

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 582 534**

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 10795898 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.07.2016** **EP 2514150**

54 Título: **Arquitectura de encaminamiento distribuido**

30 Prioridad:

17.12.2009 US 641280

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 2 582 534 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 Descritos en términos generales, los dispositivos informáticos utilizan una red de comunicación, o una serie de redes de comunicación, para intercambiar datos. En una realización común, los datos que han de ser intercambiados son divididos en una serie de paquetes que pueden ser transmitidos entre un dispositivo informático emisor y un dispositivo informático receptor. En general, puede considerarse que cada paquete incluye dos componentes primarios, concretamente, información de control y datos de cabida útil. La información de control corresponde a
- 10 información utilizada por una o más redes de comunicación para distribuir los datos de cabida útil. Por ejemplo, la información de control puede incluir direcciones de red de origen y de destino, códigos de detección de errores, e identificación de secuenciación de paquetes, y similares. Típicamente, la información de control se encuentra en encabezamientos y colas de paquetes y incluidos dentro del paquete y adyacentes de los datos de cabida útil.
- 15 En la práctica, en una red de comunicación con conmutación de paquetes, los paquetes son transmitidos entre múltiples redes físicas, o subredes. Generalmente, las redes físicas incluyen varios dispositivos de hardware que reciben paquetes procedentes de un componente de red de origen y reenvían el paquete a un componente de red receptora. Los dispositivos de hardware de encaminamiento de paquetes de denominan típicamente encaminadores. Descritos en términos generales, los encaminadores pueden operar con dos funciones o planos primarios. La
- 20 primera función corresponde a un plano de control, en el cual el encaminador aprende el conjunto de interfaces salientes que son las más apropiadas para reenviar los paquetes recibidos a destinos específicos. La segunda función es un plano de reenvío, en el cual el encaminador envía el paquete recibido a una interfaz de salida.

- Para ejecutar la funcionalidad de plano de control, los encaminadores pueden mantener una base de información de reenvío ("FIB") que identifica, entre otra información de atributos de paquetes, la información de destino para al menos un subconjunto de posibles direcciones de red, tales como direcciones del protocolo Internet ("IP"). En una
- 25 realización típica, la FIB corresponde a una tabla de valores que especifican información de reenvío de red para el encaminador. En un aspecto, los componentes de hardware de encaminamiento de nivel comercial pueden incluir chipsets personalizados, componentes de memoria, y software que permite que un sólo encaminador soporte millones de entradas en la FIB. Sin embargo, tales componentes de hardware de encaminamiento de nivel comercial
- 30 típicamente son muy caros y a menudo requieren una personalización extensa. En otro aspecto, los componentes de hardware de encaminamiento basados en productos básicos están hechos de componentes más genéricos y pueden ser menos caros que los componentes de hardware de encaminamiento de nivel comercial en un orden de magnitud significativo. Sin embargo, tales componentes de hardware de encaminamiento basados en productos
- 35 básicos típicamente sólo soportan FIB del orden de miles de entradas.

- En las actas de la conferencia SIGCOMM'08 "A Scalable, Commodity Data Center Network Architecture" de Mohammad Al-Fares y col. (ISBN: 978-1-60558-175-0, páginas 63-74) se describe cómo hacer uso en gran parte de conmutadores Ethernet de productos básicos para soportar toda la anchura de banda en total de conglomerados
- 40 consistentes en decenas de miles de elementos. Al-Fares y col. argumentan que los conmutadores de productos básicos apropiadamente ideados e interconectados pueden dar más rendimiento a menos coste que las soluciones de gama más alta disponibles. La estrategia de Al-Fares y col. no requiere modificaciones en la interfaz de red del anfitrión final, el sistema operativo o las aplicaciones.

- 45 Un objeto de la presente invención es proporcionar soluciones a los problemas anteriormente mencionados. 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 8. Realizaciones ventajosas adicionales de la presente invención se indican en las reivindicaciones 2 a 7 y 9 a 11.
- 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 información de dirección de destino a una jerarquía de encaminador que comprende una pluralidad de niveles, donde el componente de gestión de encaminador está configurado para, para niveles individuales de la jerarquía de encaminador, atribuir la responsabilidad de porciones de direcciones de destino para paquetes entrantes a uno o
- 55 más componentes de encaminador del nivel individual de la jerarquía de encaminador;

uno o más componentes de encaminador que corresponden a un primer nivel de la jerarquía de encaminador, el primer nivel de la jerarquía de encaminador para recibir los paquetes entrantes para encaminar y transmitir los paquetes entrantes a un componente de encaminador de un segundo nivel de la jerarquía de encaminador;

uno o más componentes de encaminador que corresponden al segundo nivel de la jerarquía de encaminador, el segundo nivel de la jerarquía de encaminador para encaminar los paquetes entrantes recibidos desde el primer nivel de la jerarquía de encaminador a un componente de encaminador de un tercer nivel de la jerarquía de encaminador, 5 donde al menos a un componente de encaminador que corresponde al segundo nivel le es atribuida la responsabilidad de una porción de un primer subconjunto de direcciones de destino de cada paquete entrante por el componente de gestión de encaminador basándose al menos en parte en un nivel de tráfico asociado con la porción del primer subconjunto de direcciones de destino, donde el uno o más componentes de encaminador que corresponden al segundo nivel de la jerarquía de encaminador están asociados con una primera memoria y una 10 segunda memoria para almacenar información de dirección de destino que corresponde a la porción del primer subconjunto de direcciones de destino, la primera memoria asociada con un tiempo de acceso más rápido que la segunda memoria;

uno o más componentes de encaminador que corresponden al tercer nivel de la jerarquía de encaminador, el tercer 15 nivel de la jerarquía de encaminador para encaminar los paquetes entrantes recibidos desde el segundo nivel de la jerarquía de encaminador, donde al menos a un componente de encaminador que corresponde al tercer nivel le es atribuida la responsabilidad de una porción de un segundo subconjunto de direcciones de destino de cada paquete entrante por el componente de gestión de encaminador basándose al menos en parte en un nivel de tráfico asociado con la porción del segundo subconjunto de direcciones de destino;

20 donde el uno o más componentes de encaminador que corresponden al primer nivel de la jerarquía de encaminador identifica uno o más componentes de encaminador del segundo nivel de la jerarquía de encaminador a los cuales encaminar cada paquete de los paquetes entrantes basándose al menos en parte en el primer subconjunto de direcciones de destino asociadas con cada paquete entrante, donde el primer subconjunto es designado por el 25 componente de gestión de encaminador;

donde el uno o más componentes de encaminador que corresponden al segundo nivel de la jerarquía de encaminador identifica uno o más componentes de encaminador del tercer nivel de la jerarquía de encaminador a los 30 cuales encaminar cada paquete de los paquetes entrantes basándose al menos en parte en el segundo subconjunto de direcciones de destino asociadas con cada paquete entrante, donde el segundo subconjunto es designado por el componente de gestión de encaminador,

donde el segundo subconjunto es mayor que el primer subconjunto, donde las direcciones de destino corresponden a direcciones IP, donde el primer subconjunto de cada dirección IP corresponde a un prefijo de cada dirección IP de 35 una primera longitud, y donde 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

donde el uno o más componentes de encaminador que corresponden al segundo nivel de la jerarquía de encaminador intentan identificar el uno o más componentes de encaminador del tercer nivel de la jerarquía de 40 encaminador a los cuales encaminar cada paquete de los paquetes entrantes a partir de la información de dirección que persiste en la primera memoria y si la identificación a partir de la información de dirección en la primera memoria falla, el uno o más componentes de encaminador que corresponden al segundo nivel de la jerarquía de encaminador intentan identificar el uno o más componentes de encaminador del tercer nivel de la jerarquía de encaminador a los 45 cuales encaminar cada paquete de los paquetes entrantes a partir de la información de dirección que persiste en la segunda memoria.

Ventajosamente, la porción del primer subconjunto de direcciones de destino atribuidas al menos un componente de encaminador que corresponde al segundo nivel de la jerarquía de encaminador corresponde a más información de 50 dirección que puede persistir en la primera memoria de uno o más componentes de encaminador que corresponden al segundo nivel de la jerarquía de encaminador.

Ventajosamente, el primer prefijo de cada dirección IP corresponde a los ocho bits más significativos de cada dirección IP.

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

Ventajosamente, a al menos dos componentes de encaminador adicionales que corresponden al segundo nivel de la jerarquía de encaminador les es atribuida la responsabilidad de porciones del primer subconjunto de las direcciones

de destino basándose al menos en parte en niveles de tráfico asociados con porciones del primer subconjunto de las direcciones de destino.

Ventajosamente, al menos un componente de encaminador que corresponde a al menos uno del primer, el segundo, 5 o el tercer nivel de la jerarquía de encaminador corresponde a un componente de encaminador físico.

Ventajosamente, el componente de gestión de encaminador modifica dinámicamente la información de dirección en la primera memoria.

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

obtener una petición de encaminamiento que corresponde a un paquete de datos recibido desde una primera red de comunicación;

15 identificar un primer encaminador que corresponde a un primer nivel de una jerarquía de encaminador, correspondiendo el primer nivel de la jerarquía de encaminador a uno o más componentes de encaminador;

reenviar el paquete de datos recibido al primer encaminador identificado;

20 identificar un segundo encaminador que corresponde a un segundo nivel de la jerarquía de encaminador, correspondiendo el segundo nivel de la jerarquía de encaminador a uno o más componentes de encaminador;

reenviar el paquete de datos recibido al segundo encaminador identificado; e

25 identificar un tercer encaminador que corresponde a un tercer nivel de la jerarquía de encaminador, correspondiendo el tercer nivel de la jerarquía de encaminador a uno o más componentes de encaminador;

30 donde identificar el tercer encaminador que corresponde al tercer nivel de la jerarquía de encaminador corresponde a examinar la información de dirección que persiste en una primera memoria asociada con el segundo encaminador identificado y si la identificación basada en la información de dirección que persiste en la primera memoria falla, examinar la información de dirección que persiste en una segunda memoria asociada con el segundo componente de encaminador identificado, y donde la información de dirección que persiste en la primera memoria y la información de dirección persiste en la segunda memoria no pueden persistir simultáneamente en la primera 35 memoria.

40 donde identificar el segundo encaminador que corresponde al segundo nivel de la jerarquía de encaminador está basada al menos en parte en una atribución al segundo encaminador de la responsabilidad de una porción de un primer subconjunto de una dirección de destino asociada con el paquete de datos recibido, y donde la atribución al segundo encaminador de la responsabilidad de la porción del primer subconjunto de la dirección de destino está basada al menos en parte en un nivel de tráfico asociado con la porción del primer subconjunto de direcciones de destino; y

45 donde identificar el tercer encaminador que corresponde al tercer nivel de la jerarquía de encaminador está basada en una atribución al tercer encaminador de la responsabilidad de una porción de un segundo subconjunto de la dirección de destino asociada con el paquete de datos recibido, donde la atribución al tercer encaminador de la responsabilidad de la porción del segundo subconjunto de la dirección de destino está basada al menos en parte en un nivel de tráfico asociado con la porción del segundo subconjunto de direcciones de destino, y

50 donde el segundo subconjunto es mayor que el primer subconjunto, donde las direcciones de destino corresponden a direcciones IP, donde el primer subconjunto de cada dirección IP corresponde a un prefijo de cada dirección IP de una primera longitud, y donde 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.

55 Ventajosamente, al menos un encaminador adicional que corresponde al segundo nivel de la jerarquía de encaminador es atribuido a una segunda porción del primer subconjunto de la dirección de destino asociada con el paquete de datos recibido basándose al menos en parte en niveles de tráfico asociados con las porciones adicionales del primer subconjunto de las direcciones de destino.

Ventajosamente, el primer encaminador es identificado de acuerdo con al menos uno de selección aleatoria, selección de asignación cíclica, selección de troceo y equilibrado de carga.

Ventajosamente, el procedimiento comprende además modificar dinámicamente, mediante el componente de gestión de encaminador, la información de dirección que persiste en la primera memoria.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Los aspectos precedentes y muchas de las ventajas que conllevan de esta invención se apreciarán con más facilidad cuando la misma se comprenda mejor por referencia a la siguiente descripción detallada, cuando se toma conjuntamente con los dibujos adjuntos, donde:

La figura 1A es un diagrama de bloques ilustrativo de una realización de un entorno de encaminamiento distribuido que incluye un componente de gestión de encaminamiento y una arquitectura de componentes de encaminamiento jerárquico distribuido;

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;

las figuras 2A-2C 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 jerárquico distribuido;

la figura 3 es un diagrama de flujo ilustrativo de una rutina de encaminamiento de arquitectura de encaminador distribuido implementada dentro de un entorno de encaminamiento distribuido; y

la figura 4 es un diagrama de flujo ilustrativo de una rutina de encaminamiento de arquitectura de encaminador distribuido implementada dentro de un entorno de encaminamiento distribuido.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Descrita en términos generales, la presente descripción corresponde a una arquitectura de encaminamiento distribuido. Específicamente, la presente descripción corresponde a una arquitectura de encaminamiento jerárquico distribuido que incluye al menos tres niveles lógicos, o capas, para recibir, procesar y reenviar paquetes de datos entre componentes de red. En una realización, los tres niveles lógicos pueden corresponder a un nivel básico, un nivel de distribución y un nivel de tránsito. Ilustrativamente, el nivel básico corresponde a uno o más componentes de encaminador que reciben un paquete entrante desde un componente de red y procesa la información de dirección de destino asociada con el paquete recibido. El componente de encaminador de nivel básico identifica entonces 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 básico y procesa aún más la información de dirección de destino asociada con el paquete recibido. El componente de encaminador de nivel de distribución identifica un componente de encaminador de nivel de tránsito basándose en al menos un subconjunto de la dirección de destino asociada con el paquete recibido. Cada componente de encaminador de nivel de distribución está asociado con, o corresponde de otro modo a, un subconjunto de la FIB asociada con la arquitectura de encaminamiento distribuido. Por último, los componentes de encaminador de nivel de tránsito corresponden a uno o más componentes de encaminador que reciben el paquete reenviado desde un componente de encaminador de nivel de distribución y reenvían el paquete "en sentido ascendente" a una red respectiva, o nodo de red. La correspondencia, u otra asignación, de porciones de la FIB asociada con el entorno de encaminamiento distribuido es gestionada por un componente de gestión de encaminador.

En una realización, cada uno de los componentes de encaminador asociados con el nivel básico, el nivel de distribución y el nivel de tránsito puede corresponder más estrechamente a componentes/hardware de encaminador basados en productos básicos. En otra realización, los componentes de encaminador de nivel básico, de nivel de distribución y de nivel de tránsito corresponden a componentes de encaminador lógico que no tienen necesariamente un componente de encaminador por hardware correspondiente. Por ejemplo, uno o más componentes de encaminador lógico dentro de cada nivel pueden estar implementados en el mismo componente de encaminador por hardware. Asimismo, los componentes de encaminador lógico asociados con diferentes niveles de la arquitectura de encaminamiento distribuido pueden estar implementados en el mismo componente de

encaminador por hardware. En ambas realizaciones, sin embargo, como la responsabilidad de mantener la FIB asociada con el entorno de encaminamiento distribuido está dividida entre varios componentes de encaminador, las restricciones de procesamiento y memoria asociadas con los componentes/hardware de encaminador basados en productos básicos pueden mitigarse. Diversas implementaciones, combinación, y aplicaciones para dividir la FIB asociada con el entorno de encaminamiento distribuido se describirán de acuerdo con el entorno de encaminamiento distribuido. Sin embargo, un experto en la materia pertinente apreciará que tal realización y tales ejemplos son de naturaleza ilustrativa y no deberían interpretarse como limitativos.

Volviendo ahora a la figura 1A, se describirá un entorno de encaminamiento distribuido (100) para implementar una arquitectura de encaminamiento jerárquico distribuido. El entorno de encaminamiento distribuido (100) incluye un componente de gestión de encaminador (102) para controlar la información de encaminamiento utilizada por el entorno de encaminamiento distribuido (100). Específicamente, el componente gestionado de encaminador (102) puede recibir toda la información de encaminamiento en sentido ascendente que ha de ser usada por el entorno de encaminamiento distribuido (100) y atribuir la asignación de la información de encaminamiento en sentido ascendente entre los componentes del entorno de encaminamiento distribuido (100) tal como se describirá. En una realización, el componente de gestión de encaminador (102) puede corresponder a un dispositivo informático en comunicación con uno o más componentes del entorno de encaminamiento distribuido (100). Dispositivos informáticos ilustrativos pueden incluir dispositivos informáticos servidores, dispositivos informáticos personales u otros dispositivos informáticos que incluyen un procesador, memoria y otros componentes para ejecutar instrucciones asociadas con la función del componente de gestión de encaminador (102). En otra realización, el componente de gestión de encaminador (102) puede estar implementado como un componente de software que es ejecutado en uno o más de los componentes de encaminador descritos más adelante. Ilustrativamente, el componente de gestión de encaminador (102) mantiene y actualiza la FIB asociada con el entorno de encaminamiento distribuido (100). Además, el componente de gestión de encaminador (102) puede atribuir la responsabilidad de porciones de las entradas de la FIB a las diversas capas del entorno de encaminamiento distribuido (100), tal como se describirá más adelante. En una realización, el componente de gestión de encaminador (102) puede dividir la FIB de acuerdo con la distribución a los diversos componentes de encaminador del entorno de encaminamiento distribuido (100) y distribuir las porciones respectivas de la FIB que han de ser mantenidas en una memoria asociada con los diversos componentes de encaminador.

Siguiendo con referencia a la figura 1A, el entorno de encaminamiento distribuido (100) incluye una primera red de comunicación (104) que transmite paquetes de datos al entorno de encaminamiento distribuido (100). La primera red de comunicación (104) puede englobar cualquier combinación adecuada de hardware de conexión en red y protocolos necesarios para establecer comunicaciones basadas en paquetes con el entorno de encaminamiento distribuido (100). Por ejemplo, la red de comunicación (104) 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 tal realización, la red de comunicación (104) puede incluir el hardware (por ejemplo, módems, encaminadores, conmutadores, equilibradores de carga, servidores proxy, etc.) y el software (por ejemplo, pilas de protocolos, software de contabilidad, software cortafuegos/de seguridad, etc.) necesarios para establecer un enlace de conexión en red con el entorno de encaminamiento distribuido (100). Además, la red de comunicación (104) puede implementar uno de diversos protocolos de comunicación para transmitir datos entre dispositivos informáticos. Tal como se explicará con mayor detalle más adelante, los protocolos de comunicación pueden incluir protocolos que definen información de flujo, tal como información de dirección de red que corresponde a los protocolos de red de comunicación de capa de Internet del protocolo Internet versión 4 (IPv4) y del protocolo Internet versión 6 (IPv6). Un experto en la materia pertinente apreciará, sin embargo, que la presente descripción puede resultar aplicable con protocolos adicionales o alternativos y que los ejemplos ilustrados no deberían interpretarse como limitativos.

En comunicación con la primera red de comunicación (104) está un primer nivel del entorno de encaminamiento distribuido (100), denominado generalmente la capa básica o el nivel básico. En una realización, el nivel básico corresponde a uno o más componentes de encaminador lógico, denominados generalmente encaminadores de nivel básico (106A), (106B) y (106C). Tal como se describió anteriormente, dentro del entorno de encaminamiento distribuido (100), los encaminadores de nivel básico (106A), (106B), (106C) reciben un paquete entrante desde 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 asociado con el paquete recibido. Ilustrativamente, el subconjunto de la dirección de destino puede corresponder a menos de toda la dirección IP de destino, tal como la mayoría de los valores más altos de la dirección IP. Tal como se describió anteriormente, los encaminadores de nivel básico (106A), (106B), (106C) pueden corresponder a componentes de encaminador lógico implementados en uno o más componentes de hardware. En una realización, cada componente de encaminador lógico puede corresponder con un componente de encaminador físico dedicado. En otra realización, cada

componente de encaminador lógico puede corresponder a un componente de encaminador físico compartido por al menos otro componente de encaminador lógico en el entorno de encaminador distribuido (100). En una realización alternativa, al menos alguna porción de la capa básica puede estar implementada por componentes exteriores al entorno de encaminamiento distribuido (100). En tal realización, tales componentes externos direccionarían directamente un componente de encaminador de nivel de distribución (descrito más adelante) del entorno de encaminamiento distribuido (100).

El entorno de encaminamiento distribuido (100) puede incluir además un segundo nivel de componentes de encaminador lógico, denominado generalmente la capa de distribución o el nivel de distribución. En una realización, el nivel de distribución corresponde a uno o más componentes de encaminador, denominados generalmente encaminadores de nivel de distribución (108A), (108B) y (108C). Tal como se describió anteriormente, dentro del entorno de encaminamiento distribuido (100) los encaminadores de nivel de distribución (108A), (108B) y (108C) que reciben un paquete entrante desde un componente de encaminamiento básico (102) y procesan la dirección de destino identificando un componente de encaminador de nivel de tránsito basándose en al menos un subconjunto de la dirección de destino asociada con el paquete recibido. Ilustrativamente, el subconjunto de la dirección de destino puede corresponder a un subconjunto más grande de la dirección IP de destino usada por los encaminadores de nivel básico (106A), (106B), (106C). En esta realización, el encaminamiento realizado por el nivel de distribución puede corresponder a un encaminamiento más refinado del paquete recibido en relación con el encaminamiento de nivel básico. Tal como se describió anteriormente con los encaminadores de nivel básico (106A), (106B), (106C) los encaminadores de nivel de distribución (108A), (108B) y (108C) pueden corresponder a componentes de encaminador lógico implementados en uno o más componentes de hardware. En una realización, cada componente de encaminador lógico puede corresponder con un componente de encaminador físico dedicado. En otra realización, cada componente de encaminador lógico puede corresponder a un componente de encaminador físico compartido por al menos otro componente de encaminador lógico en el entorno de encaminador distribuido (100).

En comunicación con los componentes de encaminador de nivel de distribución está un tercer nivel de componentes de encaminador, denominado generalmente la capa de transmisión o el nivel de tránsito. En una realización, el nivel de tránsito corresponde a uno o más componentes de encaminador, denominados generalmente encaminadores de nivel de tránsito (110A), (110B) y (110C). Tal como se describió anteriormente, los encaminadores de nivel de tránsito (110A), (110B) (110C) reciben el paquete reenviado desde un componente de encaminador de nivel de distribución (108A), (108B), (108C) y reenvían el paquete "en sentido ascendente" a otro nodo de la red de comunicación (112). Ilustrativamente, cada encaminador de nivel de tránsito (110A), (110B), (110C) puede estar configurado para comunicarse con uno o más pares en sentido ascendente de modo que todos los paquetes destinados a un componente de red par asociado serán transmitidos a través del encaminador de nivel de tránsito asignado (110A), (110B) (110C) (o un encaminador redundante). Tal como se describió anteriormente con los encaminadores de nivel básico (106A), (106B), (106C) y los encaminadores de nivel de distribución (108A), (108B) y (108C), los encaminadores de nivel de tránsito (110A), (110B) y (110C) pueden corresponder a componentes de encaminador lógico implementados en uno o más componentes de hardware. En una realización, cada componente de encaminador lógico puede corresponder con un componente de encaminador físico dedicado. En otra realización, cada componente de encaminador lógico puede corresponder a un componente de encaminador físico compartido por al menos otro componente de encaminador lógico en el entorno de encaminador distribuido (100).

De manera similar a la red de comunicación (102), la red de comunicación (112) puede englobar cualquier combinación adecuada de hardware de conexión en red y protocolos necesarios para establecer comunicaciones basadas en paquetes con el entorno de encaminamiento distribuido (100). Por ejemplo, la red de comunicación (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 tal realización, la red de comunicación (112) puede incluir el hardware (por ejemplo, módems, encaminadores, conmutadores, equilibradores de carga, servidores proxy, etc.) y software (por ejemplo, pilas de protocolos, software de contabilidad, software cortafuego/de seguridad, etc.) necesarios para establecer un enlace de conexión en red con el entorno de encaminamiento distribuido (100). Tal como se describió anteriormente con respecto a la red de comunicación (104), la red de comunicación (112) puede implementar uno o diversos protocolos de comunicación para transmitir datos entre dispositivos informáticos. Un experto en la materia pertinente apreciará, sin embargo, que la presente descripción puede resultar aplicable con protocolos adicionales o alternativos y que los ejemplos ilustrados no deberían interpretarse como limitativos.

En una realización ilustrativa, los componentes de encaminador lógico (106, 108, 110) en la figura 1A pueden corresponder a un dispositivo informático que tiene recursos de procesamiento, recursos de memoria, interfaces de conexión en red, y otro hardware/software para incluir la funcionalidad descrita para cada uno de los componentes de encaminador lógico. Con 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) representado en la figura 1B incluye una disposición de componentes de hardware y software informático que pueden usarse para implementar uno o más componentes de encaminador lógico (106), (108), (110). Los expertos en la materia apreciarán que el componente de encaminador (150) puede incluir muchos más (o menos) componentes que los mostrados en la figura 1B. No es necesario, sin embargo, que todos estos componentes generalmente convencionales se muestren con el fin de proporcionar una descripción que pueda ser puesta en práctica.

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 medio legible por ordenador (158), todos los cuales pueden comunicarse unos con otros por medio de un bus de comunicación. La unidad de procesamiento (152) puede recibir así información e instrucciones procedentes de otros sistemas informáticos o servicios a través de una red. La unidad de procesamiento (152) también puede estar asociada con un primer componente de memoria (154) para volver a llamar a la información utilizada en el procesamiento de la información de dirección de destino, tal como al menos una porción de una FIB asociada con el entorno de encaminamiento distribuido (100). La memoria (154) incluye generalmente RAM, ROM y/u otra memoria persistente. La unidad de procesamiento (152) también puede comunicarse a y desde 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 medio legible por ordenador (158) también puede corresponder a RAM, ROM, memoria óptica, y/u otra memoria persistente en la que pueda persistir al menos una porción de la FIB asociada con el entorno de encaminamiento distribuido (100). En una 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 medio legible por ordenador (158). Aún más, la unidad de medio de legible por ordenador (158) puede ser implementada en un entorno conectado en red en el cual múltiples componentes de encaminador (150) comparten acceso a la información que persiste en la unidad de medio legible por ordenador (158).

La memoria (160) contiene instrucciones de programa informático que la unidad de procesamiento (152) ejecuta con el fin de operar el clasificador dinámico. La memoria (160) incluye generalmente RAM, ROM y/u otra memoria persistente. La memoria (160) puede almacenar un sistema operativo (162) que proporciona instrucciones de programa informático para uso por la unidad de procesamiento (152) en la administración general y operación del componente de encaminador (150). La memoria (160) puede incluir además instrucciones de programa informático y otra información para implementar uno o más de los componentes de encaminador lógico en el entorno de encaminamiento distribuido (100). Por ejemplo, en una realización, la memoria (160) incluye un módulo de encaminador (164) que implementa la funcionalidad asociada con cualquiera de los encaminadores (106), (108), (110). En el caso de que múltiples encaminadores lógicos estén implementados por el mismo componente de encaminador (150), la memoria (160) puede tener cada instancia de un módulo de encaminador (164).

En una realización ilustrativa, cada componente de encaminador (150) puede estar incorporado como un componente de hardware individual para implementar uno o más encaminadores lógicos (106), (108), (110). Alternativamente, múltiples componentes de encaminador (150) pueden estar agrupados e implementados entre sí. Por ejemplo, cada componente de encaminador (150) puede corresponder a un circuito integrado de aplicación específica (ASIC) que tiene 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, tales como la interfaz de red (156) y el medio legible por ordenador (158) a través de un bus de comunicación común.

Con referencia ahora a las figuras 2A-2C, se describirá el procesamiento de recepción de paquetes por el entorno de encaminamiento distribuido (100). Con referencia en primer lugar a la figura 2A, un paquete entrante es recibido desde la red de comunicación (104) hasta un encaminador de nivel básico (106). El encaminador de nivel básico (106) que recibe el paquete entrante puede seleccionarse de acuerdo con una diversidad de técnicas que incluyen, pero no están limitadas a, equilibrado de carga, selección aleatoria, asignación cíclica, troceo, y otras técnicas de distribución de paquetes. En el momento de la recepción, el encaminador de nivel básico (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 realizará un segundo nivel de encaminamiento. En una realización ilustrativa, el encaminador de nivel básico (106) utiliza los bits más significativos de la dirección IP, tales como los ocho bits más significativos de la dirección de destino. La selección del subconjunto de direcciones IP que corresponde 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". Un experto en la técnica pertinente apreciará que el número de bits utilizados por el encaminador de nivel básico (106) puede variar. Además, en una realización alternativa, el

encaminador de nivel básico (106) puede usar diferentes metodologías para atribuir, o subdividir de otro modo, el espacio de direcciones atendido por el entorno de encaminamiento distribuido (100).

Basándose en el procesamiento del primer subconjunto de la dirección de destino, el encaminador de nivel básico (106) reenvía el paquete a un encaminador de nivel de distribución, en este caso ilustrativamente el (108A). Tal como se describió anteriormente, el encaminador de nivel de distribución de recepción (108A) procesa la dirección de destino del paquete recibido y también utiliza un subconjunto de la dirección IP de destino para identificar un componente de encaminador de tercer nivel que reenviará el paquete a un destino de red siguiente (fuera del entorno de encaminamiento distribuido (100)). De manera similar al encaminador de nivel básico (106), el encaminador de nivel de distribución de recepción 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 realización ilustrativa, el prefijo usado por el encaminador de nivel de distribución (108A) es mayor que el prefijo usado por el encaminador de nivel básico (106). Basándose en el procesamiento por el encaminador de nivel de distribución (106A), el encaminador de nivel de tránsito (110B) recibe el paquete reenviado y reenvía el paquete a una designación designada asociada con la red de comunicación (112).

Volviendo ahora a las figuras 2B y 2C, se describirá la atribución de direcciones IP o subconjuntos de direcciones IP dentro del entorno de encaminamiento distribuido (100). Con referencia a la figura 2B, el encaminador de nivel básico (106) distribuye alguna porción del subconjunto de direcciones IP de destino al encaminador de nivel de distribución (108A) (ilustrado en (202)). El encaminador de nivel de distribución (108A) a su vez distribuye nuevamente las porciones de las direcciones IP a encaminadores de nivel de tránsito (110A), (110B) y (110C) (ilustrados en (204), (206) y (208)). Con referencia a la figura 2C, el encaminador de nivel básico (106) distribuye una porción diferente del subconjunto de direcciones IP de destino al encaminador de nivel de distribución (108B) (ilustrado en (210)). El encaminador de nivel de distribución (108B) a su vez distribuye nuevamente las porciones de las direcciones IP a encaminadores de nivel de tránsito (110A) y (110B) (ilustrados en (212) y (214)).

En una realización ilustrativa, el componente de gestión de encaminador (102) (figura 1) puede atribuir la responsabilidad de subconjuntos de direcciones IP a los encaminadores de nivel de distribución de diversas maneras. En una realización, el componente de gestión de encaminador (102) puede atribuir la responsabilidad de todo el conjunto de direcciones IP de acuerdo con la asignación de direcciones IP por igual, o sustancialmente por igual, entre los encaminadores disponibles. En esta realización, cada encaminador de nivel de distribución (108) se hace responsable de un subconjunto igual de direcciones IP o sustancialmente igual si las direcciones IP no pueden ser divididas por igual. En otra realización, el componente de gestión de encaminador (102) puede especificar el encaminador de nivel de distribución específico (108) para que se ocupe de direcciones IP o prefijos de tráfico elevado. En este ejemplo, todo el subconjunto de direcciones IP puede ser seleccionado a medida por el componente de gestión de encaminador (102). Alternativamente, sólo el subconjunto de direcciones IP que satisfacen un umbral de tráfico puede ser seleccionado a medida con las porciones restantes de la dirección IP distribuidas automáticamente.

Todavía en una realización adicional, pueden ser seleccionados múltiples encaminadores de nivel de distribución (108) para un subconjunto de direcciones IP. En esta realización, cada encaminador de nivel básico (106) puede seleccionar de entre múltiples encaminadores de nivel de distribución (108) basándose en una técnica de encaminamiento multitrayecto de igual coste (ECMP) en la cual un encaminador de nivel de distribución específico (108) es seleccionado basándose en una técnica de compartición de carga estándar. Otros factores que pueden utilizarse para seleccionar de entre múltiples encaminadores de nivel de distribución asignados (108) incluyen la preferencia de operador, clima de Internet, utilización de recursos/informes de salud, un coste de encaminamiento atribuido o determinado, acuerdos de nivel de servicio (SLA), u otros criterios.

En una realización, cada encaminador de distribución (108) puede mantener la porción de la FIB que está asociada con el subconjunto de direcciones IP asignado al encaminador de nivel de distribución respectivo (108). En otra 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 medio legible por ordenador (158) (figura 1B). Una vez que el subconjunto de direcciones IP son asignadas a cada encaminador de nivel de distribución respectivo (108) (o son actualizadas de otro modo), las porciones aplicables de la FIB son cargadas en un componente de memoria diferente, tal como el componente de memoria (154) (figura 1B) utilizado por el encaminador (por ejemplo, una memoria direccionable de contenido de nivel de chip de encaminamiento o una memoria caché de nivel de procesador). El mantenimiento de las porciones aplicables de la FIB en un componente de memoria facilita un mejor rendimiento de encaminador por tiempos de acceso a memoria más rápidos para la porción aplicable de la FIB. Sin embargo, en esta realización, la atribución de FIB a cada encaminador de nivel de

distribución (108) puede modificarse cargando diferentes porciones de la FIB almacenada desde un primer componente de memoria que almacena toda la FIB (por ejemplo, el medio legible por ordenador (158)) hasta el componente de memoria que mantiene la porción de la FIB atribuida al encaminador de nivel de distribución (108) (por ejemplo, el componente de memoria (154)). Por consiguiente, esta realización facilita la atribución dinámica de encaminadores de nivel de distribución (108), la creación de encaminadores de nivel de distribución redundantes, y la sustitución automática adicional para encaminadores de nivel de distribución. Además, uno o más encaminadores de nivel básico (106) pueden utilizar una técnica similar en la realización de las funciones asociadas con el nivel básico del entorno de encaminamiento distribuido (100).

- 10 Todavía en una realización adicional, como una variación respecto a la realización anterior, a cada encaminador de nivel de distribución le puede ser atribuida una porción más grande de la FIB asociada con el entorno de encaminamiento distribuido (100) que es capaz de ser mantenida en un primer componente de memoria del encaminador, tal como el componente de memoria (154) (por ejemplo, una memoria caché de nivel de procesador). Si un encaminador de nivel básico (106) encamina a un encaminador de nivel de distribución (108) y los prefijos correspondientes de la dirección IP de destino no corresponden a la FIB mantenida en el primer componente de memoria del encaminador de nivel de distribución, el encaminador de nivel de distribución puede volver a llamar a la información necesaria del subconjunto más grande de la FIB mantenida en un componente de memoria diferente (por ejemplo, el medio legible por ordenador (158) (figura 1B)). La FIB mantenida en el primer componente de memoria (por ejemplo, el componente de memoria (152)) puede ser actualizada para almacenar el prefijo en el componente de memoria primario. Alternativamente, la FIB del primer componente de memoria puede no ser actualizada automáticamente basándose en una sola petición, sino basándose en aumentos en el tráfico para un prefijo dado.

- En aún otra realización, pueden asignarse prefijos de tráfico más bajos a múltiples encaminadores de nivel de distribución (108). En un ejemplo, cada encaminador de nivel de distribución asignado (108) no mantiene la porción de encaminamiento de tráfico más bajo de la FIB asignada en el componente de memoria primario. En cambio, las peticiones de encaminamiento para los prefijos de tráfico más bajo pueden ser dirigidas a un encaminador de nivel de distribución específico basándose en técnicas de selección, tales como ECMP, y pueden ser procesadas por un encaminador de nivel de distribución seleccionado (108) basándose en la FIB más grande mantenida en un componente de memoria diferente dentro del encaminador de nivel de distribución seleccionado.

- Con referencia ahora a la figura 3, se describirá una rutina (300) para encaminar paquetes e implementada en un entorno de encaminamiento distribuido (100). En el bloque (302), el entorno de encaminamiento distribuido (100) obtiene una petición de encaminamiento. Tal como se describió anteriormente, la petición de encaminamiento es recibida desde una primera red (102) (figura 1) e incluye información que identifica una dirección IP de destino. En el bloque (304), se selecciona un encaminador de nivel básico (106) que corresponde a un primer nivel del entorno de encaminamiento distribuido (100) y recibe la petición de encaminamiento. En una realización ilustrativa, cada encaminador de nivel básico (106) puede realizar la misma función y puede ser seleccionado de acuerdo con técnicas de selección estándar, incluyendo, pero no limitadas a, selección aleatoria, selección de asignación cíclica, selección de equilibrado de carga y similares.

- En el bloque (306), el encaminador de nivel básico seleccionado (106) identifica un encaminador de nivel de distribución (108) que corresponde a un segundo nivel del entorno de encaminamiento distribuido (100). El encaminador de nivel básico (106) selecciona el encaminador de nivel de distribución (108) basándose en el procesamiento de la dirección IP de destino y utilizando un subconjunto de las direcciones IP de destino (por ejemplo, el prefijo) para determinar el encaminador de nivel de distribución apropiado (108). Ilustrativamente, de acuerdo con una realización que corresponde al protocolo de comunicación IPv4, el procesamiento del encaminador de nivel básico (106) puede estar basado en la consideración de un prefijo de los ocho bits más significativos. En el bloque (308), el encaminador de nivel de distribución seleccionado (108) identifica un encaminador de nivel de tránsito (110) basándose en el procesamiento de la dirección IP de destino y utilizando un subconjunto de la dirección IP de destino para determinar el encaminador de nivel de tránsito apropiado (110). Ilustrativamente, de acuerdo con una realización que corresponde al protocolo de comunicación IPv4, el procesamiento del encaminador de nivel de distribución (108) puede estar basado en un subconjunto más grande de la dirección IP (por ejemplo, un prefijo más largo tal como 16 o 24 bits, según sea necesario para seleccionar el encaminador de nivel de tránsito apropiado (110)). Un experto en la materia pertinente apreciará, sin embargo, que los bloques (306) y (308) pueden ser implementados de manera tal que el encaminador de nivel básico (106) y el encaminador de nivel de distribución (108) puedan utilizar atributos adicionales o alternativos (incluyendo diferentes porciones de una dirección IP de destino) de los paquetes recibidos en la identificación del siguiente componente de encaminador para reenviar el paquete recibido.

En el bloque (310), el encaminador de nivel de tránsito seleccionado (110) transmite el paquete recibido al receptor de destino asociado, o configurado de otro modo, con el encaminador de nivel de tránsito (110). En el bloque (312), la rutina (300) termina.

5

Con referencia ahora a la figura 4, se describirá otra rutina (400) para encaminar paquetes e implementada en un entorno de encaminamiento distribuido (100). En una realización ilustrativa, la rutina (400) puede ser implementada en realizaciones en las cuales menos que toda la FIB asociada con un encaminador de distribución particular (108) es mantenida en un componente de memoria primario. En el bloque (402), una petición de encaminamiento es recibida en un encaminador de nivel de distribución (108). La selección y el encaminamiento a un encaminador de nivel de distribución (108) fue descrita anteriormente más arriba. Aunque la rutina (400) se describirá con respecto a la implementación por un encaminador de nivel de distribución (108), un experto en la materia pertinente apreciará que al menos porciones de la rutina (400) pueden ser implementadas por otros componentes del entorno de encaminamiento distribuido (100), tales como encaminadores de nivel básico (106) o el encaminador de nivel de tránsito (110). En el bloque de decisión (404), se lleva a cabo una prueba para determinar si el subconjunto de la dirección IP de destino asociado con la petición de encaminamiento está en la porción de la tabla FIB mantenida en la memoria primaria del encaminador de nivel de distribución seleccionado (108). Si es así, en el bloque (406), el encaminador de nivel de distribución (108) obtiene la información de encaminamiento de la capa de tránsito de la FIB mantenida en el primer componente de memoria (por ejemplo, el componente de memoria (152) (figura 1B)). En el bloque (408), el encaminador de nivel de distribución (108) reenvía el paquete al encaminador de nivel de tránsito seleccionado (110).

Alternativamente, si en el bloque de decisión (404) el subconjunto de la dirección IP de destino asociado con la petición de encaminamiento no es mantenido en la porción de la tabla FIB mantenida en la memoria primaria del encaminador de nivel de distribución seleccionado (108), en el bloque (410), el encaminador de nivel de distribución (108) intenta obtener información de encaminamiento de tránsito adicional de un componente de memoria separado 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 primario con la información obtenida del otro componente de memoria. Alternativamente, el bloque (410) puede omitirse o, si no, es opcional. En el bloque (412), la rutina termina.

Aunque se han descrito y analizado realizaciones ilustrativas, un experto en la técnica pertinente apreciará que pueden implementarse realizaciones adicionales o alternativas dentro del alcance de la presente descripción. Además, aunque muchas realizaciones han sido indicadas como ilustrativas, un experto en la materia pertinente apreciará que las realizaciones ilustrativas no necesitan ser combinadas o implementadas entre sí. Como tales, algunas realizaciones ilustrativas no necesitan ser utilizadas o implementadas de acuerdo con el alcance de las variaciones de la presente descripción.

El lenguaje condicional, tal como, entre otros, “puede”, “podría” o “podría”, a menos que se establezca específicamente de otro modo, o se entendiera de otro modo dentro del contexto tal como se usa, pretende expresar generalmente que ciertas realizaciones incluyen, mientras que otras realizaciones no incluyen, ciertas características, elementos o etapas. Así, tal lenguaje condicional no pretende generalmente implicar que las características, elementos o etapas se requieren de ningún modo para una o más realizaciones o que una o más realizaciones incluyen necesariamente lógica para decidir, con o sin aportación o indicación del usuario, si estas características, elementos o etapas están incluidas o han de ser realizadas en cualquier realización particular. Por otra parte, a menos que se establezca específicamente de otro modo, o se entienda de otro modo dentro del contexto tal como se usa, se pretende generalmente expresar que la utilización de la conjunción “o” en la enumeración de una lista de elementos no limita la selección de sólo un único elemento y puede incluir la combinación de dos o más elementos.

50

Cualquier descripción de proceso, elementos, o bloques en los diagramas de flujo descritos en este documento y/o representados en las figuras adjuntas debería entenderse como que representa potencialmente módulos, segmentos, o porciones de código que incluyen una o más instrucciones ejecutables para implementar funciones lógicas específicas o etapas en el proceso. Dentro del alcance de las realizaciones descritas en este documento están implementaciones alternativas en las cuales pueden eliminarse elementos o funciones, o ejecutarse fuera del orden que se muestra o analiza, incluyendo sustancialmente de manera simultánea o en orden inverso, dependiendo de la funcionalidad implicada, tal como sería entendido por los expertos en la materia. Además se apreciará que los datos y/o componentes descritos anteriormente pueden ser almacenados en un medio legible por ordenador y cargados en memoria del dispositivo informático usando un mecanismo de accionamiento asociado con un medio

55

- legible por ordenador que almacena componentes ejecutables por ordenador, tales como un CD-ROM, DVD-ROM, o una interfaz de red. Además, el componente y/o los datos pueden estar incluidos en un único dispositivo o distribuidos de cualquier manera. Por consiguiente, dispositivos informáticos de propósito general pueden estar configurados para implementar los procesos, algoritmos y la metodología de la presente descripción con el
- 5 procesamiento y/o la ejecución de los diversos datos y/o componentes descritos anteriormente. Alternativamente, algunos o todos los procedimientos descritos en este documento pueden ser incorporados alternativamente en hardware informático especializado. Además, los componentes a los que se hace referencia en este documento pueden ser implementados en hardware, software, firmware o una combinación de los mismos.
- 10 Debería hacerse hincapié en que pueden efectuarse muchas variaciones y modificaciones respecto a las realizaciones descritas anteriormente, cuyos elementos ha de entenderse que están entre otros ejemplos aceptables. La intención es que todas esas modificaciones y variaciones estén incluidas en este documento dentro del alcance de esta descripción y protegidas por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para encaminar paquetes que comprende:

- 5 un componente de gestión de encaminador (102), ejecutado en un dispositivo informático, para asociar información de dirección de destino a una jerarquía de encaminador que comprende una pluralidad de niveles (106, 108, 110), donde el componente de gestión de encaminador (102) está configurado para, a niveles individuales de la jerarquía de encaminador, atribuir la responsabilidad de porciones de direcciones de destino de paquetes entrantes a uno o más componentes de encaminador del nivel individual de la jerarquía de encaminador;
- 10 uno o más componentes de encaminador que corresponden a un primer nivel (106) de la jerarquía de encaminador, el primer nivel (106) de la jerarquía de encaminador 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 encaminador;
- 15 uno o más componentes de encaminador que corresponden al segundo nivel (108) de la jerarquía de encaminador, el segundo nivel (108) de la jerarquía de encaminador para encaminar los paquetes entrantes recibidos desde el primer nivel (106) de la jerarquía de encaminador a un componente de encaminador de un tercer nivel (110) de la jerarquía de encaminador, donde al menos a un componente de encaminador que corresponde al segundo nivel (108) le es atribuida la responsabilidad de una porción de un primer subconjunto de direcciones de destino de cada
- 20 paquete entrante por el componente de gestión de encaminador (102) basándose al menos en parte en un nivel de tráfico asociado con la porción del primer subconjunto de direcciones de destino, donde el uno o más componentes de encaminador que corresponden al segundo nivel (108) de la jerarquía de encaminador están asociados con una primera memoria (154) y una segunda memoria (158) para almacenar información de dirección de destino que corresponde a la porción del primer subconjunto de direcciones de destino, la primera memoria (154) asociada con
- 25 un tiempo de acceso más rápido que la segunda memoria (158);
- uno o más componentes de encaminador que corresponden al tercer nivel (110) de la jerarquía de encaminador, el tercer nivel (110) de la jerarquía de encaminador para encaminar los paquetes entrantes recibidos desde el segundo nivel (108) de la jerarquía de encaminador, donde al menos a un componente de encaminador que corresponde al
- 30 tercer nivel (110) le es atribuida la responsabilidad de una porción de un segundo subconjunto de direcciones de destino de cada paquete entrante por el componente de gestión de encaminador (102) basándose al menos en parte en un nivel de tráfico asociado con la porción del segundo subconjunto de direcciones de destino;
- en donde el uno o más componentes de encaminador que corresponden al primer nivel (106) de la jerarquía de
- 35 encaminador identifica uno o más componentes de encaminador del segundo nivel (108) de la jerarquía de encaminador a los cuales encaminar cada paquete de los paquetes entrantes basándose al menos en parte en el primer subconjunto de direcciones de destino asociadas con cada paquete entrante, donde el primer subconjunto es designado por el componente de gestión de encaminador (102);
- 40 en donde el uno o más componentes de encaminador que corresponden al segundo nivel (108) de la jerarquía de encaminador identifica uno o más componentes de encaminador del tercer nivel (110) de la jerarquía de encaminador a los cuales encaminar cada paquete de los paquetes entrantes basándose al menos en parte en el segundo subconjunto de direcciones de destino asociadas con cada paquete entrante, donde el segundo subconjunto es designado por el componente de gestión de encaminador (102),
- 45 en donde el segundo subconjunto es mayor que el primer subconjunto, donde las direcciones de destino corresponden a direcciones IP, donde el primer subconjunto de cada dirección IP corresponde a un prefijo de cada dirección IP de una primera longitud, y donde 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
- 50 en donde el uno o más componentes de encaminador que corresponden al segundo nivel (108) de la jerarquía de encaminador intentan identificar el uno o más componentes de encaminador del tercer nivel (110) de la jerarquía de encaminador a los cuales encaminar cada paquete de los paquetes entrantes a partir de la información de dirección que persiste en la primera memoria y si la identificación a partir de la información de dirección en la primera memoria
- 55 (154) falla, el uno o más componentes de encaminador que corresponden al segundo nivel (108) de la jerarquía de encaminador intentan identificar el uno o más componentes de encaminador del tercer nivel (110) de la jerarquía de encaminador a los cuales encaminar cada paquete de los paquetes entrantes a partir de la información de dirección que persiste en la segunda memoria (158).

2. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, donde la porción del primer subconjunto de direcciones de destino atribuidas a al menos un componente de encaminador que corresponde al segundo nivel de la jerarquía de encaminador corresponde a más información de dirección que puede persistir en la primera memoria (154) de uno o más componentes de encaminador que corresponden al segundo nivel (108) de la jerarquía de encaminador.
- 5 3. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, donde el primer prefijo de cada dirección IP corresponde a los ocho bits más significativos de cada dirección IP.
4. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, donde el segundo prefijo de cada dirección IP
10 corresponde a al menos uno de los dieciséis o veinticuatro bits más significativos de cada dirección IP.
5. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, donde a al menos dos componentes adicionales de encaminador correspondientes al segundo nivel (108) de la jerarquía de encaminador, se les permite la responsabilidad para porciones del primer subconjunto de las direcciones de destino basándose al menos en parte
15 en niveles de tráfico asociados con porciones del primer subconjunto de las direcciones de destino.
6. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, donde al menos un componente de encaminador correspondiente con al menos uno del primer, del segundo, o del tercer nivel (110) de la jerarquía de encaminador, se corresponde con a un componente de encaminador físico.
- 20 7. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, donde el componente de gestión de encaminador (102) modifica dinámicamente la información de dirección en la primera memoria (154).
8. Un procedimiento para encaminar paquetes que comprende:
25 obtener una petición de encaminamiento que corresponde a un paquete de datos recibido desde una primera red de comunicación;
identificar un primer encaminador que corresponde a un primer nivel (106) de una jerarquía de encaminador, correspondiendo el primer nivel (106) de la jerarquía de encaminador a uno o más componentes de encaminador;
30 reenviar el paquete de datos recibido al primer encaminador identificado;
identificar un segundo encaminador que corresponde a un segundo nivel (108) de la jerarquía de encaminador, correspondiendo el segundo nivel (108) de la jerarquía de encaminador a uno o más componentes de encaminador;
35 reenviar el paquete de datos recibido al segundo encaminador identificado; e
identificar un tercer encaminador que corresponde a un tercer nivel (110) de la jerarquía de encaminador, correspondiendo el tercer nivel (110) de la jerarquía de encaminador a uno o más componentes de encaminador;
40 en donde identificar el tercer encaminador que corresponde al tercer nivel (110) de la jerarquía de encaminador corresponde a examinar la información de dirección que persiste en una primera memoria (154) asociada con el segundo encaminador identificado y si la identificación basada en la información de dirección persiste en la primera memoria (154) falla, examinar la información de dirección que persiste en una segunda memoria (158) asociada con el segundo componente de encaminador identificado, y donde la información de dirección que persiste en la primera memoria (154) y la información de dirección que persiste en la segunda memoria (158) no pueden persistir simultáneamente en la primera memoria (154);
45 en donde identificar el segundo encaminador que corresponde al segundo nivel (108) de la jerarquía de encaminador está basada al menos en parte en una atribución al segundo encaminador de la responsabilidad de una porción de un primer subconjunto de una dirección de destino asociada con el paquete de datos recibido, y donde la atribución al segundo encaminador de la responsabilidad de la porción del primer subconjunto de la dirección de destino está basada al menos en parte en un nivel de tráfico asociado con la porción del primer subconjunto de direcciones de destino; y
50 en donde identificar el tercer encaminador que corresponde al tercer nivel (110) de la jerarquía de encaminador está basada en una atribución al tercer encaminador de la responsabilidad de una porción de un segundo subconjunto de la dirección de destino asociada con el paquete de datos recibido, donde la atribución al tercer encaminador de la

responsabilidad de la porción del segundo subconjunto de la dirección de destino está basada al menos en parte en un nivel de tráfico asociado con la porción del segundo subconjunto de direcciones de destino, y

5 en donde el segundo subconjunto es mayor que el primer subconjunto, donde las direcciones de destino corresponden a direcciones IP, donde el primer subconjunto de cada dirección IP corresponde a un prefijo de cada dirección IP de una primera longitud, y donde 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.

9. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, donde al menos un encaminador adicional que
10 corresponde al segundo nivel (108) de la jerarquía de encaminador es atribuido a una segunda porción del primer subconjunto de la dirección de destino asociada con el paquete de datos recibido basándose al menos en parte en niveles de tráfico asociados con las porciones adicionales del primer subconjunto de las direcciones de destino.

10. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, donde el primer encaminador es identificado de
15 acuerdo con al menos uno de selección aleatoria, selección de asignación cíclica, selección de troceo y equilibrado de carga.

11. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8 que comprende además modificar dinámicamente,
20 mediante el componente de gestión de encaminador, la información de dirección que persiste en la primera memoria (154).

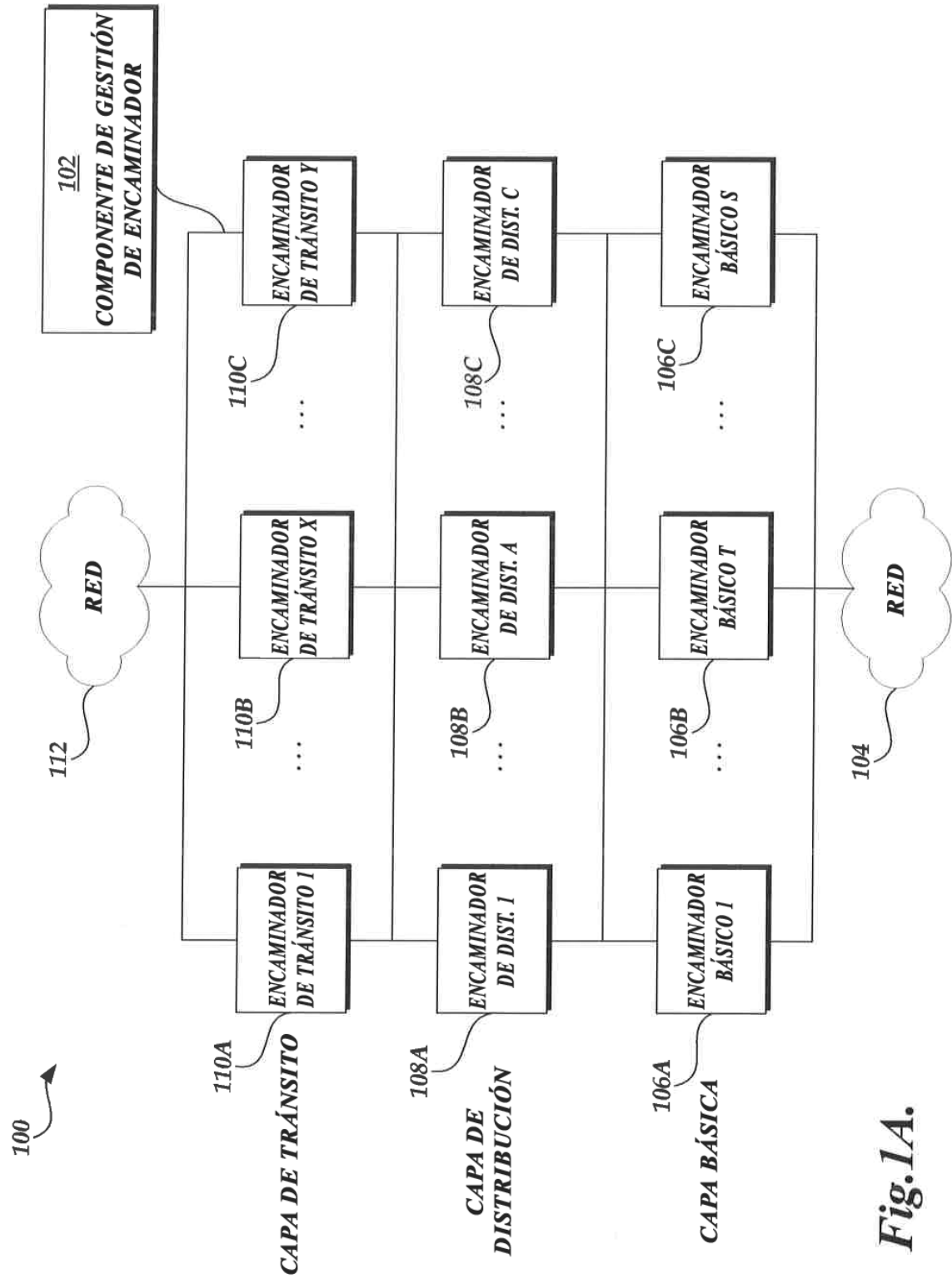


Fig.1A.

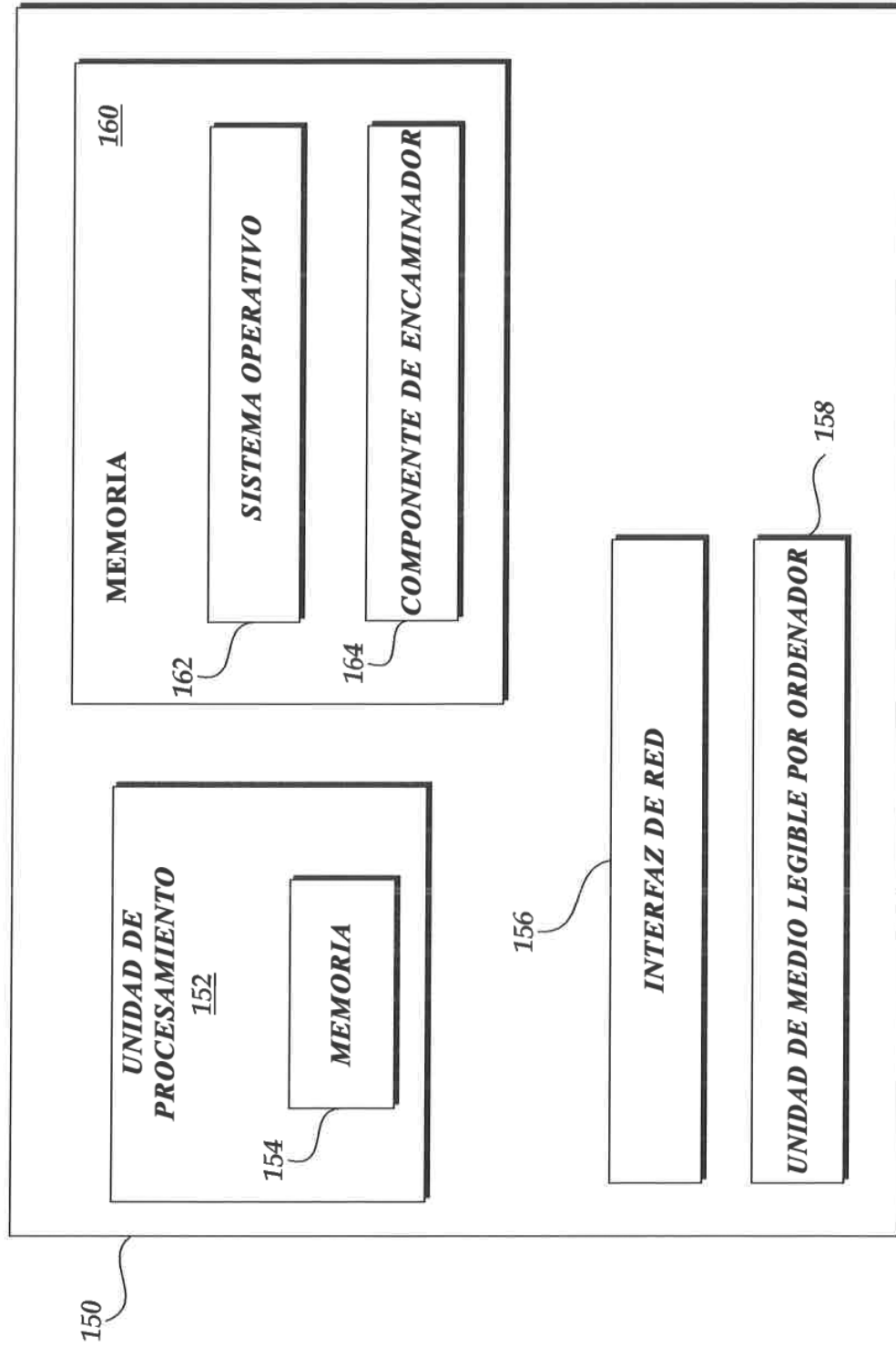


Fig.1B.

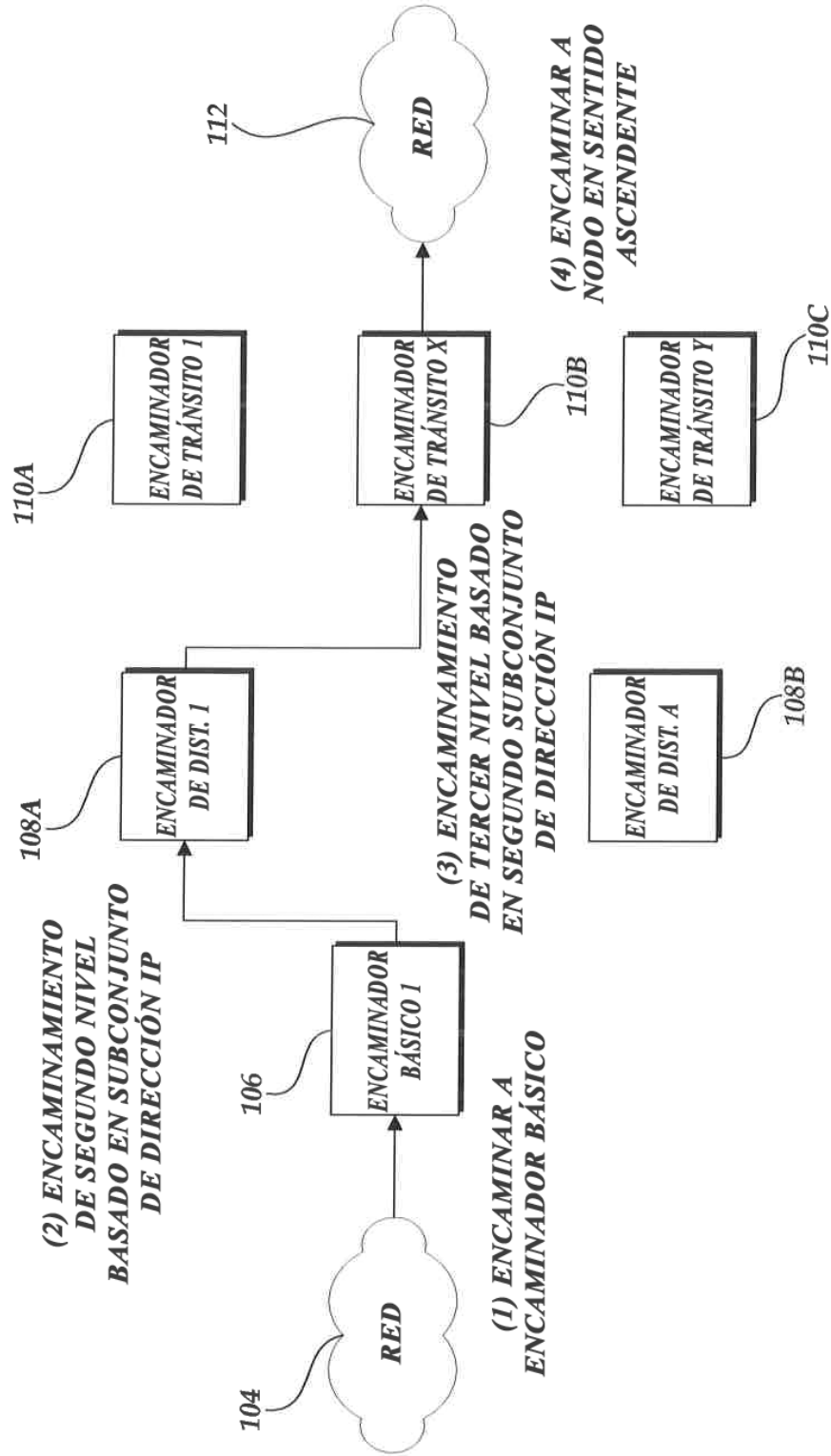


Fig.2A.

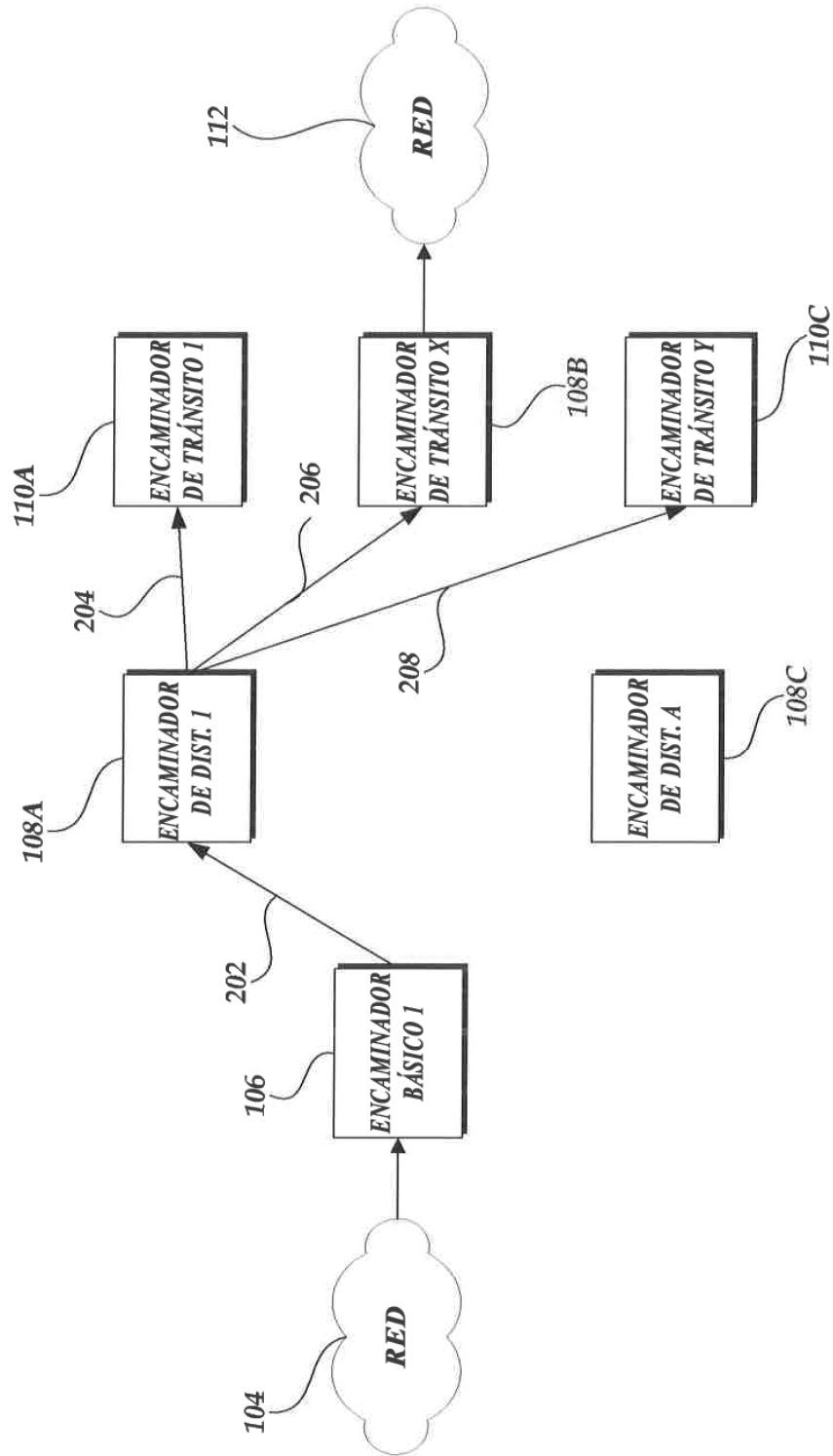


Fig.2B.

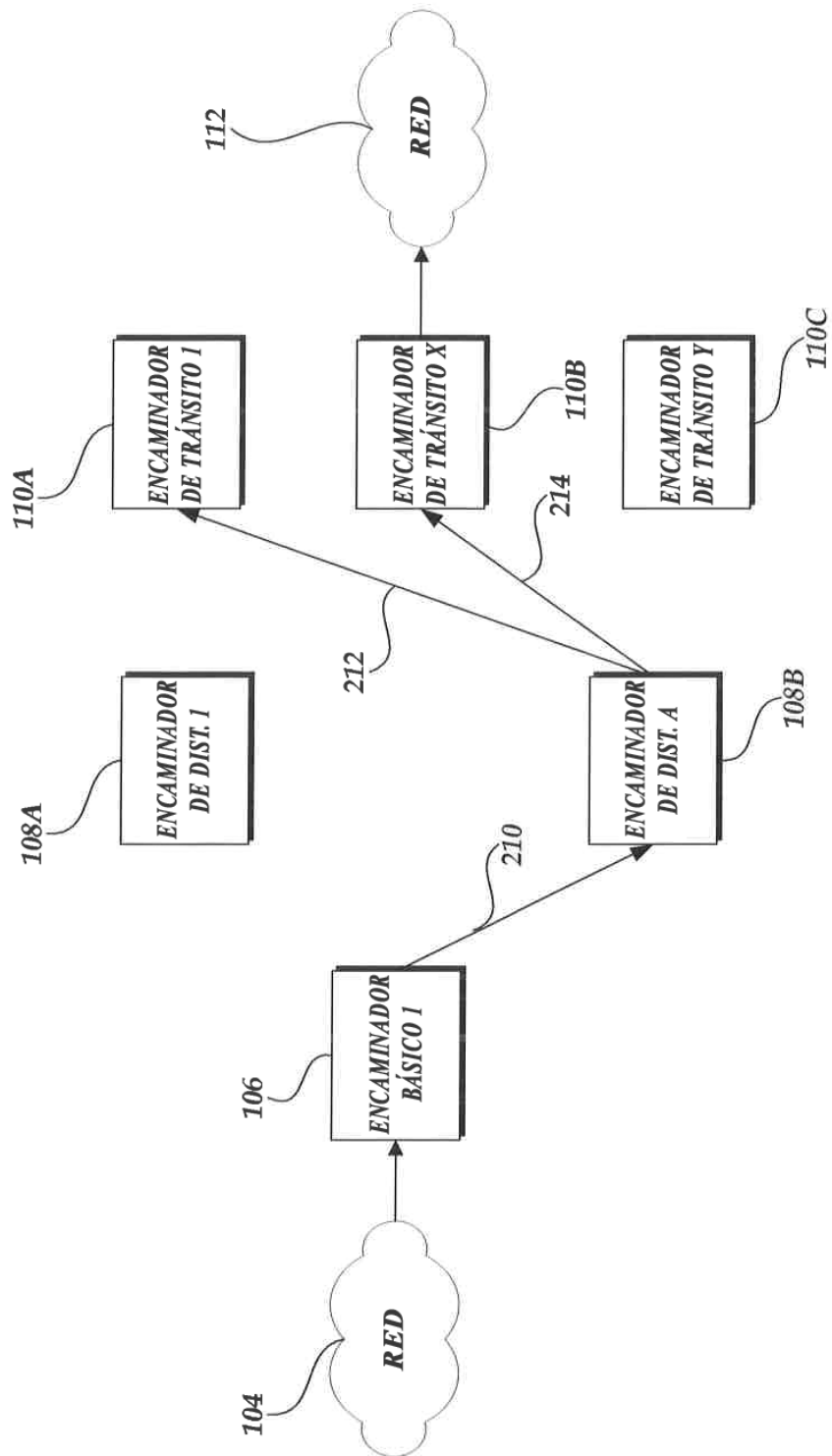


Fig.2C.

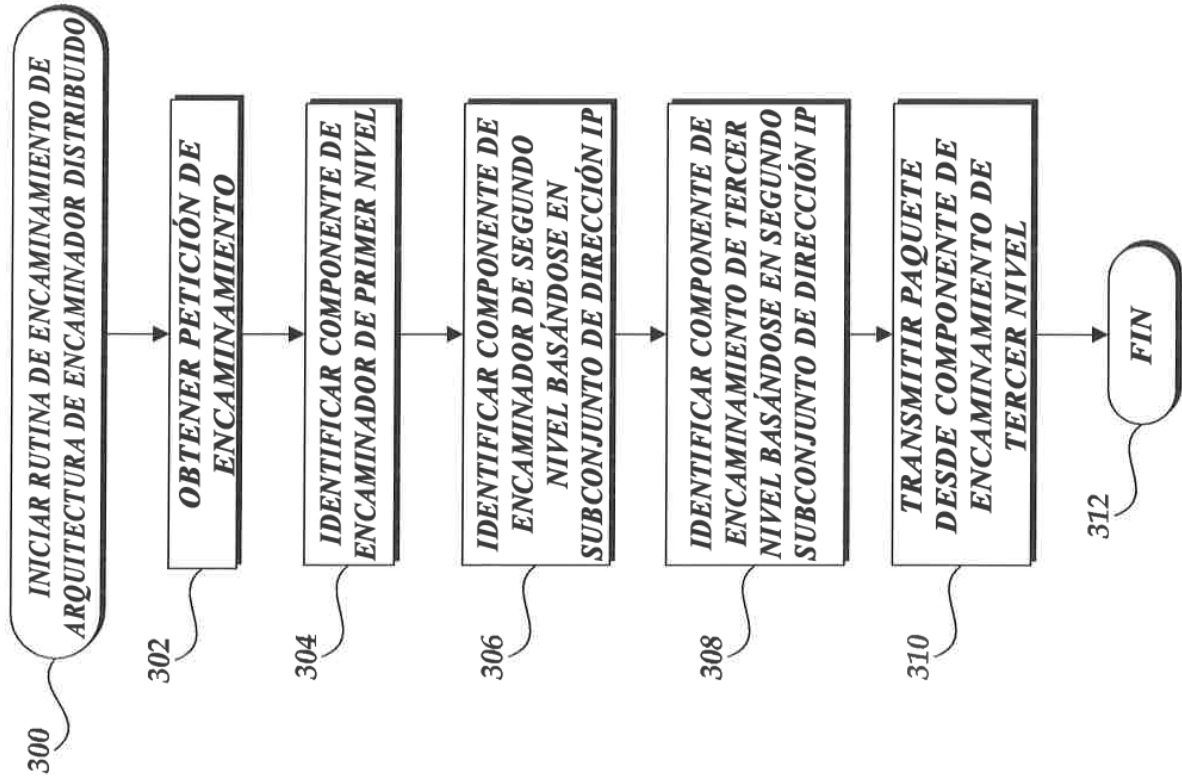


Fig.3.

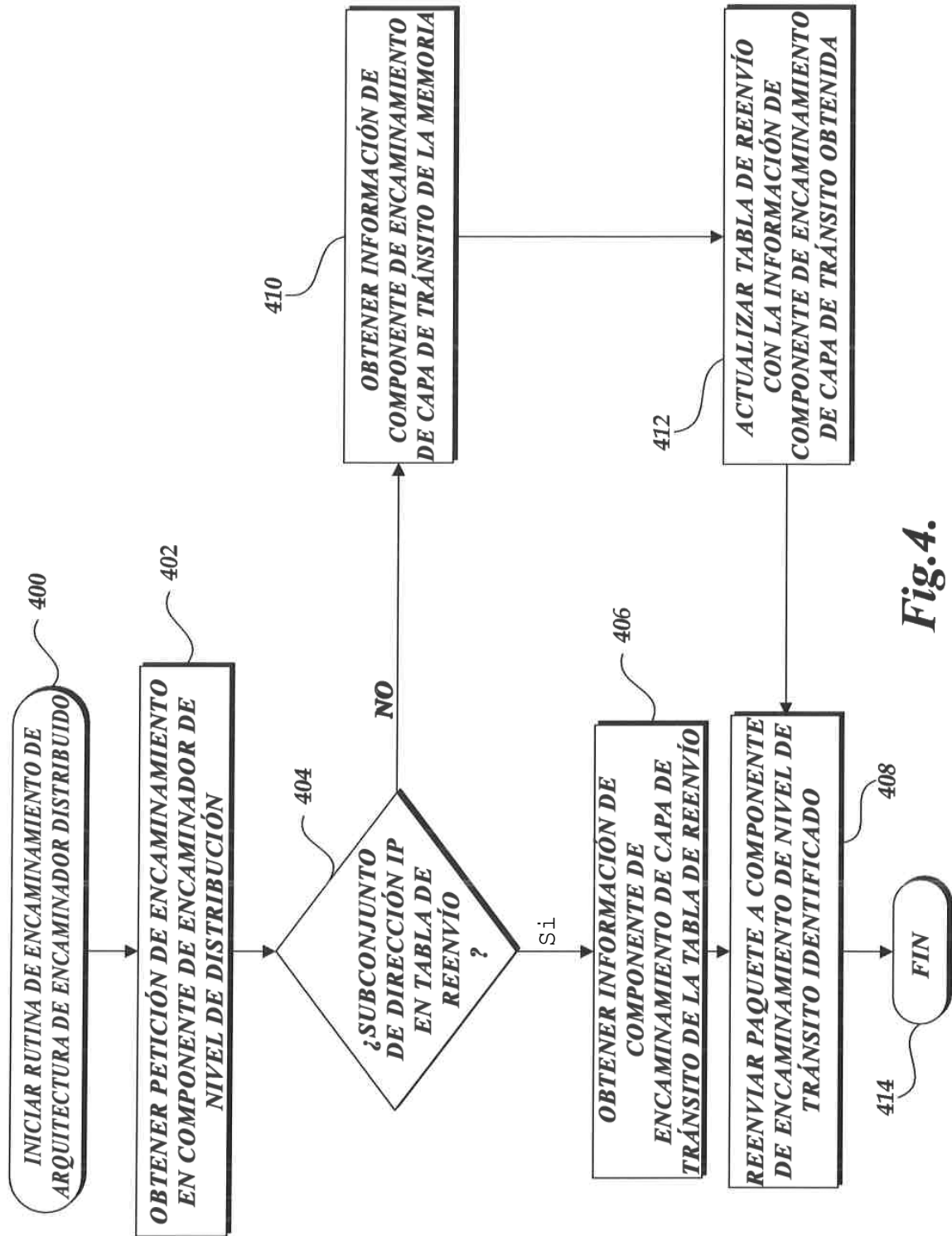


Fig.4.