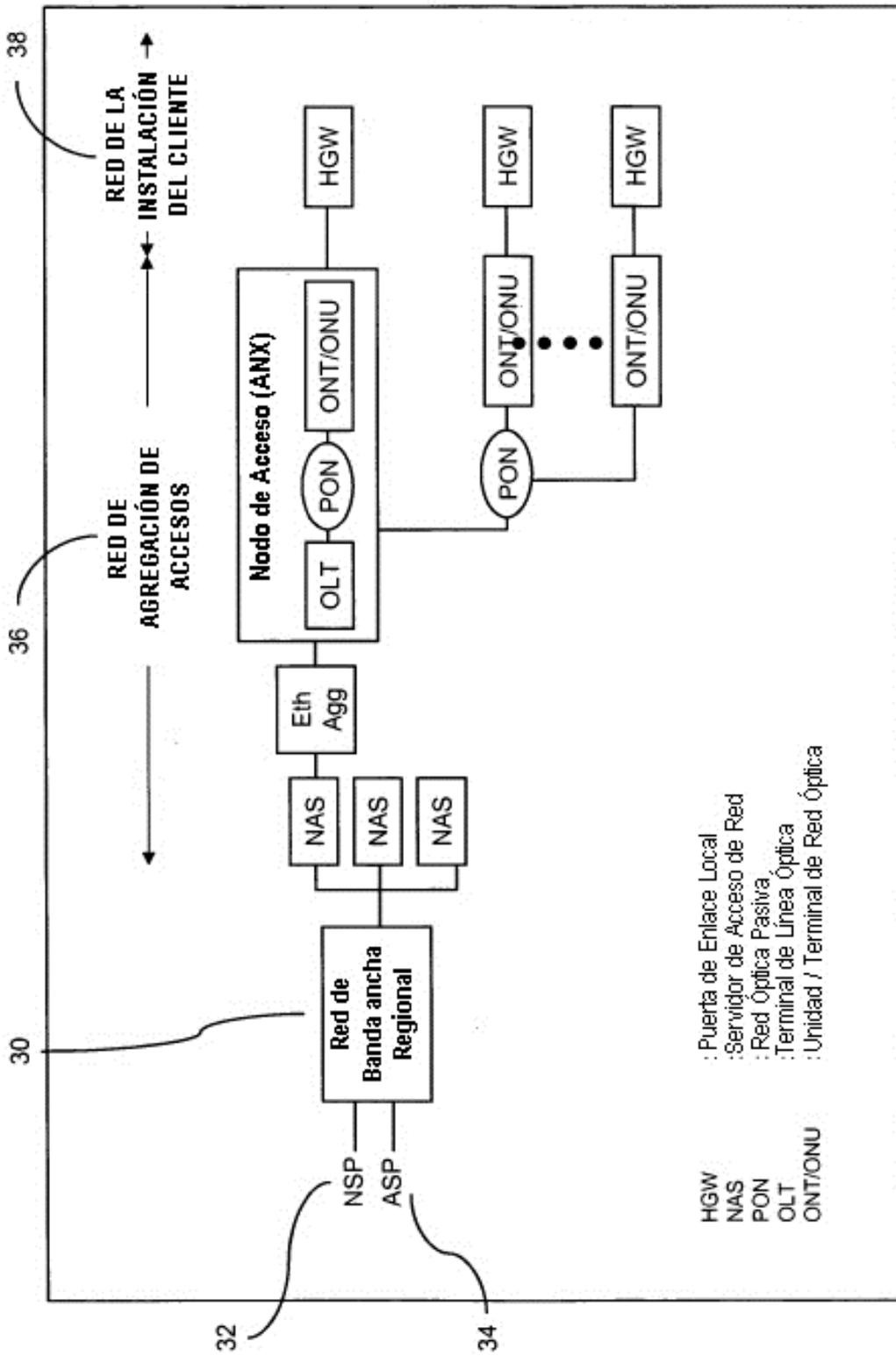


FIG. 4