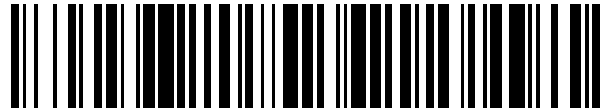


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 582 586**

51 Int. Cl.:

**H04L 12/775** (2013.01)

**H04L 12/715** (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.12.2010 E 10801308 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.07.2016 EP 2514152**

54 Título: **Arquitectura de encaminamiento distribuido**

30 Prioridad:

**17.12.2009 US 641255**

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

**13.09.2016**

73 Titular/es:

**AMAZON TECHNOLOGIES, INC. (100.0%)  
P.O. Box 8102  
Reno, NV 89507, US**

72 Inventor/es:

**JUDGE, ALAN M.;  
MCGAUGH, DAVID J.;  
HAMILTON, JAMES R.;  
PIETSCH, JUSTIN O. y  
O'MEARA, DAVID J.**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

**ES 2 582 586 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

Arquitectura de encaminamiento distribuido.

- 5 En líneas generales, los dispositivos informáticos utilizan una red de comunicaciones, o una serie de redes de comunicaciones, para intercambiar datos. En una forma de realización común, los datos que se van a intercambiar se dividen en una serie de paquetes que se pueden transmitir entre un dispositivo informático emisor y un dispositivo informático receptor. En general, se puede considerar que cada paquete incluye dos componentes principales: información de control y datos de carga útil. La información de control corresponde a la información utilizada por una
- 10 o más redes de comunicaciones para proporcionar los datos de carga útil. Por ejemplo, la información de control puede incluir direcciones de origen y destino, códigos de detección de errores, identificación de secuenciación de paquetes, y similares. Normalmente, la información de control se encuentra en cabeceras y colas de paquete incluidas dentro del paquete y contiguas a los datos de carga útil.
- 15 En la práctica, en una red de comunicaciones con conmutación de paquetes, se transmiten paquetes entre múltiples redes físicas, o subredes. Por lo general, las redes físicas incluyen varios dispositivos físicos que reciben paquetes procedentes de un componente emisor de la red y remiten el paquete a un componente receptor de la red. Los dispositivos físicos de encaminamiento de paquetes se suelen denominar encaminadores, enrutadores o *routers*. En líneas generales, los encaminadores pueden operar con dos funciones o planos principales. La primera función
- 20 corresponde a un plano de control, en el que el encaminador aprende el conjunto de interfaces de salida que resultan más apropiados para reenviar los paquetes recibidos a los destinos específicos. La segunda función es un plano de reenvío, en el que el encaminador envía el paquete recibido a una interfaz de salida.

- Para ejecutar la funcionalidad del plano de control, los encaminadores pueden mantener una base de información de reenvío («FIB») que identifica, además de otra información sobre atributos del paquete, la información de destino para al menos un subconjunto de posibles direcciones de red, como por ejemplo direcciones de protocolo de Internet («IP»). En una forma de realización típica, la FIB corresponde a una tabla de valores en la que se especifica la información de reenvío de la red para el encaminador. En un aspecto, los componentes físicos de encaminamiento de tipo comercial pueden incluir conjuntos de *chips* personalizados, componentes de memoria y soportes lógicos
- 30 (*software*) que permiten que un único encaminador admita millones de entradas en la FIB. Sin embargo, dichos componentes físicos de encaminamiento de nivel comercial suelen ser muy caros y a menudo hay que modificarlos mucho para adaptarlos a su uso específico. En otro aspecto, los componentes físicos de encaminamiento de tipo básico están fabricados con componentes más genéricos y pueden resultar considerablemente más baratos que los componentes físicos de encaminamiento de nivel comercial. Sin embargo, dichos componentes físicos de
- 35 encaminamiento de tipo básico solo suelen admitir FIB del orden de las mil entradas.

- En el acta de la conferencia SIGCOMM'08 «A Scalable, Commodity Data Center Network Architecture» de Mohammad Al-Fares y col. (ISBN: 978-160558-175-0; páginas 63-74), se describe la manera de optimizar conmutadores Ethernet principalmente de tipo básico para que admitan la banda agregada completa de clústeres consistente en
- 40 decenas de miles de elementos. Al-Fares y col., sostienen que unos conmutadores de tipo básico con la arquitectura y las interconexiones apropiadas pueden ofrecer mayor rendimiento a un coste menor que el de soluciones de alta gama. El enfoque de Al-Fares y col. no requiere realizar modificaciones en la interfaz de red de *host* final, el sistema operativo o las aplicaciones
- 45 Un objeto de la presente invención consiste en proporcionar soluciones para los problemas mencionados anteriormente. Este objeto se logra mediante el sistema para encaminar paquetes de acuerdo con la reivindicación 1 y mediante el procedimiento para encaminar paquetes de la reivindicación 7. Otras formas de realización ventajosas de la presente invención se indican en las reivindicaciones 2 a 6 y 8 a 10.

- 50 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema para encaminar paquetes, que comprende:

- un componente de gestión de encaminador, ejecutado en un dispositivo informático, para asociar la información relativa a las direcciones de destino con una jerarquía de encaminadores que comprende una pluralidad de niveles,
- 55 en el que el componente de gestión de encaminadores está configurado para asignar la responsabilidad de partes de direcciones de destino de paquetes entrantes a uno o más componentes de encaminador del nivel individual de la jerarquía de encaminadores;

uno o más componentes de encaminador correspondientes a un primer nivel de la jerarquía de encaminadores, el

primer nivel de la jerarquía de encaminadores para recibir los paquetes entrantes para encaminar y transmitir los paquetes entrantes a un componente del encaminador de un segundo nivel de la jerarquía de encaminadores; y

5 uno o más componentes de encaminador correspondientes al segundo nivel de la jerarquía de encaminadores, el segundo nivel de la jerarquía de encaminadores para encaminar los paquetes entrantes recibidos desde el primer nivel de una jerarquía de encaminadores;

10 en el que los uno o más componentes de encaminador correspondientes al primer nivel de la jerarquía de encaminadores identifican uno o más componentes de encaminador del segundo nivel de la jerarquía de encaminadores, basándose en un primer subconjunto de cada dirección de destino asociada con cada paquete, en el que el primer subconjunto es designado por el componente de gestión de encaminadores;

15 en el que a al menos un componente de encaminador de los uno o más componentes de encaminador correspondientes al segundo nivel de la jerarquía de encaminadores se le asigna la responsabilidad de una parte del primer subconjunto de direcciones de destino de cada paquete, basándose, al menos en parte, en un nivel de tráfico asociado con la parte del primer subconjunto de direcciones de destino; y

20 en el que los uno o más componentes de encaminador correspondientes al segundo nivel de una jerarquía de encaminadores identifican una ruta de tránsito de salida hacia la que encaminar cada paquete de los paquetes entrantes basándose en un segundo subconjunto de direcciones de destino asociadas con cada paquete, en el que el segundo subconjunto es designado por el componente de gestión de encaminadores, en el que el segundo subconjunto es mayor que el primer subconjunto, en el que las direcciones de destino corresponden a direcciones IP, en el que el primer subconjunto de cada dirección IP corresponde a un prefijo de cada dirección IP de una primera longitud, y en el que el segundo subconjunto de cada dirección IP corresponde a un prefijo de cada dirección IP de una segunda longitud que es mayor que la primera longitud, y en el que el componente de gestión de encaminadores asigna a al menos a una ruta de tránsito de salida la responsabilidad de una parte del segundo subconjunto.

30 Ventajosamente, a al menos dos componentes adicionales de encaminador correspondientes al segundo nivel de la jerarquía de encaminadores se les asigna la responsabilidad de partes adicionales del primer subconjunto de direcciones de destino basándose, al menos en parte, en los niveles de tráfico asociados con las partes adicionales del primer subconjunto de las direcciones de destino.

35 Ventajosamente, el primer prefijo de cada dirección IP corresponde a los ocho bits más significativos de cada dirección IP, y el segundo prefijo de cada dirección IP corresponde a al menos uno de dieciséis o veinticuatro bits más significativos de cada dirección IP.

40 Ventajosamente, al menos dos de los uno o más componentes de encaminador correspondientes a al menos uno de entre el primer nivel de la jerarquía de encaminadores, o el segundo nivel de la jerarquía de encaminadores se implementa en un componente físico común del encaminador.

Ventajosamente, al menos dos de los uno o más componentes de encaminador corresponden a un descriptor de flujo de IP.

45 Ventajosamente, al menos un componente de encaminador corresponde tanto al primero como al segundo nivel de la jerarquía de encaminamiento.

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para encaminar paquetes que comprende:

50 obtención de una solicitud de encaminamiento correspondiente a un paquete de datos recibido desde una primera red de comunicaciones;

55 identificación de un primer encaminador correspondiente a un primer nivel de una jerarquía de encaminadores, correspondiendo el primer nivel de la jerarquía de encaminadores a uno o más componentes de los encaminadores;

reenvío del paquete de datos recibido al segundo encaminador identificado; e

identificación de una ruta de tránsito correspondiente a una red de comunicaciones;

5 en el que la identificación del segundo encaminador correspondiente al segundo nivel de la jerarquía de encaminadores está basada, al menos en parte, en una asignación al segundo encaminador de la responsabilidad de una parte de un primer subconjunto de una dirección de destino asociada con el paquete de datos recibido, y en el que la asignación al segundo encaminador de la responsabilidad de la parte del primer subconjunto de la dirección de destino está basada, al menos en parte, en un nivel de tráfico asociado con la parte del primer subconjunto de direcciones de destino; y

10 en el que la identificación de la ruta de tránsito está basada, al menos en parte, en una asignación a la ruta de tránsito de la responsabilidad de una parte del segundo subconjunto de la dirección de destino asociada con el paquete de datos recibido, y en el que el segundo subconjunto es mayor que el primer subconjunto, y en el que las direcciones de destino corresponden a direcciones IP, en el que el primer subconjunto de cada dirección IP corresponde a un prefijo de cada dirección IP de una primera longitud, y en el que el segundo subconjunto de cada dirección IP corresponde a un prefijo de cada dirección IP de una segunda longitud que es mayor que la primera  
15 longitud.

20 Ventajosamente, se asigna a una pluralidad de componentes de encaminador del segundo nivel de la jerarquía de encaminadores la responsabilidad de la parte del primer subconjunto de la dirección de destino asociada con el primer paquete.

Ventajosamente, el primer encaminador se identifica de acuerdo con al menos una estrategia de entre: selección aleatoria, selección proporcionar turno rotatorio (*round robin*), selección por dispersión (*hash*) y equilibrado de carga.

25 Ventajosamente, la ruta de tránsito corresponde a al menos uno de entre un componente de tránsito externo o una red de comunicaciones.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

30 Los anteriores aspectos y muchas de las ventajas que conlleva la presente invención se apreciarán más fácilmente cuando se entiendan mejor al consultar la siguiente descripción detallada, complementada con los dibujos adjuntos, en los que:

35 La figura 1A es un diagrama de bloques ilustrativo de una forma de realización de un entorno de encaminamiento distribuido que incluye un componente de gestión de encaminadores y una arquitectura de componentes de encaminamiento distribuida y jerárquica;

La figura 1B es un diagrama de bloques ilustrativo de componentes de un componente de encaminador utilizado de acuerdo con el entorno de encaminamiento distribuido de la figura 1A;

40 Las figuras 2A-2D son diagramas de bloques ilustrativos del entorno de encaminamiento distribuido de la figura 1A, que ilustran el encaminamiento de un paquete recibido dentro de la arquitectura de componentes de encaminamiento distribuida y jerárquica;

45 La figura 3 es un diagrama de flujo ilustrativo de una rutina de encaminamiento de una arquitectura de encaminadores distribuida implementada dentro de un entorno de encaminamiento distribuido; y

La figura 4 es un diagrama de flujo ilustrativo de una rutina de encaminamiento de una arquitectura de encaminadores distribuida implementada dentro de un entorno de encaminamiento distribuido.

#### 50 DESCRIPCIÓN DETALLADA

En líneas generales, la presente descripción corresponde a una arquitectura de encaminamiento distribuida. Concretamente, la presente descripción corresponde a una arquitectura de encaminamiento distribuida y jerárquica que incluye al menos dos niveles lógicos, o capas, para recibir, procesar y transmitir paquetes de datos entre  
55 componentes de la red. En una forma de realización, los dos niveles lógicos pueden corresponder a un nivel de núcleo y a un nivel de distribución. A título ilustrativo, el nivel de núcleo corresponde a uno o más componentes de encaminador que reciben un paquete entrante procedente de un componente de red y procesan la información de dirección de destino asociada con el paquete recibido. A continuación, el componente de encaminador del nivel de núcleo identifica un componente de encaminador de nivel de distribución basándose en un subconjunto de la

- dirección de destino asociada con el paquete recibido. El nivel de distribución corresponde a uno o más componentes de encaminador que reciben un paquete reenviado desde un componente de encaminador de nivel de núcleo y continúa procesando la información de dirección de destino asociada con el paquete recibido. El componente de encaminador del nivel de distribución identifica un camino de tránsito apropiado a partir de la arquitectura de encaminamiento distribuida. Cada componente de encaminador del nivel de distribución está asociado o corresponde de cualquier otro modo a un subconjunto de la FIB asociado con la arquitectura de encaminamiento distribuida. El mapeo, u otro tipo de asignación, de partes de la FIB asociadas con el entorno de encaminamiento distribuido es gestionado por un componente de gestión de encaminadores.
- 10 En una forma de realización, cada uno de los componentes de encaminador asociados con el nivel de núcleo y el nivel de distribución pueden corresponder con mayor precisión a componentes/equipos físicos de encaminador de tipo básico. En otra forma de realización, los componentes de encaminador de nivel de núcleo y nivel de distribución corresponden a componentes de encaminador lógicos que no tienen que tener necesariamente un componente de encaminador físico correspondiente. Por ejemplo, en el mismo componente de encaminador físico, se pueden
- 15 implementar uno o más componentes de encaminador lógicos dentro de cada nivel. Asimismo, los componentes de encaminador lógicos asociados con diferentes niveles de la arquitectura de encaminamiento distribuida se pueden implementar en el mismo componente de encaminador físico. En otro ejemplo, los componentes de encaminador de nivel de núcleo y nivel de distribución pueden corresponder a un componente de encaminador que actúe a la vez como componente de encaminador de nivel de núcleo para recibir paquetes entrantes y determinar un componente
- 20 de encaminador de nivel de distribución apropiado, y como componente de encaminador de nivel de distribución.

No obstante, en las formas de realización descritas anteriormente, debido a que la responsabilidad de mantener la FIB asociada con el entorno de encaminamiento distribuido se reparte entre varios componentes de encaminador, se pueden atenuar las restricciones de procesamiento y memoria asociadas con los componentes/equipos físicos de

25 encaminador de tipo básico. Se describirán de acuerdo con el entorno de encaminamiento distribuido diversas implementaciones, combinaciones y aplicaciones para repartir la FIB asociada con el entorno de encaminamiento distribuido. No obstante, los expertos en la materia observarán que dicha forma de realización y ejemplos son de carácter ilustrativo y no se deben interpretar como una limitación.

- 30 Atendiendo ahora a la figura 1A, se describirá un entorno de encaminamiento distribuido (100) para implementar una arquitectura de encaminamiento distribuida y jerárquica. El entorno de encaminamiento distribuido (100) incluye un componente de gestión de encaminadores (102) para controlar la información de encaminamiento utilizada por el entorno de encaminamiento distribuido (100). Concretamente, el componente de gestión de encaminadores (102) puede recibir toda la información previa que usará el entorno de encaminamiento distribuido (100) y distribuir la
- 35 asignación de la información de encaminamiento previa entre los componentes del entorno de encaminamiento distribuido (100), como se describirá más adelante. En una forma de realización, el componente de gestión de encaminadores (102) puede corresponder a un dispositivo informático en comunicación con uno o más componentes del entorno de encaminamiento distribuido (100). Los dispositivos informáticos ilustrativos pueden incluir dispositivos informáticos de tipo servidor, dispositivos informáticos personales u otros dispositivos informáticos que incluyen un
- 40 procesador, memoria y otros componentes para ejecutar instrucciones asociadas con la función del componente de gestión de encaminadores (102). En otra forma de realización, el componente de gestión de encaminadores (102) se puede implementar como un componente de soporte lógico (*software*) que se ejecuta en uno o más de los componentes de encaminador descritos más adelante. A título ilustrativo, el componente de gestión de encaminadores (102) mantiene y actualiza la FIB asociada con el entorno de encaminamiento distribuido (100).
- 45 Además, el componente de gestión de encaminadores (102) puede asignar la responsabilidad de partes de las entradas de la FIB a las diversas capas del entorno de encaminamiento distribuido (100), como se describirá más adelante. En una forma de realización, el componente de gestión de encaminadores (102) puede particionar la FIB según la distribución a los diversos componentes de encaminador del entorno de encaminamiento distribuido (100) y distribuir partes respectivas de la FIB que se mantendrán en una memoria asociada con los diversos componentes
- 50 de encaminador.

Continuando con la referencia a la figura 1A, el entorno de encaminamiento distribuido (100) incluye una primera red de comunicaciones (104) que transmite paquetes de datos al entorno de encaminamiento distribuido (100). La primera red de comunicaciones (104) puede englobar cualquier combinación adecuada de equipos físicos y

55 protocolos de red necesarios para establecer las comunicaciones basadas en paquetes con el entorno de encaminamiento distribuido (100). Por ejemplo, la red de comunicaciones (104) puede incluir redes privadas tales como las redes de área local (LAN) o redes de área extensa (WAN), así como redes inalámbricas públicas o privadas. En dicha forma de realización, la red de comunicaciones (104) puede incluir los equipos físicos (p. ej., módems, encaminadores, conmutadores, equilibradores de carga, servidores proxy, etc.) y soportes lógicos (p. ej.,

pilas de protocolos, programas de contabilidad, programas de cortafuegos/seguridad, etc.) necesarios para establecer un enlace de red con el entorno de encaminamiento distribuido (100). Además, la red de comunicaciones (104) puede implementar uno de los diversos protocolos de comunicación para transmitir datos entre dispositivos informáticos. Como se describirá a continuación más detalladamente, los protocolos de comunicación pueden incluir

5 protocolos que definen la información de flujo de paquetes, como por ejemplo información de direcciones de red correspondientes a los protocolos de red de comunicaciones de capa de Internet de la versión 4 del protocolo de Internet (IPv4) y la versión 6 del protocolo de Internet (IPv6). No obstante, los expertos en la materia observarán que la presente descripción se puede aplicar a protocolos adicionales o alternativos y que los ejemplos ilustrados no se deben interpretar como una limitación.

10

Hay un primer nivel del entorno de encaminamiento distribuido (100), denominado generalmente capa de núcleo o nivel de núcleo, en comunicación con la primera red de comunicaciones (104). En una forma de realización, el nivel de núcleo corresponde a uno o más componentes de encaminador lógicos, a los que se hace referencia generalmente como encaminadores de nivel de núcleo (106A), (106B) y (106C). Tal como se describe

15 anteriormente, dentro del entorno de encaminamiento distribuido (100), los encaminadores de nivel de núcleo (106A), (106B) y (106C) reciben un paquete entrante procedente de un componente de la red (104) y procesan la dirección de destino identificando un componente de encaminador de nivel de distribución basándose en un subconjunto de la dirección de destino asociada con el paquete recibido. A título ilustrativo, el subconjunto de las direcciones de destino puede corresponder a una parte menor que la dirección IP de destino completa, como por

20 ejemplo los valores más altos de la dirección IP. Tal como se describe anteriormente, dichos encaminadores de nivel de núcleo (106A), (106B) y (106C) pueden corresponder a los componentes de encaminador lógicos implementados en uno o más componentes físicos. En una forma de realización, cada componente de encaminador lógico puede corresponder a un componente de encaminador físico dedicado. En otra forma de realización, cada componente de encaminador lógico puede corresponder a un componente de encaminador físico compartido por al menos otro

25 componente de encaminador lógico en el entorno de encaminamiento distribuido (100). En una forma de realización alternativa, al menos alguna parte de la capa de núcleo se puede implementar mediante componentes externos al entorno de encaminamiento distribuido (100). En dicha forma de realización, dichos componentes externos se dirigirían directamente a un componente de encaminador del nivel de distribución (descrito más adelante) del entorno de encaminamiento distribuido (100).

30

El entorno de encaminamiento distribuido (100) también puede incluir un segundo nivel de componentes de encaminador lógicos, a los que se hace referencia generalmente como capa de distribución o nivel de distribución. En una forma de realización, el nivel de distribución corresponde a uno o más componentes de encaminador, a los que se hace referencia generalmente como encaminadores de nivel de distribución (108A), (108B) y (108C). Tal

35 como se describe anteriormente, dentro del entorno de encaminamiento distribuido (100), los encaminadores de nivel de distribución (108A), (108B) y (108C) reciben un paquete entrante procedente de un componente de encaminador de núcleo (102) procesan el paquete entrante de acuerdo con uno o más atributos del paquete recibido. A título ilustrativo, el subconjunto de la dirección de destino puede corresponder a un encaminamiento más refinado del paquete recibido con respecto al encaminamiento de nivel de núcleo. Tal como se describe

40 anteriormente con los encaminadores de nivel de núcleo (106A), (106B) y (106C), los encaminadores de nivel de distribución (108A), (108B) y (108C) pueden corresponder a componentes de encaminador lógicos implementados en uno o más componentes físicos. En una forma de realización, cada componente de encaminador lógico puede corresponder a un componente de encaminador físico dedicado. En otra forma de realización, cada componente de encaminador lógico puede corresponder a un componente de encaminador físico compartido por al menos otro

45 componente de encaminador lógico en el entorno de encaminamiento distribuido (100).

En comunicación con los componentes de encaminador de nivel de distribución (108A), (108B) y (108C), hay un componente de tránsito externo (110). En una forma de realización, el componente de tránsito externo (110) corresponde a uno o más componentes de encaminador que reciben paquetes reenviados desde un componente de

50 encaminador de nivel de distribución (108A), (108B) y (108C). El componente de tránsito externo (110) puede entonces facilitar el reenvío de paquetes hacia otro nodo previo de la red de comunicaciones (112). A título ilustrativo, el componente de tránsito externo (110) se puede implementar opcionalmente en el entorno de encaminamiento distribuido (100). De este modo, los componentes de encaminador de nivel de distribución (108A), (108B) y (108C) se pueden comunicar directamente con nodos de red externos sin utilizar el componente de tránsito

55 externo (110).

De forma similar a la red de comunicaciones (102), una red de comunicaciones (112) puede englobar cualquier combinación adecuada de equipos físicos y protocolos de red necesarios para establecer comunicaciones basadas en paquetes con el entorno de encaminamiento distribuido (100). Por ejemplo, la red de comunicaciones (112)

puede incluir redes privadas tales como redes de área local (LAN) o redes de área extensa (WAN), así como redes inalámbricas públicas o privadas. En dicha forma de realización, la red de comunicaciones (112) puede incluir los equipos físicos (p. ej., módems, encaminadores, conmutadores, equilibradores de carga, servidores proxy, etc.) y soportes lógicos (p. ej., pilas de protocolos, programas de contabilidad, programas de cortafuegos/seguridad, etc.) necesarios para establecer un enlace de red con el entorno de encaminamiento distribuido (100). Tal como se describe anteriormente en relación con la red de comunicaciones (104), la red de comunicaciones (112) puede implementar uno de los diversos protocolos de comunicación para transmitir datos entre dispositivos informáticos. No obstante, los expertos en la materia observarán que la presente descripción se puede aplicar a protocolos adicionales o alternativos y que los ejemplos ilustrados no se deben interpretar como una limitación.

En una forma de realización ilustrativa, los componentes de encaminador lógicos (106 y 108) de la figura 1A pueden corresponder a un dispositivo informático provisto de recursos de procesamiento, recursos de memoria, interfaces de red y otros soportes físicos/lógicos para llevar a cabo la funcionalidad descrita para cada uno de los componentes de encaminador lógicos. Haciendo referencia ahora a la figura 1B, se describirá un diagrama de bloques ilustrativo de componentes de un componente de encaminador (150) utilizado de acuerdo con el entorno de encaminamiento distribuido (100) de la figura 1A. La arquitectura general del componente de encaminador (150) ilustrado en la figura 1B incluye una configuración de equipo físico y componentes lógicos que se puede usar para implementar uno o más componentes de encaminador lógicos (106) y (108). Los expertos en la materia observarán que el componente de encaminador (150) puede incluir muchos más (o menos) componentes de los que se muestran en la figura 1B. No obstante, no es necesario que se muestren todos estos componentes generalmente convencionales para proporcionar una descripción que permita llevar a efecto la invención.

Tal como se ilustra en la figura 1B, el componente de encaminador (150) incluye una unidad de procesamiento (152), al menos una interfaz de red (156), y al menos una unidad de soporte de datos legibles por ordenador (158), todas las cuales se pueden comunicar entre sí mediante un bus de comunicación. De este modo, la unidad de procesamiento (152) puede recibir información e instrucciones procedentes de otros sistemas o servicios informáticos a través de una red. La unidad de procesamiento (152) también puede tener asociado un primer componente de memoria (154) para recuperar información utilizada en el procesamiento de información de direcciones de destino, como por ejemplo al menos una parte de una FIB asociada con el entorno de encaminamiento distribuido (100). La memoria (154) incluye generalmente memorias RAM, ROM y/o otra memoria persistente. La unidad de procesamiento (152) también puede comunicarse bidireccionalmente con la memoria (160). La interfaz de red (156) puede proporcionar conectividad a una o más redes o sistemas informáticos. La al menos una unidad de soporte de datos legibles por ordenador (158) también puede corresponder a una RAM, ROM, memoria óptica y/u otra memoria persistente en la que se pueda registrar de manera persistente al menos una parte de la FIB asociada con el entorno de encaminamiento distribuido (100). En una forma de realización ilustrativa, el tiempo de acceso asociado con el componente de memoria (154) puede ser más rápido que el tiempo de acceso asociado con la unidad de soporte de datos legibles por ordenador (158). Además, la unidad de soporte de datos legibles por ordenador (158) se puede implementar en un entorno de red en el que múltiples componentes de encaminador (150) comparten el acceso a la información registrada de manera persistente en la unidad de soporte de datos legibles por ordenador (158).

La memoria (160) contiene instrucciones de programa informático que la unidad de procesamiento (152) ejecuta para hacer uso del clasificador dinámico. La memoria (160) incluye generalmente memoria RAM, ROM y/u otra memoria persistente. La memoria (160) puede tener almacenado un sistema operativo (162) que proporcione instrucciones de programa informático para ser usadas por la unidad de procesamiento (152) en la administración y funcionamiento general del componente de encaminador (150). La memoria (160) también puede incluir instrucciones de programa informático y otra información para implementar uno o más de los componentes de encaminador lógicos en el entorno de encaminamiento distribuido (100). Por ejemplo, en una forma de realización, la memoria (160) incluye un módulo de encaminador (164) que implementa la funcionalidad asociada con cualquiera de los encaminadores (106) y (108). En el caso de que el mismo componente de encaminador (150) implemente múltiples encaminadores lógicos, la memoria (160) puede tener cada instancia de un módulo de encaminador (164).

En una forma de realización ilustrativa, cada componente de encaminador (150) puede materializarse como un componente físico individual para implementar uno o más encaminadores lógicos (106) y (108). Otra posibilidad consiste en tener múltiples componentes de encaminador (150) agrupados e implementados conjuntamente. Por ejemplo, cada componente de encaminador (150) puede corresponder a un circuito integrado para aplicaciones específicas (ASIC) provisto de una unidad de procesamiento (152), memoria (154) y memoria (160) (u otros componentes con funcionalidad similar). Los componentes de encaminador (150) pueden compartir uno o más componentes, como por ejemplo la interfaz de red (156) y el soporte de datos legibles por ordenador (158), a través

de de un bus de comunicaciones común.

Haciendo referencia ahora a las figuras 2A-2D, se describirá el procesamiento de paquetes recibidos mediante el entorno de encaminamiento distribuido (100). Haciendo referencia en primer lugar a las figuras 2A y 2B, se recibe un paquete entrante procedente de la red de comunicaciones (104) y dirigido a un encaminador de nivel de núcleo (106). El encaminador de nivel de núcleo (106) que recibe el paquete entrante se puede seleccionar de acuerdo con diversas técnicas, entre las que se incluyen el equilibrado de carga, la selección aleatoria, selección por turno rotatorio (*round robin*), selección por dispersión (*hashing*) y otras técnicas de distribución de paquetes. Tras recibir el paquete, el encaminador de nivel de núcleo (106) procesa la dirección IP de destino y utiliza un subconjunto de la dirección IP de destino para identificar un componente de encaminador de destino de segundo nivel que llevará a cabo un segundo nivel de encaminamiento. En una forma de realización ilustrativa, el encaminador de nivel de núcleo (106) utiliza los bits más significativos de la dirección IP, como por ejemplo los ocho bits más significativos de la dirección de destino. La selección del subconjunto de direcciones IP correspondiente a una selección de los bits más significativos se denomina generalmente prefijo. Por ejemplo, la selección de los ocho bits más significativos corresponde a una longitud de prefijo de «8». La selección de los dieciséis bits más significativos corresponde a una longitud de prefijo de «16». Los expertos en la materia observarán que el número de bits utilizado por el encaminador de nivel de núcleo (106) puede variar. Además, en una forma de realización alternativa, el encaminador de nivel de núcleo (106) puede usar diferentes metodologías para asignar, o subdividir de cualquier otro modo, el espacio de la dirección del que se ocupa el entorno de encaminamiento distribuido (100), incluida, por ejemplo, una subdivisión basada en información de nivel de flujo IP o descriptor de flujo IP. Dicha información de nivel de flujo IP puede incluir información de dirección IP de origen y destino o información de puerto.

Basándose en el procesamiento del primer subconjunto de la dirección de destino, el encaminador de nivel de núcleo (106) reenvía el paquete a un encaminador de nivel de distribución, en este caso, de manera ilustrativa, (108A), «ENCAMINADOR DE DIST. 1». Tal como se describe anteriormente, el encaminador de nivel de distribución receptor (108A) procesa la dirección de destino del paquete recibido y además utiliza un subconjunto de la dirección IP de destino para reenviar el paquete recibido al siguiente destino de la red (fuera del entorno de encaminamiento distribuido (100)). De manera similar al encaminador de nivel de núcleo (106), el encaminador de nivel de distribución receptor puede estar configurado para utilizar una selección de los bits más significativos de la dirección IP (por ejemplo, el prefijo) para encaminar el paquete. En una forma de realización ilustrativa, el prefijo usado por el encaminador de nivel de distribución (108A) es mayor que el prefijo usado por el encaminador de nivel de núcleo (106). Tal como se ilustra en la figura 2A, se puede utilizar un componente de tránsito externo (110) para facilitar la transferencia. Otra posibilidad, en referencia a la figura 2B, consiste en que el encaminador de nivel de distribución (108A) transmita el paquete directamente a la red de comunicaciones (112).

Haciendo referencia a la figura 2C, en una forma de realización alternativa, la funcionalidad asociada con los componentes de encaminador de nivel de núcleo (106) se puede implementar mediante componentes de encaminador de nivel de distribución (108). Tal como se ilustra en la figura 2C, se recibe un paquete entrante procedente de la red de comunicaciones (104) y dirigido a un encaminador de nivel de distribución (108B). El encaminador de nivel de distribución (108B) que recibe el paquete entrante se puede seleccionar de acuerdo con diversas técnicas, entre las que se incluyen el equilibrado de carga, la selección aleatoria, selección por turno rotatorio (*round robin*), selección por dispersión (*hashing*) y otras técnicas de distribución de paquetes. Tras recibir el paquete, el encaminador de nivel de distribución (108B) procesa la dirección IP de destino y utiliza un subconjunto de la dirección IP de destino para identificar un componente de encaminador de distribución de segundo nivel que llevará a cabo un segundo nivel de encaminamiento. En una forma de realización ilustrativa, el encaminador de nivel de distribución (108B) utiliza los bits más significativos de la dirección IP, como por ejemplo los ocho bits más significativos de la dirección de destino. La selección del subconjunto de direcciones IP correspondiente a una selección de los bits más significativos se denomina generalmente prefijo. Los expertos en la materia observarán que el número de bits utilizado por el encaminador de nivel de distribución (108B) puede variar. Además, en una forma de realización alternativa, el encaminador de nivel de distribución (108B) puede usar diferentes metodologías para asignar, o subdividir de cualquier otro modo, el espacio de la dirección del que se ocupa el entorno de encaminamiento distribuido (100).

Basándose en el procesamiento del primer subconjunto de la dirección de destino, el encaminador de nivel de distribución (108B) reenvía el paquete a otro encaminador de nivel de distribución, en este caso, de manera ilustrativa, (108A), «ENCAMINADOR DE DIST. 1». Tal como se describe anteriormente, el encaminador de nivel de distribución receptor (108A) procesa la dirección de destino del paquete recibido y además utiliza un subconjunto de la dirección IP de destino para reenviar el paquete recibido al siguiente destino de la red (fuera del entorno de encaminamiento distribuido (100)). De manera similar al encaminador de nivel de distribución (108B), el



- encaminador de nivel de distribución receptor puede estar configurado para utilizar una selección de los bits más significativos de la dirección IP (por ejemplo, el prefijo) para encaminar el paquete. En una forma de realización ilustrativa, el prefijo usado por el encaminador de nivel de distribución (108A) es mayor que el prefijo usado por el encaminador de nivel de distribución (108B). Tal como se ilustra en la figura 2A, se puede utilizar un componente de tránsito externo (110) para facilitar la transferencia. Otra posibilidad consiste en que el encaminador de nivel de distribución (108A) transmita el paquete directamente a la red de comunicaciones (112). Además, en el caso de que el encaminador de nivel de distribución (108B) determine que se trata del componente de encaminador apropiado para el encaminador de nivel de distribución, el mismo encaminador de nivel de distribución (108B) puede volver a procesar la información de la dirección de destino o utilizar el procesamiento previo.
- Atendiendo ahora a la figura 2D, se describirá la asignación de direcciones IP o subconjuntos de direcciones IP dentro del entorno de encaminamiento distribuido (100). En referencia a la figura 2D, el encaminador de nivel de núcleo (106) distribuye alguna parte del subconjunto de direcciones IP de destino al encaminador de nivel de distribución (108A) (ilustrado en 202). El encaminador de nivel de núcleo (106) distribuye una parte diferente del subconjunto de direcciones IP de destino al encaminador de nivel de distribución (108C) (ilustrado en 204). A su vez, los encaminadores de nivel de distribución (108A) y (108B) continúan distribuyendo las partes de las direcciones IP a la red de comunicaciones (112), de manera directa (ilustrada en 206 y 208) o bien mediante un componente de tránsito externo (110) (que no se ilustra).
- En una forma de realización ilustrativa, el componente de gestión de encaminadores (102) (figura 1) puede asignar la responsabilidad de subconjuntos de direcciones IP a los encaminadores de nivel de distribución de diversas maneras. En una forma de realización, el componente de gestión de encaminadores (102) puede asignar la responsabilidad de todo el conjunto de direcciones IP de acuerdo con la asignación de direcciones IP de manera equitativa, o sustancialmente equitativa, entre los encaminadores disponibles. En esta forma de realización, cada encaminador de nivel de distribución (108) se hace responsable de un subconjunto de direcciones IP equitativo o sustancialmente equitativo si las direcciones IP no se pueden repartir equitativamente. En otra forma de realización, el componente de gestión de encaminadores (102) puede especificar un encaminador de nivel de distribución (108) para ocuparse de direcciones IP (o prefijos) de alto volumen de tráfico. En este ejemplo, todo el subconjunto de direcciones IP se puede seleccionar de manera individualizada mediante el componente de gestión de encaminadores (102). Otra posibilidad consiste en seleccionar de manera individualizada únicamente el subconjunto de direcciones IP que superan cierto nivel mínimo de tráfico, distribuyéndose las restantes partes de la dirección IP de manera automática.
- En otra forma de realización, se pueden seleccionar múltiples encaminadores de nivel de distribución (108) para un subconjunto de direcciones IP. En esta forma de realización, cada encaminador de nivel de núcleo (106) puede seleccionar entre múltiples encaminadores de nivel de distribución (108) basándose en una técnica de encaminamiento de múltiples rutas de igual costo (ECMP), en la que se selecciona un encaminador de nivel de distribución (108) específico basándose en una técnica de reparto de carga estándar. Otros factores que se pueden utilizar para seleccionar entre múltiples encaminadores de nivel de distribución (108) asignados incluyen la preferencia de portadora, «clima» de Internet, informes de utilización/salud de recursos, un coste de encaminamiento asignado o determinado, acuerdos de nivel de servicio (SLA), u otros criterios.
- En una forma de realización, cada encaminador de distribución (108) puede mantener la parte de la FIB que está asociada con el subconjunto de direcciones IP asignadas al respectivo encaminador de nivel de distribución (108).
- En otra forma de realización, cada encaminador de nivel de distribución (108) puede mantener toda la FIB asociada con el entorno de encaminamiento distribuido (100) en un componente de memoria, tal como el soporte de datos legibles por ordenador (158) (FIGURA 1B). Una vez que se ha asignado un subconjunto de direcciones IP a cada encaminador de nivel de distribución (108) respectivo (o se ha actualizado de cualquier otro modo), las partes aplicables de la FIB se cargan en diferentes componentes de memoria, tales como el componente de memoria (154) (FIGURA 1B) utilizado por el encaminador (p. ej., una memoria de contenido direccionable de nivel de chip de encaminamiento o una memoria caché de nivel de procesador). El mantenimiento de las partes aplicables de la FIB en un componente de memoria proporciona un mejor rendimiento del encaminador, ya que ofrece unos tiempos de acceso más rápidos para la parte aplicable de la FIB. No obstante, en esta forma de realización, la asignación de FIB a cada encaminador de nivel de distribución (108) se puede modificar cargando diferentes partes de la FIB almacenada desde un primer componente de memoria en el que está almacenada toda la FIB (p. ej., el soporte de datos legibles por ordenador (158)) hasta el componente de memoria en el que se mantiene la parte de la FIB asignada al encaminador de nivel de distribución (108) (p. ej., el componente de memoria (154)). Por consiguiente, esta forma de realización facilita la asignación dinámica de encaminadores de nivel de distribución (108), la creación de encaminadores de nivel de distribución redundantes, y conmutación por error adicional para encaminadores de

nivel de distribución. Además, uno o más encaminadores de nivel de núcleo (106) pueden utilizar una técnica similar a la hora de llevar a cabo las funciones asociadas con el nivel de núcleo del entorno de encaminamiento distribuido (100).

5 En otra forma de realización, como variación de la forma de realización anterior, a cada encaminador de nivel de distribución se le puede asignar una parte de la FIB asociada con el entorno de encaminamiento distribuido (100) mayor de que lo que es capaz de mantener en un primer componente de memoria del encaminador, tal como el componente de memoria (154) (p. ej., una memoria caché de nivel de procesador). Si un encaminador de nivel de núcleo (106) encamina a un encaminador de nivel de distribución (108) y los correspondientes prefijos de la  
10 dirección IP de destino no corresponde a la FIB mantenida en un componente de memoria diferente (p. ej., el soporte de datos legibles por ordenador (158) (FIGURA 1B)). La FIB mantenida en el primer componente de memoria (p. ej., el componente de memoria (152)) se puede actualizar para almacenar el prefijo en el componente de memoria principal. Otra posibilidad consiste en que la FIB contenida en el primer componente de memoria no se actualice automáticamente basándose en una única solicitud, sino en aumentos del tráfico para un prefijo dado.

15 En otra forma de realización, se pueden asignar prefijos de tráfico más bajos a múltiples encaminadores de nivel de distribución (108). En un ejemplo, cada encaminador de nivel de distribución (108) asignado no mantiene la parte de encaminamiento de tráfico más bajo de la FIB asignada en el componente de memoria principal. En lugar de ello, las solicitudes de encaminamiento para prefijos de tráfico más bajos se pueden dirigir a un encaminador de nivel de  
20 distribución específico basándose en técnicas de selección, tales como ECMP, y se pueden procesar mediante un encaminador de nivel de distribución (108) seleccionado basándose en la FIB más grande mantenida en un componente de memoria diferente dentro del encaminador de nivel de distribución seleccionado.

Haciendo referencia ahora a la figura 3, se describirá una rutina (300) para encaminar paquetes implementada en un  
25 entorno de encaminamiento distribuido (100). En el bloque 302, el entorno de encaminamiento distribuido (100) obtiene una solicitud de encaminamiento. Tal como se describe anteriormente, se recibe la solicitud de encaminamiento procedente de una primera red (102) (figura 1), que incluye información que identifica una dirección IP de destino. En el bloque (304), se selecciona un encaminador de nivel de núcleo (106) correspondiente a un primer nivel del entorno de encaminamiento distribuido (100), que recibe la solicitud de encaminamiento. Como  
30 forma de realización ilustrativa, cada encaminador de nivel de núcleo (106) puede llevar a cabo la misma función y se puede seleccionar de acuerdo con técnicas de selección estándar, entre las que se incluyen la selección aleatoria, selección por turno rotatorio (*round robin*), equilibrado de carga y similares.

En el bloque 306, el encaminador de nivel de núcleo (106) identifica un encaminador de nivel de distribución (108)  
35 correspondiente a un segundo nivel del entorno de encaminamiento distribuido (100). El encaminador de nivel de núcleo (108) selecciona el encaminador de nivel de distribución (108) basándose en el procesamiento de la dirección IP de destino y utilizando un subconjunto de direcciones IP de destino (p. ej., el prefijo) para determinar el encaminador de nivel de distribución (108) apropiado. A título ilustrativo, de acuerdo con una forma de realización correspondiente al protocolo de comunicaciones IPv4, el procesamiento del encaminador de nivel de núcleo (106) se  
40 puede basar en la consideración de un prefijo de los ocho bits más significativos. No obstante, los expertos en la materia observarán que los bloques (306) y (308) se pueden implementar de tal manera que el encaminador de nivel de núcleo (106) y el encaminador de nivel de distribución (108) puedan utilizar atributos adicionales o alternativos (incluidas diferentes partes de una dirección IP de destino) de paquetes recibidos en la identificación del siguiente componente de encaminador para reenviar el paquete recibido. Además, tal como se describe anteriormente, los  
45 bloques (304) y (306) se pueden implementar de acuerdo con el encaminador de nivel de distribución (108).

En el bloque (308), el encaminador de nivel de distribución (108) seleccionado identifica una ruta de tránsito para el paquete que procesa la dirección IP de destino y utiliza un subconjunto de la dirección IP de destino. A título  
50 ilustrativo, de acuerdo con una forma de realización correspondiente al protocolo de comunicaciones IPv4, el procesamiento del encaminador de nivel de distribución (108) puede estar basado en un subconjunto más grande de la dirección IP (p. ej., un prefijo más largo, de 16 o 24 bits, según se necesite para seleccionar una camino de tránsito apropiado). En el bloque (310) termina la rutina (300).

Haciendo referencia ahora a la figura 4, se describirá otra rutina (400) para encaminar paquetes implementada en un  
55 entorno de encaminamiento distribuido (100). En una forma de realización ilustrativa, la rutina (400) se puede implementar en formas de realización en las que menos de la totalidad de la FIB asociada a un encaminador de nivel de distribución (108) particular se mantiene en un componente de memoria principal. En el bloque (402), se recibe una solicitud de encaminamiento en un encaminador de nivel de distribución (108). La selección y el encaminamiento a un encaminador de nivel de distribución (108) se describieron anteriormente. Aunque la rutina

(400) se describirá con respecto a la implementación mediante un encaminador de nivel de distribución (108), los expertos en la materia observarán que al menos partes de la rutina (400) se pueden implementar mediante otros componentes del entorno de encaminamiento distribuido (100), tales como encaminadores de nivel de núcleo (106). En el bloque de decisión (404) se lleva a cabo una prueba para determinar si el subconjunto de la dirección IP de destino asociada con la solicitud de encaminamiento se encuentra en la parte de la tabla de FIB mantenida en la memoria principal del encaminador de nivel de distribución (108) seleccionado. En caso afirmativo, en el bloque (406), el encaminador de nivel de distribución (108) obtiene la información de encaminamiento de capa de tránsito de la FIB mantenida en el primer componente de memoria (p. ej., el componente de memoria (152) (figura 1B)). En el bloque (408), el encaminador de nivel de distribución (108) reenvía el paquete directamente a lo largo de un camino de tránsito seleccionado o a través del componente de tránsito externo (110).

Otra posibilidad consiste en que, si en el bloque de decisión (404) el subconjunto de la dirección IP de destino asociado con la solicitud de encaminamiento no se mantiene en la parte de la tabla de la FIB mantenida en la memoria principal del encaminador de nivel de distribución (108) seleccionado, en el bloque (410), el encaminador de nivel de distribución (108) intenta obtener información adicional acerca del encaminamiento del tránsito a partir de un componente de memoria distinto asociado con el encaminador de nivel de distribución. En el bloque (410), el encaminador de nivel de distribución (108) puede actualizar la información de la tabla de reenvío mantenida en el componente de memoria principal con la información obtenida del otro componente de memoria. Otra posibilidad consiste en omitir el bloque (410) o convertirlo en opcional de cualquier otra manera. En el bloque (412), la rutina termina.

Aunque se han descrito y explicado formas de realización ilustrativas, los expertos en la materia observarán que se pueden implementar formas de realización adicionales o alternativas dentro del alcance de la presente descripción. Además, aunque se ha indicado muchas formas de realización ilustrativas, los expertos en la materia observarán que no es necesario combinar las formas de realización ilustrativas o implementarlas conjuntamente. De este modo, no es necesario utilizar o implementar algunas formas de realización ilustrativas de acuerdo con el alcance de la presente descripción.

Por lo general, con las expresiones condicionales, como por ejemplo, entre otras, «puede» o «podría», a menos que se indique lo contrario, o que se entienda lo contrario dentro del contexto dado, se pretende dar a entender que ciertas formas de realización incluyen ciertas características, elementos o etapas, mientras que otras formas de realización no los incluyen. De este modo, no se pretende que dichas expresiones condicionales impliquen que las características, elementos o etapas sean necesarios de ningún modo para una o más formas de realización o que una o más formas de realización incluyan necesariamente una lógica para decidir, con o sin intervención o solicitud por parte del usuario, si estas características, elementos o etapas se incluyen o se deben llevar a cabo en cualquier forma de realización particular. Además, a menos que se indique lo contrario, o que se entienda lo contrario dentro del contexto dado, se pretende dar a entender que la utilización de la conjunción «o» en la enumeración de una lista de elementos no limita la selección de un único elemento y puede incluir la combinación de dos o más elementos.

Se debe entender que cualquier descripción de proceso, elemento o bloque de los diagramas de flujo descritos en la presente descripción y/o ilustrados en las figuras adjuntas representa potencialmente módulos, segmentos o partes de código que incluyen una o más instrucciones ejecutables para implementar funciones lógicas específicas o etapas del proceso. Se incluyen implementaciones alternativas dentro del alcance de las formas de realización descritas en la presente descripción en las que los elementos o funciones se pueden suprimir, ejecutar en un orden distinto al que se muestra o se explica, incluso de manera sustancialmente concurrente o en orden inverso, dependiendo de la funcionalidad de que se trate, tal como lo entenderían los expertos en la materia. También se observará que los datos y/o componentes descritos anteriormente se pueden almacenar en un soporte de datos legibles por ordenador y cargarse en la memoria del dispositivo informático usando un mecanismo asociado con un soporte de datos legibles por ordenador en el que están almacenados los componentes ejecutables por ordenador, tales como un CD-ROM, DVD-ROM, o interfaz de red. Además, el componente y/o los datos se pueden incluir en un único dispositivo o distribuir de cualquier manera. Por consiguiente, los dispositivos informáticos de uso general se pueden configurar para implementar los procesos, algoritmos y metodología de la presente descripción con el procesamiento y/o la ejecución de los diversos datos y/o componentes descritos anteriormente. Otra posibilidad consiste en que materializar algunos de los procedimientos descritos en la presente descripción, o todos, en equipos informáticos físicos especializados. Además, los componentes a los que se hace referencia en la presente descripción se pueden implementar en equipos físicos, soportes lógicos, o microprogramas (*firmware*) o una combinación de los mismos.

Cabe subrayar que se pueden realizar muchas variaciones y modificaciones en las formas de realización descritas

anteriormente, y debe entenderse que sus elementos se incluyen entre otros ejemplos aceptables. Todas estas modificaciones y variaciones quedarán dentro del alcance de la presente descripción y estarán protegidas por las siguientes reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Sistema para encaminar paquetes que comprende:
  - 5 un componente de gestión de encaminadores (102), ejecutado en un dispositivo informático, para asociar información acerca de direcciones de destino a una jerarquía de encaminadores que comprende una pluralidad de niveles (106, 108), en el que el componente de gestión de encaminadores (102) está configurado para asignar, para niveles individuales de la jerarquía de encaminadores, la responsabilidad de partes de direcciones de destino de paquetes entrantes a uno o más componentes de encaminador del nivel individual de la jerarquía de encaminadores;
  - 10 uno o más componentes de encaminador correspondientes a un primer nivel (106) de la jerarquía de encaminadores, el primer nivel (106) de la jerarquía de encaminadores para recibir los paquetes entrantes para encaminar y transmitir los paquetes entrantes a un componente de encaminador de un segundo nivel (108) de la jerarquía de encaminadores; y
  - 15 uno o más componentes de encaminador correspondientes al segundo nivel (108) de la jerarquía de encaminadores, el segundo nivel (108) de la jerarquía de encaminadores para encaminar los paquetes entrantes recibidos procedentes del primer nivel (106) de una jerarquía de encaminadores;
  - 20 en el que los uno o más componentes de en correspondientes al primer nivel (106) de la jerarquía de encaminadores identifica uno o más componentes de encaminador del segundo nivel (108) de la jerarquía de encaminadores, basándose en un primer subconjunto de cada dirección de destino asociado con cada paquete, en el que el primer subconjunto es designado por el componente de gestión de encaminadores (102);
  - 25 en el que a al menos un componente de encaminador de los uno o más componentes de encaminador correspondientes al segundo nivel (108) de la jerarquía de encaminadores se le asigna la responsabilidad de una parte del primer subconjunto de direcciones de destino de cada paquete, basándose, al menos en parte, en un nivel de tráfico asociado con la parte del primer subconjunto de direcciones de destino; y
  - 30 en el que los uno o más componentes de encaminador correspondientes al segundo nivel (108) de una jerarquía de encaminadores identifican una ruta de tránsito saliente (110) a la que encaminar cada paquete de los paquetes entrantes, basándose en un segundo subconjunto de direcciones de destino asociadas con cada paquete, en el que el segundo subconjunto es designado por el componente de gestión de encaminadores (102), en el que el segundo subconjunto es mayor que el primer subconjunto, en el que las direcciones de destino corresponden a direcciones
  - 35 IP, en el que el primer subconjunto de cada dirección IP corresponde a un prefijo de cada dirección IP de una primera longitud, y en el que el segundo subconjunto de cada dirección IP corresponde a un prefijo de cada dirección IP de una segunda longitud que es mayor que la primera longitud, y en el que el componente de gestión de encaminadores (102) asigna la responsabilidad de una parte del segundo subconjunto a al menos una ruta de tránsito saliente (110).
  - 40
  2. El sistema de la reivindicación 1, en el que a al menos dos componentes de encaminador adicionales correspondientes al segundo nivel (108) de la jerarquía de encaminadores se les asigna la responsabilidad de partes adicionales del primer subconjunto de las direcciones de destino, basándose, al menos en parte, en niveles de tráfico asociados con las partes adicionales del primer subconjunto de las direcciones de destino.
  - 45
  3. El sistema de la reivindicación 1, en el que el primer prefijo de cada dirección IP corresponde a los ocho bits más significativos de cada dirección IP, y en el que el segundo prefijo de cada dirección IP corresponde a al menos uno de entre dieciséis o veinticuatro bits más significativos de cada dirección IP.
  - 50
  4. El sistema de la reivindicación 1, en el que al menos dos de los uno o más componentes de encaminador correspondientes a al menos el primer nivel (106) de la jerarquía de encaminadores, o el segundo nivel (108) de la jerarquía de encaminadores se implementan en un componente de encaminador físico común.
  5. El sistema de la reivindicación 1, en el que al menos una dirección de destino corresponde a un
  - 55 descriptor de flujo de IP.
  6. El sistema de la reivindicación 1, en el que al menos un componente de encaminador corresponde tanto al primer (106) como al segundo (108) nivel de la jerarquía de encaminadores.

7. Procedimiento para encaminar paquetes, que comprende:

obtención de una solicitud de encaminamiento correspondiente a un paquete de datos recibido procedente de una primera red de comunicaciones (104);

5

identificación de un primer encaminador correspondiente a un primer nivel (106) de una jerarquía de encaminadores, correspondiendo el primer nivel (106) de la jerarquía de encaminadores a uno o más componentes de encaminador;

reenvío del paquete de datos recibido al primer encaminador identificado;

10

identificación de un segundo encaminador correspondiente a un segundo nivel (108) de la jerarquía de encaminadores, correspondiendo el segundo nivel (108) de la jerarquía de encaminadores a uno o más componentes de encaminador;

15 reenvío del paquete de datos recibido al segundo encaminador identificado;

identificación de una ruta de tránsito (110) correspondiente a una red de comunicaciones;

20 en el que la identificación del segundo encaminador correspondiente al segundo nivel (108) de la jerarquía de encaminadores está basada, al menos en parte, en una asignación al segundo encaminador de la responsabilidad de una parte de un primer subconjunto de una dirección de destino asociada con el paquete de datos recibido, y en el que la asignación al segundo encaminador de la responsabilidad de la parte del primer subconjunto de la dirección de destino está basada, al menos en parte, en un nivel de tráfico asociado con la parte del primer subconjunto de direcciones de destino; y

25

30 en el que la identificación de la ruta de tránsito (110) está basada, al menos en parte, en una asignación a la ruta de tránsito (110) de la responsabilidad de una parte de un segundo subconjunto de la dirección de destino asociada con el paquete de datos recibido, y en el que el segundo subconjunto es mayor que el primer subconjunto, y en el que las direcciones de destino corresponden a direcciones IP, en el que el primer subconjunto de cada dirección IP corresponde a un prefijo de cada dirección IP de una primera longitud, y en el que el segundo subconjunto de cada dirección IP corresponde a un prefijo de cada dirección IP de una segunda longitud que es mayor que la primera longitud.

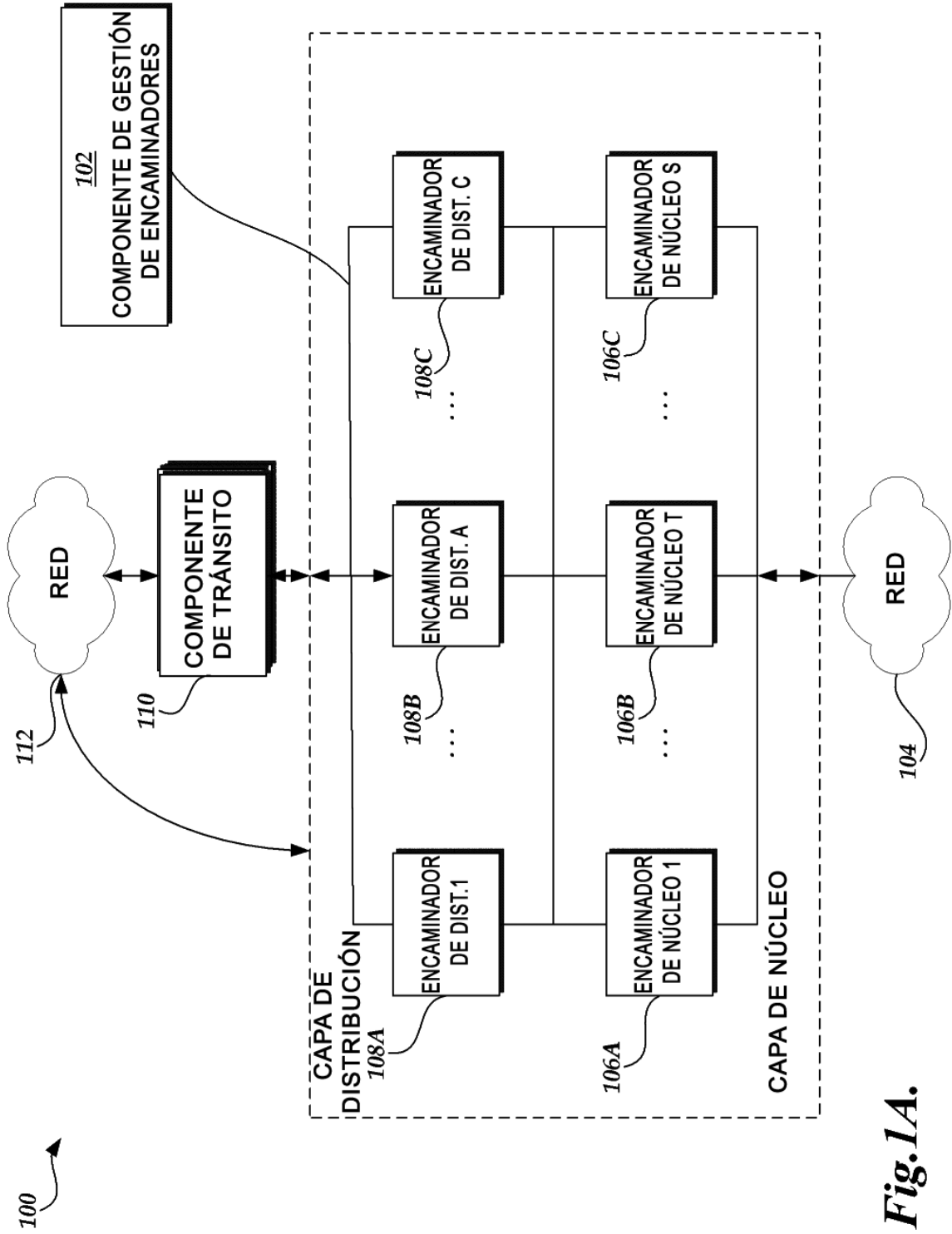
8. El procedimiento de la reivindicación 7, en el que a una pluralidad de componentes de encaminador del segundo nivel (108) de la jerarquía de encaminadores se les asigna la responsabilidad de la parte del primer subconjunto de la dirección de destino asociada con el primer paquete.

35

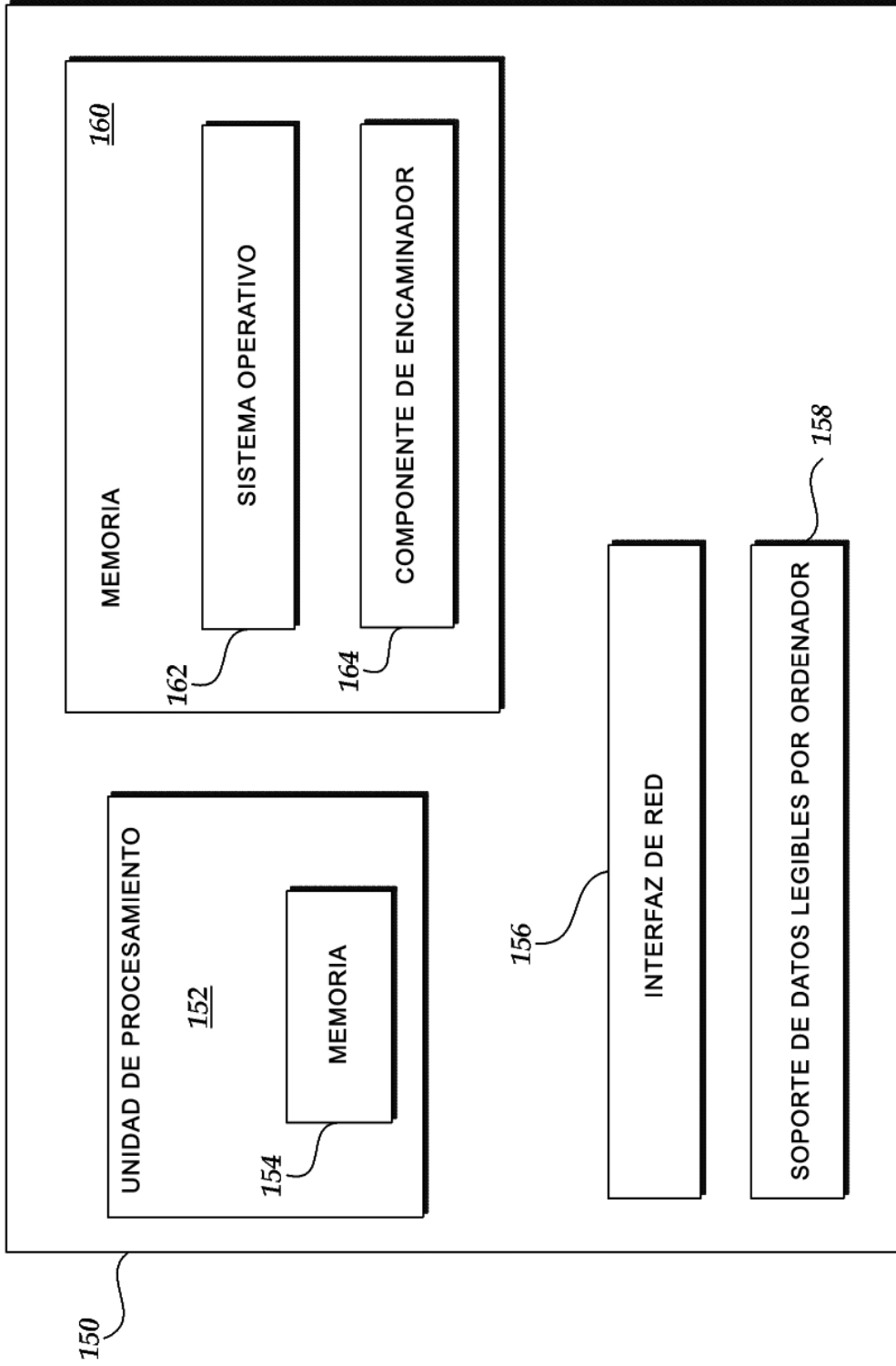
9. El procedimiento de la reivindicación 7, en el que el primer encaminador se identifica de acuerdo con al menos una estrategia de entre selección aleatoria, selección por turno rotatorio (*round robin*), selección por dispersión (*hash*) y equilibrado de carga.

40

10. El procedimiento de la reivindicación 7, en el que la ruta de tránsito (110) corresponde a al menos uno de entre un componente de tránsito externo o una red de comunicaciones (112).

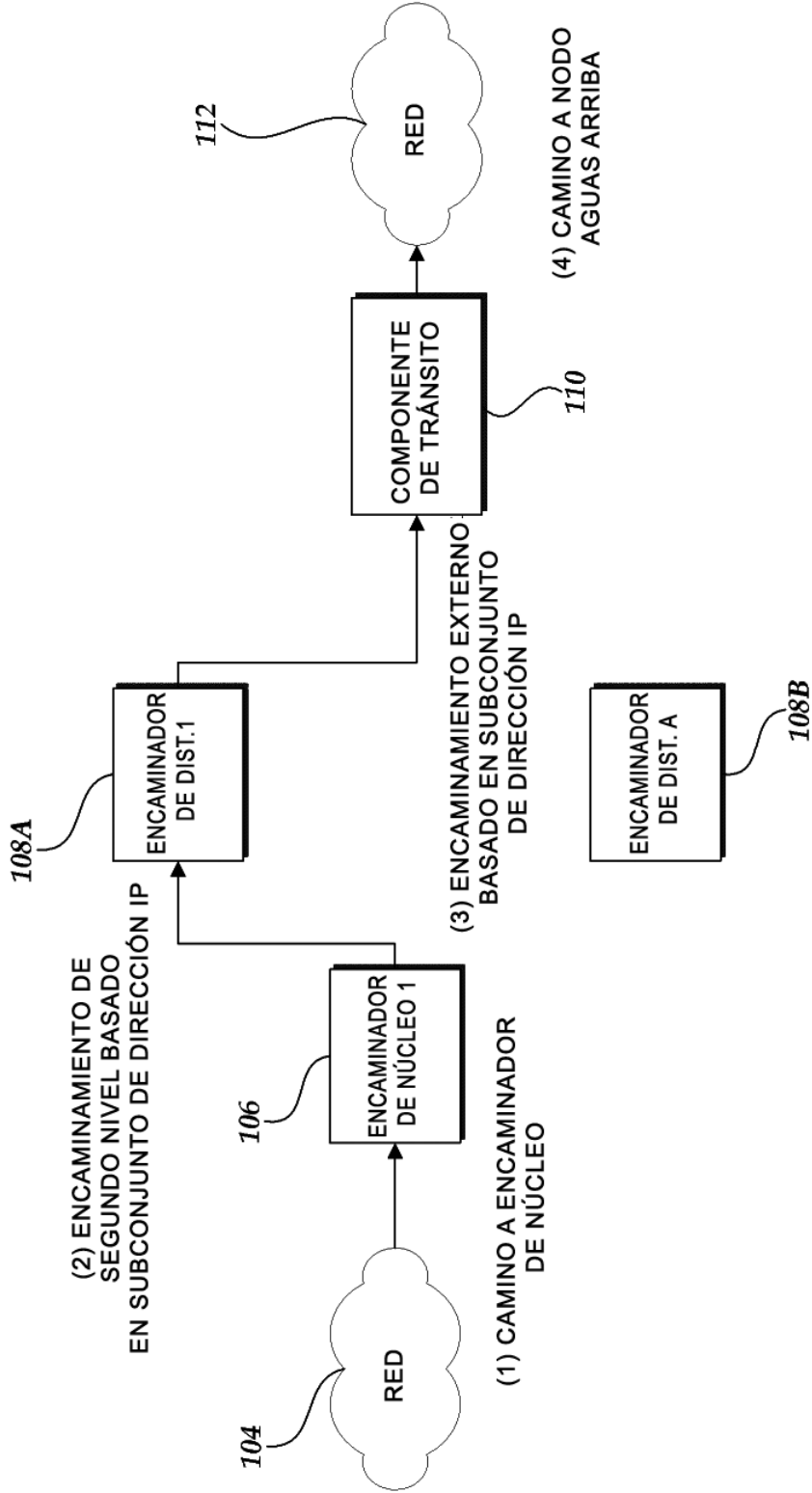


**Fig.1A.**

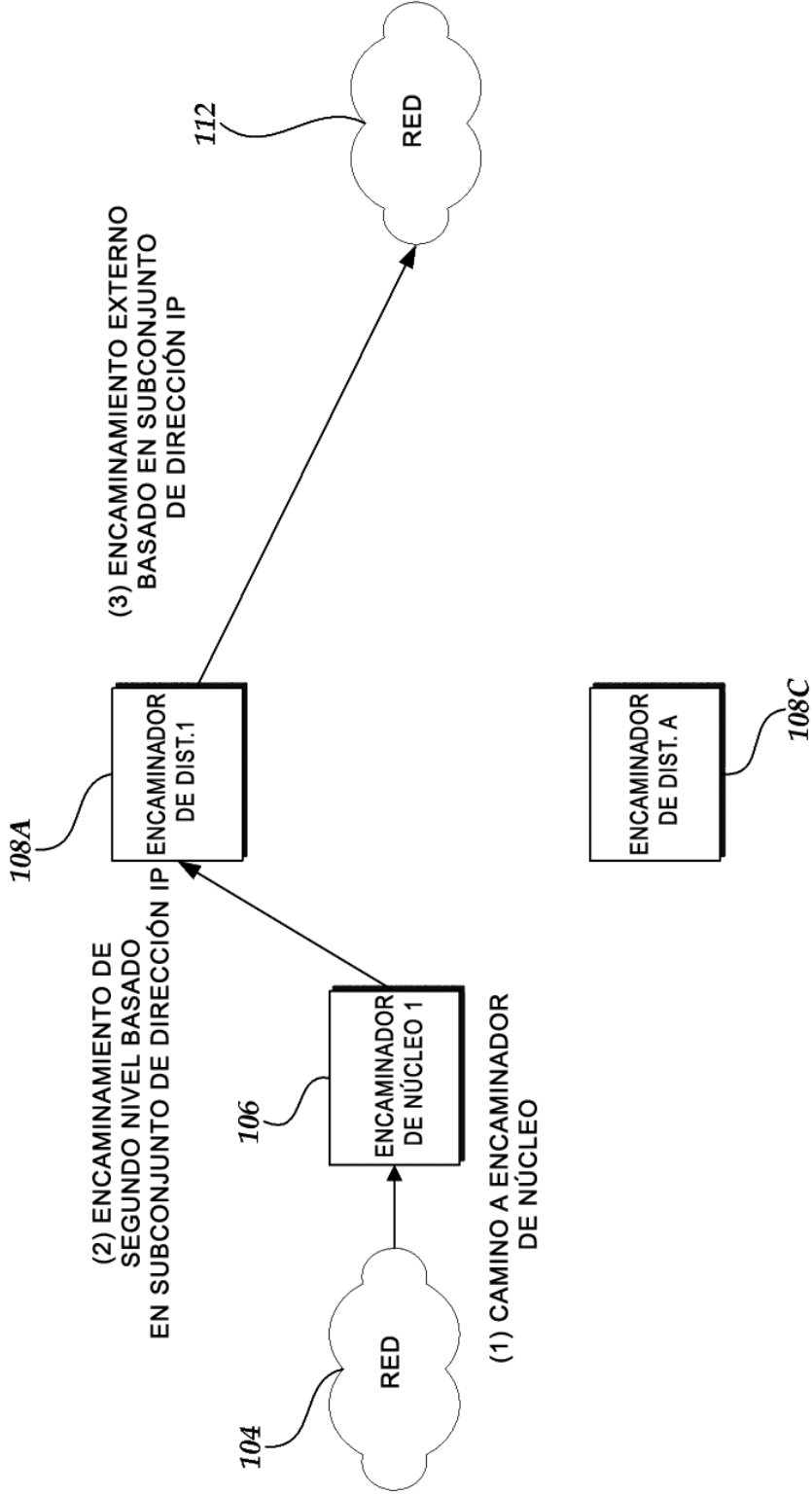


**Fig. 1B.**

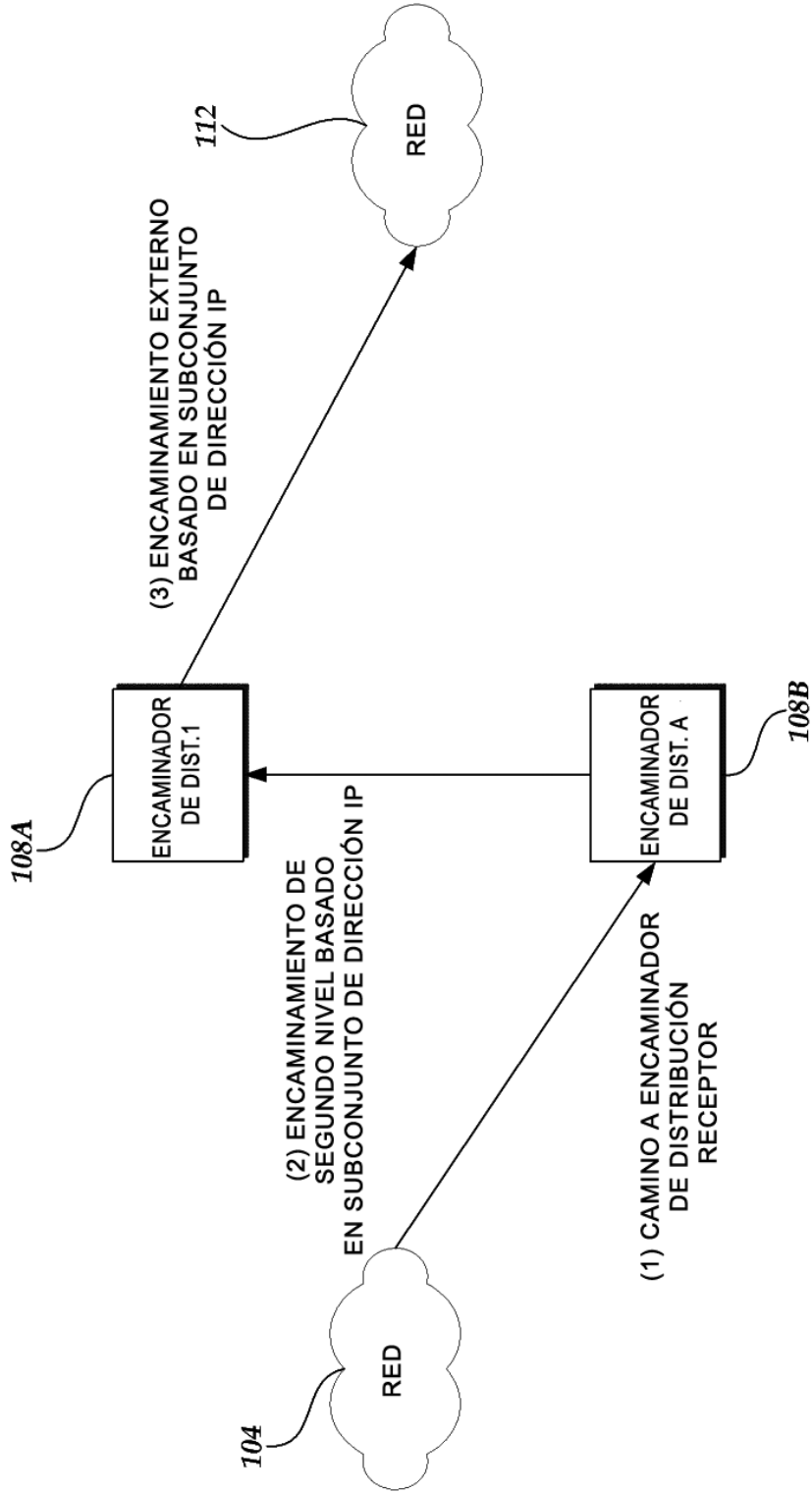




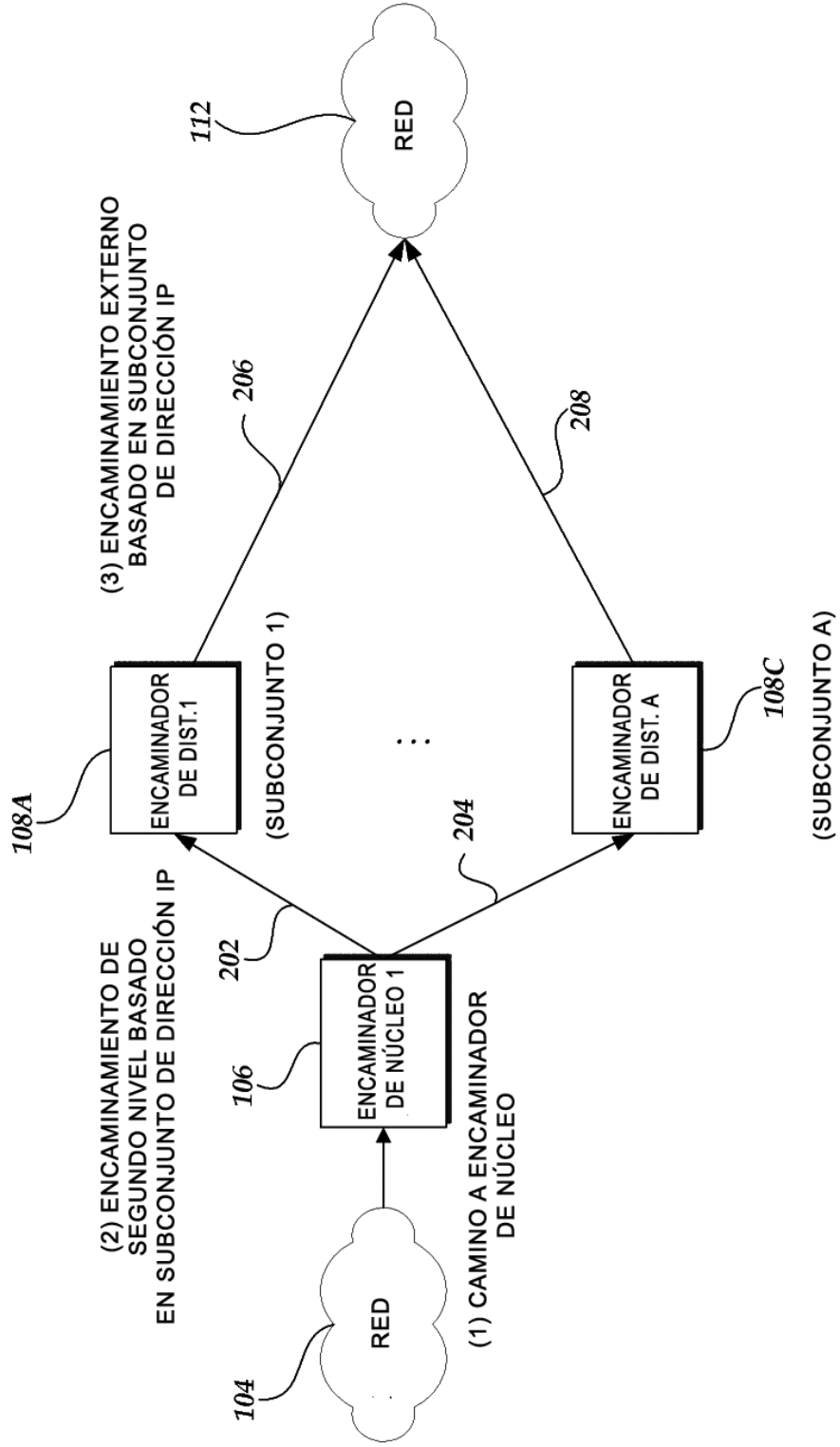
**Fig.2A.**



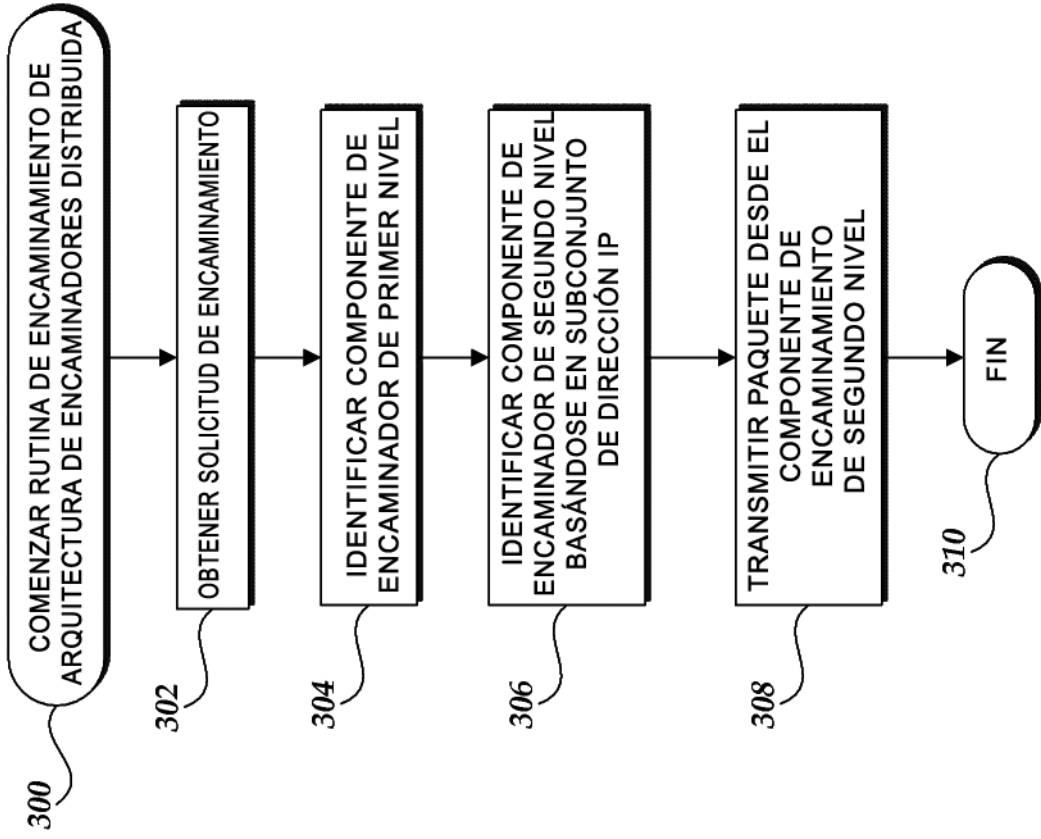
**Fig. 2B.**



**Fig.2C.**



**Fig. 2D.**



**Fig.3.**

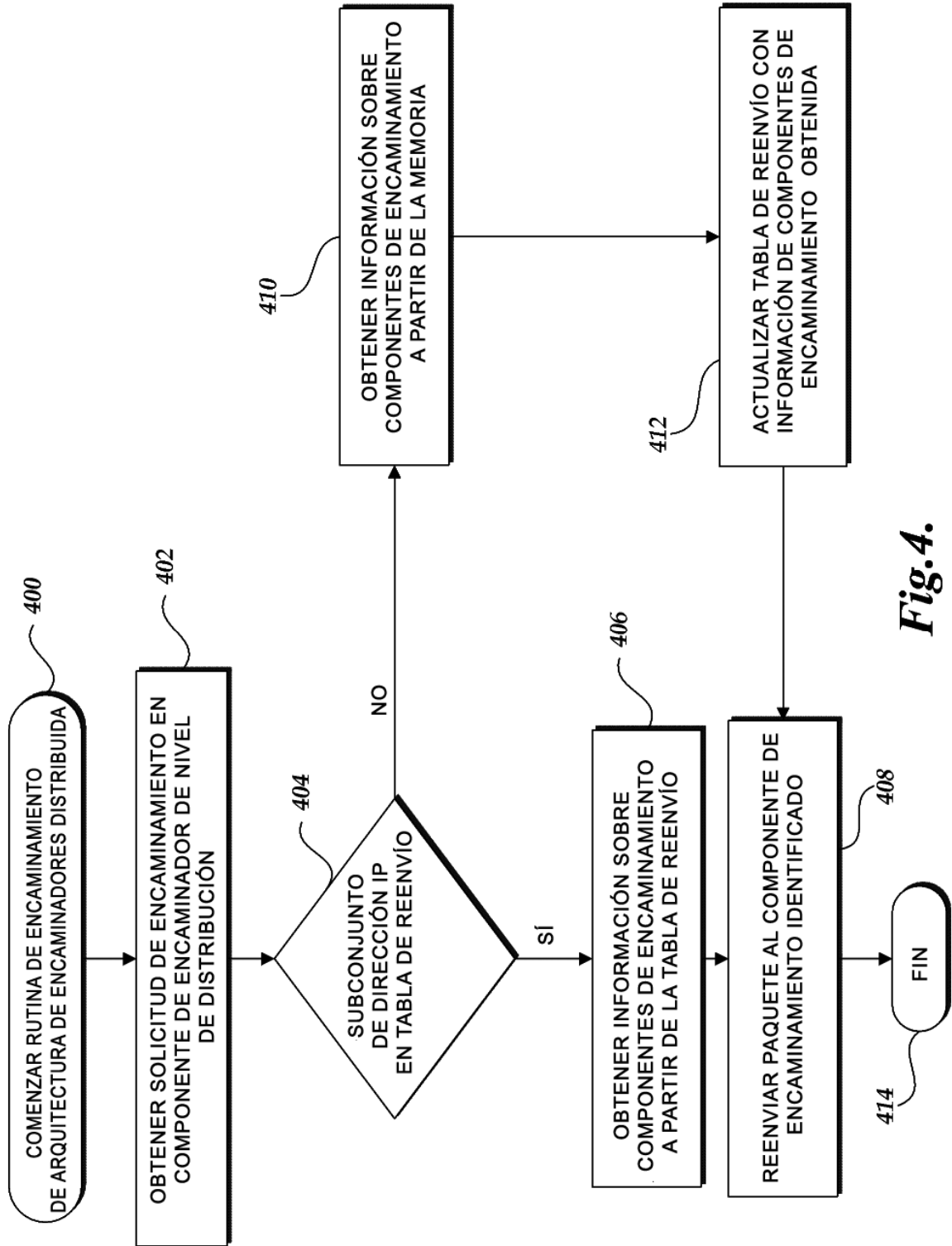


Fig.4.