

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 720 277**

51 Int. Cl.:

H04L 12/70 (2013.01)

H04L 12/701 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.07.2015 PCT/CN2015/083290**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.01.2017 WO17004747**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.07.2015 E 15897403 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.02.2019 EP 3249858**

54 Título: **Método, dispositivo y sistema para cálculo de ruta en red**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.07.2019

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

72 Inventor/es:
**SHI, LEI;
ZHENG, HAOMIAN;
DONG, JIXIONG;
WANG, YUFEI y
ZENG, FENG**

74 Agente/Representante:
LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 720 277 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, dispositivo y sistema para cálculo de ruta en red

Campo técnico

5 La presente invención se refiere al campo de las tecnologías de comunicación y, en particular, a un método, un dispositivo y un sistema para el cálculo de ruta en una red.

Antecedentes

10 Actualmente, una red dentro de una red troncal incluye principalmente una red de IP (Internet Protocol, protocolo de Internet) y óptica multicapa. Un servicio de capa superior se transporta directamente por la red de IP e incluye la encapsulación del servicio, la convergencia multiservicio y la selección de ruta del servicio. Adicionalmente, los datos se transmiten utilizando la red óptica. Por lo general, la red de IP y la red óptica son dos redes independientes y se administran por separado por diferente personal de operación y de mantenimiento. Como resultado, en un caso de un nuevo aprovisionamiento de servicio o un fallo de enlace, un operador necesita que el personal de operación y de mantenimiento de la red de IP y de la red óptica se coordinen, y establecer un nuevo servicio lleva un tiempo relativamente largo. Cuando una red óptica existente no puede cumplir un requisito de servicio de la red de IP, debe habilitarse una nueva ruta óptica y abrir una nueva ruta óptica lleva un tiempo relativamente largo. Cuando se produce un fallo de enlace en la red óptica, dicho fallo no se puede localizar rápidamente. Por lo tanto, para resolver los problemas anteriores, en el estado de la técnica anterior, se proporciona un concepto de VNTM (Virtual Network Topology Manager, gestor de topología de red virtual). Se mejora la eficiencia de la apertura de un nuevo servicio, se acelera la restauración colaborativa de las redes y se mejora la utilización de toda la red por medio de la gestión colaborativa óptica y de IP, y utilizando una arquitectura de red de SDN (red definida por software) y la operación y el mantenimiento automáticos en línea.

25 En la red de IP y en la red óptica, los enlaces de IP comparten un recurso reservado de capa óptica y un enlace óptico puede compartirse por múltiples enlaces de IP al mismo tiempo. Por lo tanto, cuando se establecen múltiples enlaces en una capa de IP al mismo tiempo, dado que los enlaces de IP comparten un recurso, el cálculo de ruta falla fácilmente. En una solución existente, cuando se calculan múltiples rutas, primero un PCE (Path Computation Elemento, elemento de cálculo de ruta) de IP realiza una vez el cálculo de ruta y, una vez que el cálculo de ruta realizado por el PCE de IP falla, se realiza nuevamente el cálculo de ruta en combinación con un PCE óptico. Si el cálculo de ruta por el PCE óptico falla, se devuelve la información del fallo y se detiene el cálculo de ruta. Por lo tanto, se produce un fallo de cálculo de ruta fácilmente si el cálculo de ruta se realiza utilizando la técnica anterior. Incluso si hay una ruta disponible en la red, la ruta disponible no se puede calcular, reduciendo así la utilización de recursos de toda la red.

35 En el documento EP 2 843 888 A1, un controlador centralizado proporciona configuración dinámica de ruta de red de extremo a extremo a través de múltiples capas de red. En particular, el controlador centralizado gestiona la configuración de ruta de red de extremo a extremo que provisiona una ruta tanto en la capa de red de transporte (p. ej., óptica) como en la capa de red de servicio (p. ej., IP/MPLS). El controlador centralizado realiza el cálculo de ruta para una ruta óptica en la capa de red de transporte y para una ruta en la capa de red de servicio, que transporta el tráfico de red en la ruta óptica de transporte subyacente, en base a la información obtenida por el controlador centralizado desde los componentes de red subyacentes en ambas capas.

40 Las realizaciones del documento EP 2 658 149 A1 dan a conocer un método y un aparato de recuperación de red. El método incluye: cuando se produce un fallo en una capa óptica de una red, adquirir un estado de red y recursos disponibles en la red; donde los recursos disponibles incluyen recursos inactivos en la capa óptica y en una capa de IP, y un recurso intacto en un LSP de capa óptica en la que se produce un fallo y un recurso intacto en un enlace de IP correspondiente a un LSP; de acuerdo con el estado de la red y utilizando los recursos disponibles, calcular la información de ruta de un nuevo LSP de capa óptica, un correspondiente enlace de IP y la información de configuración correspondiente a los nodos de origen y de destino del enlace de IP; instruir a un nodo de origen del nuevo LSP de capa óptica para que establezca el LSP de capa óptica de acuerdo con la información de ruta del nuevo LSP de capa óptica; y, después de que el LSP de capa óptica se establezca con éxito, instruir a los nodos de origen y de destino del enlace de IP correspondiente al LSP de capa óptica para que establezca el enlace de IP y, entregar, a los nodos de origen y destino, la información de configuración correspondiente a ellos.

50 Cholda, P., et. al., en "Recovery and Its Quality in Multilayer Networks", Journal of Lightwave Technology, IEEE Service Center, Nueva York, NY, EE. UU., presenta un tutorial sobre métodos de recuperación multicapa. No se enfatiza sobre su operación procedimental, sino más bien sobre su evaluación y diferenciación de la calidad en base a los parámetros de fiabilidad (p. ej., disponibilidad, tiempo de recuperación) y otras características relevantes (p. ej.,

tráfico afectado, sobrecarga de estado). Se proporciona un breve resumen de la terminología relacionada con las redes multicapa. Después, se presenta una descripción general de los métodos de recuperación, con enfoque en la recuperación multicapa. A continuación, se proporcionan características de calidad que permiten la evaluación de la recuperación multicapa junto con enfoques generales para la diferenciación del servicio en base a la resiliencia.

5 Resumen

Las realizaciones de la presente invención proporcionan un método y un aparato para el cálculo de ruta en una red, lo que puede mejorar la utilización de los recursos de red.

De acuerdo con un primer aspecto, una realización de la presente invención proporciona un método para el cálculo de ruta en una red, que incluye:

- 10 si un elemento de cálculo de ruta de protocolo de Internet, PCE de IP, falla al realizar el cálculo de ruta en una red de IP, activar un PCE óptico para realizar el cálculo de ruta en una red óptica;
 si el PCE óptico falla al realizar el cálculo de ruta en la red óptica, devolver, mediante el PCE óptico, la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica al PCE de IP; y
 15 recalcular, mediante el PCE de IP, una ruta desde un nodo de origen a un nodo de destino de acuerdo con la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica.

Con referencia al primer aspecto, en una primera manera de implementación posible del primer aspecto, la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica incluye al menos, una identidad de enrutador de conmutación de etiquetas, ID de LSR, del nodo de origen, una ID de LSR del nodo de destino, o la información del grupo de colisión de recurso compartido, SRcLG.

- 20 Con referencia al primer aspecto o a la primera manera de implementación posible del primer aspecto, en una segunda manera de implementación posible del primer aspecto, el recálculo de una ruta desde un nodo de origen a un nodo de destino incluye, además:

- 25 registrar la duración del recálculo de ruta, donde, cuando la duración del recálculo de ruta es mayor que un primer valor preestablecido, el cálculo de ruta falla; o
 registrar una cantidad de veces de recálculos de ruta, donde, cuando la cantidad de veces de recálculos de ruta es mayor que un segundo valor preestablecido, el cálculo de ruta falla.

Con referencia al primer aspecto o a una de la primera y segunda maneras de implementación posibles del primer aspecto, en una tercera manera de implementación posible del primer aspecto, después de la activación de un PCE óptico para realizar el cálculo de ruta en una red óptica, el método incluye, además:

- 30 si el PCE óptico logra realizar el cálculo de ruta, devolver un mensaje de éxito de cálculo de ruta al PCE de IP; y
 establecer, mediante el PCE de IP, una correspondencia entre un enlace de IP y un enlace óptico, de acuerdo con el mensaje de éxito de cálculo de ruta, y establecer la ruta desde el nodo de origen al nodo de destino.

- 35 Con referencia al primer aspecto o una cualquiera de la primera a tercera maneras de implementación posibles del primer aspecto, en una cuarta manera de implementación posible del primer aspecto, la activación de un PCE óptico para realizar el cálculo de ruta en una red óptica incluye, además:

- 40 activar, mediante el PCE de IP utilizando un gestor de topología de red virtual VNTM, el PCE óptico para que realice el cálculo de ruta en la red óptica; y
 devolver, mediante el PCE óptico, la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica al PCE de IP utilizando el VNTM.

De acuerdo con un segundo aspecto, una realización de la presente invención proporciona un aparato para el cálculo de ruta en una red, que incluye:

- 45 una segunda unidad de cálculo, configurada para: si una primera unidad de cálculo falla al realizar el cálculo de ruta en una red de IP, realizar, mediante la segunda unidad de cálculo, el cálculo de ruta en una red óptica;
 una primera unidad de envío, configurada para: si la segunda unidad de cálculo falla al realizar el cálculo de ruta en la red óptica, devolver, mediante la segunda unidad de cálculo, la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica a la primera unidad de cálculo, donde
 la primera unidad de cálculo está configurada además para recalcular una ruta desde un nodo de origen a un nodo de destino, de acuerdo con la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica.

- 50 Con referencia al segundo aspecto, en una primera manera de implementación posible del segundo aspecto, la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica incluye al menos uno de una identidad de enrutador de conmutación de etiquetas, ID de LSR, del nodo de origen, una ID de LSR del nodo de destino, o la información del grupo de colisión de recurso compartido, SRcLG.

Con referencia al segundo aspecto o la primera manera de implementación posible del segundo aspecto, en una segunda manera de implementación posible del segundo aspecto, el aparato incluye, además:

una unidad de registro, configurada para registrar la duración del recálculo de ruta, donde, cuando la duración del recálculo de ruta es mayor que un primer valor preestablecido, el cálculo de ruta falla; o

la unidad de registro, configurada para registrar una cantidad de veces de recálculos de ruta, donde, cuando la cantidad de veces de recálculos de ruta es mayor que un segundo valor preestablecido, el cálculo de ruta falla.

Con referencia al segundo aspecto o una de la primera y la segunda maneras de implementación posibles del segundo aspecto, en una tercera manera de implementación posible del segundo aspecto, el aparato incluye, además:

una segunda unidad de envío, configurada para: si la segunda unidad de cálculo logra realizar el cálculo de ruta, devolver un mensaje de éxito de cálculo de ruta a la primera unidad de cálculo; y

una unidad de establecimiento de ruta, configurada para: establecer una correspondencia entre un enlace de IP y un enlace óptico, de acuerdo con el mensaje de éxito de cálculo de ruta, y establecer la ruta desde el nodo de origen al nodo de destino.

Con referencia al segundo aspecto o una cualquiera de la primera a tercera maneras de implementación posibles del segundo aspecto, en una cuarta manera de implementación posible del segundo aspecto,

la primera unidad de cálculo activa, utilizando un gestor de topología de red virtual VNTM, la segunda unidad de cálculo para que realice el cálculo de ruta en la red óptica; y

la segunda unidad de cálculo devuelve la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica a la primera unidad de cálculo utilizando el VNTM.

De acuerdo con un tercer aspecto, una realización de la presente invención proporciona un sistema para el cálculo de ruta en una red, donde el sistema incluye al menos un elemento de cálculo de ruta de protocolo de Internet, PCE de IP, y un PCE óptico, donde

el PCE óptico está configurado para: si el elemento de cálculo de ruta de protocolo de Internet, PCE de IP, falla al realizar el cálculo de ruta en una red de IP, realizar el cálculo de ruta en una red óptica;

el PCE óptico está además configurado para: si el PCE óptico falla al realizar el cálculo de ruta en la red óptica, devolver la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica al PCE de IP; y

el PCE de IP está configurado para recalcular una ruta desde un nodo de origen a un nodo de destino, de acuerdo con la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica.

Con referencia al tercer aspecto, en una primera manera de implementación posible del tercer aspecto, la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica devuelta por el PCE óptico al PCE de IP, incluye al menos una ID de LSR del nodo de origen, una ID de LSR del nodo de destino y el SRcLG.

Con referencia al tercer aspecto o la primera manera de implementación posible del tercer aspecto, en una segunda manera de implementación posible del tercer aspecto,

se registra la duración del recálculo de ruta y, cuando la duración del recálculo de ruta es mayor que un primer valor preestablecido, el cálculo de ruta falla; o

se registra una cantidad de veces de recálculos de ruta y, cuando la cantidad de veces de recálculos de ruta es mayor que un segundo valor preestablecido, el cálculo de ruta falla.

Con referencia al tercer aspecto o una de la primera y segunda maneras de implementación posibles del tercer aspecto, en una tercera manera de implementación posible del tercer aspecto,

el PCE óptico está además configurado para: si el cálculo de ruta tiene éxito, devolver un mensaje de éxito de cálculo de ruta al PCE de IP; y

el PCE de IP está además configurado para: establecer una correspondencia entre un enlace de IP y un enlace óptico, de acuerdo con el mensaje de éxito de cálculo de ruta, y establecer la ruta desde el nodo de origen al nodo de destino.

Con referencia al tercer aspecto o una cualquiera de la primera a tercera maneras de implementación posibles del tercer aspecto, en una cuarta manera de implementación posible del tercer aspecto, el sistema incluye además un gestor de topología de red virtual VNTM, donde

el VNTM está configurado para ser utilizado por el PCE de IP para activar el PCE óptico para realizar el cálculo de ruta en la red óptica; y

el VNTM está configurado además para ser utilizado por el PCE óptico para devolver la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica al PCE de IP.

Las realizaciones de la presente invención proporcionan un método, un aparato y un sistema para el cálculo de ruta en una red, donde un PCE de IP primero calcula una ruta desde un nodo de origen a un nodo de destino en una red de IP; cuando el PCE de IP falla al realizar el cálculo de ruta en la red de IP, un PCE óptico realiza el cálculo de ruta en una red óptica; cuando el PCE óptico falla al realizar el cálculo de ruta en la red óptica, el PCE óptico devuelve la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica al PCE de IP; y, el PCE de IP recalcula la ruta desde el nodo de origen al nodo de destino, de acuerdo con la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica. Comparado con el método de la técnica anterior, en el que el cálculo de ruta se realiza solo una vez en la red de IP y en la red óptica, y el cálculo de una ruta desde el nodo de origen al nodo de destino falla fácilmente, en las soluciones técnicas de la presente invención, después de que cálculo de ruta en la red óptica falle, la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica se devuelve además al PCE de IP de la red de IP y, el PCE de IP, realiza el recálculo de ruta, de acuerdo con la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica, lo que puede asegurar que el cálculo de ruta de servicio de IP tenga éxito cuando haya suficientes recursos de capa óptica, y puede mejorar la utilización de recursos de red.

Breve descripción de los dibujos

Para describir más claramente las soluciones técnicas en las realizaciones de la presente invención, lo siguiente describe brevemente los dibujos adjuntos requeridos para describir las realizaciones. Aparentemente, los dibujos adjuntos en la siguiente descripción muestran meramente algunas realizaciones de la presente invención y un experto en la técnica todavía puede derivar sin esfuerzos creativos otros dibujos a partir de estos dibujos adjuntos.

La FIG. 1a es un diagrama esquemático de un escenario de topología de red, de acuerdo con una realización de la presente invención;

la FIG. 1b es un diagrama esquemático de otro escenario de topología de red, de acuerdo con una realización de la presente invención;

la FIG. 2 es un diagrama de flujo de un método para el cálculo de ruta en una red, de acuerdo con una realización de la presente invención;

la FIG. 3 es un diagrama esquemático de una topología, de acuerdo con una realización de la presente invención;

la FIG. 4a es un diagrama esquemático de una correspondencia entre una red de IP y una red óptica, de acuerdo con una realización de la presente invención;

la FIG. 4b es un diagrama esquemático de otra correspondencia entre una red de IP y una red óptica, de acuerdo con una realización de la presente invención;

la FIG. 5 es un diagrama de flujo de otro método para el cálculo de ruta en una red, de acuerdo con una realización de la presente invención;

la FIG. 6 es un diagrama de flujo de otro método para el cálculo de ruta en una red, de acuerdo con una realización de la presente invención;

la FIG. 7 es un diagrama de flujo de otro método para el cálculo de ruta en una red, de acuerdo con una realización de la presente invención;

la FIG. 8 es un diagrama de composición esquemático de un aparato para el cálculo de ruta en una red, de acuerdo con una realización de la presente invención;

la FIG. 9 es un diagrama de composición esquemático de otro aparato para el cálculo de ruta en una red, de acuerdo con una realización de la presente invención;

la FIG. 10 es un diagrama de composición esquemático de otro aparato para el cálculo de ruta en una red, de acuerdo con una realización de la presente invención;

la FIG. 11 es un diagrama de composición esquemático de otro aparato para el cálculo de ruta en una red, de acuerdo con una realización de la presente invención; y

la FIG. 12 es un diagrama de composición esquemático de un sistema para el cálculo de ruta en una red, de acuerdo con una realización de la presente invención.

Descripción de las realizaciones

Lo siguiente describe clara y completamente las soluciones técnicas en las realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos en las realizaciones de la presente invención. Aparentemente, las realizaciones descritas son solamente algunas, pero no todas las realizaciones de la presente invención. Todas las demás realizaciones obtenidas por un experto en la técnica sin esfuerzos creativos en base a las realizaciones de la presente invención, deberán caer dentro del alcance de protección de la presente invención.

Una realización de la presente invención proporciona un método para el cálculo de ruta en una red, aplicado a una arquitectura de red multicapa de IP y óptica. Como se muestra en la FIG. 1a, La arquitectura de red incluye una red de IP, una red óptica, un PCE de IP y un PCE óptico. La red óptica incluye recursos físicos, tales como una fibra y un dispositivo de red óptica, para proporcionar un recurso de enlace físico configurado estáticamente para una capa de IP. La red de IP incluye un enlace de IP y múltiples nodos, utilizados para transportar un servicio de capa superior. El PCE es una entidad funcional en una red y es especialmente responsable del cálculo de ruta, y el PCE puede estar ubicado en cualquier lugar de la red, puede estar integrado dentro de un dispositivo de red o puede ser un dispositivo independiente. Un PCE ubicado en una capa de IP es un PCE de IP y un PCE ubicado en una capa óptica es un PCE óptico. En base a una arquitectura de red conocida y a una restricción, el PCE calcula, de acuerdo con una ruta existente y con una solicitud de cálculo de ruta, una ruta óptima que cumpla la restricción. La restricción incluye una restricción estática, tal como una distancia de nodo entre enrutadores, un ancho de banda, o una capacidad de línea de un dispositivo de red óptica, e incluye además una restricción dinámica, tal como un estado de fallo de la red o la información de congestión de la red.

Con referencia a la arquitectura de red mostrada en la FIG. 1a, se describe que la capa de IP y la capa óptica tienen PCE respectivos. Si se va a establecer una ruta de H1 a H4 de la capa de IP, se realiza el siguiente procedimiento:

Paso 1: H1 envía, a un PCE de IP, una solicitud para calcular una ruta desde H1 a H4.

Paso 2: El PCE de IP selecciona, respectivamente, H2 y H3 como ingreso y egreso para entrar y salir de una red óptica.

Paso 3: El PCE de IP solicita un PCE óptico para calcular una ruta desde H2 a H3.

Paso 4: El PCE óptico devuelve una ruta de H2-L1-L2-H3 al PCE de IP.

Paso 5: El PCE de IP devuelve una ruta de H1-H2-L1-L2-H3-H4 a H1.

El PCE de IP y el PCE óptico pueden realizar adicionalmente una gestión colaborativa utilizando un VNTM, como se muestra en la FIG. 2b. Por ejemplo, cuando el PCE óptico falla al realizar el cálculo de ruta en la red óptica, el PCE óptico devuelve la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica al VNTM. El VNTM envía la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica al PCE de IP y, el PCE de IP, realiza el recálculo de ruta, de acuerdo con la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica.

Lo siguiente utiliza como ejemplo una arquitectura de red, correspondiente a la FIG. 1a, para describir en detalle cómo el método de la presente invención se implementa específicamente en base a la arquitectura de red en la FIG. 1a, como se muestra en la FIG. 2, que incluyen:

101: Un nodo de origen envía una solicitud de cálculo de ruta a un PCE de IP.

Antes de que se establezca una conexión de servicio entre el nodo de origen y un nodo de destino, el nodo de origen envía una solicitud de cálculo de ruta al PCE de IP para solicitar al PCE de IP que calcule una ruta de conexión entre el nodo de origen y el nodo de destino, de modo que el nodo de origen establezca una conexión con el nodo de destino. La solicitud de cálculo de ruta enviada por el nodo de origen al PCE de IP incluye una ID (Identity, identidad) de LSR (Label Switching Router, enrutador de conmutación de etiquetas) del nodo de destino, donde la ID de LSR del nodo de destino se utiliza para identificar el nodo de destino. La solicitud de cálculo de ruta puede incluir además una ID de LSR del nodo de origen, donde la ID de LSR del nodo de origen se utiliza para identificar el nodo de origen.

102: El PCE de IP calcula una ruta desde el nodo de origen al nodo de destino en una red de IP, de acuerdo con la solicitud de cálculo de ruta.

Como se muestra en la FIG. 3, la red incluye seis nodos de red: R1, R2, R3, R4, R5 y R6. Si el nodo de origen es R1, el nodo de origen necesita establecer una conexión con el nodo R5 de destino, y el PCE de IP comienza a

realizar el cálculo de ruta de acuerdo con la solicitud de cálculo de ruta enviada por el nodo de origen. La ruta calculada por el PCE de IP puede ser R1-R3-R5, puede ser R1-R4-R5, o puede ser una ruta que pase a través de otro nodo intermedio a R5, lo cual no se lista uno a uno para su descripción en el presente documento.

5 103: Cuando falla al realizar el cálculo de ruta en la red de IP, el PCE de IP activa un PCE óptico para realizar el cálculo de ruta en una red óptica.

10 Como se muestra en la FIG. 3, el PCE de IP falla al realizar el cálculo de ruta en la red de IP. Cuando dos o más de dos servicios, por ejemplo, un servicio 1 y un servicio 2, necesitan establecer simultáneamente una conexión de servicio entre R1 y R2, el PCE de IP primero calcula una ruta desde R1 a R2, siendo R1-R2. Sin embargo, cuando solo se puede proporcionar un ancho de banda de 5 G entre R1 y R2, y el servicio 1 necesita un ancho de banda de solo 5 G para transmitir datos, ya que no queda ancho de banda entre R1 y R2, el servicio 2 no puede continuar utilizando la ruta desde R1 directamente a R2 para transmitir datos. Por lo tanto, para el servicio 2, cuando el PCE de IP realiza el cálculo de ruta entre R1 y R2, el cálculo de ruta falla. En este caso, cuando el servicio 2 necesita establecer una ruta desde R1 a R2, el PCE óptico se activa para calcular la ruta desde R1 a R2 en la red óptica. Como se muestra en la FIG. 3, los enlaces con un mismo signo de referencia representan que los enlaces utilizan un mismo recurso de red óptica. Se supone que un servicio de red activo es: un servicio 1: R1 a R3, 5 G; y un servicio 15 2: R1 a R6, 6 G. Un ancho de banda de un enlace desde R1 a R3 en la capa de IP es de 10 G. El servicio 1 y el servicio 2 necesitan ocupar un ancho de banda de enlace de 11 G en total. Por lo tanto, cuando el servicio 2 implementa la conexión de R1 a R6 utilizando la ruta R1-R3-R5-R6, los recursos del enlace de R1 a R3 en la capa de IP son insuficientes y no pueden cumplir simultáneamente los requisitos del servicio 1 y del servicio 2 para utilizar 20 ancho de banda, y se debe agregar una nueva ruta óptica subyacente. Para un recurso de topología de red activo, se utiliza un mismo recurso de ruta óptica subyacente, es decir, R1-R3 y R5-R6 utilizan un mismo recurso de ruta óptica subyacente, y R1-R4, R3-R5 y R4-R6 utilizan un mismo recurso de ruta óptica subyacente. Por lo tanto, cuando una ruta del servicio 1, que se calcula por el PCE de IP, es R1-R3 y una ruta del servicio 2 es R1-R3-R5-R6, debido a que el servicio 2 también utiliza una misma ruta de R1-R3, como la del servicio 1, y R1-R3 puede proporcionar un ancho de banda de enlace de solo 10 G, para el servicio 1 de 5 G y el servicio 2 de 6 G, el ancho de banda proporcionado por R1-R3 no puede cumplir los requisitos de ambos, el servicio 1 y el servicio 2, y el cálculo de ruta falla. Si la ruta del servicio 1 es R1-R3 y la ruta del servicio 2 es R1-R2-R4-R6, el cálculo de ruta puede tener éxito.

30 104: Cuando el PCE óptico falla al realizar el cálculo de ruta en la red óptica, el PCE óptico devuelve la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica al PCE de IP.

La información del grupo de recursos de colisión de la red óptica incluye información de enlace de la red óptica, tal como un ancho de banda, una MTU (Maximum Transmission Unit, unidad máxima de transmisión), información de penalización de enlace, un retardo, un conteo de saltos, SRLG (Shared Risk Link Group, grupo de enlaces de riesgo compartido) y SRcLG. De esta manera, cuando el PCE de IP realiza el cálculo de ruta, el PCE de IP no solo puede 35 adquirir información general, tal como el ancho de banda ocupado por la ruta en el recurso de la ruta óptica subyacente, la información de penalización de enlace, un conteo de saltos y un SRLG, sino que también puede conocer la información de colisión entre rutas utilizando la información de SRcLG. La FIG. 3 se utiliza como ejemplo. Cuando el servicio 1 transmite datos utilizando R1-R3-R5 y el servicio 2 realiza la transmisión de servicio utilizando R1-R4, dado que R3-R5 y R1-R4 utilizan un mismo recurso de red óptica, R1-R4 y R3-R5 son un grupo de enlaces de riesgo compartido. Además, el SRcLG es la información del grupo de colisión de recurso compartido, por 40 ejemplo, información de colisión de relé o de longitud de onda de la red óptica.

Se debe tener en cuenta que el fallo de cálculo de ruta en la red óptica, generalmente, significa que una ruta óptica ya transporta múltiples servicios y no puede transportar un servicio nuevo. La información sobre cada uno de los 45 enlaces de red óptica cambia con un cambio del servicio. Como se muestra en la FIG. 3, R1-R3 y R5-R6 utilizan una misma ruta óptica subyacente. Por lo tanto, cuando los servicios de R1-R3 aumentan, se afecta un servicio de R5-R6. Se reduce un ancho de banda, se aumenta un retardo, aumenta un conteo de saltos, o similar. Cuando estas piezas de información no pueden cumplir un requisito de un nuevo servicio, el cálculo de ruta falla en la red óptica. Como se muestra en la FIG. 4a, en la FIG. 4a, las entidades conectadas por líneas discontinuas superiores forman una red de IP y las entidades conectadas por las líneas continuas inferiores forman una red óptica. Cuando a cada uno de los enrutadores en la red de IP le queda un puerto inactivo (bloques negros mostrados en la FIG. 4a), los enlaces ópticos son todos accesibles, refiriéndose a la parte obtenida a través de la conexión por las líneas 50 continuas en la FIG. 4a. Como se muestra en la FIG. 4b, en la FIG. 4b, las entidades conectadas por líneas discontinuas superiores forman una red de IP y las entidades conectadas por líneas continuas inferiores forman una red óptica. Cuando un puerto inactivo (el bloque negro mostrado en la FIG. 4b) de un enrutador en la red de IP está ocupado (la línea continua con una flecha en la FIG. 4b), los enlaces ópticos mostrados en la FIG. 4 son todos inalcanzables. En este caso, el cálculo de ruta falla en un PCE óptico.

105: El PCE de IP recalcula una ruta desde el nodo de origen al nodo de destino de acuerdo con la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica.

5 En un proceso, en el que el PCE de IP realiza el recálculo de ruta, se hace referencia a la información del grupo de recursos de colisión devuelta por el PCE óptico, para evitar reutilizar un recurso clave de enlace. Un método específico para el recálculo puede ser realizar el cálculo utilizando un algoritmo de separación completo. Por ejemplo, el servicio 1 y el servicio 2 existentes necesitan realizar el cálculo de ruta. Para el servicio 1, el cálculo de ruta se realiza en una topología original y se forma una nueva topología después de que un enrutador, a través del cual pasa la ruta establecida por el servicio 1, se elimina; y para el servicio 2, se calcula una segunda ruta en la nueva topología. Otro método de recálculo de ruta puede prohibir una ruta calculada por el servicio 1 y, luego, calcular una ruta del servicio 2.

10 También se debe tener en cuenta que en el proceso, en el que el PCE de IP realiza el recálculo de ruta, de acuerdo con la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica, si un resultado de retroalimentación en la información, es información que indica que el ancho de banda de un enlace es menor que el ancho de banda de otro enlace, o que el retardo es demasiado alto, o similar, luego, en el proceso de recálculo de ruta, un enlace que se ajuste al caso anterior no se utiliza como un nuevo enlace para realizar el cálculo de ruta. Es decir, de acuerdo con la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica, cuando el PCE de IP realiza el recálculo de ruta, se excluyen algunas rutas con una probabilidad alta de falla al realizar el cálculo de ruta, mejorando así la probabilidad de éxito del recálculo de ruta.

15 Esta realización de la presente invención proporciona un método para el cálculo de ruta en una red, donde un PCE de IP primero calcula una ruta desde un nodo de origen a un nodo de destino en una red de IP; cuando el PCE de IP falla al realizar el cálculo de ruta en la red de IP, un PCE óptico realiza el cálculo de ruta en una red óptica; cuando el PCE óptico falla al realizar el cálculo de ruta en la red óptica, el PCE óptico devuelve la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica al PCE de IP; y, el PCE de IP, recalcula la ruta desde el nodo de origen al nodo de destino de acuerdo con la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica. En la solución técnica de la presente invención, después de que la red óptica falle al realizar el cálculo de ruta, la red óptica devuelve además la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica al PCE de IP de la red de IP y, el PCE de IP, realiza el recálculo de ruta de acuerdo con la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica, lo que puede garantizar que el cálculo de ruta del servicio de IP tenga éxito cuando haya suficientes recursos ópticos y puede mejorar la utilización de los recursos de red.

20 En otra realización proporcionada en la presente invención, se describe en detalle el contenido de la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica devuelta por el PCE óptico al PCE de IP. La información del grupo de recursos de colisión de la red óptica puede incluir una ID (Identity, identidad) de LSR (Label Switching Router, enrutador de conmutación de etiquetas) de un nodo de origen, una ID de LSR de un nodo de destino y el SRcLG.

25 Se pueden determinar una o más rutas desde el nodo de origen al nodo de destino utilizando la ID de LSR del nodo de origen y la ID de LSR del nodo de destino. El SRcLG incluye un relé óptico que se atraviesa cuando se realiza el cálculo de ruta anterior al cálculo de ruta actual, o la información de colisión de la longitud de onda, o ambas. Adicionalmente a la información anterior, el SRcLG puede incluir además un valor de OSNR (Optical Signal Noise Ratio, relación de señal a ruido óptica). Debido a que el PCE de IP realiza el recálculo de ruta de acuerdo con la información del grupo de recursos de colisión devuelta por el PCE óptico, el PCE de IP está habilitado para obtener tanta información de recursos de ruta óptica como sea posible, de modo que el PCE de IP pueda evitar la reutilización de un recurso clave de enlace cuando realice el recálculo de ruta, aumentando así la probabilidad de éxito del cálculo de ruta por el PCE de IP.

30 En otra realización proporcionada en la presente invención, como se muestra en la FIG. 5, para evitar un bucle infinito cuando un PCE de IP no puede realizar con éxito el cálculo de ruta y continúa realizando cálculos, se establece una condición de salida. Una vez que se cumple la condición de salida, se detiene el cálculo de ruta. Después de que el paso 105 se haya realizado, cuando un PCE también falle al realizar el cálculo de ruta, el PCE óptico devuelve la información del grupo de recursos de colisión al PCE de IP, de modo que el PCE de IP realiza el recálculo de ruta de acuerdo con el PCE óptico. Después del proceso de ejecución, el cálculo de ruta se detiene solo en un caso en el que el cálculo de ruta tiene éxito. Por lo tanto, en el proceso de cálculo de ruta, si el cálculo de ruta no tiene éxito todo el tiempo, se entra en un proceso de bucle infinito y se ocupa un recurso de PCE. Por lo tanto, es necesario establecer una condición de salida, para evitar los casos anteriores, que incluyen específicamente:

201a: Registrar la duración del recálculo de ruta, donde, cuando la duración del recálculo de ruta es mayor que un primer valor preestablecido, el cálculo de ruta falla.

- 5 Por ejemplo, cuando la duración del recálculo de ruta alcanza un minuto y el cálculo de ruta todavía no tiene éxito, el bucle se detiene después de que se complete el cálculo de ruta actual. Se considera que el cálculo de ruta actual falla y se devuelve la información de fallo de cálculo de ruta. Específicamente, la duración del recálculo se puede registrar utilizando un temporizador. Una vez que se completa el recálculo, se determina si la duración registrada por el temporizador es mayor que el primer valor preestablecido.
- 201b: Registrar una cantidad de veces de recálculos de ruta, donde, cuando la cantidad de veces de recálculos de ruta es mayor que un segundo valor preestablecido, el cálculo de ruta falla.
- 10 Por ejemplo, cuando la cantidad de veces de recálculos alcanza cinco veces y el cálculo de ruta todavía no tiene éxito, se detiene el bucle. Se considera que el cálculo de ruta actual falla y se devuelve la información de fallo de cálculo de ruta. Específicamente, la cantidad de veces de recálculos se puede contar utilizando un contador. Cada vez que se realiza un recálculo, el contador se incrementa en 1. Después de que se complete el recálculo, se determina si la cantidad de veces registrada por el contador es mayor que el segundo valor preestablecido.
- Los valores específicos de los anteriores dos casos de parada se pueden establecer de acuerdo con una situación real, lo cual no está limitado en esta realización de la presente invención.
- 15 En otra realización proporcionada en la presente invención, se describe adicionalmente un proceso en el que se establece la ruta entre el nodo de origen y el nodo de destino en la red de IP, después de que el PCE de IP tenga éxito al realizar el cálculo de ruta, como se muestra en la FIG. 6, que incluye específicamente:
- 301: Cuando tiene éxito al realizar el cálculo de ruta, el PCE de IP envía un mensaje de establecimiento de ruta al nodo de origen, para activar el nodo de origen para que establezca una ruta al nodo de destino. La información necesaria para cada una de las rutas incluye específicamente un atributo de ruta y un atributo de servicio de IP. El atributo de ruta incluye una ID de LSR de un nodo de origen, una ID de LSR de un nodo de destino, una ID de túnel (túnel), un ancho de banda (Bps), un tipo de ruta de VNTM (una ruta de servicio o una ruta de protección) y similares. El atributo de IP incluye una IP + máscara de nodo de origen, una IP + máscara de nodo de destino, un ancho de banda, una MTU, información de penalización de enlace y similares de la ruta de VNTM.
- 25 En otra realización proporcionada en la presente invención, se describe adicionalmente un proceso en el que se establece la ruta desde el nodo de origen al nodo de destino después de que el PCE de IP óptico tenga éxito al realizar el cálculo de ruta, como se muestra en la FIG. 7, que incluye específicamente:
- 401: Si tiene éxito al realizar el cálculo de ruta, el PCE óptico devuelve un mensaje de éxito de cálculo de ruta al PCE de IP.
- 30 Después de tener éxito al realizar el cálculo de ruta, el PCE óptico devuelve un mensaje de éxito de cálculo de ruta, donde el mensaje de éxito de cálculo de ruta incluye información de enlace específica. La información de enlace específica es información de enlace físico óptico, que incluye al menos una ID de LSR de un nodo de origen, una ID de LSR de un nodo de destino, información de penalización de enlace de un enlace óptico, información de SRLG y similar.
- 35 Se debe tener en cuenta que, en una red troncal convencional, el tráfico de IP se transporta en un enrutador central. Cuando el tráfico de red es relativamente pequeño, un enrutador puede implementar la convergencia de tráfico de una manera de multiplexación estadística. Sin embargo, a medida que aumenta el tráfico de red, el enrutador central se encuentra bajo presión de la expansión de capacidad. En el tráfico de IP que pasa a través del enrutador central, solo entre el 50 % al 60 % del tráfico necesita reenviarse y no necesita procesarse por la capa de IP. Por lo tanto, se desperdician una gran cantidad de recursos del enrutador. El tráfico se reenvía por el enrutador múltiples veces y se consumen una gran cantidad de puertos del enrutador. Cuando no se puede utilizar un puerto del enrutador, un PCE de IP falla al realizar el cálculo de ruta. En este caso, un puerto de OTN (Optical Transport Network, red de transporte óptico) utilizado por una capa óptica y un puerto de enrutador utilizado por una capa de IP no entran en conflicto. Por lo tanto, después de que el PCE de IP falle al realizar el cálculo de ruta en la capa de IP, el PCE óptico
- 40 puede realizar el cálculo de ruta en la capa óptica.
- 45 402: El PCE de IP establece una correspondencia entre un enlace de IP y un enlace óptico, de acuerdo con el mensaje de éxito de cálculo de ruta, y activa el nodo de origen para que establezca la ruta desde el nodo de origen al nodo de destino.
- 50 Después de recibir el mensaje de éxito de cálculo de ruta devuelto por el PCE óptico, el PCE de IP establece una correspondiente interfaz de unión, es decir, establece la correspondencia entre el enlace óptico y el enlace de IP, y finalmente, desborda el enlace hacia el PCE de IP utilizando un IGP (Interior Gateway Protocol, protocolo interior de

pasarela). El PCE de IP actualiza la información de TEDB (Traffic Engineering Database, base de datos de ingeniería de tráfico) de manera desbordada utilizando el IGP, determina que se ha establecido un enlace óptico establecido correspondientemente y devuelve la información de éxito del cálculo de ruta al nodo de origen. Después de recibir la información de éxito de cálculo de ruta, el nodo de origen establece un enlace al nodo de destino. Cabe señalar que tanto el nodo de origen como el de destino son nodos en la red de IP.

Cabe señalar que el paso 101 al paso 402 anteriores puede además realizarse en una arquitectura de red que tenga un VNTM. Como se muestra en la FIG. 1b, en la arquitectura de red, un PCE de IP envía, utilizando el VNTM, una solicitud para realizar el cálculo de ruta en una capa óptica a un PCE óptico y, el PCE óptico, devuelve la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica al PCE de IP utilizando el VNTM. El PCE de IP y el PCE óptico intercambian información utilizando el VNTM. Los pasos en la realización anterior de la presente invención también pueden utilizarse en un método de implementación específico de la misma. Los detalles no se describen de nuevo en el presente documento.

Esta realización de la presente invención proporciona un método para el cálculo de ruta en una red, donde un PCE de IP primero calcula una ruta desde un nodo de origen a un nodo de destino en una red de IP; cuando el PCE de IP falla al realizar el cálculo de ruta en la red de IP, un PCE óptico realiza el cálculo de ruta en una red óptica; cuando el PCE óptico falla al realizar el cálculo de ruta en la red óptica, el PCE óptico devuelve la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica al PCE de IP; y, el PCE de IP, recalcula la ruta desde el nodo de origen al nodo de destino de acuerdo con la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica. En la solución técnica de la presente invención, después de que la red óptica falle al realizar el cálculo de ruta, la red óptica devuelve además la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica al PCE de IP de la red de IP y, el PCE de IP, realiza el recálculo de ruta de acuerdo con la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica, lo que puede garantizar que el cálculo de ruta del servicio de IP tenga éxito cuando haya suficientes recursos óptico y puede mejorar la utilización de los recursos de red.

Una realización de la presente invención proporciona un aparato para el cálculo de ruta en una red. Como se muestra en la FIG. 8, el aparato incluye:

una segunda unidad 73 de cálculo, configurada para: si una primera unidad 71 de cálculo falla al realizar el cálculo de ruta en una red de IP, realizar, mediante la segunda unidad 73 de cálculo, el cálculo de ruta en una red óptica;

una primera unidad 72 de envío, configurada para: si la segunda unidad 73 de cálculo falla al realizar el cálculo de ruta en la red óptica, devolver, mediante la segunda unidad 73 de cálculo, la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica a la primera unidad 71 de cálculo, donde

la primera unidad 71 de cálculo está configurada además para recalcular una ruta desde un nodo de origen a un nodo de destino de acuerdo con la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica.

En otra realización proporcionada en la presente invención, la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica, devuelta por la segunda unidad de cálculo a la primera unidad de cálculo, incluye al menos una ID de LSR del nodo de origen, una ID de LSR del nodo de destino y el SRcLG.

En otra manera opcional de composición del aparato, como se muestra en la FIG. 9, el aparato incluye, además:

una unidad 81 de registro, configurada para registrar la duración del recálculo de ruta, donde, cuando la duración del recálculo de ruta es mayor que un primer valor preestablecido, el cálculo de ruta falla; o

la unidad 81 de registro, configurada para registrar una cantidad de veces de recálculos de ruta, donde, cuando la cantidad de veces de recálculos de ruta es mayor que un segundo valor preestablecido, el cálculo de ruta falla.

En otra manera opcional de composición del aparato, como se muestra en la FIG. 10, el aparato incluye, además:

una segunda unidad 91 de envío, configurada para: si la segunda unidad 73 de cálculo tiene éxito al realizar el cálculo de ruta, devolver un mensaje de éxito de cálculo de ruta a la primera unidad 71 de cálculo; y

una unidad 92 de establecimiento de ruta, configurada para: establecer una correspondencia entre un enlace de IP y un enlace óptico, de acuerdo con el mensaje de éxito de cálculo de ruta, y establecer la ruta desde el nodo de origen al nodo de destino.

En otra manera opcional de composición del aparato, como se muestra en la FIG. 11, el aparato incluye, además: un VNTM 74, donde

la primera unidad 71 de cálculo activa, utilizando el gestor 74 de topología de red virtual VNTM, la segunda unidad 73 de cálculo para realizar el cálculo de ruta en la red óptica; y

la segunda unidad 73 de cálculo devuelve la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica a la primera unidad de cálculo utilizando el VNTM.

Esta realización de la presente invención proporciona un aparato para el cálculo de ruta en una red, donde un PCE de IP primero calcula una ruta desde un nodo de origen a un nodo de destino en una red de IP; cuando el PCE de IP falla al realizar el cálculo de ruta en la red de IP, un PCE óptico realiza el cálculo de ruta en una red óptica; cuando el PCE óptico falla al realizar el cálculo de ruta en la red óptica, el PCE óptico devuelve la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica al PCE de IP; y, el PCE de IP, recalcula la ruta desde el nodo de origen al nodo de destino de acuerdo con la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica. Comparado con el método de la técnica anterior, en el que el cálculo de ruta se realiza solo una vez en la red de IP y en la red óptica, y el cálculo de una ruta desde el nodo de origen al nodo de destino falla fácilmente, en la solución técnica de la presente invención, después de que el cálculo de ruta en la red óptica falle, la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica se devuelve además al PCE de IP de la red de IP y, el PCE de IP, realiza el recálculo de ruta de acuerdo con la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica, lo que puede garantizar que el cálculo de ruta de servicio de IP tenga éxito cuando haya suficientes recursos de capa óptica y puede mejorar la utilización de los recursos de red.

En otra realización de la presente invención, se proporciona además un sistema para el cálculo de ruta en una red. Como se muestra en la FIG. 12, el sistema incluye al menos un elemento de cálculo de ruta de protocolo de Internet PCE 1001 de IP y un PCE 1002 óptico, donde el PCE 1002 óptico está configurado para: si el PCE 1001 de IP falla al realizar el cálculo de ruta en una red de IP, realizar el cálculo de ruta en una red óptica; el PCE 1002 óptico está configurado además para: si el PCE 1002 óptico falla al realizar el cálculo de ruta en la red óptica, devolver la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica al PCE 1001 de IP; y el PCE 1001 de IP está configurado para recalcular una ruta desde un nodo de origen a un nodo de destino de acuerdo con la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica.

En otra realización de la presente invención, como se muestra en la FIG. 12, la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica devuelta por el PCE óptico al PCE de IP, incluye al menos una ID de LSR del nodo de origen, una ID de LSR del nodo de destino y el SRCLG.

En otra realización de la presente invención, como se muestra en la FIG. 12, se registra la duración del recálculo de ruta y, cuando la duración del recálculo de ruta es mayor que un primer valor preestablecido, el cálculo de ruta falla; o se registra una cantidad de veces de recálculos de ruta y, cuando la cantidad de veces de recálculos de ruta es mayor que un segundo valor preestablecido, el cálculo de ruta falla.

En otra realización de la presente invención, como se muestra en la FIG. 12, el PCE 1002 óptico está además configurado para: si el cálculo de ruta tiene éxito, devolver un mensaje de éxito de cálculo de ruta al PCE 1001 de IP; y el PCE 1001 de IP está además configurado para: establecer una correspondencia entre un enlace de IP y un enlace óptico, de acuerdo con el mensaje de éxito de cálculo de ruta, y establecer la ruta desde el nodo de origen al nodo de destino.

En otra realización de la presente invención, como se muestra en la FIG. 12, el sistema incluye además un VNTM 1003, donde el VNTM 1003 está configurado para ser utilizado por el PCE 1001 de IP para activar el PCE óptico y para realizar el cálculo de ruta en la red óptica; y el VNTM 1003 está además configurado para ser utilizado por el PCE 1002 óptico para devolver la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica al PCE 1001 de IP.

Esta realización de la presente invención proporciona un sistema para el cálculo de ruta en una red, donde un PCE de IP primero calcula una ruta desde un nodo de origen a un nodo de destino en una red de IP; cuando el PCE de IP falla al realizar el cálculo de ruta en la red de IP, un PCE óptico realiza el cálculo de ruta en una red óptica; cuando el PCE óptico falla al realizar el cálculo de ruta en la red óptica, el PCE óptico devuelve la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica al PCE de IP; y, el PCE de IP, recalcula la ruta desde el nodo de origen al nodo de destino de acuerdo con la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica. Comparado con el método de la técnica anterior, en el que el cálculo de ruta se realiza solo una vez en la red de IP y en la red óptica, y el cálculo de una ruta desde el nodo de origen al nodo de destino falla fácilmente, en la solución técnica de la presente invención, después de que el cálculo de ruta en la red óptica falle, se devuelve además la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica al PCE de IP de la red de IP y, el PCE de IP, realiza el recálculo de ruta de acuerdo con la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica, lo que puede garantizar que el cálculo de ruta de servicio de IP tenga éxito cuando haya suficientes recursos de capa óptica y puede mejorar la utilización de los recursos de red.

5 Las realizaciones en esta memoria descriptiva se describen todas de una manera progresiva, para partes iguales o similares en las realizaciones, se puede hacer referencia a estas realizaciones y, cada una de las realizaciones, se centra en una diferencia de otras realizaciones. Especialmente, una realización del dispositivo es básicamente similar a una realización del método y, por lo tanto, se describe brevemente; para partes relacionadas, se puede hacer referencia a descripciones parciales en la realización del método.

10 Un experto en la técnica puede entender que todos o parte de los procesos de los métodos en las realizaciones pueden implementarse mediante un programa informático que instruya al hardware relevante. El programa puede almacenarse en un medio de almacenamiento legible por computadora. Cuando se ejecuta el programa, se realizan los procesos de los métodos en las realizaciones. El medio de almacenamiento anterior puede incluir: un disco magnético, un disco óptico, una memoria de solo lectura (Read-Only Memory, ROM) o una memoria de acceso aleatorio (Random Access Memory, RAM).

15 Las descripciones anteriores son meramente realizaciones específicas de la presente invención, pero no pretenden limitar el alcance de protección de la presente invención. Cualquier variación o reemplazo fácilmente resuelto por un experto en la técnica dentro del alcance técnico dado a conocer en la presente invención, deberá caer 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 para el cálculo de ruta en una red, que comprende:
 si un elemento de cálculo de ruta, PCE, de protocolo de Internet, IP, falla al realizar el cálculo de ruta en una red de IP, activar (103) un PCE óptico para realizar el cálculo de ruta en una red óptica;
 5 si el PCE óptico falla al realizar el cálculo de ruta en la red óptica, devolver (104), por el PCE óptico, la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica al PCE de IP; y
 recalcular (105), por el PCE de IP, una ruta desde un nodo de origen a un nodo de destino de acuerdo con la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica.
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la información del grupo de recursos de colisión de la red
 10 óptica comprende al menos uno de, una identidad de enrutador de conmutación de etiquetas, ID de LSR, del nodo de origen, una ID de LSR del nodo de destino, o la información del grupo de colisión de recurso compartido, SRcLG.
3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde el recálculo (105) de una ruta desde un nodo de origen a un nodo de destino comprende, además:
 registrar la duración del recálculo (201a) de ruta, en donde, cuando la duración del recálculo de ruta es
 15 mayor que un primer valor preestablecido, el recálculo de ruta falla; o
 registrar una cantidad de veces (201b) de recálculos de ruta, en donde, cuando la cantidad de veces de recálculos es mayor que un segundo valor preestablecido, el recálculo de ruta falla.
4. El método de acuerdo con la reivindicación 1, después de la activación (103) de un PCE óptico para realizar el
 20 cálculo de ruta en una red óptica, que comprende, además:
 si el PCE óptico tiene éxito al realizar el cálculo de ruta, devolver un mensaje de éxito de cálculo de ruta al PCE (401) de IP; y
 establecer, mediante el PCE de IP, una correspondencia entre un enlace de IP y un enlace óptico, de acuerdo con el mensaje de éxito de cálculo de ruta, y establecer la ruta la desde el nodo de origen al nodo (402) de destino.
5. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la activación (103) de un PCE
 25 óptico para realizar el cálculo de ruta en una red óptica comprende, además:
 activar, mediante el PCE de IP utilizando un gestor de topología de red virtual, VNTM, el PCE óptico para realizar el cálculo de ruta en la red óptica; y
 devolver, mediante el PCE óptico, la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica al PCE
 30 de IP utilizando el VNTM.
6. Un aparato para el cálculo de ruta en una red, que comprende:
 una segunda unidad (73) de cálculo, configurada para: si una primera unidad (71) de cálculo falla al realizar el cálculo de ruta en una red de protocolo de Internet, IP, realizar el cálculo de ruta en una red óptica;
 35 una primera unidad (72) de envío, configurada para: si la segunda unidad (73) de cálculo falla al realizar el cálculo de ruta en la red óptica, devolver la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica a la primera unidad (71) de cálculo, en donde
 la primera unidad (71) de cálculo está configurada para recalcular una ruta desde un nodo de origen a un nodo de destino de acuerdo con la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica.
7. El aparato de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la información del grupo de recursos de colisión de la red
 40 óptica comprende al menos uno de, una identidad de enrutador de conmutación de etiquetas, ID de LSR, del nodo de origen, una ID de LSR del nodo de destino o la información del grupo de colisión de recurso compartido, SRcLG.
8. El aparato de acuerdo con la reivindicación 6 o 7, que comprende, además:
 una unidad (81) de registro, configurada para registrar la duración del recálculo de ruta, en donde, cuando
 45 la duración del recálculo de ruta es mayor que un primer valor preestablecido, el recálculo de ruta falla; o
 registrar una cantidad de veces de recálculos de ruta, en donde, cuando la cantidad de veces de recálculos de ruta es mayor que un segundo valor preestablecido, el recálculo de ruta falla.
9. El aparato de acuerdo con la reivindicación 6, en donde el aparato comprende, además:
 una segunda unidad (91) de envío, configurada para: si la segunda unidad (73) de cálculo tiene éxito al realizar el cálculo de ruta, devolver un mensaje de éxito de cálculo de ruta a la primera unidad (71) de cálculo; y
 50 una unidad (92) de establecimiento de ruta, configurada para: establecer una correspondencia entre un enlace de IP y un enlace óptico, de acuerdo con el mensaje de éxito de cálculo de ruta, y establecer la ruta desde el nodo de origen al nodo de destino.

10. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, que comprende además un gestor (74) de topología de red virtual, VNTM:
la primera unidad (71) de cálculo está configurada para activar, utilizando el VNTM (74), la segunda unidad (71) de cálculo para realizar el cálculo de ruta en la red óptica; y
5 la segunda unidad (73) de cálculo está configurada para devolver la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica a la primera unidad de cálculo utilizando el VNTM (74).
11. Un sistema para el cálculo de ruta en una red, en donde el sistema comprende al menos un elemento (1001) de cálculo de ruta, PCE, de protocolo de Internet, IP, y un PCE (1002) óptico, en donde
10 el PCE óptico está configurado para: si el PCE (1001) de IP falla al realizar el cálculo de ruta en una red de IP, realizar el cálculo de ruta en una red óptica;
el PCE (1002) óptico está configurado además para: si el PCE (1002) óptico falla al realizar el cálculo de ruta en la red óptica, devolver la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica al PCE (1001) de IP;
y
15 el PCE (1001) de IP está configurado para recalcular una ruta desde un nodo de origen a un nodo de destino, de acuerdo con la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica.
12. El sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en donde la información del grupo de recursos de colisión de la red óptica devuelta por el PCE (1002) óptico al PCE (1002) de IP comprende al menos una ID de LSR del nodo de origen, una ID de LSR del nodo de destino y el SRcLG.
13. El sistema de acuerdo con la reivindicación 12, que comprende además una unidad (81) de registro, en donde la
20 unidad de registro está configurada para registrar la duración del recálculo de ruta y, cuando la duración del recálculo de ruta es mayor que un primer valor preestablecido, el recálculo de ruta falla; o registrar una cantidad de veces de recálculos de ruta y, cuando la cantidad de veces de recálculos de ruta sea mayor que un segundo valor preestablecido, el recálculo de ruta falla.
- 25 14. El sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en donde el PCE (1002) óptico está configurado además para: si el cálculo de ruta tiene éxito, devolver un mensaje de éxito de cálculo de ruta al PCE (1001) de IP; y el PCE (1001) de IP está además configurado para: establecer una correspondencia entre un enlace de IP y un enlace óptico, de acuerdo con el mensaje de éxito de cálculo de ruta, y establecer la ruta desde el nodo de origen al nodo de destino.
- 30 15. El sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en donde el sistema comprende además un gestor (1003) de topología de red virtual, VNTM, en donde el VNTM (1003) está configurado para ser utilizado por el PCE de IP para activar el PCE óptico para que realice el cálculo de ruta en la red óptica y el VNTM (1003) está configurado además para ser utilizado por el PCE (1002) óptico para devolver la
35 información del grupo de recursos de colisión de la red óptica al PCE (1001) de IP.

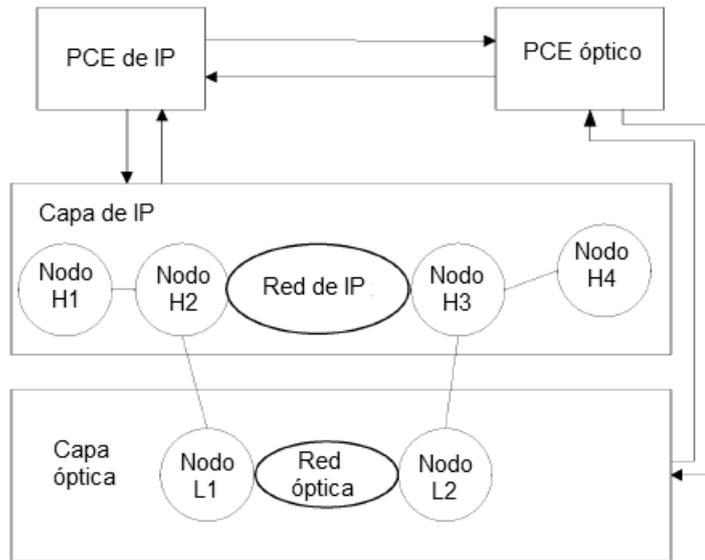


FIG. 1a

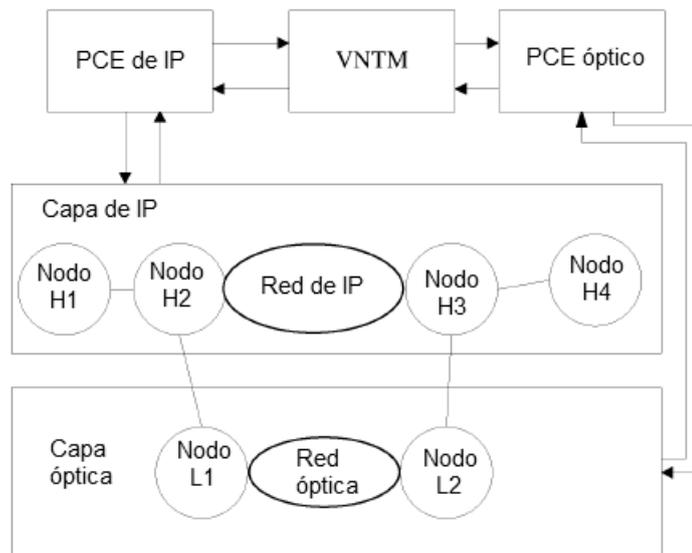


FIG. 1b

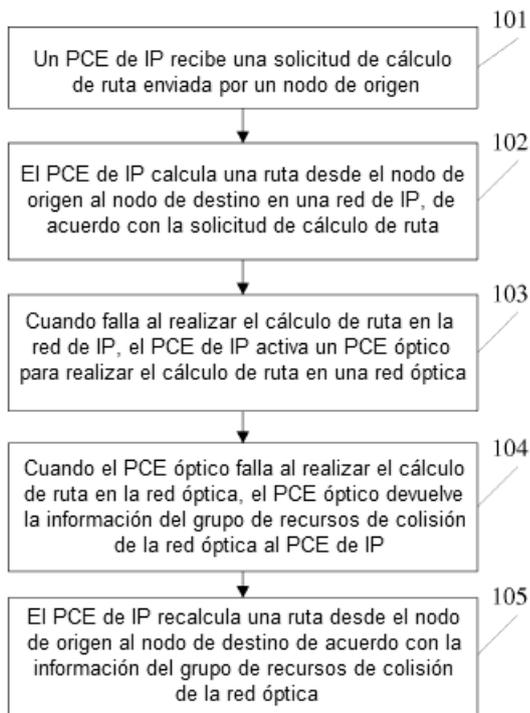


FIG. 2

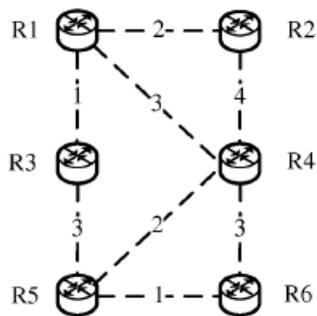


FIG. 3

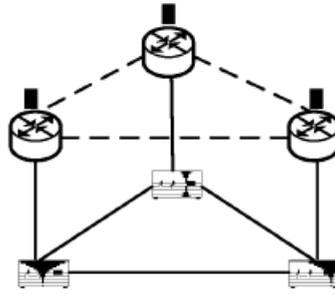


FIG. 4a

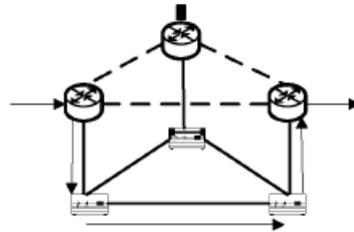


FIG. 4b

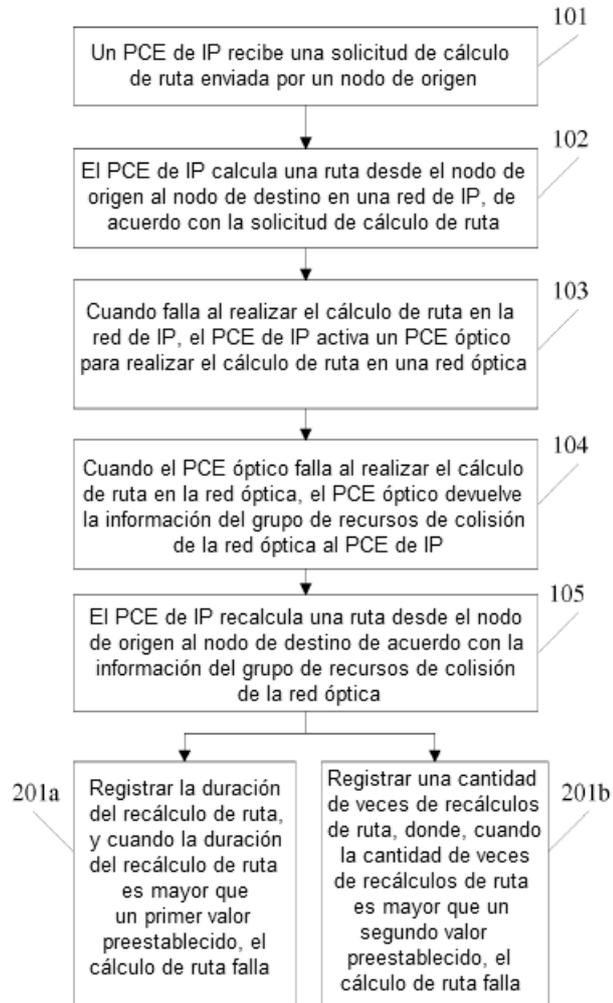


FIG. 5

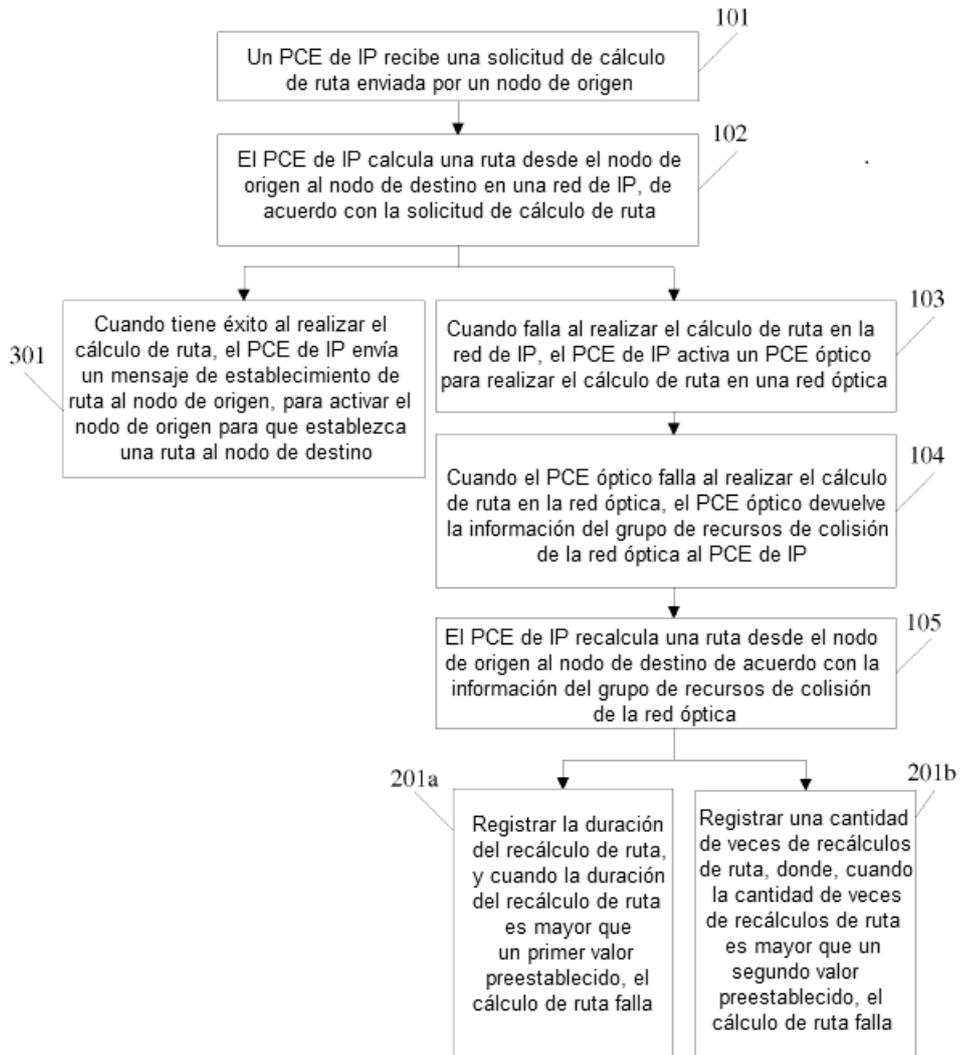


FIG. 6

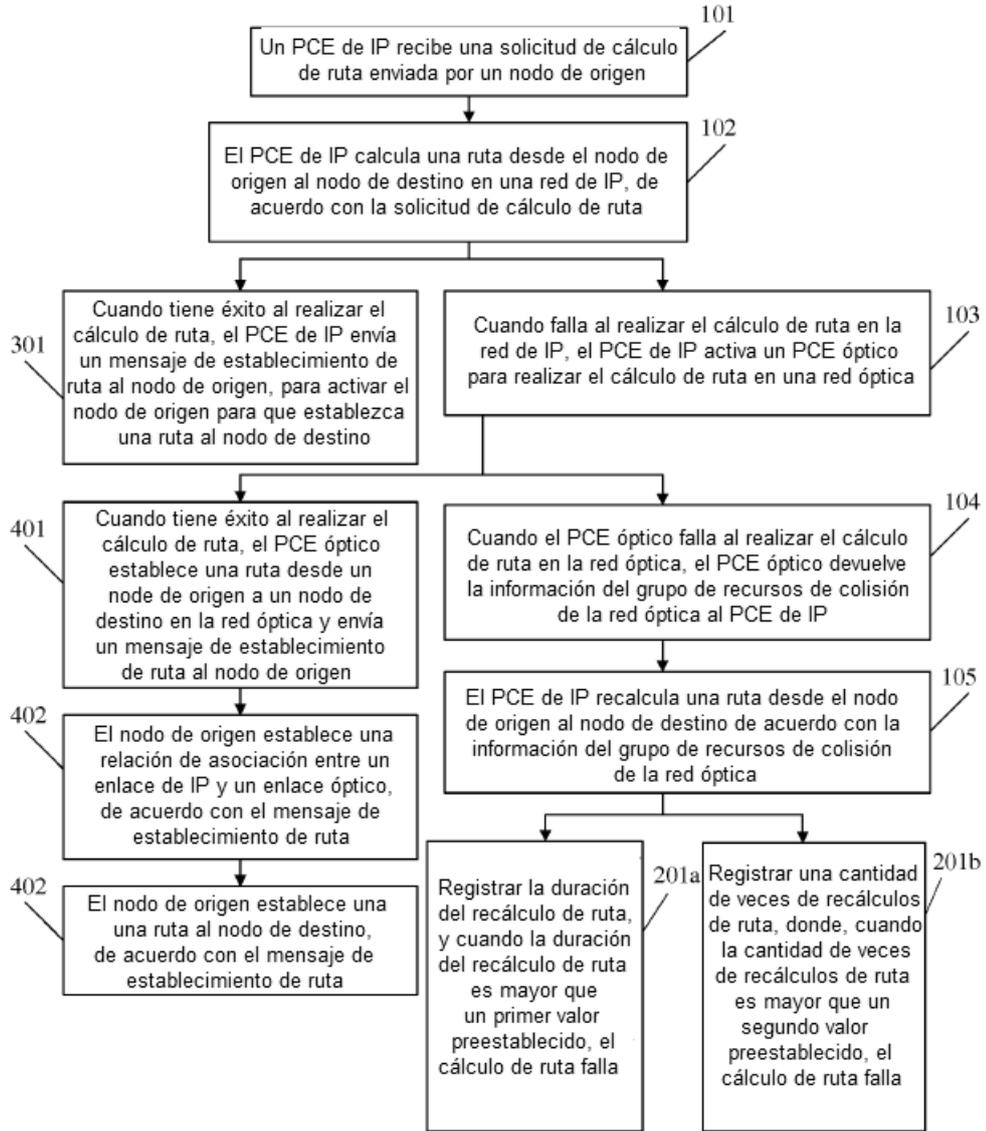


FIG. 7

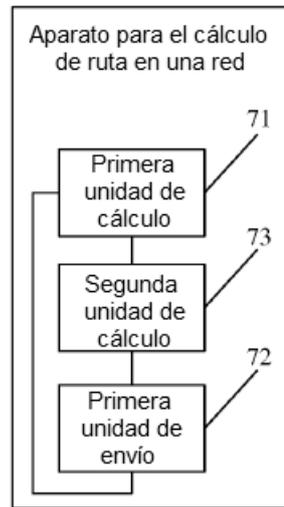


FIG. 8

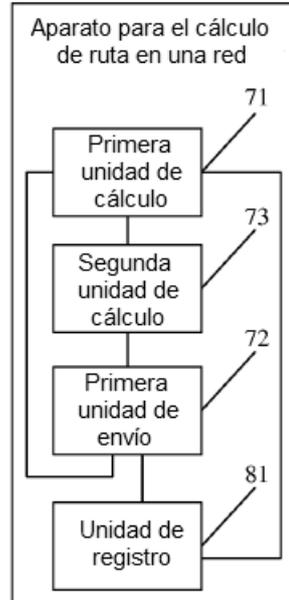


FIG. 9

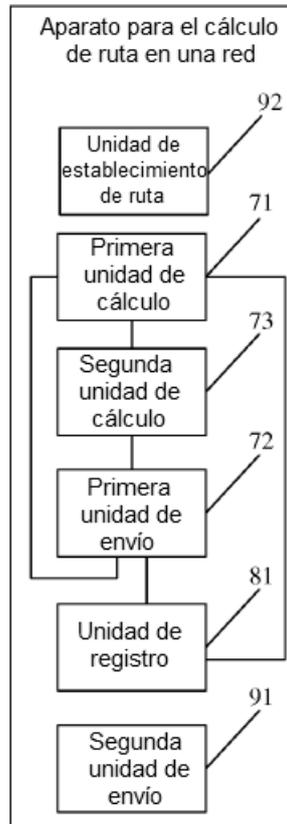


FIG. 10

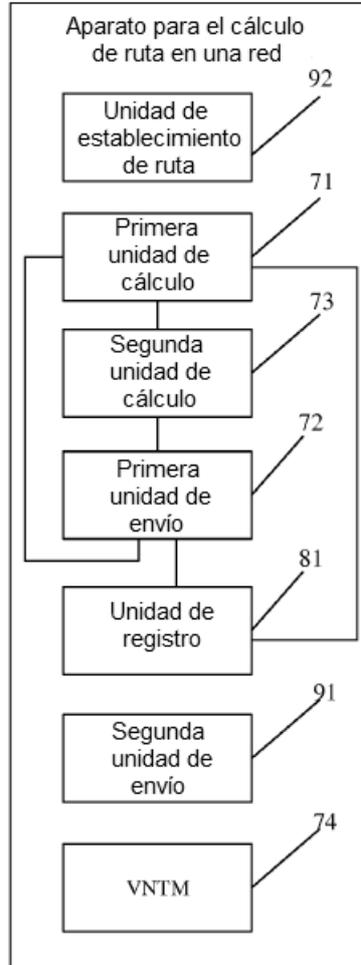


FIG. 11

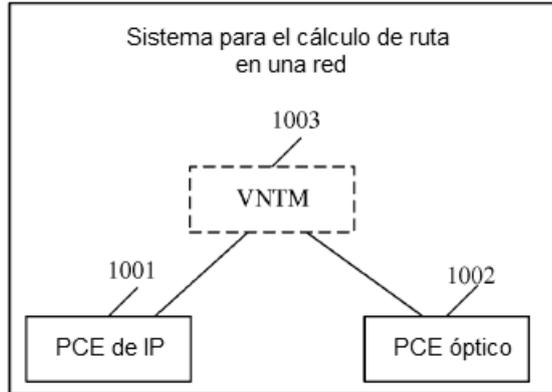


FIG. 12