

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 747 523**

51 Int. Cl.:

**H04L 12/709** (2013.01)

**H04Q 11/00** (2006.01)

**H04L 12/703** (2013.01)

**H04J 14/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.02.2016 PCT/CN2016/073882**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.08.2017 WO17139924**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.02.2016 E 16890159 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2019 EP 3280102**

54 Título: **Método y aparato para asignación de ruta óptica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**10.03.2020**

73 Titular/es:  
**HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)  
Huawei Administration Building, Bantian,  
Longgang District  
Shenzhen, Guangdong 518129, CN**

72 Inventor/es:  
**SUI, ZHICHENG**

74 Agente/Representante:  
**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 747 523 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

Método y aparato para asignación de ruta óptica

### CAMPO TÉCNICO

La presente idea inventiva se refiere al campo de tecnologías de comunicaciones y, en particular, a un método y aparato de asignación de ruta óptica.

### ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

En la actualidad, una red portadora básica es una red superpuesta que incluye una capa IP (Protocolo Internet, Internet Protocol) y una capa óptica. La capa IP incluye múltiples nodos IP con una relación topológica. La capa óptica incluye múltiples nodos ópticos con una relación topológica. La capa IP se establece por encima de la capa óptica, pero la información sobre una topología física entre los nodos ópticos en la capa óptica no se puede dar a conocer a la capa IP. La capa óptica establece una "tubería" para la capa IP en una forma de configuración estática, con el fin de interconectar los nodos IP en la capa IP.

Tal como se ilustra en la Figura 1, la capa IP incluye nodos IP P1 a P4, y la capa óptica incluye nodos ópticos N1 a N7. Se supone que han de establecerse tres rutas IP, desde P1 a P2, P3 y P4 (una ruta entre cualesquiera dos nodos IP en la capa IP, puede denominarse como un enlace IP y una ruta IP puede incluir al menos un enlace IP) para la realización de un servicio IP 1. En este caso, se requiere un dispositivo de control en la capa óptica para establecer las rutas ópticas correspondientes para las tres rutas IP, en función de información de topología, información de retardo, información de ancho de banda y similares, de los nodos ópticos actuales N1 a N7 (una ruta entre cualesquiera dos nodos ópticos, en la capa óptica, se puede denominar como un enlace óptico, a modo de ejemplo, un enlace óptico puede ser una fibra física, y una ruta óptica puede incluir al menos un enlace óptico). A modo de ejemplo, sobre la base de un principio de retardo mínimo, una ruta óptica 1, que corresponde a la ruta IP P1-P2 se establece en N1-N5-N2, una ruta óptica 2, correspondiente a la ruta IP P1-P3, se establece en N1-N5-N3, y una ruta óptica 3, que corresponde a la ruta IP P1-P4 se establece en N1-N5-N4, con el fin de transmitir datos a través de las tres rutas IP.

La ruta óptica 1, la ruta óptica 2 y la ruta óptica 3 utilizan, todas ellas, un mismo enlace óptico, es decir, N1-N5. Por lo tanto, una vez que se produce un fallo operativo en el enlace óptico N1-N5, las rutas IP entre P1 y P2, P1 y P3, y P1 y P4 se desconectan y todos los servicios IP que pasan a través del nodo P1 resultan afectados. Ha de entenderse que un mecanismo actual para asignar una ruta óptica no puede garantizar la fiabilidad de la topología entre los nodos IP, y resulta afectada la fiabilidad de la red de la capa IP completa.

El documento US 2013/0089317 se refiere a un método y sistema para el restablecimiento de malla multicapa híbrida en una red de comunicación. El documento WO 2015/124026 se refiere al método y dispositivo de generación de entrada de tabla de flujo.

### SUMARIO DE LA INVENCIÓN

Los aspectos de la presente invención dan a conocer un método y aparato de asignación de ruta óptica, con el fin de garantizar la fiabilidad de la topología entre nodos IP y mejorar la fiabilidad de red de una capa IP completa.

Se han definido varios aspectos de la presente invención en las reivindicaciones independientes. Características técnicas adicionales de cada uno de estos aspectos se han definido en las respectivas reivindicaciones subordinadas.

Conviene señalar que existen al menos dos enlaces ópticos, que pasan a través del nodo óptico interconectado, en la información de ruta óptica y, por lo tanto, las rutas ópticas, en la capa óptica, pueden evitar un fallo operativo en la capa óptica al menos una vez, asegurando así la fiabilidad de la topología entre nodos IP en una capa superior.

Cada nodo IP está interconectado con al menos dos nodos IP y, en consecuencia, se puede asegurar que para cada ruta IP en la capa IP, está dispuesta al menos una ruta secundaria correspondiente a la ruta IP, es decir, está garantizado que una VNT (Topología de Red Virtual, Virtual Network Topology) en la capa IP puede evitar un fallo al menos una vez.

En la presente invención, los nombres del aparato de asignación no constituyen una limitación en los dispositivos. En una puesta en práctica real, los dispositivos pueden tener un nombre diferente. Cualquier dispositivo con funciones similares a las de los dispositivos en la presente invención caerá dentro del alcance de las reivindicaciones de la presente idea inventiva, y tecnologías equivalentes de las reivindicaciones de la presente invención.

Además, para efectos técnicos de cualquier forma de diseño en el segundo aspecto al cuarto aspecto, se puede hacer referencia a efectos técnicos de diferentes formas de diseño en el primer aspecto, y los detalles no se describen aquí de forma adicional.

Estos aspectos u otros aspectos de la presente invención son más claros y fáciles de entender en las descripciones de los siguientes aspectos.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Con el fin de describir las soluciones técnicas en los aspectos de la presente invención, o en la técnica anterior, con mayor claridad, a continuación, se describen brevemente los dibujos adjuntos necesarios para describir los aspectos o la técnica anterior.

La Figura 1 es un diagrama esquemático de una estructura de topología de una capa IP y una estructura de topología de una capa óptica en la técnica anterior;

La Figura 2 es un diagrama esquemático de una arquitectura de SDN en la técnica anterior;

La Figura 3 es un diagrama esquemático de un escenario operativo de aplicación de un método de asignación de ruta óptica de conformidad con un aspecto de la presente invención;

La Figura 4 es el diagrama esquemático 1 de una estructura de topología de una capa IP, y una estructura de topología de una capa óptica, de conformidad con un aspecto de la presente invención;

La Figura 5 es un diagrama estructural esquemático de un dispositivo informático de conformidad con un aspecto de la presente invención;

La Figura 6 es un diagrama de flujo 1 de un método de asignación de ruta óptica de conformidad con un aspecto de la presente invención;

La Figura 7 es un diagrama esquemático 2 de una estructura de topología de una capa IP, y una estructura de topología de una capa óptica, de conformidad con un aspecto de la presente invención;

La Figura 8 es un diagrama esquemático 3 de una estructura de topología de una capa IP, y una estructura de topología de una capa óptica, de conformidad con un aspecto de la presente invención;

La Figura 9 es un diagrama esquemático 4 de una estructura de topología de una capa IP, y una estructura de topología de una capa óptica, de conformidad con un aspecto de la presente invención;

La Figura 10 es un diagrama de flujo 2 de un método de asignación de ruta óptica de conformidad con un aspecto de la presente invención;

La Figura 11 es un diagrama esquemático 5 de una estructura de topología de una capa IP, y una estructura de topología de una capa óptica, de conformidad con un aspecto de la presente invención;

La Figura 12 es un diagrama esquemático 6 de una estructura de topología de una capa IP, y una estructura de topología de una capa óptica, de conformidad con un aspecto de la presente invención; y

La Figura 13 es un diagrama estructural esquemático de un aparato de asignación de ruta óptica de conformidad con un aspecto de la presente invención.

## DESCRIPCIÓN DE ASPECTOS

A continuación, se describen, de forma clara y completa, las soluciones técnicas en los aspectos de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos en los aspectos de la presente idea inventiva. Evidentemente, los aspectos descritos son simplemente algunos, pero no la totalidad, de los aspectos de la presente descripción.

Además, los términos "primero" y "segundo" están destinados únicamente para fines de descripción, y no deben entenderse como una indicación, o implicación, de importancia relativa, o indicación implícita de una cantidad de características técnicas indicadas. Por lo tanto, una característica limitada por el término "primero" o "segundo" puede incluir, de forma explícita o implícita, una o más características. En las descripciones de la presente invención, a no ser que se especifique lo contrario, el término "múltiple" significa dos o más.

Antes de que se elabore un método de asignación de ruta óptica dado a conocer en los aspectos de la presente invención, se describe primero una relación entre un enlace IP, una ruta IP, un enlace óptico y una ruta óptica que se relacionan con los aspectos.

Una ruta IP se refiere a una ruta formada por todos los nodos IP que soportan un servicio IP. A modo de ejemplo, P1-P2-P4 en la Figura 1 es una ruta IP 1 que soporta un servicio IP 1.

Un enlace IP se refiere a una ruta entre dos nodos IP. La ruta IP incluye, específicamente, uno o más enlaces IP. A modo de ejemplo, la ruta IP 1 incluye dos enlaces IP, es decir, P1-P2 y P2-P4.

Una ruta óptica se refiere a una ruta formada por todos los nodos ópticos, en una capa óptica, que corresponde a una ruta IP o un enlace IP. A modo de ejemplo, una ruta óptica 1 que corresponde a la ruta IP 1, es N1-N5-N2-N4.

Un enlace óptico se refiere a una ruta entre dos nodos ópticos. La ruta óptica incluye, específicamente, uno o más enlaces ópticos. A modo de ejemplo, la ruta óptica 1 incluye tres enlaces ópticos, es decir, N1-N5, N5-N2 y N2-N4.

Ha de entenderse que un enlace IP puede pertenecer a múltiples rutas IP, y un enlace óptico puede pertenecer, además, a múltiples rutas ópticas. Una relación topológica entre nodos IP, en una capa IP, y una relación topológica entre nodos ópticos, en una capa óptica, varían, además, con un cambio en tiempo real de un servicio IP.

Además, la información de topología de capa óptica relacionada con los aspectos de la presente descripción se refiere a una relación de conexión física entre nodos ópticos a través de los cuales pasan rutas ópticas en una capa óptica. A modo de ejemplo, en la Figura 1, los nodos ópticos N1 y N5 están conectados mediante una fibra óptica, y los nodos ópticos N5 y N3 están conectados mediante una fibra óptica. Esta relación topológica física ha sido determinada y existe en realidad. La información de ruta óptica relacionada con los aspectos de la presente invención se refiere a una relación de conexión lógica, entre los nodos ópticos a través de los que pasan las rutas ópticas, separada de conformidad con una relación topológica física reflejada por la información de topología de capa óptica. Un aparato de asignación puede cambiar la relación de conexión lógica entre los nodos ópticos modificando la información de ruta óptica. Además, un nodo de control óptico, en la capa óptica, puede establecer una relación de conexión física real entre los nodos ópticos de conformidad con la información de ruta óptica modificada. A modo de ejemplo, según se ilustra en la Figura 1, el aparato de asignación puede añadir un enlace óptico entre N5 y N7 a la información de ruta óptica, con el fin de obtener información de ruta óptica modificada. Además, el nodo de control óptico puede establecer una fibra óptica entre N5 y N7 de conformidad con la información de ruta óptica modificada.

De forma similar, la información de topología de capa IP, relacionada con los aspectos de la presente invención, es similar a la información de topología de capa óptica, y la información de ruta IP relacionada con los aspectos de la presente invención es similar a la información de ruta óptica. En consecuencia, los detalles no se describen aquí de forma adicional.

En la técnica anterior, durante la asignación de una ruta IP, a modo de ejemplo, añadiendo una ruta IP o eliminando una ruta IP, no se considera la fiabilidad topológica entre nodos IP, es decir, siempre se mantiene una relación topológica en una capa IP con el fin de prevenir mejor un fallo en una capa óptica que afecta a múltiples rutas IP. Es decir, en la técnica anterior, rutas ópticas que corresponden a diferentes rutas IP en una capa óptica, se pueden transmitir en un enlace óptico. Por lo tanto, una vez que se produce un fallo en el enlace óptico, todas las rutas IP transmitidas en el enlace óptico son defectuosas y todos los servicios IP transmitidos en las rutas IP se ven afectados.

Con respecto a lo que antecede, un aspecto de la presente descripción da a conocer un método de asignación de ruta óptica. El método se puede poner en práctica sobre la base de una arquitectura de SDN (Redes Definidas por Software, software-defined networking).

La Figura 2 es un diagrama esquemático jerárquico de una arquitectura de SDN, de conformidad con un aspecto de la presente descripción. Tal como se muestra en la Figura 2, la arquitectura de SDN se divide en tres capas. La capa superior es una capa de aplicación (Application Layer) que incluye varias aplicaciones, simulación de red, planificación de red y similares. Una capa de control (Control Layer) en la parte media, es principalmente responsable de la organización de un recurso del plano de datos, el mantenimiento de una topología de red e información de estado, y similares. Físicamente, esta capa física puede estar situada en un servidor físico independiente o puede colocarse en múltiples servidores físicos en una forma distribuida. Una capa de dispositivo de red (Infrastructure Layer) en la parte inferior es la principal responsable para el procesamiento, reenvío y la recopilación de estado de datos basados en tabla de flujo, e incluye un enrutador, un conmutador y similares.

Sobre la base de la arquitectura de SDN ilustrada en la Figura 2, un método y un aparato de asignación de ruta óptica, dados a conocer en los aspectos de la presente invención, se ponen en práctica en la capa de control. Más concretamente, tal como se muestra en la Figura 3, nodos ópticos en una capa óptica están en la parte inferior de la capa del dispositivo de red. Los nodos ópticos, en la capa óptica, se gestionan y mantienen por un nodo de control óptico 02 en la capa de control. Nodos IP, en una capa IP, están por encima de la capa óptica en la capa del dispositivo de red. Los nodos IP, en la capa IP, son gestionados y mantenidos por un nodo de control de IP 03 en la capa de control. Un aparato de asignación de ruta óptica 01 (referido como un aparato de asignación, en forma

abreviada, en los siguientes aspectos), que se da a conocer en este aspecto de la presente invención se puede poner en práctica, además, en la capa de control. El aparato de asignación 01 puede interactuar tanto con el nodo de control de IP 03 como con el nodo de control óptico 02.

Ha de observarse que el aparato de asignación 01 puede integrarse, de forma alternativa, en el nodo de control de IP 03, o el nodo de control óptico 02, como un módulo de función. Lo anterior no está limitado en este aspecto de la presente invención. En los siguientes aspectos, el aparato de asignación 01 se utiliza como un ejemplo para la descripción.

Más concretamente, en este aspecto de la presente invención, el aparato de asignación 01 puede obtener una demanda de ajuste de enlace IP procedente del nodo de control de IP 03, a modo de ejemplo, para la adición de un nuevo enlace IP o para la supresión de un enlace IP existente. El aparato de asignación 01 puede obtener información actual de topología de capa óptica a partir del nodo de control óptico 02. El aparato de asignación 01 puede determinar, de conformidad con la demanda de ajuste de enlace IP y la información de topología de capa óptica, información de ruta óptica que incluye una ruta óptica en la capa óptica, que se obtiene después de modificar un enlace IP. Además, existen al menos dos enlaces ópticos que pasan a través de cada nodo óptico interconectado (un nodo óptico interconectado es un nodo óptico conectado a un nodo IP, tal como N1, N2, N3 y N4 en la Figura 4), en la información de ruta óptica.

A modo de ejemplo, según se ilustra en la Figura 4, una capa IP incluye nodos IP P1 a P4, y una capa óptica incluye nodos ópticos N1 a N7. Se supone que se deben establecer tres rutas IP, desde P1 a P2, P3 y P4, para ejecutar un servicio IP 1. En este caso, el aparato de asignación 01 puede obtener, desde el nodo de control de IP 03, identificadores de tres enlaces IP, en las tres rutas IP, que han de añadirse de nuevo. El aparato de asignación 01 obtiene información actual de topología de capa óptica de los nodos ópticos N1 a N7, y determina, de conformidad con los identificadores de los tres enlaces IP, información de ruta óptica que incluye las rutas ópticas, en la capa óptica, correspondiente a los tres enlaces IP. Además, es necesario asegurar que existen, al menos, dos enlaces ópticos, que pasan a través de cada nodo óptico interconectado, en la información de ruta óptica. A modo de ejemplo, el aparato de asignación 01 puede establecer una ruta óptica 1 correspondiente a la ruta IP P1-P2 a N1-N5-N2, una ruta óptica 2 que corresponde a la ruta IP P1-P3 se establece a N1-N6-N3, y una ruta óptica 3 correspondiente a la ruta IP P1-P4, se establece a N1-N5-N4. Conviene señalar que existen dos enlaces ópticos que pasan a través de N1. Por lo tanto, una vez que se produce un fallo en un enlace óptico N1-N5, el nodo óptico N1 aún puede interactuar con el nodo óptico N6, y se puede utilizar todavía un enlace óptico N1-N6 para soportar un servicio IP del nodo P1 en la capa IP, de modo que el nodo P1 no esté aislado, y el nodo P1 está en un escenario operativo en el que se pone en práctica una convergencia rápida en la capa IP.

Ha de observarse que existen al menos dos enlaces ópticos, que pasan a través del nodo óptico interconectado, en la información de ruta óptica y, en consecuencia, las rutas ópticas en la capa óptica pueden evitar un fallo en la capa óptica al menos una vez asegurando, de este modo, la fiabilidad de topología entre nodos IP en una capa superior.

El ajuste de un enlace IP en la capa IP incluye la adición de un nuevo enlace IP y/o la supresión de un enlace IP existente. Por lo tanto, en el siguiente aspecto, el método de asignación de ruta óptica, dado a conocer en los aspectos de la presente invención, se describe en base a ambos ejemplos del establecimiento de un primer enlace IP y la eliminación de un primer enlace IP.

Tal como se ilustra en la Figura 5, el aparato de asignación 01 en la Figura 4 se puede poner en práctica por un dispositivo (o sistema) informático en la Figura 5.

La Figura 5 es un diagrama esquemático de un dispositivo informático de conformidad con un aspecto de la presente descripción. El dispositivo informático 100 incluye al menos un procesador 11, un bus de comunicaciones 12, una memoria 13 y al menos una interfaz de comunicaciones 14.

El procesador 11 puede ser una unidad central de procesamiento (CPU) de uso general, un microprocesador, un circuito integrado específico de la aplicación (application-specific integrated circuit, ASIC), o uno o más circuitos integrados utilizados para controlar la ejecución del programa en soluciones de la presente idea inventiva.

El bus de comunicaciones 12 puede incluir una ruta para transferir información entre los componentes anteriores. La interfaz de comunicaciones 14, un aparato que utiliza cualquier transceptor o similar, está configurada para comunicarse con otro dispositivo o una red de comunicaciones, tal como una red Ethernet, una red de acceso de radio (RAN), y una red de área local inalámbrica (Wireless Local Area Networks, WLAN).

La memoria 13 puede ser una memoria de solamente lectura (read-only memory, ROM) u otro tipo de un dispositivo de memorización estática, que puede almacenar información estática y una instrucción, una memoria de acceso aleatorio (random access memory, RAM), u otro tipo de dispositivo de memorización dinámica, que puede almacenar información y una instrucción, o puede ser una memoria de solamente lectura programable eléctricamente borrable (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory, EEPROM), un disco compacto de memoria de solamente lectura (Compact Disc Read-Only Memory, CD-ROM), otro almacenamiento de disco óptico

(incluido un disco óptico compacto, un disco láser, un disco óptico, un disco versátil digital, un disco de Blu-ray y similares) y un soporte de memorización de disco magnético u otro dispositivo de almacenamiento magnético, o cualquier otro soporte que se pueda utilizar para transmitir o memorizar un código de programa previsto en forma de una instrucción, o una estructura de datos, y que sea accesible por un ordenador. La presente invención no está limitada a lo que antecede. La memoria 13 puede existir sola físicamente o estar conectada a un procesador utilizando un bus. La memoria 13 puede integrarse, de forma alternativa, con un procesador.

La memoria 13 está configurada para memorizar un código de programa de aplicación para ejecutar las soluciones de la presente invención. El procesador 11 está configurado para ejecutar el código de programa de aplicación que se memoriza en la memoria 13.

En una puesta en práctica específica, en un aspecto, el procesador 11 puede incluir una o más unidades CPUs, tal como una CPU 0 y una CPU 1 en la Figura 5.

En una puesta en práctica específica, en un aspecto, el dispositivo informático 100 puede incluir múltiples procesadores, a modo de ejemplo, el procesador 11 y un procesador 18 en la Figura 5. Cada uno de los procesadores puede ser un procesador de núcleo único (CPU única), o un procesador de múltiples núcleos (CPU múltiple). El procesador puede referirse, aquí, a uno o más dispositivos, circuitos y/o núcleos de procesamiento configurados para el procesamiento de datos (a modo de ejemplo, una instrucción de programa informático).

En una puesta en práctica específica, en un aspecto, el dispositivo informático 100 puede incluir, además, un dispositivo de salida 15 y un dispositivo de entrada 16. El dispositivo de salida 15 se comunica con el procesador 11 y puede mostrar información de múltiples formas. A modo de ejemplo, el dispositivo de salida 15 puede ser una pantalla de cristal líquido (liquid crystal display, LCD), un dispositivo de visualización de diodo emisor de luz (light emitting diode, LED), un dispositivo de visualización de tubo de rayos catódicos (cathode ray tube, CRT), un proyector (projector), o similar. El dispositivo de entrada 16 se comunica con el procesador 11 y puede recibir entradas desde un usuario de múltiples formas. A modo de ejemplo, el dispositivo de entrada 16 puede ser un ratón, un teclado, un dispositivo de pantalla táctil, un dispositivo sensor o similar.

El dispositivo informático 100 puede ser un dispositivo informático de uso general, o un dispositivo informático dedicado. En una puesta en práctica específica, el dispositivo informático 100 puede ser un ordenador de escritorio, un ordenador portátil, un servidor de red, un asistente digital personal (Personal Digital Assistant, PDA), un teléfono móvil, una tableta informática, un dispositivo terminal inalámbrico, un dispositivo de comunicaciones, un dispositivo incorporado, o un dispositivo con una estructura similar al que se ilustra en la Figura 5. Este aspecto de la presente invención no limita un tipo del dispositivo informático 100.

Ha de observarse que, en este aspecto de la presente descripción, cualquier nodo de función en un sistema de asignación de ruta óptica basado en arquitectura de SDN, a modo de ejemplo, el aparato de asignación 01, se puede poner en práctica por un dispositivo de entidad o por múltiples dispositivos de entidad. Múltiples nodos de función en el sistema pueden ponerse en práctica por diferentes dispositivos de entidad respectivamente, o por un mismo dispositivo de entidad. Ha de entenderse que cualquier nodo de función en el sistema puede ser un módulo de función lógica en un dispositivo de entidad, o un módulo de función lógica que incluye múltiples dispositivos de entidad.

Por lo tanto, en el siguiente aspecto de la presente invención, un dispositivo de entidad puede realizar etapas en el método dado a conocer por los aspectos de la presente idea inventiva, o múltiples dispositivos de entidad pueden realizar, de forma colaborativa, etapas en el método que se da a conocer por los aspectos de la presente divulgación. Lo anterior no está limitado en la presente invención.

## Aspecto 1

Este aspecto de la presente invención da a conocer un método de asignación de ruta óptica. Tal como se ilustra en la Figura 6, el método incluye las etapas siguientes.

101. Un aparato de asignación obtiene una demanda de ajuste de enlace IP enviada por un nodo de control de IP, en donde la demanda de ajuste de enlace IP se utiliza para indicar que ha de añadirse una ruta óptica, en una capa óptica, correspondiente a un primer enlace IP, y la demanda de ajuste de enlace IP incluye un identificador del primer enlace IP.

102. El aparato de asignación obtiene información actual de topología de capa óptica, en donde la información de topología de capa óptica se utiliza para indicar una relación de conexión física entre nodos ópticos a través de los que pasan las rutas ópticas en la capa óptica.

103. El aparato de asignación obtiene información actual de topología de capa IP, en donde la información de topología de capa IP se utiliza para indicar una relación de conexión entre nodos IP por los que pasan rutas IP en una capa IP.

104. El aparato de asignación determina, de conformidad con el identificador del primer enlace IP, y la información de topología de la capa IP, información de ruta IP obtenida después de que se añada el primer enlace IP, en donde cada nodo IP, en la información de ruta IP, está interconectado con al menos dos nodos IP.

105. El aparato de asignación determina, de conformidad con la información de ruta IP y la información de topología de capa óptica, información de ruta óptica de todas las rutas ópticas de la capa óptica que se obtiene después de la adición del primer enlace IP, y que corresponde a la información de ruta IP, en donde existen al menos dos enlaces ópticos, que pasan a través de cada nodo óptico interconectado, en la información de ruta óptica.

106. El aparato de asignación envía la información de ruta óptica a un nodo de control óptico, con el fin de que el nodo de control óptico establezca una ruta óptica en la capa óptica de conformidad con la información de ruta óptica.

Después del ajuste de un servicio IP en la capa IP, a modo de ejemplo, es necesario crear un nuevo servicio IP, el nodo de control de IP obtiene, mediante el cálculo de una ruta IP, que soporta el nuevo servicio IP, en la capa IP de conformidad con un requisito del nuevo servicio IP.

A modo de ejemplo, una relación topológica original de la capa IP, y una relación topológica original de la capa óptica, se ilustran en la Figura 7. La capa IP incluye los nodos P1 a P3. Un enlace óptico correspondiente a un enlace IP P1-P2, es N1-N5-N2. Un enlace óptico que corresponde a un enlace IP P1-P3, es N1-N5-N3. Un enlace óptico correspondiente a un enlace IP P2-P3, es N2-N5-N3. Tal como se ilustra en la Figura 8, después de ajustar un servicio IP, se despliega un nuevo nodo IP P4 en la capa IP. En este caso, una ruta IP que ha de establecerse para un nuevo servicio IP, es P1-P3-P4. Puesto que el establecimiento de la ruta IP puede hacer que cambien los enlaces IP existentes, es decir, es necesario establecer un primer enlace IP P3-P4, el nodo de control de IP envía una demanda de ajuste de enlace IP a un aparato de asignación, con el fin de indicar la adición de una ruta óptica, en la capa óptica, correspondiente al primer enlace IP. Según se describe en la etapa 101, el aparato de asignación obtiene la demanda de ajuste de enlace IP, enviada por el nodo de control de IP, y la demanda de ajuste de enlace IP incluye el identificador del primer enlace IP que necesita establecerse en la ruta IP, a modo de ejemplo, identificadores del nodo P3 y el nodo P4.

Además, en la etapa 102 y etapa 103, el aparato de asignación obtiene tanto información de topología de capa óptica actual como información de topología de capa IP actual.

Más concretamente, el aparato de asignación puede supervisar el nodo de control óptico y el nodo de control de IP en tiempo real. En consecuencia, el aparato de asignación puede obtener la información de topología de capa óptica actual a partir del nodo de control óptico y obtener la información de topología de capa IP desde el nodo de control de IP.

Evidentemente, el nodo de control óptico y el nodo de control de IP pueden informar, de forma alternativa, su respectiva información de topología al aparato de asignación de forma regular. El aparato de asignación memoriza la información de topología en una unidad de almacenamiento del aparato de asignación. En este caso, el aparato de asignación puede obtener la información de topología de capa óptica actual y la información de topología de capa IP actual de la unidad de almacenamiento del aparato de asignación.

En la etapa 104, el aparato de asignación determina, de conformidad con el identificador del primer enlace IP, y la información de topología de la capa IP, la información de ruta IP obtenida después de que se añada el primer enlace IP, de modo que cada nodo IP, en la capa IP, está interconectado con al menos dos nodos IP, y se garantiza que, para cada ruta IP en la capa IP, está dispuesta al menos una ruta secundaria correspondiente a la ruta IP, es decir, se asegura que una VNT (Topología de Red Virtual, Virtual Network Topology) en la capa IP, puede evitar un fallo por lo menos una vez.

Más concretamente, el aparato de asignación añade el primer enlace IP a la información de ruta IP, de conformidad con el identificador del primer enlace IP. El primer enlace IP es un enlace IP entre un primer nodo IP y un segundo nodo IP. Todavía utilizando la Figura 8 a modo de ejemplo, después de añadir la nueva ruta IP P1-P3-P4, el primer enlace IP P3-P4 ha de añadirse a la información de ruta IP. P3 es un primer nodo IP y P4 es un segundo nodo IP. En este caso, el segundo nodo IP, P4, está interconectado solamente con el primer nodo IP P3. Después de que se produzca un fallo en el enlace IP P3-P4, el nodo P4 está aislado y no puede realizar un correspondiente servicio IP. Por lo tanto, se puede añadir un segundo enlace IP entre el segundo nodo IP y otro nodo IP, a la información de ruta IP, a modo de ejemplo, se puede añadir un segundo enlace IP P4-P1 a la información de topología de capa IP.

De esta forma, se puede asegurar que después de que suceda un fallo en el enlace IP P3-P4, el nodo P4 todavía puede realizar el intercambio de datos utilizando el enlace IP entre el nodo P4 y el nodo P1, de modo que la VNT, en la capa IP, puede evitar un fallo por lo menos una vez.

Además, en la etapa 105, el aparato de asignación determina, de conformidad con la información de ruta IP en la etapa 104, y la información de topología de capa óptica en la etapa 102, la información de ruta óptica obtenida

después de la adición del primer enlace IP, de modo que existan al menos dos enlaces ópticos, que pasan a través del nodo óptico interconectado, en la información de ruta óptica.

Más concretamente, el aparato de asignación puede determinar, de conformidad con la información de topología de capa óptica, la información de ruta óptica de la capa óptica obtenida antes de que se añada el primer enlace IP, y determinar, además, de conformidad con el enlace IP modificado en la información de ruta IP, la información de ruta óptica de la capa óptica que se obtiene después de añadir el primer enlace IP y que corresponde a la información de ruta IP. A modo de ejemplo, todavía utilizando la Figura 8 como ejemplo, el primer enlace IP, P3-P4, y el segundo enlace IP, P4-P1, se añaden, de nuevo, a la información de topología de capa IP. En consecuencia, se puede añadir una ruta óptica 1, correspondiente a P3-P4, y una ruta óptica 2, que corresponde a P4-P1. A modo de ejemplo, la ruta óptica 1 es N3-N4, y la ruta óptica 2 es N4-N5-N1.

Además, el aparato de asignación determina si existen al menos dos enlaces ópticos, que pasan a través del nodo óptico interconectado, en la información de ruta óptica después de que se añada el enlace. Tal como se ilustra en la Figura 8, solamente hay un enlace óptico que pasa a través del nodo óptico interconectado N1, es decir, un enlace óptico N1-N5. En consecuencia, una vez que se produce un fallo en el enlace óptico N1-N5, los enlaces entre P1 y P2, P1 y P3, y P1 y P4 se desconectan y todos los servicios IP que pasan por el nodo P1 se ven afectados. Por lo tanto, con el fin de garantizar la fiabilidad de topología entre los nodos IP, el aparato de asignación necesita reajustar una ruta óptica en la información de ruta óptica. A modo de ejemplo, según se ilustra en la Figura 9, una ruta óptica correspondiente a P1-P3 se modifica para que sea N1-N6-N3 hasta que haya al menos dos enlaces ópticos que pasen a través de cada nodo óptico interconectado.

Por último, en la etapa 106, el aparato de asignación envía la información de ruta óptica en la etapa 105 al nodo de control óptico, de modo que el nodo de control óptico establezca la ruta óptica correspondiente en la capa óptica, de conformidad con la información de ruta óptica.

Después del establecimiento de la ruta óptica de conformidad con la información de ruta óptica, el nodo de control óptico puede enviar, además, un mensaje de respuesta al nodo de control de IP, de modo que active la actualización del nodo de control de IP, de conformidad con la información de ruta IP modificada en la etapa 104, una relación topológica entre nodos IP en la capa IP y, por último, cumpla con un requisito de un servicio IP.

Ha de observarse que la etapa 103 y la etapa 104 son etapas opcionales. Es decir, el aparato de asignación puede determinar, directamente de conformidad con el identificador del primer enlace IP y la información de topología de capa óptica, la información de ruta óptica obtenida después de que se añada el primer enlace IP, de modo que haya al menos dos enlaces ópticos, pasando a través del nodo óptico interconectado, en la información de ruta óptica.

Además, antes de la etapa 101, después de que se ajusta el servicio IP en la capa IP, el nodo de control de IP puede modificar la información de topología de capa IP, de conformidad con la ruta IP del nuevo servicio IP que se obtiene mediante cálculo, con el fin de que cada nodo IP, en la capa IP, esté interconectado con al menos dos nodos IP.

En este caso, el nodo de control de IP puede enviar, al aparato de asignación, un identificador, o identificadores, de uno o más primeros enlaces de IP que son necesarios, o necesitan establecerse, en la información de topología de capa IP modificada, de modo que el aparato de asignación asigne la ruta óptica de conformidad con las etapas 101 a 106.

Este aspecto de la presente invención da a conocer un método de asignación de ruta óptica. Un aparato de asignación puede obtener una demanda de ajuste de enlace IP a partir de un nodo de control de IP, y la demanda de ajuste de enlace IP se utiliza para indicar que ha de añadirse una ruta óptica, en una capa óptica, correspondiente a un primer enlace IP, y la demanda de ajuste de enlace IP incluye un identificador del primer enlace IP que ha de añadirse a una ruta IP. El aparato de asignación puede obtener información actual de topología de capa óptica desde un nodo de control óptico. El aparato de asignación puede determinar, de conformidad con la demanda de ajuste del enlace IP, y la información de topología de capa óptica, la información de ruta óptica de la capa óptica obtenida después de que se añada el primer enlace IP, y existan al menos dos enlaces ópticos, que pasan a través de cada nodo óptico interconectado, en la información de ruta óptica, de modo que después de que el nodo de control óptico establezca una o más rutas ópticas en la capa óptica de conformidad con la información de ruta óptica, haya al menos dos enlaces ópticos, que pasan a través del nodo óptico interconectado, en Información de topología de capa óptica obtenida. Por lo tanto, la ruta óptica, en la capa óptica, puede impedir un fallo en la capa óptica al menos una vez, asegurando así la fiabilidad de topología entre nodos IP en una capa superior, y mejorando la fiabilidad de red de una capa IP completa.

## Aspecto 2

Este aspecto de la presente invención da a conocer un método de asignación de ruta óptica. Tal como se ilustra en la Figura 10, el método incluye las etapas siguientes.

201. Un aparato de asignación obtiene una demanda de ajuste de enlace IP enviada por un nodo de control de IP, en donde la demanda de ajuste de enlace IP se utiliza para indicar que ha de suprimirse una ruta óptica, en una capa óptica, correspondiente a un primer enlace IP, y la demanda de ajuste del enlace IP incluye un identificador del primer enlace IP.

202. El aparato de asignación obtiene información actual de topología de capa óptica, en donde la información de topología de capa óptica se utiliza para indicar una relación de conexión física entre nodos ópticos a través de los que pasan las rutas ópticas en la capa óptica.

203. El aparato de asignación obtiene información actual de topología de capa IP, en donde la información de topología de capa IP se utiliza para indicar una relación de conexión entre nodos IP por los que pasan las rutas IP en una capa IP.

204. El aparato de asignación determina, de conformidad con el identificador del primer enlace IP, y la información de topología de capa IP, la información de ruta IP obtenida después de que se elimine el primer enlace IP, en donde cada nodo IP, en la información de ruta IP, está interconectado con al menos dos nodos IP.

205. El aparato de asignación determina, de conformidad con la información de ruta IP, y la información de topología de capa óptica, la información de ruta óptica de todas las rutas ópticas de la capa óptica que se obtiene después de que se elimine el primer enlace IP, y que corresponde a la información de ruta IP, en donde existen al menos dos enlaces ópticos, que pasan a través de cada nodo óptico interconectado, en la información de ruta óptica.

206. El aparato de asignación envía la información de ruta óptica a un nodo de control óptico, de modo que el nodo de control óptico establezca una ruta óptica en la capa óptica, de conformidad con la información de ruta óptica.

Después de ajustar un servicio IP en la capa IP, el nodo de control de IP determina, de conformidad con un requisito del servicio IP, un enlace de IP que ha de eliminarse.

A modo de ejemplo, una relación topológica original de la capa IP, y una relación topológica original de la capa óptica, se muestran en la Figura 9. La capa IP incluye nodos P1 a P4. Un enlace óptico, que corresponde a un enlace IP P1-P2, es N1-N5-N2. Un enlace óptico correspondiente a un enlace IP P1-P3, es N1-N6-N3. Un enlace óptico correspondiente a un enlace IP P2-P3, es N2-N5-N3. Un enlace óptico, que corresponde a un enlace IP P1-P4, es N1-N5-N4. Un enlace óptico correspondiente a un enlace IP P3-P4, es N3-N4.

En este caso, si el enlace IP P1-P3 necesita suprimirse, el nodo de control de IP envía la demanda de ajuste de enlace IP a un aparato de asignación, para indicar la supresión de la ruta óptica, en la capa óptica, que corresponde al primer enlace IP. Según se describe en la etapa 201, el aparato de asignación obtiene la demanda de ajuste del enlace IP enviada por el nodo de control de IP, y la demanda de ajuste del enlace IP incluye el identificador del primer enlace IP que ha de suprimirse, a modo de ejemplo, identificadores del nodo P3 y el nodo P1.

Además, en la etapa 202 y la etapa 203, el aparato de asignación obtiene tanto la información de topología de capa óptica actual como la información de topología de capa IP actual.

Más concretamente, el aparato de asignación puede supervisar el nodo de control óptico y el nodo de control de IP en tiempo real. Por lo tanto, el aparato de asignación puede obtener la información de topología de capa óptica actual a partir del nodo de control óptico, y obtener la información de topología de capa IP desde el nodo de control de IP.

Evidentemente, el nodo de control óptico y el nodo de control de IP pueden informar, de forma alternativa, su respectiva información de topología al aparato de asignación de forma regular. El aparato de asignación memoriza la información de topología en una unidad de almacenamiento del aparato de asignación. En este caso, el aparato de asignación puede obtener la información de topología de capa óptica actual y la información de topología de capa IP actual, desde la unidad de almacenamiento del aparato de asignación.

En la etapa 204, el aparato de asignación determina, de conformidad con el identificador del primer enlace IP, y la información de topología de capa IP, la información de ruta IP obtenida después de que se elimine el primer enlace IP, de modo que está dispuesta, para cada ruta IP en la IP capa, al menos una ruta secundaria correspondiente a la ruta IP, es decir, se garantiza que una VNT, en la capa IP, puede evitar un fallo operativo al menos una vez.

Más concretamente, el aparato de asignación determina, de conformidad con la información de topología de capa IP, información de ruta IP obtenida antes de que se elimine el primer enlace IP. Además, el aparato de asignación elimina el primer enlace IP de la información de ruta IP, de conformidad con el identificador del primer enlace IP, con el fin de obtener la información de ruta IP obtenida después de que se elimine el primer enlace IP, y asegura que para cada ruta IP, en la capa IP, está dispuesta al menos una ruta secundaria correspondiente a la ruta IP. Todavía utilizando la Figura 9 a modo de un ejemplo, el primer enlace IP es P1-P3. En este caso, P1, P2 y P3 están

interconectados con al menos dos nodos IP y, en consecuencia, la VNT en la capa IP, puede evitar un error por lo menos una vez.

Sin embargo, si cualquier nodo IP (a modo de ejemplo, un nodo IP 1) en la capa IP está interconectado solamente con un nodo IP (por ejemplo, un nodo IP 2), cuando se produce un fallo en un enlace IP de nodo IP 1-Nodo IP 2, el nodo IP 1 está aislado y no puede realizar un servicio IP correspondiente. Por lo tanto, se puede añadir un segundo enlace IP entre el nodo IP 1 y otro nodo IP, a la información de topología de capa IP. De esta forma, se puede garantizar que la VNT, en la capa IP, puede evitar un fallo al menos una vez después de ajustar un enlace IP.

Además, en la etapa 205, el aparato de asignación determina, de conformidad con la información de ruta IP en la etapa 204 y la información de topología de capa óptica en la etapa 202, la información de ruta óptica obtenida después de que se elimine el primer enlace IP, de modo que existan al menos dos enlaces ópticos, que pasan a través del nodo óptico interconectado, en la información de ruta óptica.

Más concretamente, el aparato de asignación puede determinar, de conformidad con la información de topología de capa óptica en la etapa 202, información de ruta óptica de la capa óptica obtenida antes de que se elimine el primer enlace IP. Además, el aparato de asignación determina, de conformidad con el enlace IP modificado en la información de ruta IP en la etapa 204, la información de ruta óptica de la capa óptica, obtenida después de que se elimine el primer enlace IP, que corresponde a la información de ruta IP. A modo de ejemplo, todavía utilizando la Figura 10 como un ejemplo, el primer enlace IP P1-P3 se elimina de la información de topología de capa IP y, en consecuencia, la ruta óptica N1-N6-N3, que corresponde a P1-P3 se suprime de forma correspondiente. En este caso, una red de topología de la capa IP y una red de topología de la capa óptica, se ilustran en la Figura 11.

Además, el aparato de asignación determina si existen al menos dos enlaces ópticos, que pasan a través del nodo óptico interconectado, en la información de ruta óptica, después de que se elimine el enlace. Según se muestra en la Figura 11, existe solamente un enlace óptico que pasa a través del nodo óptico interconectado N1, es decir, un enlace óptico N1-N5. Por lo tanto, una vez que se produce un fallo en el enlace óptico N1-N5, los enlaces entre P1 y P2, P1 y P3, y P1 y P4 se desconectan y todos los servicios IP que pasan por el nodo P1 resultan afectados. En consecuencia, con el fin de garantizar la fiabilidad de topología entre los nodos IP, el aparato de asignación necesita reajustar una ruta óptica en la información de ruta óptica. A modo de ejemplo, tal como se ilustra en la Figura 12, la ruta óptica correspondiente a P1-P3 se modifica para que sea N1-N7-N3 hasta que haya al menos dos enlaces ópticos que pasen a través de cada nodo óptico interconectado.

Cuando se recopilan estadísticas sobre una cantidad de enlaces ópticos, que pasan a través de cada nodo óptico interconectado, en la información de ruta óptica, el aparato de asignación puede cortar una red de topología, conectada a un primer nodo óptico interconectado (el primer nodo óptico interconectado es uno cualquiera de entre la totalidad de nodos ópticos interconectados en la capa óptica), en la información de ruta óptica mediante el uso de cualquier línea de corte. Además, el aparato de asignación calcula una cantidad de enlaces ópticos a través de los cuales pasa la línea de corte, y utiliza la cantidad de enlaces ópticos por los que pasa la línea de corte como una cantidad de enlaces ópticos que pasan a través del primer nodo óptico interconectado. Más concretamente, si existe un enlace óptico que pasa a través del primer nodo óptico interconectado, el aparato de asignación determina que solamente hay un enlace óptico, que pasa a través del primer nodo óptico interconectado, en la información de ruta óptica; de no ser así, el aparato de asignación determina que existen al menos dos enlaces ópticos, que pasan a través del primer nodo óptico interconectado, en la información de ruta óptica.

De forma similar, la etapa anterior puede repetirse para recopilar estadísticas sobre la cantidad de enlaces ópticos, que pasan a través de cada nodo óptico interconectado, en la información de ruta óptica.

Por último, en la etapa 206, el aparato de asignación envía la información de ruta óptica en la etapa 205 al nodo de control óptico, de modo que el nodo de control óptico establece la ruta óptica correspondiente en la capa óptica, de conformidad con la información de ruta óptica.

Después de establecer la ruta óptica de conformidad con la información de ruta óptica, el nodo de control óptico puede enviar, además, un mensaje de respuesta al nodo de control de IP, con el fin de activar al nodo de control de IP para la actualización, de conformidad con la información de ruta IP modificada en la etapa 204, de una relación topológica entre nodos IP en la capa IP y, por último, para cumplir con un requisito de un servicio IP.

De forma similar al Aspecto 1, la etapa 203 y la etapa 204 son etapas opcionales. Es decir, el aparato de asignación puede determinar, directamente de conformidad con el identificador del primer enlace IP y la información de topología de capa óptica, la información de ruta óptica obtenida después de que se elimine el primer enlace IP, de modo que existan al menos dos enlaces ópticos, que pasan a través del nodo óptico interconectado, en la información de ruta óptica.

Este aspecto de la presente descripción da a conocer un método de asignación de ruta óptica. Un aparato de asignación puede obtener una demanda de ajuste de enlace IP a partir de un nodo de control de IP, y la demanda de ajuste de enlace IP se utiliza para indicar que ha de eliminarse una ruta óptica, en una capa óptica,

correspondiente a un primer enlace IP, y la demanda de ajuste de enlace IP incluye un identificador del primer enlace IP que ha de eliminarse de una ruta IP. El aparato de asignación puede obtener información actual de topología de capa óptica procedente de un nodo de control óptico. El aparato de asignación puede determinar, de conformidad con la demanda de ajuste de enlace IP, y la información de topología de capa óptica, información de ruta óptica de la capa óptica obtenida después de que se suprima el primer enlace IP, y hay al menos dos enlaces ópticos, que pasan a través de cada nodo óptico interconectado, en la información de ruta óptica, de modo que después de que el nodo de control óptico establezca una o más rutas ópticas en la capa óptica, de conformidad con la información de ruta óptica, existan al menos dos enlaces ópticos, que pasan a través del nodo óptico interconectado, en la información de topología de capa óptica obtenida. En consecuencia, la ruta óptica en la capa óptica puede evitar un fallo en la capa óptica al menos una vez asegurando, de este modo, la fiabilidad de topología entre nodos IP en una capa superior y mejorando la fiabilidad de red de una capa IP completa.

### Aspecto 3

La Figura 13 es un diagrama estructural esquemático de un aparato de asignación de trayectoria óptica (denominado como un aparato de asignación en forma abreviada de aparato en el siguiente aspecto) de conformidad con un aspecto de la presente invención. El aparato de asignación dado a conocer en este aspecto de la presente idea inventiva se puede configurar para poner en práctica el método realizado en los aspectos de la presente invención en la Figura 2 a la Figura 12. Para facilitar la descripción, sólo se muestra una parte relacionada con este aspecto de la presente invención. Para conocer detalles técnicos específicos no dados a conocer, se puede hacer referencia a los aspectos de la presente invención en la Figura 2 a la Figura 12.

Más concretamente, tal como se ilustra en la Figura 13, el aparato de asignación incluye una unidad de obtención 21, una unidad de determinación 22 y una unidad de envío 23.

La unidad de obtención 21 está configurada para recibir una demanda de ajuste de enlace IP enviada por un nodo de control de IP, en donde la demanda de ajuste de enlace IP incluye un identificador de un primer enlace IP que ha de modificarse; y para obtener información actual de topología de capa óptica, en donde la información de topología de capa óptica se utiliza para indicar una relación de conexión física entre nodos ópticos a través de los cuales pasan las rutas ópticas en la capa óptica.

La unidad de determinación 22 está configurada para determinar información de ruta óptica de conformidad con el identificador del primer enlace IP y la información de topología de capa óptica, en donde la información de ruta óptica se utiliza para indicar a todas las rutas ópticas, en la capa óptica, que se obtienen después de que se modifique el primer enlace IP, que existen al menos dos enlaces ópticos, que pasan a través de cada nodo óptico interconectado, en la información de ruta óptica, y el nodo óptico interconectado es un nodo óptico conectado a un nodo IP.

La unidad de envío 23 está configurada para enviar la información de ruta óptica a un nodo de control óptico, de modo que el nodo de control óptico establezca una ruta óptica en la capa óptica, de conformidad con la información de ruta óptica.

Además, la demanda de ajuste de enlace IP se utiliza para indicar que ha de añadirse una ruta óptica, en la capa óptica, correspondiente al primer enlace IP.

La unidad de obtención 21 está configurada, además, para obtener información actual de topología de capa IP, en donde la información de topología de capa IP se utiliza para indicar una relación de conexión entre nodos IP por los que pasan las rutas IP en una capa IP.

La unidad de determinación 22 está configurada, específicamente, para determinar, de conformidad con el identificador del primer enlace IP, y la información de topología de capa IP, la información de ruta IP obtenida después de que se añada el primer enlace IP, en donde cada nodo IP, en la información de ruta IP, está interconectado con al menos dos nodos IP; y para determinar la información de ruta óptica de conformidad con la información de ruta IP y la información de topología de capa óptica, con el fin de determinar la ruta óptica, en la capa óptica, que corresponde al primer enlace IP.

Además, la unidad de determinación 22 está concretamente configurada para la adición del primer enlace IP a la información de ruta IP, de conformidad con el identificador del primer enlace IP, en donde el primer enlace IP es un enlace IP entre un primer nodo IP y un segundo nodo IP; si el primer nodo IP está interconectado solamente con el segundo nodo IP, la adición de un segundo enlace IP entre el primer nodo IP y otro nodo IP, a la información de ruta IP; y si el segundo nodo IP está interconectado solamente con el primer nodo IP, la adición de un tercer enlace IP entre el segundo nodo IP y otro nodo IP, a la información de ruta IP.

Además, la unidad de determinación 22 está configurada, específicamente, para determinar, de conformidad con la información de ruta IP y la información de topología de capa óptica, información de ruta óptica que es de la capa óptica y que corresponde a cada enlace IP en la información de ruta IP; recopilar estadísticas sobre una cantidad de

enlaces ópticos, que pasan a través de cada nodo óptico interconectado, en la información de ruta óptica; y si solamente existe un enlace óptico que pasa a través de cada nodo óptico interconectado, el reajuste una ruta óptica, correspondiente a cualquier enlace IP, en la información de ruta óptica hasta que haya al menos dos enlaces ópticos que pasen a través de cada nodo óptico interconectado.

Además, la demanda de ajuste de enlace IP se utiliza para indicar que ha de eliminarse una ruta óptica, en la capa óptica, correspondiente al primer enlace IP. La unidad de determinación 22 está configurada, específicamente, para eliminar la ruta óptica, en la capa óptica, que corresponde al primer enlace IP a partir de la información de ruta óptica; recopilar estadísticas sobre una cantidad de enlaces ópticos, que pasan a través de cada nodo óptico interconectado, en la información de ruta óptica; y si existe solamente un enlace óptico que pasa a través de cada nodo óptico interconectado, el reajuste de una ruta óptica, correspondiente a cualquier enlace IP, en la información de ruta óptica hasta que haya al menos dos enlaces ópticos que pasen a través de cada nodo óptico interconectado.

Además, la unidad de determinación 22 está configurada, específicamente, para eliminar el primer enlace IP a partir de la información de ruta IP; y si solamente existe un enlace IP que pasa a través de cualquier nodo IP, el reajuste de una relación de conexión entre nodos IP en la información de ruta IP, de modo que cada nodo IP esté interconectado con al menos dos nodos IP.

Además, la unidad de determinación 22 está concretamente configurada para cortar una red de topología, conectada a un primer nodo óptico interconectado, en la información de ruta óptica utilizando cualquier línea de corte, en donde el primer nodo óptico interconectado es uno cualquiera de entre la totalidad de nodos ópticos interconectados en la capa óptica; y para utilizar una cantidad de enlaces ópticos a través de los cuales pasa la línea de corte como una cantidad de enlaces ópticos que pasan a través del primer nodo óptico interconectado.

La unidad de obtención 21, la unidad de determinación 22 y la unidad de envío 23 pueden todas ellas ponerse en práctica por el procesador 11 solicitando una instrucción en la memoria 13, ilustrada en la Figura 5.

Este aspecto de la presente descripción da a conocer un aparato de asignación de ruta óptica. Un aparato de asignación puede obtener una demanda de ajuste de enlace IP desde un nodo de control de IP, y la demanda de ajuste de enlace IP se utiliza para indicar que ha de modificarse una ruta óptica, en una capa óptica, correspondiente a un primer enlace IP, y la demanda de ajuste de enlace IP incluye un identificador del primer enlace IP que ha de modificarse. El aparato de asignación puede obtener información actual de topología de capa óptica procedente de un nodo de control óptico. El aparato de asignación puede determinar, de conformidad con la demanda de ajuste de enlace IP, y la información de topología de capa óptica, información de ruta óptica de la capa óptica obtenida después de que se modifique el primer enlace IP, y existan al menos dos enlaces ópticos, que pasan a través de cada nodo óptico interconectado, en la información de ruta óptica, de modo que después de que el nodo de control óptico establezca una o más rutas ópticas en la capa óptica, de conformidad con la información de ruta óptica, existan al menos dos enlaces ópticos, que pasan a través del nodo óptico interconectado, en información de topología de capa óptica obtenida. En consecuencia, la ruta óptica, en la capa óptica, puede evitar un fallo en la capa óptica al menos una vez, asegurando así la fiabilidad de topología entre nodos IP en una capa superior, y mejorando la fiabilidad de red de una capa IP completa.

Un experto en la materia puede entender claramente que, con el propósito de una descripción conveniente y breve, la división de los módulos de funciones anteriores se toma como un ejemplo para fines de ilustración. En la aplicación real, las funciones anteriores se pueden asignar a diferentes módulos de función y ponerse en práctica de conformidad con un requisito, es decir, una estructura interna de un aparato se divide en diferentes módulos de función para poner en práctica la totalidad, o algunas, de las funciones anteriormente descritas. Para un proceso de trabajo detallado del sistema, aparato y unidad anteriores, se puede hacer referencia a un proceso correspondiente en los aspectos anteriores del método, y los detalles no se describen aquí de nuevo.

En los diversos aspectos dados a conocer en esta descripción, ha de entenderse que el sistema, aparato y método dados a conocer se pueden poner en práctica de otras formas. A modo de ejemplo, el aspecto del aparato descrito es simplemente un ejemplo. Por ejemplo, la división del módulo o unidad es simplemente una división de función lógica y puede ser otra división en la puesta en práctica real. A modo de ejemplo, una pluralidad de unidades o componentes pueden combinarse o integrarse en otro sistema, o algunas características pueden ignorarse o no realizarse. Además, los acoplamientos mutuos mostrados o discutidos o los acoplamientos directos o las conexiones de comunicación pueden ponerse en práctica utilizando algunas interfaces. Los acoplamientos indirectos o las conexiones de comunicación entre los aparatos o unidades se pueden realizar en una forma eléctrica, mecánica u otras formas.

Las unidades descritas como partes separadas pueden, o no, estar físicamente separadas, y las partes mostradas como unidades pueden, o no, ser unidades físicas, pueden estar situadas en una posición o pueden distribuirse en una pluralidad de unidades de red. Algunas, o la totalidad, de las unidades se pueden seleccionar de conformidad con las necesidades reales con el fin de lograr los objetivos de las soluciones de los aspectos.

Además, las unidades funcionales en los aspectos de la presente descripción se pueden integrar en una unidad de procesamiento, o cada una de las unidades puede existir separada físicamente, o dos o más unidades están integradas en una unidad. La unidad integrada se puede poner en práctica en forma de hardware, o puede realizarse en una forma de una unidad funcional de software.

Cuando la unidad integrada se pone en práctica en la forma de una unidad funcional de software y se vende, o utiliza, como un producto independiente, la unidad integrada puede memorizarse en un soporte de memorización legible por ordenador. Sobre la base de dicho entendimiento, las soluciones técnicas de la presente invención esencialmente, o la parte que contribuye a la técnica anterior, o la totalidad o una parte de las soluciones técnicas se pueden poner en práctica en la forma de un producto de software. El producto de software informático se memoriza en un soporte de memorización e incluye varias instrucciones para indicar a un dispositivo informático (que puede ser un ordenador personal, un servidor, un dispositivo de red, o similar) o un procesador (processor) que realice la totalidad, o algunas de las etapas de los métodos descritos en los aspectos de la presente invención. El soporte de memorización anterior incluye: cualquier soporte que pueda memorizar un código de programa, tal como una unidad instantánea USB, un disco duro extraíble, una memoria de solamente lectura (ROM, Read-Only Memory), una memoria de acceso aleatorio (RAM, Random Access Memory), un disco magnético o un disco óptico.

Las descripciones anteriores son simplemente formas de puesta en práctica específicas de la presente invención, pero no pretenden limitar el alcance de protección de la presente invención. Cualquier variación, o sustitución, fácilmente resuelto por un experto en la técnica dentro del alcance técnico dado a conocer en la presente invención caerá dentro del alcance de protección de la presente invención. Por lo tanto, el alcance de protección de la presente invención estará sujeto al alcance de protección de las reivindicaciones.

## REIVINDICACIONES

**1.** Un método de asignación de ruta óptica, en donde el método se aplica a una red superpuesta que comprende una capa de Protocolo Internet, IP, y una capa óptica, comprendiendo la capa IP múltiples nodos IP, gestionados por un nodo de control de IP, cuya capa óptica incluye múltiples nodos ópticos gestionados por un nodo de control óptico, y el método comprende:

la recepción (101) de una demanda de ajuste de enlace IP, enviada por el nodo de control de IP, en donde la demanda de ajuste de enlace IP incluye un identificador de un primer enlace IP que ha de añadirse o suprimirse;

la obtención (102) de información actual de topología de capa óptica, en donde la información de topología de capa óptica se utiliza para indicar una relación de conexión física entre nodos ópticos a través de los cuales pasan las rutas ópticas en la capa óptica;

la determinación de información de ruta óptica de conformidad con el identificador del primer enlace IP y la información de topología de capa óptica, en donde la información de ruta óptica se utiliza para indicar todas las rutas ópticas en la capa óptica que se obtienen después de la adición o supresión del primer enlace IP, existiendo al menos dos enlaces ópticos que pasan a través de cada nodo óptico interconectado, en la información de ruta óptica, y el nodo óptico interconectado es un nodo óptico conectado a un nodo IP; y

el envío (106) de la información de ruta óptica al nodo de control óptico, de modo que el nodo de control óptico establezca una ruta óptica en la capa óptica, de conformidad con la información de ruta óptica.

**2.** El método según la reivindicación 1, en donde la demanda de ajuste del enlace IP se utiliza para indicar que ha de añadirse una ruta óptica, en la capa óptica, correspondiente al primer enlace IP;

después de obtener la información actual de topología de capa óptica, el método comprende, además:

la obtención (103) de información actual de topología de capa IP, en donde la información de topología de capa IP se utiliza para indicar una relación de conexión entre nodos IP por los que pasan las rutas IP, en la capa IP; y

comprendiendo la determinación de información de ruta óptica, de conformidad con el identificador del primer enlace IP, y la información de topología de capa óptica:

la determinación (104), de conformidad con el identificador del primer enlace IP y la información de topología de la capa IP, de información de ruta IP obtenida después de que se añada el primer enlace IP, en donde cada nodo IP, en la información de ruta IP, está interconectado con al menos dos nodos IP; y

la determinación (105) de la información de ruta óptica de conformidad con la información de ruta IP, y la información de topología de capa óptica, con el fin de determinar la ruta óptica, en la capa óptica, correspondiente al primer enlace IP.

**3.** El método según la reivindicación 2, en donde la determinación, de conformidad con el identificador del primer enlace IP y la información de topología de capa IP, de información de ruta IP, obtenida después del primer enlace IP, comprende:

la adición del primer enlace IP a la información de ruta IP, de conformidad con el identificador del primer enlace IP, en donde el primer enlace IP es un enlace IP entre un primer nodo IP y un segundo nodo IP;

si el primer nodo IP está interconectado solamente con el segundo nodo IP, la adición de un segundo enlace IP entre el primer nodo IP y otro nodo IP a la información de ruta IP; y

si el segundo nodo IP está interconectado solamente con el primer nodo IP, la adición de un tercer enlace IP entre el segundo nodo IP y otro nodo IP a la información de ruta IP.

**4.** El método según la reivindicación 2 o 3, en donde la determinación de la información de ruta óptica, de conformidad con la información de ruta IP y la información de topología de capa óptica, comprende:

la determinación, de conformidad con la información de ruta IP y la información de topología de capa óptica, de información de ruta óptica que es de la capa óptica y que corresponde a cada enlace IP en la información de ruta IP;

la recopilación de estadísticas sobre una cantidad de enlaces ópticos, que pasan a través de cada nodo óptico interconectado, en la información de ruta óptica; y

si existe solamente un enlace óptico que pasa a través de cada nodo óptico interconectado, el reajuste de una ruta óptica, correspondiente a cualquier enlace IP, en la información de ruta óptica hasta que existan al menos dos enlaces ópticos que pasen a través de cada nodo óptico interconectado.

**5.** El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la demanda de ajuste de enlace IP se utiliza para indicar que ha de eliminarse una ruta óptica, en la capa óptica, que corresponde al primer enlace IP; y

comprendiendo la determinación de la información de ruta óptica, de conformidad con el identificador del primer enlace IP, y la información de topología de capa óptica:

la eliminación de la ruta óptica, en la capa óptica, correspondiente al primer enlace IP, a partir de la información de ruta óptica;

la recopilación de estadísticas sobre una cantidad de enlaces ópticos, que pasan a través de cada nodo óptico interconectado, en la información de ruta óptica; y

si existe solamente un enlace óptico que pasa a través de cada nodo óptico interconectado, el reajuste de una ruta óptica, correspondiente a cualquier enlace IP, en la información de ruta óptica hasta que existan al menos dos enlaces ópticos que pasen a través de cada nodo óptico interconectado.

**6.** El método según la reivindicación 5, antes de eliminar la ruta óptica, en la capa óptica, correspondiente al primer enlace IP de la información de ruta óptica, que comprende, además:

la eliminación del primer enlace IP de la información de ruta IP; y

si existe solamente un enlace IP que pasa a través de cualquier nodo IP, el reajuste de una relación de conexión entre nodos IP en la información de ruta IP, de modo que cada nodo IP esté interconectado con al menos dos nodos IP.

**7.** El método según la reivindicación 4 o 5, comprendiendo la recopilación de estadísticas sobre una cantidad de enlaces ópticos, que pasan a través de cada nodo óptico interconectado, en la información de ruta óptica:

el corte de una red de topología, conectada a un primer nodo óptico interconectado, en la información de ruta óptica usando cualquier línea de corte, en donde el primer nodo óptico interconectado es uno cualquiera de entre la totalidad de nodos ópticos interconectados en la capa óptica; y

la utilización de una cantidad de enlaces ópticos por los que pasa la línea de corte como una cantidad de enlaces ópticos que pasan a través del primer nodo óptico interconectado.

**8.** Un aparato de asignación de ruta óptica, en donde el aparato de asignación se aplica a una red superpuesta que comprende una capa de Protocolo Internet, IP, y una capa óptica, comprendiendo la capa IP múltiples nodos IP gestionados por un nodo de control de IP, la capa óptica comprende múltiples nodos ópticos gestionados por un nodo de control óptico, y el aparato de asignación comprende:

una unidad de obtención (21), configurada para recibir una demanda de ajuste de enlace IP enviada por el nodo de control de IP, en donde la demanda de ajuste de enlace IP incluye un identificador de un primer enlace IP que ha de añadirse o suprimirse; y para obtener información actual de topología de capa óptica, en donde la información de topología de capa óptica se utiliza para indicar una relación de conexión física entre nodos ópticos a través de los cuales pasan las rutas ópticas en la capa óptica;

una unidad de determinación (22), configurada para determinar información de ruta óptica de conformidad con el identificador del primer enlace IP y la información de topología de capa óptica, en donde la información de ruta óptica se utiliza para indicar todas las rutas ópticas, en la capa óptica, que se obtienen después de que se añada o elimine el primer enlace IP, existiendo al menos dos enlaces ópticos que pasan a través de cada nodo óptico interconectado, en la información de ruta óptica, y el nodo óptico interconectado es un nodo óptico conectado a un nodo IP; y

una unidad de envío (23), configurada para enviar la información de ruta óptica al nodo de control óptico, de modo que el nodo de control óptico establezca una ruta óptica en la capa óptica de conformidad con la información de ruta óptica.

**9.** El aparato de asignación según la reivindicación 8, en donde la demanda de ajuste de enlace IP se utiliza para indicar que ha de añadirse una ruta óptica, en la capa óptica, correspondiente al primer enlace IP;

la unidad de obtención está configurada, además, para obtener información de topología de capa IP actual, en donde la información de topología de capa IP se utiliza para indicar una relación de conexión entre nodos IP por los que pasan las rutas IP en la capa IP; y

la unidad de determinación está concretamente configurada para determinar, de conformidad con el identificador del primer enlace IP, y la información de topología de capa IP, la información de ruta IP obtenida después de que se añade el primer enlace IP, en donde cada nodo IP, en la información de ruta IP, está interconectado con al menos dos nodos IP; y para determinar la información de ruta óptica de conformidad con la información de ruta IP y la información de topología de capa óptica, con el fin de determinar la ruta óptica, en la capa óptica, que corresponde al primer enlace IP.

**10.** El aparato de asignación según la reivindicación 9, en donde

la unidad de determinación está configurada, específicamente, para añadir el primer enlace IP a la información de ruta IP, de conformidad con el identificador del primer enlace IP, en donde el primer enlace IP es un enlace IP entre un primer nodo IP y un segundo nodo IP; si el primer nodo IP está interconectado solamente con el segundo nodo IP, la adición de un segundo enlace IP entre el primer nodo IP y otro nodo IP, a la información de ruta IP; y si el segundo nodo IP está interconectado solamente con el primer nodo IP, la adición de un tercer enlace IP entre el segundo nodo IP y otro nodo IP, a la información de ruta IP.

**11.** El aparato de asignación según la reivindicación 9 o 10, en donde

la unidad de determinación está configurada específicamente para determinar, de conformidad con la información de ruta IP y la información de topología de capa óptica, información de ruta óptica que es de la capa óptica y que corresponde a cada enlace IP, en la información de ruta IP; para recopilar estadísticas sobre una cantidad de enlaces ópticos, que pasan a través de cada nodo óptico interconectado, en la información de ruta óptica; y si solamente existe un enlace óptico que pasa a través de cada nodo óptico interconectado, el reajuste de una ruta óptica, correspondiente a cualquier enlace IP, en la información de ruta óptica hasta que existan al menos dos enlaces ópticos que pasen a través de cada nodo óptico interconectado.

**12.** El aparato de asignación según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, en donde la demanda de ajuste del enlace IP se utiliza para indicar que ha de eliminarse una ruta óptica, en la capa óptica, correspondiente al primer enlace IP; y

la unidad de determinación está configurada, específicamente, para eliminar la ruta óptica, en la capa óptica, correspondiente al primer enlace IP a partir de la información de ruta óptica; para recopilar estadísticas sobre una cantidad de enlaces ópticos, que pasan a través de cada nodo óptico interconectado, en la información de ruta óptica; y si existe solamente un enlace óptico que pasa a través de cada nodo óptico interconectado, el reajuste de una ruta óptica, correspondiente a cualquier enlace IP, en la información de ruta óptica hasta que existan al menos dos enlaces ópticos que pasen a través de cada nodo óptico interconectado.

**13.** El aparato de asignación según la reivindicación 12, en donde

la unidad de determinación está configurada, específicamente, para eliminar el primer enlace IP desde la información de ruta IP; y si solamente existe un enlace IP que pasa a través de cualquier nodo IP, para reajustar una relación de conexión entre nodos IP en la información de ruta IP, de modo que cada nodo IP esté interconectado con al menos dos nodos IP.

**14.** El aparato de asignación según la reivindicación 11 o 12, en donde

la unidad de determinación está configurada, específicamente, para cortar una red de topología, conectada a un primer nodo óptico interconectado, en la información de ruta óptica utilizando cualquier línea de corte, en donde el primer nodo óptico interconectado es uno cualquiera de entre la totalidad de nodos ópticos interconectados en la capa óptica; y para utilizar una cantidad de enlaces ópticos, a través de los cuales pasa la línea de corte, como una cantidad de enlaces ópticos que pasan a través del primer nodo óptico interconectado.

**15.** Un aparato de asignación de ruta óptica, en donde el aparato de asignación se aplica a una red superpuesta que comprende una capa de Protocolo Internet, IP y una capa óptica, comprendiendo la capa IP múltiples nodos IP gestionados por un nodo de control de IP, la capa óptica comprende múltiples nodos ópticos que se gestionan por un nodo de control óptico, y el aparato de asignación comprende un procesador, una memoria, un bus y una interfaz de comunicaciones, en donde

la memoria está configurada para memorizar una instrucción ejecutable por ordenador, el procesador y la memoria están conectados mediante el bus, y cuando se ejecuta el aparato de asignación, el procesador ejecuta la instrucción ejecutable por ordenador que se memoriza en la memoria, de modo que el aparato de asignación realiza el método de asignación de ruta óptica, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.

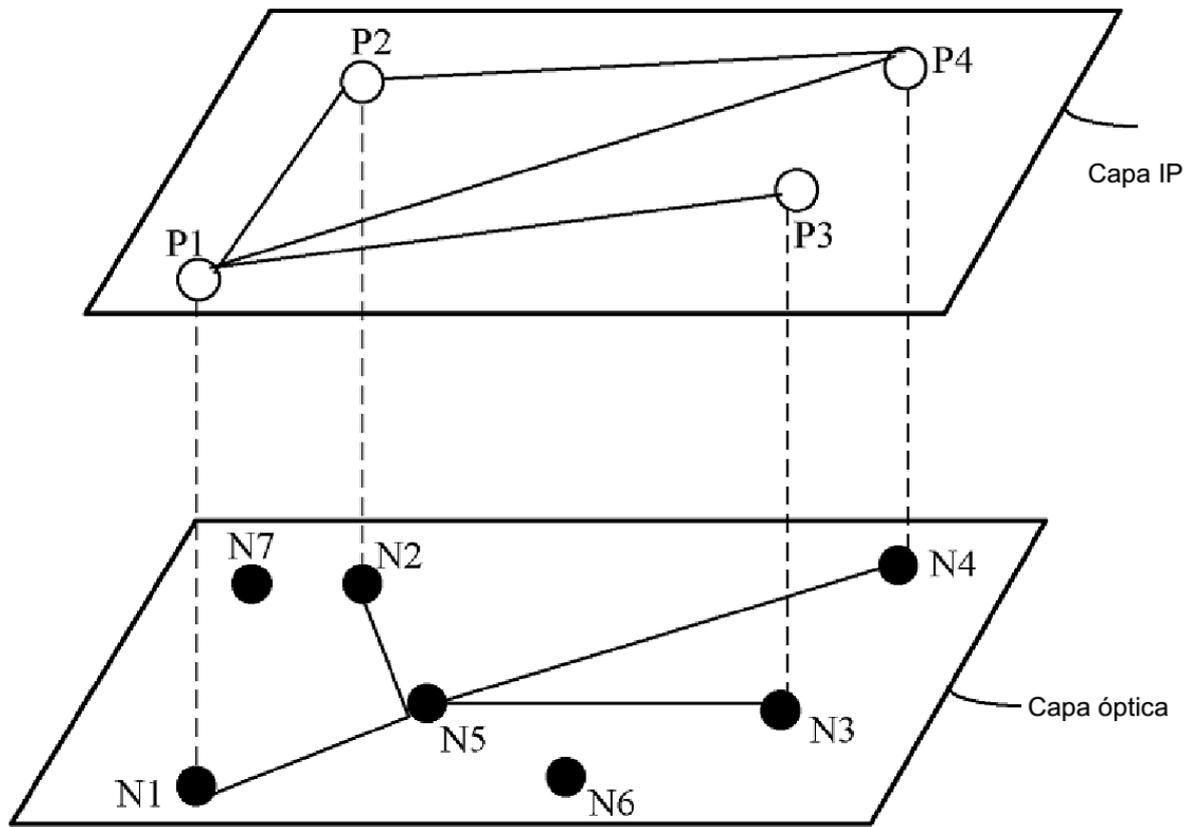


FIG. 1

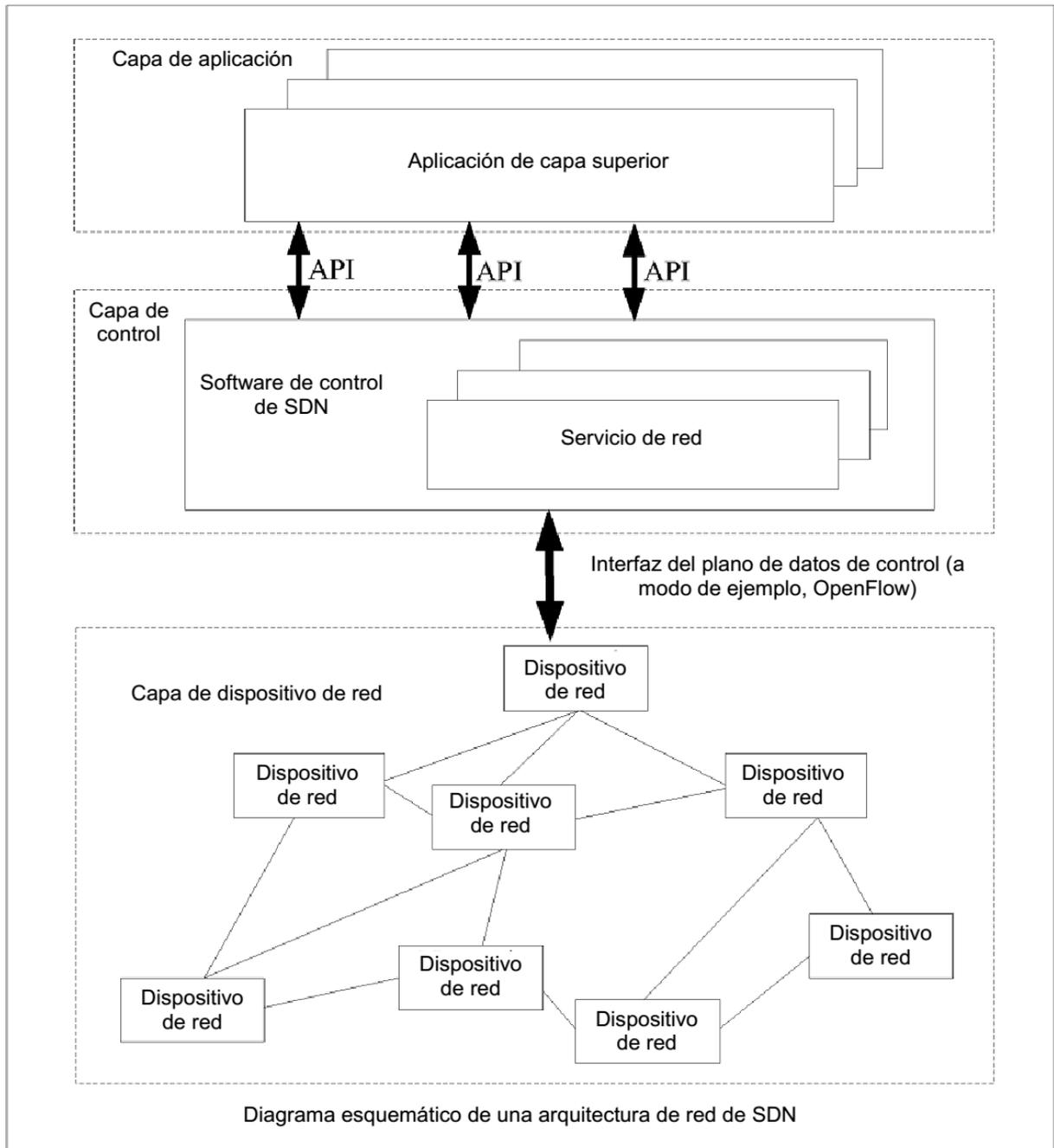


FIG. 2

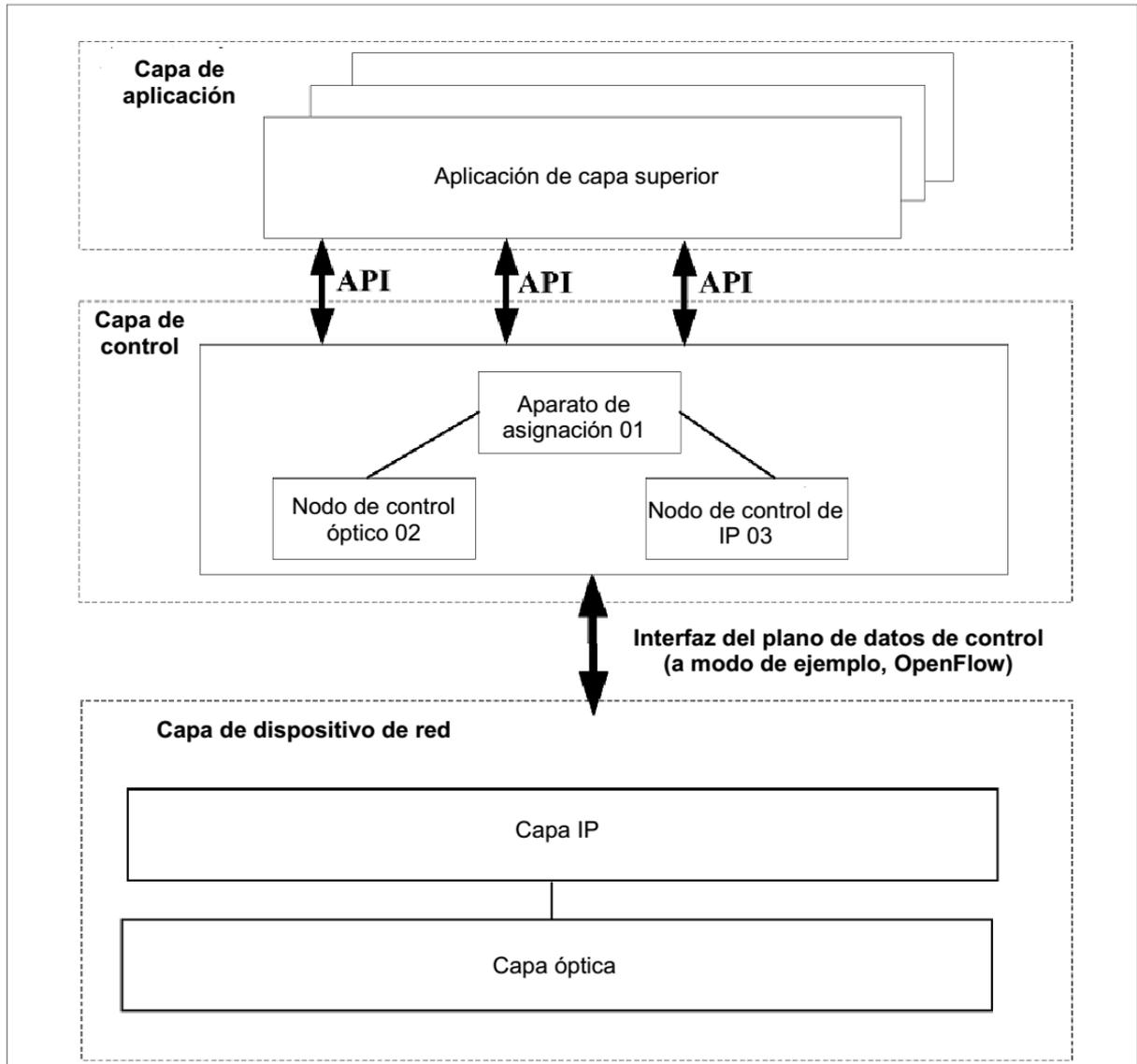


FIG. 3

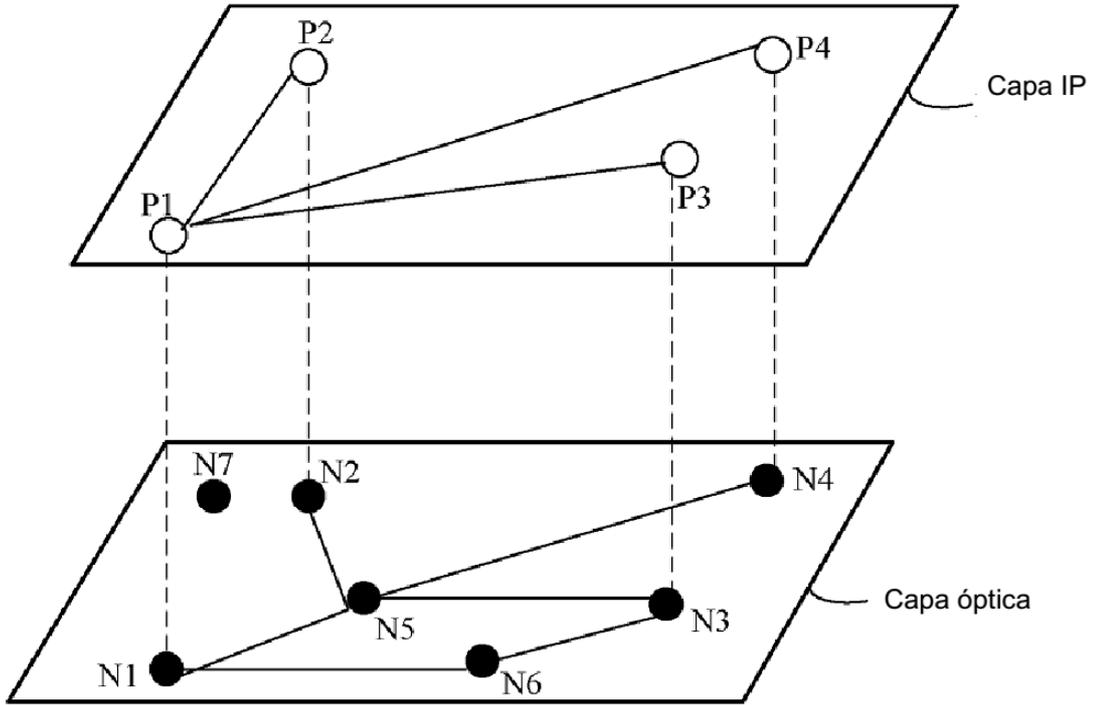


FIG. 4

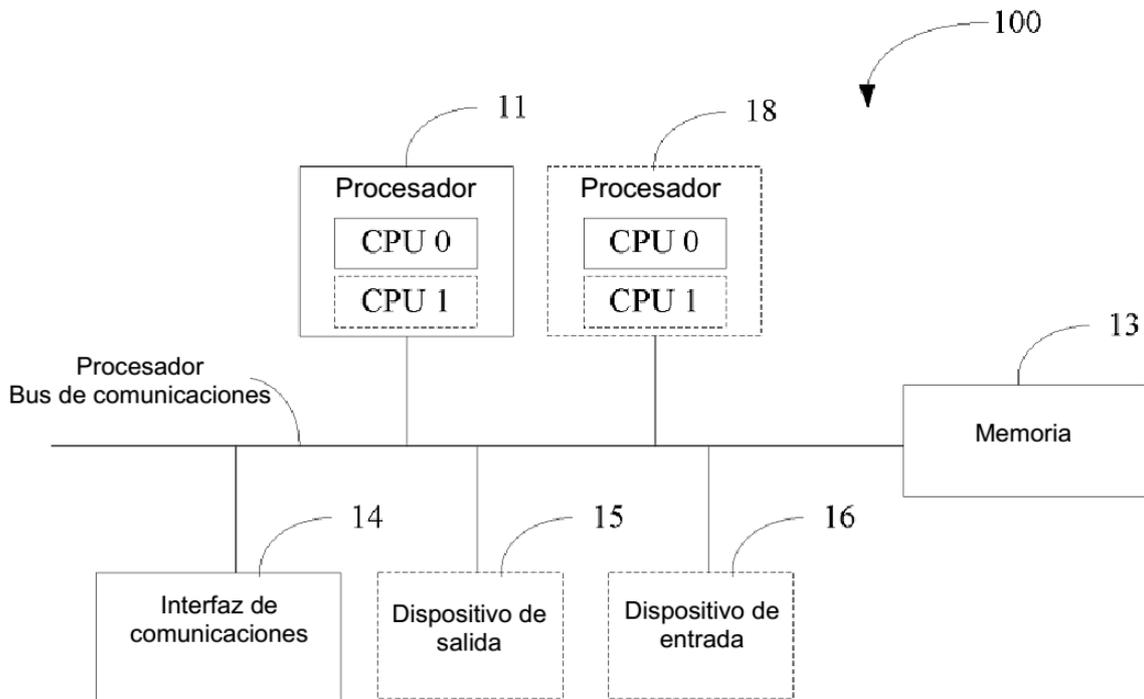


FIG. 5

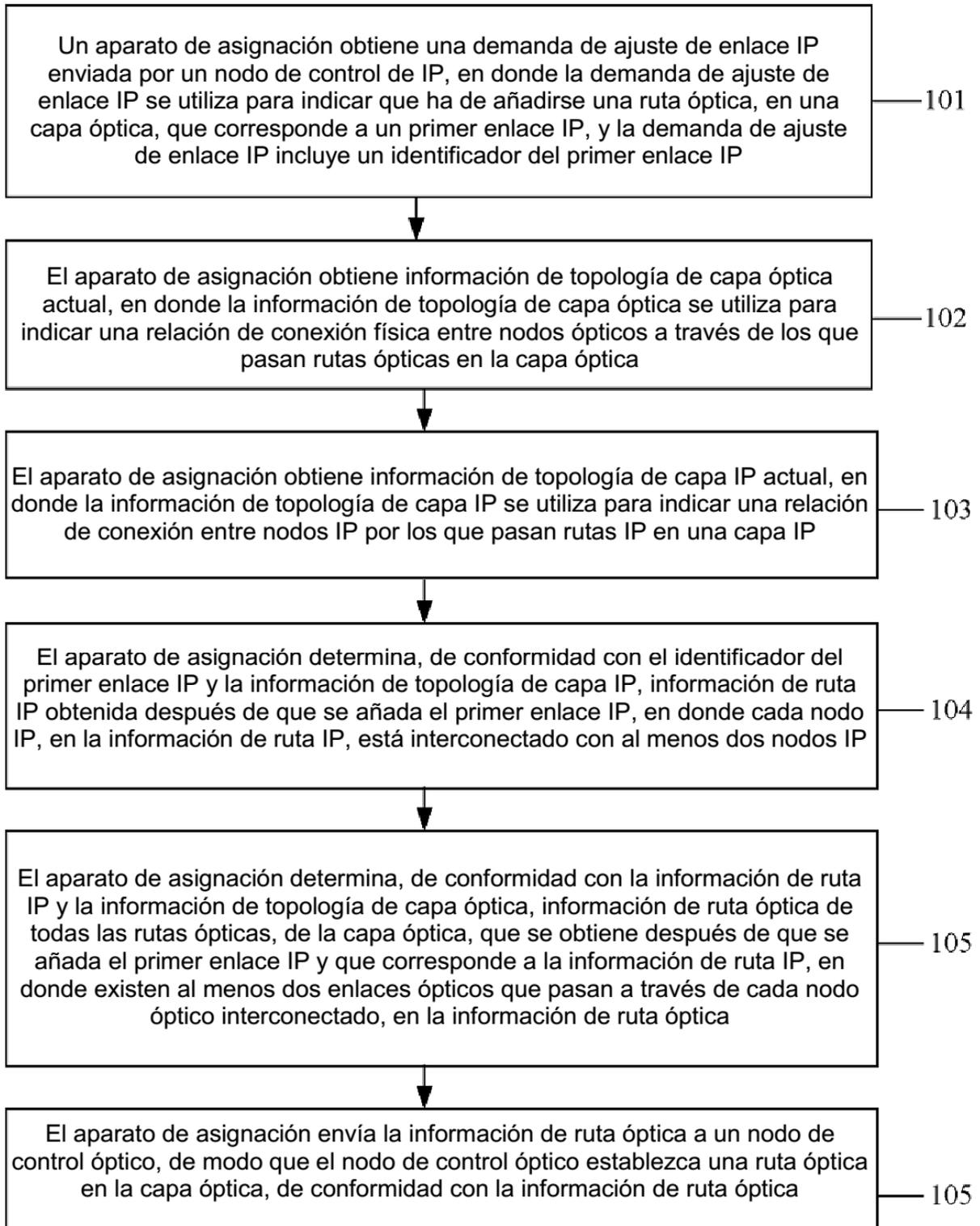


FIG. 6

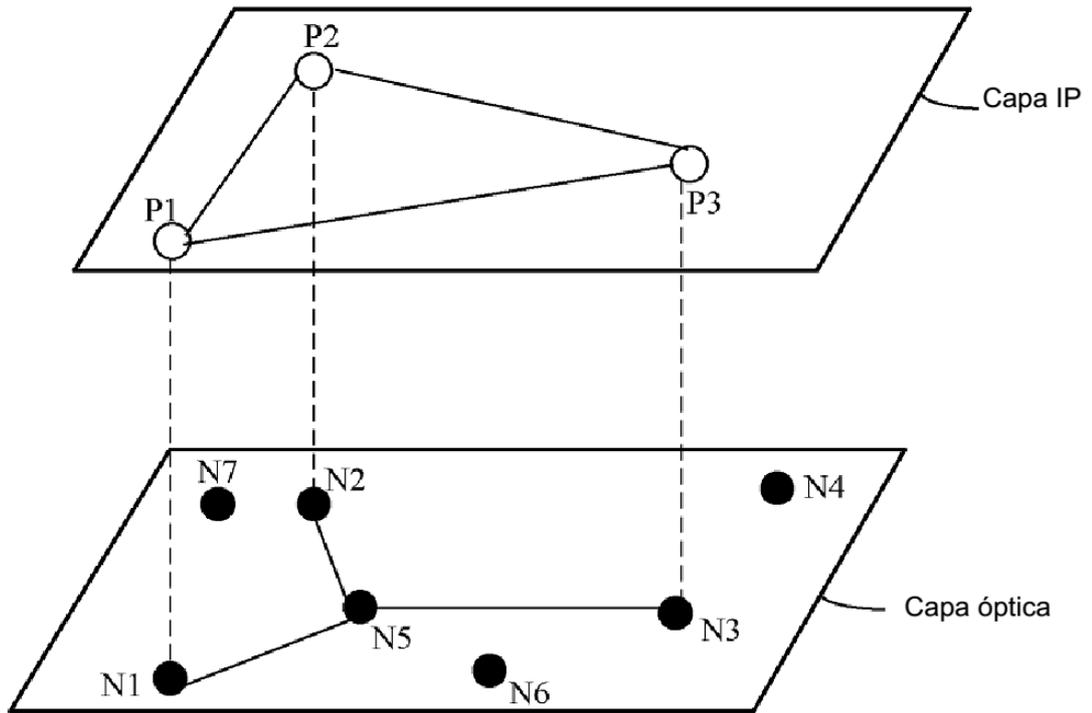


FIG. 7

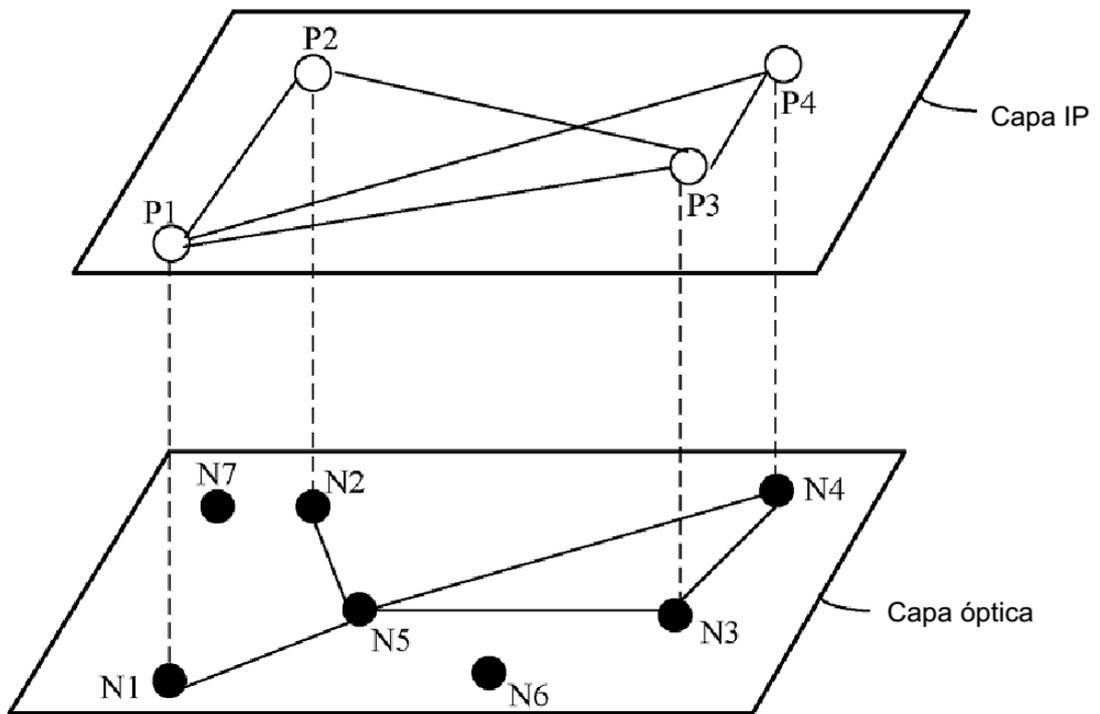


FIG. 8

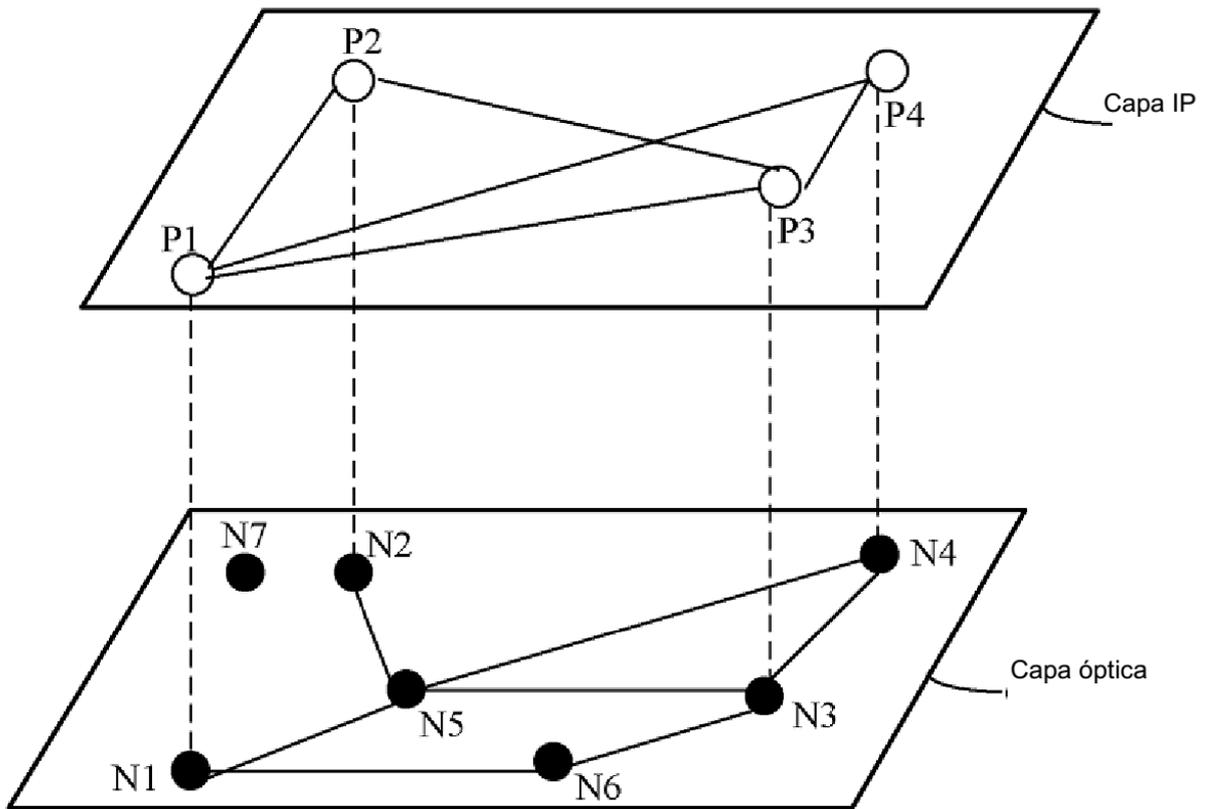


FIG. 9

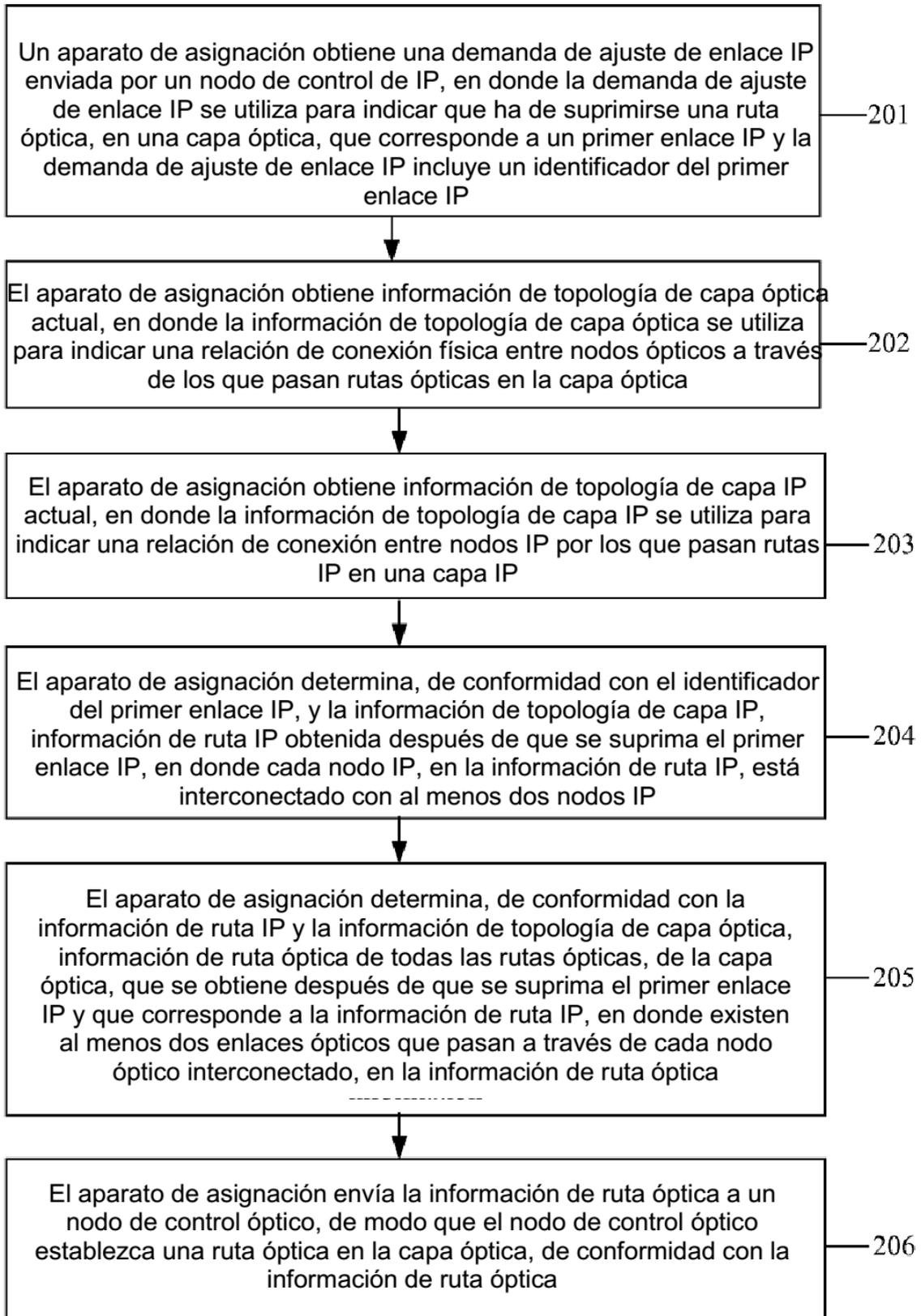


FIG. 10

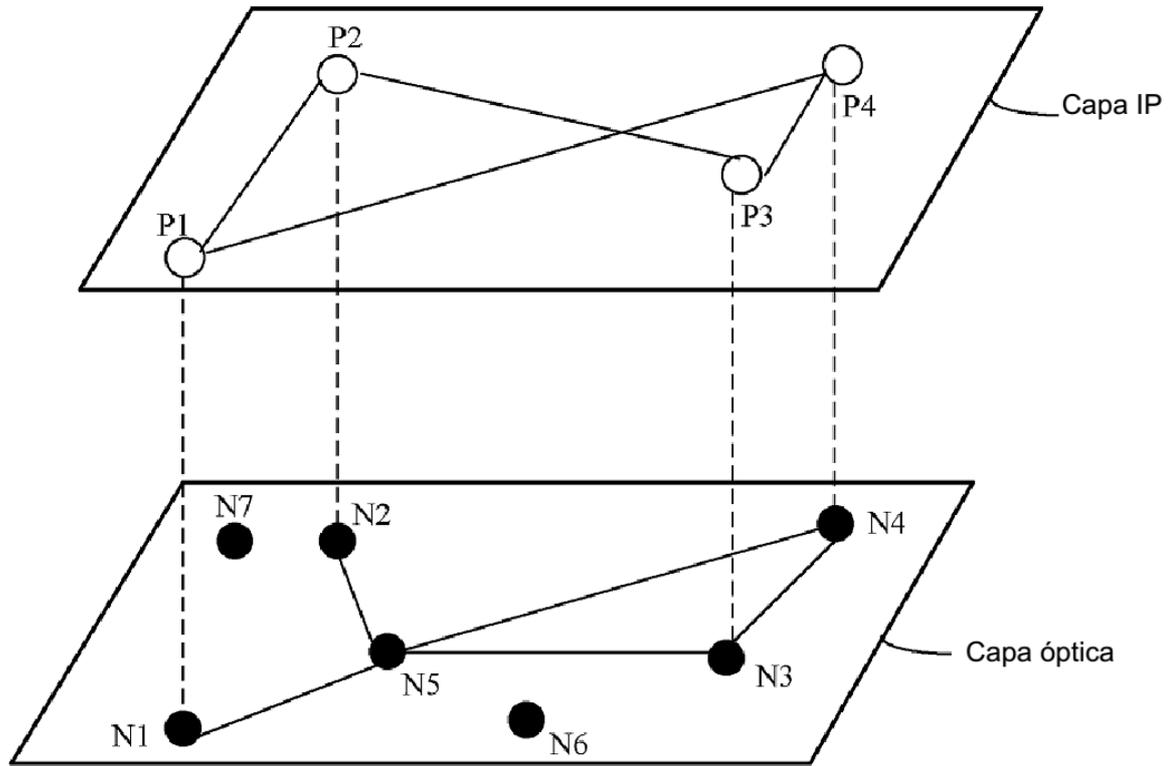


FIG. 11

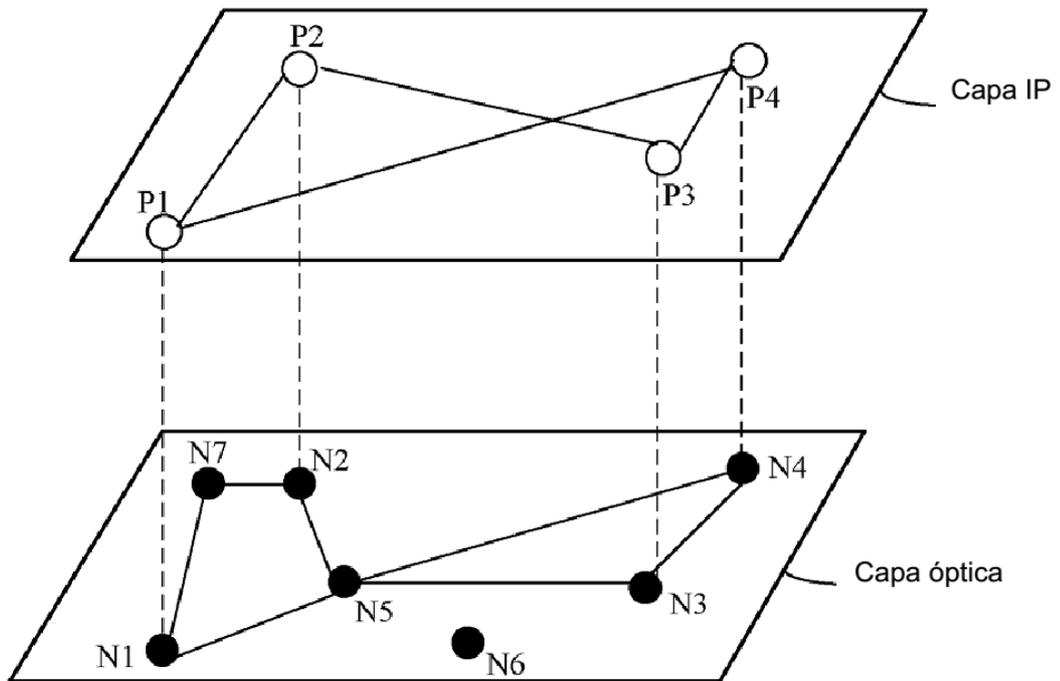


FIG. 12

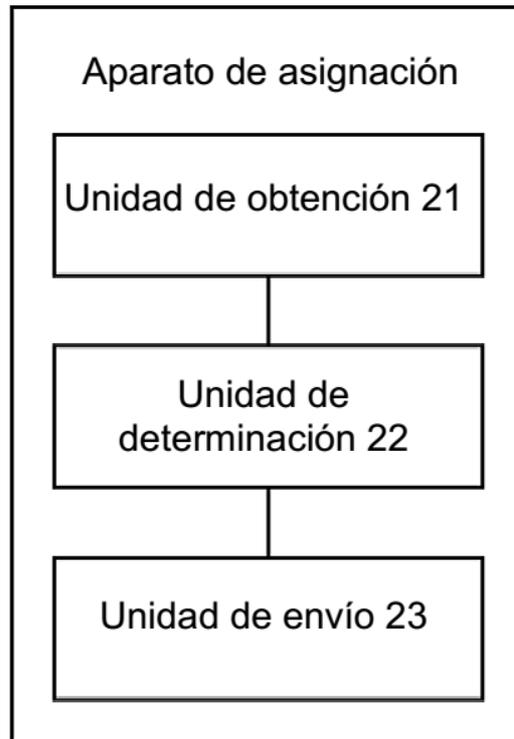


FIG. 13