

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 369 401**

51 Int. Cl.:  
**H04L 29/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06752922 .2**  
96 Fecha de presentación: **09.06.2006**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1892919**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.02.2008**

54 Título: **MÉTODO PARA IDENTIFICAR LA ACCESIBILIDAD DE NODOS Y MÉTODO PARA IDENTIFICAR ENLACES.**

30 Prioridad:  
**15.06.2005 CN 200510077058**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**30.11.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**30.11.2011**

73 Titular/es:  
**HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.  
HUAWEI ADMINISTRATION BUILDING, BANTIAN  
LONGGANG DISTRICT  
SHENZHEN GUANDONG 518129, CN**

72 Inventor/es:  
**XU, Huiying**

74 Agente: **Lehmann Novo, Isabel**

**ES 2 369 401 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 para identificar la accesibilidad de nodos y método para identificar enlaces

## 5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere al dominio de las comunicaciones de redes ópticas, en particular se refiere a un método para identificar la accesibilidad de nodos y un método para identificar si un enlace es un enlace externo.

## 10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La red óptica es una de las redes básicas en la red de telecomunicaciones global y se ha desarrollado, con gran rapidez, en los últimos años y se convertirá en la base física de la red NGN (Red de la Siguiete Generación). El sistema de redes ópticas comprende principalmente la SDH (Jerarquía Digital Síncrona)/Sonet (Red Óptica Síncrona), una red óptica de longitud de onda, etc. La red óptica convencional es un sistema basado en la gestión central, en donde la comunicación entre los nodos de la red se realiza en una modalidad de conexión permanente. La modalidad de conexión permanente significa que las relaciones de conmutaciones de servicios, en todos los nodos, están manualmente configuradas en el sistema de red óptica convencional y en general, dicha configuración no volverá a modificarse en un gran sistema de red óptica, una vez que se haya establecido.

El plano de gestión calcula, por anticipado, la ruta de conexión de la conexión permanente en función de las exigencias operativas de la conexión y del estado de uso del recurso de la red y envía una orden de conexión cruzada, a cada nodo, a través de la interfaz NMI-T (Interfaz de Gestión de Red para la Red de Transporte) a lo largo de la ruta de conexión, con el fin de realizar la asignación uniforme y materializar el establecimiento de la ruta. En el desarrollo inicial de la red óptica, la modalidad de conexión permanente ha conseguido un mejor efecto debido a su diseño simple y bajo coste. Sin embargo, las operaciones de establecimiento, mantenimiento y liberación de la conexión óptica, en la modalidad de conexión permanente, necesita realizarse manualmente o por el sistema de gestión de red. Con la magnitud, cada vez mayor, de los servicios de datos, dicha modalidad de conexión no puede garantizar que el sistema de red óptica presente las características dinámicas y flexibles que se requieren.

Para resolver el problema de que la modalidad de conexión permanente no pueda garantizar que el sistema de red óptica presente las características dinámicas y flexibles en el caso de una magnitud creciente de servicios de datos, la ITU-T (Unión Internacional de Telecomunicaciones – Sector de Normalización de las Telecomunicaciones) propone una arquitectura de red ASON (Red Óptica de Conmutación Automática). La arquitectura de red ASON añade un plano de control en la red óptica convencional y da a conocer un concepto de conexión conmutada. En la arquitectura de red ASON, el nodo de red óptica obtiene, en primer lugar, la relación de adyacencia local entre el propio nodo y otros nodos de red óptica adyacentes mediante la función de descubrimiento de enlaces parciales, realiza un flujo entrante del estado operativo del propio nodo y sus enlaces a través del plano de control y recibe las emisiones de estados de otros nodos en la red. Como resultado, cada nodo óptico dispone de un "mapa de red" que describe una topología exacta de la red. Existen varias clases de información en el "mapa de red", tales como nodos, enlaces, recursos, etc. Cuando el equipo de usuario o el plano de gestión requiere el nodo para establecer la conexión, el nodo correspondiente utiliza la información del "mapa de red", obtenida por el propio nodo, para calcular un encaminamiento, conforme a un algoritmo de encaminamiento determinado, y utiliza un protocolo de señalización para crear una conexión cruzada, en todos los nodos, en la ruta de modo que se establezca una conexión 'extremo a extremo'.

En la red ASON, cada nodo emplea el protocolo de estado de enlace para recoger la información del "mapa de red". El protocolo de estado de enlace sólo se puede utilizar cuando la red no es muy amplia. Con la expansión de la red ASON, la red se dividirá en una pluralidad de dominios de control. Si la red ASON se expande todavía más, el dominio de control dividido se dividirá, además, en una pluralidad de dominios de control y a la larga, se formará una red ASON multi-nivel.

Después de que la red ASON se haya dividido en una pluralidad de dominios de control, el procedimiento para establecer una ruta de conexión en un dominio de control es el mismo que para establecer una ruta de conexión antes de que se divida la red ASON. Sin embargo, cuando se establece una ruta de conexión extremo a extremo, a través de varios dominios de control, puesto que cada dominio de control es independiente de los demás, y los nodos en cada dominio de control no conocen la información del "mapa de red" en otros dominios de control, además de su propio dominio, no hay modo alguno de calcular y de establecer la ruta de conexión de dominios cruzados, en función de la información de "mapa de red" de su propio dominio. Por lo tanto, en la red ASON multi-nivel, el encaminamiento de la jerarquía se suele usar para resolver el problema de establecer una ruta de conexión Inter-dominios. Durante el procedimiento para establecer una ruta de conexión Inter-dominios por encaminamientos de jerarquía, como para cada dominio de control de nivel alto, un dominio de control adyacente, con un nivel más bajo, se representa como un nodo abstracto, mientras que los enlaces entre los dominios de control de nivel más bajo se representan como enlaces entre los nodos abstractos y los enlaces entre los nodos, en dominios de control de un nivel más bajo, son invisibles para el dominio de control de nivel alto. En el dominio de control de nivel alto, se utiliza un procedimiento similar para realizar la difusión de la información de estados de enlaces entre los nodos

abstractos, de modo que cada nodo abstracto, en el dominio de control de nivel alto, pueda obtener la información de topología de la red de nivel corriente, es decir, cada nodo abstracto puede obtener la información de "mapa de red" de nivel corriente.

5 Cuando la red ASON presente un solo dominio de control, cualquier nodo dispone de información de la topología de la red ASON completa. Por lo tanto, resulta fácil determinar si otro nodo en la red es accesible. Sin embargo, en la red ASON multi-nivel, un nodo sólo dispone del contorno operativo completo. El inventor encuentra algunos problemas en el curso de la realización de la invención como se indica a continuación: cómo determinar efectivamente si otro nodo en la red es accesible constituye uno de los problemas principales a resolver actualmente con urgencia. Al mismo tiempo, en un nodo en la red ASON multi-nivel, cómo identificar eficientemente si un enlace es un enlace interno o un enlace externo se ha convertido también en un problema a resolver.

15 Existe un método para identificar los enlaces externos en la red ASON multi-nivel, esto es, un método de RC ID (identificación de controlador de encaminamientos) de suministro descendente. En este método, los nodos de la red ASON almacenan, respectivamente, el RC ID del nodo abstracto de la red de la capa superior, abstraído desde el dominio de control al que pertenecen los nodos. A continuación, los nodos obtienen los identificadores RC ID, que están memorizados en el nodo del extremo opuesto, de cada capa de nodos abstractos de la red, mediante la interacción de los identificadores RC ID, respectivamente memorizados, de cada nivel del nodo abstracto de la red, con los nodos de extremos opuestos. Comparando los identificadores RC ID de cada capa de nodos abstractos de la red, memorizados por nodos, con los del nivel correspondiente de nodos abstractos de la red, memorizados en el nodo del extremo opuesto, se puede determinar si el enlace entre un nodo y el nodo del extremo opuesto es un enlace externo o un enlace interno. Aunque dicho método de RC ID, con suministro descendente, permite que cada nivel de dominio de control, en la red ASON multi-nivel, pueda identificar el enlace externo entre los nodos del mismo nivel, pero no puede habilitar a un nodo, en la red, para determinar si el nodo y otro nodo en la red son, o no, accesibles entre sí. El método no utiliza un concepto de dirección de agregación, por lo que no puede calcular el encaminamiento de una conexión en un modo jerárquico.

30 En el documento "Evaluación de los Protocolos de Encaminamientos existentes con respecto a los requerimientos de encaminamientos de una red ASON; draft-dimitri-ccamp-gmpls-ason-routing-eval-01.txt" IETF STANDARD-WORKING-DRAFT, INTERNET ENGINEERING TASK FORCE, IETF, CH, nº 1, 1 Marzo 2005, XP015037771 ISSN: 0000-0004, proporciona una visión general de las actividades de ASON y GMPLS y luego, proporciona los requerimientos de encaminamientos para la sucesión de encaminamientos de GMPLS de protocolos para el soporte de las capacidades y funcionalidad de los planos de control de redes ASON identificados en [G.7715] y en [G7715.1].

35 El documento US 6456600 da a conocer un método para calcular una representación compleja para los nodos lógicos en un grupo de iguales jerárquicos en una red ATM basada en la PNNI.

40 El documento EP 0849975 da a conocer una estructura de red para realizar parte de un sistema ATM inalámbrico y un método para realizar la transferencia inter-conmutadores en dicha estructura de red.

#### SUMARIO DE LA INVENCION

45 Un primer aspecto de la presente invención da a conocer un método para identificar la accesibilidad de un nodo en una red óptica de conmutación automática (ASON), presentando la red ASON al menos tres dominios de control (CDs), con cada CD comprendiendo un nodo altavoz, presentando la red ASON al menos dos niveles, estando una red del primer nivel situada en un nivel inferior de la red ASON, una red del segundo nivel situada en un nivel superior al de la red del primer nivel, comprendiendo dicha red del primer nivel al menos dos CDs, presentando nodos cada uno de los CDs de la red del primer nivel, con cada uno de los niveles situados en el nivel superior de la red del primer nivel comprendiendo al menos uno de los CDs, presentando cada uno de los CDs de la red del segundo nivel controladores de encaminamientos (RCs) y un RC, que está situado dentro de la red del segundo nivel o en una red superior en un nivel más alto que la red del segundo nivel, representando un CD de un nivel más bajo que la red del segundo nivel o más bajo que dicha red superior, existiendo una correspondencia uno a uno entre el CD y el RC;

55 comprendiendo dicho método:

60 la difusión, por cada uno de los nodos, que están situados dentro de un primer CD de la red del primer nivel, de un node\_id de cada uno de los nodos en el primer CD;

la obtención, por un nodo altavoz del primer CD, del node\_id de cada uno de los nodos del primer CD, formando una dirección de agregación del primer CD, que suministra información de dirección de agregación del primer CD a un primer RC de la red del segundo nivel, conforme con una correspondencia uno a uno entre el primer CD y el primer RC, y la difusión de la información de agregación de direcciones del primer CD en el primer CD;

65 la difusión, por el primer RC que está situado dentro de un segundo CD de la red del segundo nivel, de la

información de dirección de agregación del primer CD en el segundo CD, la obtención de una dirección de agregación de un tercer CD de la red del primer nivel, correspondiendo el tercer CD a un segundo RC que está situado dentro del segundo CD, que suministra información de dirección de agregación del tercer CD al nodo altavoz del primer CD;

5 la difusión, por el nodo altavoz del primer CD, de la información de dirección de agregación del tercer CD en el primer CD;

la obtención, por cada uno de los nodos del primer CD, de la información de dirección de agregación que contiene la información de dirección de agregación del primer CD y la información de dirección de agregación del tercer CD, formando una lista de direcciones accesibles y

10 la determinación de un nodo fuente y de un nodo destino que están situados dentro de la red del primer nivel; la búsqueda de un RC ID utilizando una lista de direcciones accesibles del nodo fuente, en donde dicho RC ID corresponde a una dirección de agregación que contiene la dirección del nodo destino; a continuación, la búsqueda de otro RC ID utilizando la lista de direcciones accesibles del nodo fuente, en donde dicho otro RC ID corresponde a una dirección de agregación que contiene la dirección del nodo fuente; y si dicho RC ID y dicho otro RC ID pertenecen a un mismo CD de la red del nivel relativamente más bajo, la determinación de si el nodo fuente y el

15 nodo destino son accesibles entre sí;

20 en donde la difusión de la información de dirección de agregación del primer CD en el primer CD, por el nodo altavoz, comprende:

la adición de un valor de longitud tipo, de nivel superior, TLV, que incorpora la información de dirección de agregación en el anuncio del estado de enlace nº 10 de un protocolo de encaminamientos, en donde el TLV de nivel superior comprende un sub-TLV para identificar la información de atributos y de parámetros y al menos un sub-TLV para identificar la información de la dirección, en donde la información de atributos y de parámetros comprende un ID de elemento de red, un número de niveles, un indicador para mostrar si es un nodo DDRP, un RC ID de un nodo, un ID de un dominio al que pertenece el RC actual y la información de direcciones comprenden memorizar una

25 información de node\_id, la longitud de dirección y

30 la difusión de la información de dirección de agregación utilizando el anuncio del estado de enlace nº 10 del protocolo de encaminamiento. En otra forma de realización de este primer aspecto de la invención, el método comprende además:

35 la red ASON que comprende una red del tercer nivel, que está situada en un nivel superior de la red ASON; comprendiendo el método, además:

40 la obtención, por un nodo altavoz del segundo CD, de una dirección de agregación de cada uno de los RCs, que están situados dentro del segundo CD, que suministra información de dirección de agregación del segundo CD a un tercer RC de la red del tercer nivel, conforme con una correspondencia uno a uno entre el segundo CD y el tercer RC;

45 la difusión, por el tercer RC que está situado dentro de un cuarto CD de la red del tercer nivel, de la información de dirección de agregación del segundo CD en el cuarto CD, la obtención de una dirección de agregación de un quinto CD de la red del segundo nivel, correspondiendo el quinto CD a un cuarto RC, que está situado dentro del cuarto CD, que suministra información de dirección de agregación del quinto CD al nodo altavoz del segundo CD. En otra forma de realización de este primer aspecto de la invención, el método comprende, además:

50 la búsqueda de dicho RC ID y dicho otro RC ID por el nodo fuente. En otra forma de realización de este primer aspecto de la invención, el método comprende, además:

55 la lista de direcciones accesibles, que incluye la dirección de agregación y la dirección del nodo asignado a la red de transporte (TNA). En otra forma de realización de este primer aspecto de la invención, el método comprende, además:

60 el cálculo de un encaminamiento entre el nodo fuente y el nodo destino, conforme con dicho RC ID y dicho otro RC ID.

El cálculo del encaminamiento entre el nodo fuente y el nodo destino que comprende:

65 calcular, por un módulo de cálculo de encaminamientos, un encaminamiento entre dicho RC ID y dicho otro RC ID, utilizando la lista de direcciones accesibles del nodo fuente, añadir el encaminamiento calculado entre dicho RC ID y dicho otro RC ID para una lista de encaminamientos que contiene el nodo fuente y el nodo destino y a continuación, calcular un encaminamiento entre los dos primeros nodos de la lista de encaminamientos, añadiendo el

encaminamiento calculado entre los dos primeros nodos a la lista de encaminamientos, hasta que los dos primeros nodos de la lista de encaminamientos estén en un CD y la obtención del encaminamiento entre el nodo fuente y el nodo destino.

5 Un segundo aspecto de la presente invención da a conocer un método para identificar si un enlace es un enlace externo o un enlace interno en una red óptica de conmutación automática (ASON), comprendiendo la red ASON al menos tres dominios de control (CDs), presentando cada uno de los CDs un nodo altavoz, comprendiendo la red ASON al menos dos niveles, una red del primer nivel situada en un nivel inferior de la red ASON, una red del segundo nivel que está situada en un nivel superior al de la red del primer nivel, comprendiendo la red del primer nivel al menos dos dominios CDs, presentando cada CD de la red del primer nivel unos nodos, estando cada uno de los niveles situados en un nivel superior de la red del primer nivel que comprende al menos un CD, comprendiendo cada CD de la red del segundo nivel controladores de encaminamiento (RCs) y un RC, que está situado dentro de la red del segundo nivel o en una red situada por encima del nivel más alto en la red del segundo nivel, que representa un CD de un nivel más bajo que el de la red del segundo nivel o más bajo que el de dicha red superior y estableciéndose una correspondencia uno a uno entre el CD y el RC;

Comprendiendo el método:

20 la difusión, por cada uno de los nodos que están situados dentro de un primer CD de la red del primer nivel, de un `node_id` de cada uno de los nodos en el primer CD;

25 la obtención, por un nodo altavoz del primer CD, del `node_id` de cada uno de los nodos del primer CD, formando una dirección de agregación del primer CD, que suministra información de dirección de agregación del primer CD a un primer RC de la red del segundo nivel, conforme a una correspondencia uno a uno entre el primer CD y el primer RC, y la difusión de la información de dirección de agregación del primer CD en el primer CD;

30 la difusión, por el primer RC que está situado dentro de un segundo CD de la red del segundo nivel, de la información de dirección de agregación del primer CD en el segundo CD, la obtención de una dirección de agregación de un tercer CD de la red del primer nivel, correspondiendo el tercer CD a un segundo RC que está situado dentro del segundo CD, que suministra información de dirección de agregación del tercer CD al nodo altavoz del primer CD;

35 la difusión, por el nodo altavoz del primer CD, de la información de dirección de agregación del tercer CD en el primer CD;

la obtención, por cada uno de los nodos del primer CD, de información de dirección de agregación que contiene la información de dirección de agregación del primer CD y la información de dirección de agregación del tercer CD, que forma una lista de direcciones accesibles;

40 la determinación de un primer nodo de punto extremo y de un segundo nodo de punto extremo, que estén situados dentro de un enlace de ingeniería de tráfico (TE) de la red del primer nivel; la búsqueda de un RC ID, utilizando una lista de direcciones accesibles del primer nodo de punto extremo, en donde dicho RC ID corresponde a una dirección de agregación que contiene la dirección del segundo nodo del punto extremo; a continuación, la búsqueda de otro RC ID utilizando la lista de direcciones accesible del primer nodo de punto extremo, en donde dicho otro RC ID corresponde a una dirección de agregación que contiene la dirección del primer nodo de punto extremo y si dicho RC ID y dicho otro RC ID pertenecen a un mismo CD de la red del nivel relativamente más bajo, la determinación de si el primer nodo de punto extremo y el segundo nodo de punto extremo son accesibles entre sí y

50 la determinación de que el enlace de TE es un enlace externo si dicho RC ID es diferente de dicho otro RC ID y la determinación que el enlace de TE es un enlace interno, si dicho RC ID es el mismo que dicho otro RC ID;

en donde la difusión de la información de dirección de agregación del primer CD en el primer CD por el nodo altavoz comprende:

55 la adición de un valor de longitud tipo, TLV, de nivel superior, que incorpora la información de dirección de agregación en el anuncio del estado de enlace nº 10 de un protocolo de encaminamiento, en donde el valor TLV de nivel superior comprende un sub-TLV para identificar la información de atributos y parámetros y al menos un sub-TLV para identificar la información de la dirección, en donde la información de atributos y de parámetros comprende el ID de elemento de red, el número de niveles, un indicador para mostrar si se trata de un nodo de DDRP, el RC ID de un nodo, el ID de área de un dominio al que pertenece el RC actual y la información de la dirección comprende la memorización de una información del `node_id`, la longitud de la dirección y

65 la difusión de la información de dirección de agregación utilizando el anuncio del estado de enlace nº 10 del protocolo de encaminamiento. En otra forma de realización de este segundo aspecto de la invención, el método comprende, además:

la red ASON que comprende una red del tercer nivel, que está situada en un nivel superior de la red ASON;

comprendiendo el método, además:

5 la obtención, por un nodo altavoz del segundo CD, de una dirección de agregación de cada uno de los RC que están situados dentro del segundo CD, que suministra información de dirección de agregación del segundo CD a un tercer RC de la red del tercer nivel, conforme con una correspondencia uno a uno entre el segundo CD y el tercer RC;

10 la difusión, por el tercer RC que está situado dentro de un cuarto CD de la red del tercer nivel, de la información de dirección de agregación del segundo CD en el cuarto CD, la obtención de una dirección de agregación de un quinto CD de la red del segundo nivel, el quinto CD correspondiente a un cuarto RC que está situado dentro del cuarto CD, que suministra información de dirección de agregación del quinto CD al nodo altavoz del segundo CD. En otra forma de realización de este segundo aspecto de la invención, el método comprende, además:

15 la búsqueda de dicho RC ID y dicho otro RC ID por el nodo fuente.

Se puede deducir de las soluciones técnicas anteriores que algunas formas de realización de la presente invención presentan una o más de estas ventajas: después de que se inicie la red ASON multi-nivel, la presente invención realiza, en primer lugar, el proceso de agregación de direcciones de nodos y el proceso de difusión de direcciones de agregación y, a continuación, suministra el enlace externo en cada nivel. Por lo tanto, cualquier nodo en la red puede determinar si el nodo y otro nodo, en la red, son accesibles entre sí y puede calcular, además, el encaminamiento entre el par de nodos fuente y destino. Además, la presente invención puede determinar, si cualquiera de los enlaces de TE (ingeniería de tráfico), en la red ASON multi-nivel, es un enlace externo o un enlace interno.

## 25 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 es un diagrama de flujo que representa el proceso de agregación de direcciones de nodos y el proceso de difusión de direcciones de agregación cuando se inicia el nodo, según una forma de realización de la presente invención;

La Figura 2 es un diagrama esquemático de la red ASON multi-nivel según una forma de realización de la presente invención;

35 La Figura 3 es un diagrama de flujo de un método de identificación de accesibilidad de nodos, en la red óptica de conmutación automática, según una forma de realización de la presente invención;

La Figura 4 es un diagrama de flujo de un método para identificar si un enlace es, o no, un enlace interno o externo, en la red óptica de conmutación automática, según una forma de realización de la presente invención;

40 La Figura 5 es un diagrama esquemático de la topología de la red que se puede adquirir, para cada nodo en CD1 después de que se inicie la red ASON multi-nivel, según una forma de realización de la presente invención;

45 La Figura 6 es un diagrama de flujo de un método de cálculo para el encaminamiento entre cualesquiera dos nodos, en la red óptica de conmutación automática, según una forma de realización de la presente invención.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

50 La parte esencial de las formas de realización de la invención es la búsqueda del identificador RC Antecesor (RC ID Antecesor) y el identificador de enlace (ID de Enlace) de un enlace entre el par de nodos fuente y destino consultando una lista de direcciones accesibles del nodo fuente en función del par de nodos fuente y destino seleccionado. Si se puede obtener el RC ID Antecesor y el ID de Enlace, el par de nodos fuente y destino son accesibles entre sí.

55 Después de concluir la iniciación del sistema de la red ASON multi-nivel, cada nodo puede obtener una lista de direcciones accesibles, que comprenda la información de direcciones de todos los nodos que puedan obtenerse por cada nodo. La lista de direcciones accesibles se memoriza en el sistema y puede ser objeto de agregación. Por ejemplo, suponiendo que las direcciones, que puedan obtenerse por el nodo A incluyen a 129.9.0.1/32 y 129.9.1.0/24, dichas direcciones estarán incluidas en la lista de direcciones accesibles del nodo A.

60 Las formas de realización se describirán ahora, con detalle, haciendo referencia a los dibujos adjuntos. En una forma de realización de la presente invención, cuando se inicia un nodo, se realizan, en primer lugar, el proceso de agregación de direcciones del nodo y el proceso de difusión de direcciones de agregación y, a continuación, cada nodo forma una lista de direcciones accesibles. La Figura 1 representa un flujo de procesamiento específico del procedimiento anterior, que incluye las etapas siguientes:

65

En la etapa 1-1, cuando se inicia un nodo, el protocolo de encaminamiento realiza, en primer lugar, el proceso de agregación de direcciones y el proceso de difusión de direcciones de agregación.

5 Cuando se inicia cada nodo en la red ASON multi-nivel, se realiza, en primer lugar, el proceso de difusión de direcciones accesibles y se suministran, en sentido ascendente y descendente, las direcciones de agregación cuando el nodo altavoz (agente) completa la agregación de direcciones. Cada nodo establece una lista de información de direcciones de agregación, respectivamente.

10 La dirección de agregación es una dirección cuya identificación se agrega. Por ejemplo, 129.9.0.16/29 identifica una agregación de 8 direcciones. Cualesquiera dos de todas las direcciones identificadas por una misma dirección de agregación son ellas mismas accesibles entre sí.

15 Por ejemplo, en el nivel 0 de la red ASON multi-nivel, según se representa en la Figura 2, cada nodo en el dominio CD1, en el dominio CD2, en el dominio CD3 y en el dominio CD4 que suelen transmitir las direcciones accesibles representadas. Las direcciones accesibles representadas por cada nodo, en el nivel 0, son su propio identificador node\_id. La agregación de direcciones de nodos del dominio representado se completa en el nodo altavoz de cada dominio y las direcciones de agregación de NODE\_AGG\_CD1 (la dirección de agregación que identifica a todos los nodos en el dominio CD1), NODE\_AGG\_CD2 (la dirección de agregación que identifica a todos los nodos en el dominio CD2), NODE\_AGG\_CD3 (la dirección de agregación que identifica a todos los nodos en el dominio CD3),  
 20 NODE\_AGG\_CD4 (la dirección de agregación que identifica a todos los nodos en el dominio CD4) se forman, respectivamente.

25 El dominio CD1 está representado por el nodo RC11 en el nivel 1 y el RC ID de RC 11 está representado por RC11, de modo que el RC al que pertenece la dirección de agregación NODE\_AGG\_CD1 es RC11. De forma similar, el RC al que pertenece la dirección de agregación NODE\_AGG\_CD2 es RC 12; el RC al que pertenece la dirección de agregación NODE\_AGG\_CD3 es RC13 y el RC al que pertenece la dirección de agregación NODE\_AGG\_CD4 es RC 14.

30 En la red ASON multi-dominio, cada dominio de control presenta un nodo altavoz. El nodo altavoz es un nodo particular y en este nodo, una instancia operativa de protocolo de encaminamiento en la red de nivel superior y una instancia operativa de protocolo de encaminamiento, en la red de nivel corriente, se pueden ejecutar al mismo tiempo. Por lo tanto, el nodo altavoz puede desempeñar una función de suministro ascendente y de suministro descendente de la información. El nodo altavoz el realiza flujo entrante de información en su dominio de control, a través del mensaje LSA (Anuncio de Estado de Enlace). En consecuencia, las direcciones de agregación  
 35 NODE\_AGG\_CD1 y NODE\_AGG\_CD2 se suministran, en sentido ascendente, al dominio CD5 de nivel 1 a través del nodo altavoz y las direcciones de agregación NODE\_AGG\_CD3 y NODE\_AGG\_CD4 se suministran, en sentido ascendente, al dominio CD6 de nivel 1, a través del nodo altavoz.

40 En el nivel 1 y en el nivel 2 de la red ASON multi-nivel, representada en la Figura 2, se realizarán los procesos similares de agregación de direcciones y de difusión de direcciones de agregación.

En la etapa 1-2, cada nodo forma una lista de direcciones accesibles, que comprende la dirección de agregación.

45 Una vez realizados el proceso de agregación de direcciones del nodo y el proceso de difusión de direcciones de agregación, antes citados, cada nodo en la red ASON multi-nivel puede retener algunas direcciones de agregación, respectivamente. Por ejemplo, las direcciones de agregación retenidas por cada nodo, en el dominio CD1, se indican en la tabla 1:

50 Tabla 1: Tabla de información de las direcciones de agregación retenidas por cada nodo en el dominio CD1.

RC al que pertenece un nodo	Dirección de agregación node_id del RC correspondiente representado
RC 11	NODE_AGG_CD1 (dirección de agregación del node_id de CD1)
RC 12	NODE_AGG_CD2 (dirección de agregación del node_id de CD2)
RC21	NODE_AGG_CD1_CD2 (direcciones de agregación de node_id de CD1 y CD2)
RC22	NODE_AGG_CD3_CD4 (direcciones de agregación de node_id de CD3 y CD4)

A continuación, la dirección de agregación, retenida por cada nodo, se añade a la lista de direcciones accesibles del nodo. Por lo tanto, la lista de direcciones accesibles de cada nodo comprende la información de direcciones, tal como la dirección de agregación, la dirección de TNA (Red de Transporte Asignada), etc.

55 En la red ASON multi-nivel, las direcciones accesibles de cada nodo se pueden representar por la dirección accesible TLV (Tipo/Longitud/Valor). Para poder identificar mejor las direcciones accesibles de cada nodo, la

presente forma de realización añade una TLV de nivel superior y la correspondiente sub-TLV, para cada nodo, con el fin de identificar la información tal como la dirección, el atributo, las direcciones accesibles del nodo, etc. La TLV de nivel superior y la correspondiente sub-TLV, para cada nodo, se definen como sigue:

- 5 1. Node\_TLV: La dirección TLV de nivel superior del nodo para identificar las direcciones del nodo. La TLV de nivel superior comprende dos sub-TLVs, p.e., Node\_INFO\_SUB\_TLV y Node\_Aggr\_Sub\_TLV.
2. Node\_INFO\_SUB\_TLV: El sub-TLV de TLV de nivel superior de la dirección del nodo para identificar el atributo y alguna información de parámetro de los nodos.

10

La información comprende:

Definición de elemento de datos	longitud ( en bytes)	Descripción del elemento de datos
one_id	4	ID de elemento de red
nivel	4	Número de niveles
ddrp_flag	4	El indicador para mostrar si es un nodo DDRP
rc_id	4	RC ID del nodo
area_id	4	ID de área del dominio al que pertenece el RC actual

15

3. Node\_Aggr\_Sub\_TLV: El sub-TLV de TLV de nivel superior de la dirección del nodo para identificar la dirección accesible del nodo. Puede existir una pluralidad de Node\_Aggr\_Sub\_TLVs bajo un Node\_TLV. Cada Node\_Aggr\_Sub\_TLV comprende la información indicada a continuación:

Definición del elemento de datos	Longitud (en bytes)	Descripción del elemento de datos
node_id	4	Almacenamiento de la información de node_id
Prefijo	1	Longitud de la dirección
Reservado	3	Alineación en 4 bytes

20

A continuación, la presente forma de realización incorpora el TLV de nivel superior añadido y su correspondiente sub-TLV de cada nodo al LSA nº 10 del protocolo de encaminamiento. Las direcciones accesibles de cada nodo se difunden, en primer lugar, en el dominio a través del LSA, entonces, todas las direcciones accesibles en el dominio se agregan juntas y se envían a la red de nivel superior hasta llegar a la red del más alto nivel. Después de que cada nodo haya recibido la información de direcciones accesibles difundida por otros nodos a través del LSA, podrá actualizar su lista de direcciones accesibles, en consecuencia.

25

En función de la dirección de agregación, en la lista de direcciones accesibles de cada nodo en la red ASON multi-nivel, una forma de realización de la presente invención da a conocer un método para identificar la accesibilidad del nodo en la red óptica de conmutación automática. La Figura 3 representa un flujo de procesamiento específico del método. Más concretamente, el método comprende:

30

Etapas 3-1: Un par de nodos fuente y destino se selecciona de forma aleatoria.

35

Si cualquier nodo de nivel 0, en la red ASON multi-nivel se considera como un nodo fuente, se designará, de forma aleatoria, un nodo destino y se puede juzgar si los dos nodos son, o no, accesibles entre sí.

40

Etapas 3-2: El nodo busca el RC ID, en el que la lista de direcciones accesibles contiene la dirección del nodo destino y si el nivel al que pertenece el RC es el más bajo, en tal caso considera el RC ID como el ID de enlace entre el par de nodos fuente y destino.

45

La operación específica es que el nodo fuente busca el RC ID, que incluye la dirección del punto extremo Remoto y que esté en el más bajo nivel según la lista de direcciones accesibles del nodo fuente. Si el nodo fuente no encuentra la dirección del punto extremo Remoto, en su lista de direcciones accesibles, reenvía un informe de fallo indicando que no es accesible entre el nodo fuente y el nodo destino y de este modo, finaliza el proceso de determinación de si el nodo fuente y el nodo destino son accesibles entre sí.

50

Si el nodo fuente encuentra la dirección del punto extremo Remoto en su lista de direcciones accesibles, se determina el RC ID que incluye la dirección del punto extremo Remoto y que está en el más bajo nivel y en consecuencia, se considera como el ID del Enlace entre el par de nodos fuente y destino. A continuación, el



procedimiento prosigue con la etapa 3-3.

Por ejemplo, en la red ASON multi-nivel, representada en la Figura 2, si el nodo fuente es el nodo N01 y el nodo destino es el nodo BN13, en función de la información de dirección de agregación en la lista de direcciones accesibles del nodo N01, se puede obtener, en el nodo N01, que el RC ID del más bajo nivel, cuya dirección accesible contiene BN13, es RC 22 y en consecuencia, se utiliza RC 22 como el ID de Enlace del enlace entre el nodo N01 y el nodo BN13.

Etapa 3-3: El nodo fuente busca el RC ID que incluye el nodo fuente y está en el mismo dominio que el ID de Enlace y considera el RC ID como el RC Antecesor del enlace entre el par de nodos fuente y destino.

El nodo fuente busca el RC ID cuya dirección accesible contiene la dirección del punto extremo Local según su lista de direcciones accesibles y el RC está en el mismo dominio que el ID de Enlace. Si se obtiene el RC ID, se considera como el RC Antecesor del enlace entre los nodos fuente y destino y a continuación, el procedimiento prosigue con la etapa 3-4.

Si no se encuentra el RC Antecesor, se reenvía un mensaje de fallo indicando que el nodo fuente y el nodo destino no son accesibles entre sí y finaliza el proceso de determinación de si el par de nodos fuente y destino son accesibles entre sí.

Por ejemplo, haciendo referencia al ejemplo en la Etapa 3-2, en la red ASON multi-nivel representada en la Figura 2, si el nodo fuente es el nodo N01 y el nodo destino es el nodo BN13, según la dirección de agregación en la lista de direcciones accesibles del nodo N01, los RC IDs que se pueden obtener por el nodo N01 son RC11 y RC21, cuyas direcciones accesibles contienen el punto extremo Local y RC11 y RC21 están en un solo dominio. Por lo tanto, RC21 es el RC Antecesor del enlace entre el nodo N01 y el nodo BN13.

Etapa 3-4: Determinación de si se encuentran el ID de Enlace y el RC Antecesor.

Si se encuentra el ID de Enlace y el RC Antecesor del enlace entre el par de nodos fuente y destino, el procedimiento prosigue con la etapa 3-5; de no ser así, el procedimiento prosigue con la etapa 3-6.

Etapa 3-5: El par de nodos fuente y destino son accesibles entre sí.

Si se encuentran el RC Antecesor y el ID de Enlace correspondientes al par de nodos fuente y destino en función de las direcciones dadas del par de nodos fuente y destino, a través de las etapas 3-3 y 3-4, se puede deducir que es accesible entre el par de nodos fuente y destino.

Con referencia también al ejemplo en la etapa 3-2, en la red ASON multi-nivel, representada en la Figura 2, si el nodo fuente es el nodo N01 y el nodo destino es el nodo BN13, realizando la etapa 3-2 y la etapa 3-4, se puede obtener que RC11 y RC21 son el RC Antecesor y el ID de Enlace del enlace entre el nodo N01 y el nodo BN13, respectivamente, y el nodo N01 y el nodo BN13 es conectivo entre RC21 y RC22 de CD7, lo que significa que N01 y BN13 son accesibles entre sí.

Etapa 3-6, el par de nodos fuente y destino no es accesible entre sí.

Si no se encuentran el RC Antecesor y el ID de Enlace correspondientes al par de nodos fuente y destino, en función de las direcciones dadas del par de nodos fuente y destino, a través de la etapa 3-3 y de la etapa 3-4, se puede deducir que no es conectivo entre el par de nodos fuente y destino, es decir, que el par de nodos fuente y destino no son accesibles entre sí.

Llegados a este punto, finaliza el flujo del método para identificar la accesibilidad del nodo en la red óptica de conmutación automática.

En función de la lista de direcciones accesibles de cada nodo en una red ASON multi-nivel, una forma de realización de la presente invención da a conocer, además, un método para identificar el tipo de enlace externo en una red óptica de conmutación automática. El flujo de procesamiento específico del método se representa en la Figura 4, que comprende las etapas siguientes:

Etapa 4-1: Después de la verificación satisfactoria del enlace de TE, cada nodo, en cada nivel de la red busca los correspondientes RC Antecesor e ID de Enlace cuando el enlace de TE se convierte en enlace interno al que pertenece el nodo.

En la red ASON multi-nivel, inmediatamente después de que se inicie el sistema, el estado del enlace de TE en la red es Abajo (inutilizable) y el enlace de TE no se puede utilizar por los servicios. Después de la verificación satisfactoria del enlace de TE, el estado del enlace de TE se hará de Arriba (utilizable) y en este momento, el enlace de TE se puede utilizar por los servicios.

- 5 Después de la verificación satisfactoria del enlace de TE, cada nodo de cada nivel de Red ASON busca el RC Antecesor y el ID de Enlace correspondientes al enlace de TE y realiza los correspondientes procesos, respectivamente, en función del resultado de la búsqueda. A continuación, el procedimiento prosigue con la etapa 4-2.
- Etapa 4-2: Determinación de si se pueden encontrar el RC Antecesor y el ID de Enlace; si se encuentran, el procedimiento prosigue con la etapa 4-3; de no ser así, prosigue con la etapa 4-6.
- 10 Etapa 4-3: Determinación de si el punto extremo Local (punto extremo local real) es el mismo que el RC Antecesor correspondiente al enlace de TE en el mismo nivel, de si el punto extremo Remoto (punto extremo remoto real) es el mismo que el ID de Enlace correspondiente al enlace de TE en el mismo nivel. Si es el mismo, el procedimiento prosigue con la etapa 4-4 y de no ser así, prosigue con la etapa 4-5.
- 15 Etapa 4-4: Si se encuentran el RC Antecesor y el ID de Enlace, y el punto extremo Local (punto extremo local real) es el mismo que el RC Antecesor, el punto extremo Remoto (punto extremo remoto real) es el mismo que el correspondiente ID de Enlace del enlace de TE y, en tal caso, el enlace de TE se determina como el enlace interno.
- 20 Para el enlace interno, el enlace de TE no presenta un suministro ascendente y su LSA sólo se difunde en el dominio actual.
- Etapa 4-5: Si se encuentran el RC Antecesor y el ID de Enlace y el RC Antecesor encontrado no es el mismo que el punto extremo Local (punto extremo local real) y el ID de Enlace no es el mismo que el punto extremo Remoto (punto extremo remoto real), se determina que el enlace de TE es un enlace externo.
- 25 Para el enlace externo, el LSA del enlace de TE se anuncia en su dominio y el enlace de TE se suministra, de forma ascendente y se añade a una lista de suministro ascendente.
- Etapa 4-6: El RC Antecesor y el ID de Enlace del enlace de TE se establecen como 0 y el enlace de TE no presenta un suministro ascendente y se añade a una lista de espera.
- 30 La lista de espera se utiliza para registrar todos los enlaces de TE cuyos RC Antecesor e identificadores ID de Enlace no se encuentran.
- 35 Etapa 4-7: Cuando cambia la dirección del nodo, el nodo busca el RC Antecesor y el ID de Enlace correspondientes al enlace de TE en la lista de espera y el procedimiento retorna a la etapa 4-2.
- 40 En la red ASON multi-nivel, cada vez que cambia la dirección del nodo, cada nodo de cada nivel busca el RC Antecesor y el ID de Enlace correspondientes a cada enlace de TE en la lista de espera. Si se encuentran el RC Antecesor y el ID de Enlace, se suprime el enlace de TE desde la lista de espera y a continuación, el procedimiento retorna a la etapa 4-2.
- 45 En particular, cuando el estado del enlace de TE cambia desde Arriba Abajo, en la red ASON multi-nivel, ha de determinarse si el enlace de TE está en la lista de suministros ascendentes; si es así, se realiza el proceso de suministro ascendente para la red de nivel superior y se envía una petición para la supresión del enlace de TE a la red de nivel superior.
- 50 Cuando se actualiza el enlace de TE, ha de determinarse si el enlace de TE está, o no, en la lista de suministros ascendentes. Si es así, se realiza el proceso de suministros ascendentes para la red de nivel superior y se envía una petición de actualización del enlace de TE a la red de nivel superior.
- 55 Cuando se suprime el enlace de TE, ha de determinarse si el enlace de TE está, o no, en la lista de suministros ascendentes. Si es así, se realiza el proceso de suministros ascendentes para la red de nivel superior y se envía una petición de supresión del enlace de TE a la red de nivel superior.
- La red de nivel superior realiza las operaciones correspondientes según las reglas de la difusión.
- 60 En la red ASON multi-nivel, después de que el nodo altavoz reciba la topología de suministro ascendente desde el nodo inferior, realiza un flujo entrante de la información (LSA) en el dominio al que pertenece. Otro nodo altavoz, que recibe la información, suministra, además, en sentido descendente, la información al correspondiente nodo altavoz de nivel más bajo. El nodo altavoz difunde la información solamente en su dominio de control. Por ejemplo, en la red ASON multi-nivel, representada en la Figura 2, después de que el nodo altavoz S2 en CD2 realice un suministro ascendente de los enlaces externos, esto es, BN5-BN7 y BN6-BN8, al nodo altavoz RC12 en CD5, RC12 difunde los enlaces en CD5 y RC11 recibirá esta información y la suministrará, en sentido descendente, a N04 en CD1. N04 difundirá, además, los enlaces en CD1.
- 65

Hasta aquí, finaliza el flujo de procesamiento específico para identificar el enlace externo en la red óptica de conmutación automática.

5 Por lo tanto, en la red ASON multi-nivel, después de que se inicien los nodos en la red, realizando las operaciones anteriores, tales como el proceso de agregación de direcciones del nodo, el proceso de verificación del enlace de TE y el proceso de suministro ascendente/descendente del enlace de TE, cada nodo dispone de un contorno operativo de la topología de la red ASON completa.

10 Por ejemplo, en la red ASON multi-nivel, representada en la Figura 2, después de iniciarse los nodos en la red, si se realizan las operaciones anteriores, tales como el proceso de agregación de direcciones de nodos, el proceso de verificación del enlace de TE y el proceso de suministro ascendente/descendente del enlace de TE, el contorno operativo de la topología de la red es visible para cada nodo en CD1, según se representa en la Figura 5.

15 Los datos de la topología, retenidos por cada nodo en CD1, son como sigue:

- A. Todos los enlaces de TE intra-dominio y nodos en el Dominio CD1;
- B. Datos de enlaces de TE suministrados, en sentido descendente, por la red de más alto nivel según se representa en la tabla 2;

20 Tabla 2: Lista de información de enlaces de TE, con suministro descendente, recibidos por cada nodo en CD1

ID Router Informativo	Sub-TLV de ID de enlace	Sub-TLV de ID de nodo local	Sub-TLV de ID de nodo remoto	Sub-TLV de identificador local del enlace	Sub-TLV de Identificador remoto del enlace	Sub-TLV de RC ID Antecesor
N04	RC12	BN1	BN3	Índice de interfaz local real	Índice de interfaz local real	RC 11
N04	RC12	BN2	BN4	Índice de interfaz local real	Índice de interfaz local real	RC11
N04	RC22	BN5	BN7	Índice de interfaz local real	Índice de interfaz local real	RC21
N04	RC22	BN6	BN8	Índice de interfaz local real	Índice de interfaz local real	RC21

- C. Datos de la dirección de agregación, con suministro descendente, por la red de alto nivel, según se representa en la tabla 3;

25 Tabla 3: Tabla de información de las direcciones de agregación, con suministro descendente, recibidas por cada nodo en CD1

RC	Dirección de agregación node_id correspondiente a RC
RC11	NODE_AGG_CD1 (dirección de agregación de node_id en CD1)
RC12	NODE_AGG_CD2 (dirección de agregación de node_id en CD2 )
RC21	NODE_AGG_CD1_CD2 (dirección de agregación de node_id en CD1 y CD2 )
RC22	NODE_AGG_CD3_CD4 (dirección de agregación de node_id en CD3 y CD4 )

30 La lista de direcciones accesibles de un nodo es una parte de los datos de topología retenidos por cada nodo. Los datos de topología retenidos por cada nodo comprenden no solamente la información de la lista de direcciones accesibles (incluyendo la dirección de agregación, la dirección de TNA), sino también los datos de topología de todos los enlaces de TE vistos por el nodo.

35 En función de la lista de direcciones accesibles de cada nodo en la red ASON multi-nivel, una forma de realización de la presente invención da a conocer, además, un método para calcular el encaminamiento entre nodos en la red ASON multi-nivel. El flujo de procesamiento específico del método se representa en la Figura 6, que comprende las etapas siguientes:

40 Etapa 6-1: El nodo busca los correspondientes RC ID Antecesor e ID de Enlace cuando el RC ID Antecesor y el ID

de Enlace están dentro de un dominio.

En función del par de nodos fuente y destino seleccionado, cuyo encaminamiento necesita calcularse en la red óptica de conmutación automática, el nodo busca los correspondientes RC ID Antecesor e ID de Enlace cuando el RC ID Antecesor y el ID de Enlace se convierten en un solo dominio, utilizando la lista de direcciones accesibles del par de nodos fuente y destino.

El procedimiento de búsqueda específico es el mismo que el del método para identificar la accesibilidad del nodo en la red óptica de conmutación automática.

Etapa 6-2: En función de los RC ID Antecesor e ID de Enlace encontrados, el nodo calcula el encaminamiento entre el RC ID Antecesor y el ID de Enlace.

En función del RC ID Antecesor y del ID de Enlace encontrados, a través del par de nodos fuente y destino, el módulo de cálculo del encaminamiento calcula el encaminamiento entre el RC ID Antecesor y el ID de Enlace, utilizando los datos de topología del enlace de TE incluidos en los datos de topología retenidos por cada nodo.

Con referencia, además, al ejemplo en la etapa 3-2, el módulo de cálculo del encaminamiento calcula el encaminamiento de RC21>RC22, siendo el resultado del cálculo BN5 → BN7 utilizando los datos de topología del enlace de TE incluidos en los datos de topología retenidos por el nodo RC21 y el nodo RC22.

Etapa 6-3: El nodo añade el encaminamiento calculado en la lista de HOP (encaminamiento) de los encaminamientos entre el par de nodos fuente y destino actuales.

La lista de HOP es una lista de encaminamiento que indica el destino correspondiente; por ejemplo, si la ruta desde A a Z es A, B, C, Z, la lista se denomina una lista HOP de los encaminamientos entre A y Z. A continuación, el encaminamiento entre el RC ID Antecesor y el ID de Enlace, calculado por el módulo de cálculo del encaminamiento, se añade a la lista HOP de los encaminamientos entre el par de nodos fuente y destino actuales.

Con referencia, además, al ejemplo en la etapa 3-2, si la lista HOP de los encaminamientos entre el par de nodos fuente y destino actuales es: N01→BN13 y el encaminamiento calculado es BN5→BN7, después de que se añada BN5→BN7 a N01→BN13, la lista HOP de los encaminamientos entre el par de nodos fuente y destino es N01→BN5→BN7→BN13.

Etapa 6-4: Ha de determinarse si los dos primeros nodos, en la lista HOP, están en un solo dominio de nivel 0.

El módulo de cálculo del encaminamiento determina si los dos primeros nodos, en la lista HOP de encaminamientos entre el par de nodos fuente y destino actuales, están en un dominio de nivel 0; si la respuesta es afirmativa, el procedimiento prosigue en la etapa 6-6 y de no ser así, prosigue con la etapa 6-5.

Etapa 6-5: Los dos primeros nodos, en la lista HOP, se consideran como el par de nodos fuente y destino para el cálculo del encaminamiento.

El módulo de cálculo del encaminamiento considera los dos primeros nodos vecinos, en la lista HOP actual, como el par de nodos fuente y destino para el cálculo del encaminamiento en la etapa siguiente y calcula el encaminamiento entre los dos nodos. A continuación, el procedimiento prosigue con la Etapa 6-1.

Etapa 6-6: Concluye el cálculo.

Si los dos primeros nodos, en la lista HOP de los encaminamientos entre el par de nodos fuente y destino actuales están en un dominio de nivel 0, finaliza el procedimiento del cálculo de encaminamientos entre el par de nodos fuente y destino asignados. La lista HOP de los encaminamientos entre el par de nodos fuente y destino actuales es el encaminamiento entre el par de nodos fuente y destino asignados. Según la lista HOP, se puede establecer la conexión entre el par de nodos fuente y destino.

Con referencia también al ejemplo en la etapa 3-2, la lista HOP de los encaminamientos, a la larga obtenida, de los encaminamientos entre N01→BN13 es: N01→N04→BN1→BN3→BN5→BN7→BN13.

Hasta aquí, finaliza el flujo de procesamiento específico del método para calcular el encaminamiento entre nodos en la red óptica de conmutación automática.

Aunque la ilustración y descripción de la presente invención se han dado haciendo referencia a sus formas de realización preferidas, debe apreciarse por los expertos en esta materia que se pueden realizar diversos cambios en formas y detalles sin desviarse, por ello, del alcance de protección de esta invención según se define por las reivindicaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

1. Un método para identificar la accesibilidad de nodos, en una red óptica de conmutación automática, ASON, comprendiendo la red ASON al menos tres dominios de control, CDs, con cada uno de los CDs presentando un nodo altavoz e incluyendo la red ASON al menos dos niveles, estando la red del primer nivel localizada en un nivel inferior de la red ASON y una red del segundo nivel localizada en un nivel superior al de la red del primer nivel, comprendiendo la red del primer nivel al menos dos de los dominios CDs, con cada uno de los dominios CDs de la red del primer nivel presentando nodos, con cada uno de los niveles que están situados en un nivel superior a la red del primer nivel, al menos uno de los dominios CD, presentando cada uno de los dominios CD de la red del segundo nivel unos controladores de encaminamientos, RCs y, un RC, que está situado dentro de la red del segundo nivel o una red superior situada en un nivel más alto que la red del segundo nivel, que representa un CD de un nivel más bajo que el de la red del segundo nivel o más bajo que dicha red superior, existiendo una correspondencia, uno a uno, entre el CD y el RC;
- comprendiendo el método:
- la difusión, por cada uno de los nodos que están situados dentro de un primer CD de la red del primer nivel, de un identificador node\_id de cada uno de los nodos en el primer CD;
- la obtención, por un nodo altavoz del primer CD, del identificador node\_id de cada uno de los nodos del primer CD, formando una dirección de agregación del primer CD, suministrando información de dirección de agregación del primer CD a un primer RC de la red del segundo nivel, conforme con una correspondencia uno a uno entre el primer CD y el primer RC, y difundiendo la información de dirección de agregación del primer CD en el primer CD;
- la difusión, por el primer RC que está situado dentro de un segundo CD de la red del segundo nivel, de la información de dirección de agregación del primer CD en el segundo CD, la obtención de una dirección de agregación de un tercer CD de la red del primer nivel, el tercer CD correspondiente a un segundo RC que está situado dentro del segundo CD, el suministro de información de dirección de agregación del tercer CD al nodo altavoz del primer CD;
- la difusión, por el nodo altavoz del primer CD, de la información de dirección de agregación del tercer CD en el primer CD;
- la obtención, por cada uno de los nodos del primer CD, de información de dirección de agregación que contiene la información de dirección de agregación del primer CD y la información de dirección de agregación del tercer CD, formando una lista de direcciones accesibles (1-2) y
- la determinación de un nodo fuente y de un nodo destino, que estén localizados dentro de la red del primer nivel (3-1); la búsqueda de un RC ID utilizando una lista de direcciones accesibles del nodo fuente, en donde dicho RC ID corresponde a una dirección de agregación que contiene la dirección del nodo destino (3-2); a continuación, la búsqueda de otro RC ID utilizando la lista de direcciones accesibles del nodo fuente, en donde dicho otro RC ID corresponde a una dirección de agregación que contiene la dirección del nodo fuente (3-3) y si dicho RC ID y dicho otro RC ID pertenecen a un mismo CD de la red del nivel relativamente más bajo, la determinación de que el nodo fuente y el nodo destino son accesibles entre sí (3-5);
- estando el método caracterizado porque la difusión de la información de dirección de agregación del primer CD, en el primer CD, por el nodo altavoz comprende:
- la adición de un valor de longitud-tipo de nivel superior, TLV, que incorpora la información de dirección de agregación en el anuncio del estado del enlace nº 10 de un protocolo de encaminamiento, en donde el TLV de nivel superior comprende un sub-TLV para identificar la información de atributos y parámetros y al menos un sub-TLV para identificar la información de direcciones, en donde la información de atributos y parámetros comprende un ID de elemento de red, el número de niveles, un indicador para señalar si es un nodo DDRP, el RC ID de un nodo, un ID de área de un dominio al que pertenece el RC actual y la información de direcciones que comprende almacenar una información de node\_id, la longitud de la dirección y la difusión de la información de direcciones de agregación utilizando el anuncio del estado del enlace nº 10 del protocolo de encaminamientos.
2. El método, según la reivindicación 1, en donde la red ASON comprende una red del tercer nivel, estando la red del tercer nivel situada en un nivel superior de la red ASON;
- comprendiendo el método además:
- la obtención, por un nodo altavoz del segundo CD, de una dirección de agregación de cada uno de los RCs que están situados dentro del segundo CD, que suministra la información de dirección de agregación del segundo CD a un tercer RC de la red del tercer nivel, conforme con una correspondencia uno a uno entre el segundo CD y el tercer RC;

la difusión, por el tercer RC que está situado dentro de un cuarto CD de la red de tercer nivel, de la información de dirección de agregación del segundo CD en el cuarto CD, la obtención de una dirección de agregación de un quinto CD de la red del segundo nivel, el quinto CD correspondiente a un cuarto RC que está situado dentro del cuarto CD, que suministra la información de dirección de agregación del quinto CD al nodo altavoz del segundo CD.

5 **3.** El método, según la reivindicación 1, en donde la búsqueda de dicho RC ID y dicho otro RC ID es realizada por el nodo fuente.

10 **4.** El método, según la reivindicación 1, en donde la lista de direcciones accesibles comprende la dirección de agregación y la dirección del nodo de la red de transporte asignada, TNA.

**5.** El método, según la reivindicación 1, en donde el método comprende, además: calcular un encaminamiento entre el nodo fuente y el nodo destino, conforme con dicho RC ID y dicho otro RC ID.

15 **6.** El método, según la reivindicación 5, en donde el cálculo del encaminamiento entre el nodo fuente y el nodo destino comprende:

el cálculo, por un módulo de cálculo de encaminamiento, de un encaminamiento entre dicho RC ID y dicho otro RC ID, utilizando la lista de direcciones accesibles del nodo fuente (6-2), la adición del encaminamiento calculado entre dicho RC ID y dicho otro RC ID a una lista de encaminamientos que contiene el nodo fuente y el nodo destino (6-3), y el cálculo, además, de un encaminamiento entre los dos primeros nodos de la lista de encaminamientos, la adición del encaminamiento calculado entre los dos primeros nodos a la lista de encaminamientos hasta que los dos primeros nodos de la lista de encaminamientos estén en un CD, y la obtención del encaminamiento entre el nodo fuente y el nodo destino .

20 **7.** Un método para identificar si un enlace es un enlace externo o un enlace interno en una red óptica de conmutación automática, ASON, comprendiendo esta red ASON al menos tres dominios de control, CDs, comprendiendo cada uno de los CDs un nodo altavoz, presentando la red ASON al menos dos de los niveles, estando una red del primer nivel situada sobre un nivel inferior de la red ASON, estando una red del segundo nivel situada en un nivel superior al de la red del primer nivel, comprendiendo la red del primer nivel al menos dos de los CDs, presentando cada uno de los CDs de la red del primer nivel nodos, comprendiendo cada uno de los niveles, que están situados en un nivel superior de la red del primer nivel, al menos uno de los CDs, presentando cada uno de los CDs, de la red del segundo nivel, controladores del encaminamiento, RCs y un RC, que está situado dentro de la red del segundo nivel o estando una red superior situada en un nivel más alto que la red del segundo nivel, que representa un CD de un nivel más bajo que la red del segundo nivel o más bajo que dicha red superior, existiendo una correspondencia, uno-a-uno, entre el CD y el RC;

comprendiendo el método:

40 la difusión, por cada uno de los nodos que están situados dentro de un primer CD de la red del primer nivel, de un identificador node\_id de cada uno de los nodos en el primer CD;

45 la obtención, por un nodo altavoz del primer CD, del identificador node\_id de cada uno de los nodos del primer CD, formando una dirección de agregación del primer CD, que suministra información de dirección de agregación del primer CD a un primer RC de la red del segundo nivel, conforme con una correspondencia, uno a uno, entre el primer CD y el primer RC, y la difusión de la información de direcciones de agregación del primer CD en el primer CD;

50 la difusión, por el primer RC que está situado dentro de un segundo CD de la red del segundo nivel, de la información de direcciones de agregación del primer CD en el segundo CD, la obtención de una dirección de agregación de un tercer CD de la red del primer nivel, correspondiendo el tercer CD a un segundo RC, que está situado dentro del segundo CD, que suministra la información de direcciones de agregación del tercer CD al nodo altavoz del primer CD;

55 la difusión, por el nodo altavoz del primer CD, de la información de direcciones de agregación del tercer CD en el primer CD;

60 la obtención, por cada uno de los nodos del primer CD, de información de direcciones de agregación que contiene la información de direcciones de agregación del primer CD y la información de direcciones de agregación del tercer CD, formando una lista de direcciones accesibles (1-2);

65 la determinación de un primer nodo de punto extremo y un segundo nodo de punto extremo, que están situados dentro de un enlace de ingeniería de tráfico, TE, de la red del primer nivel; la búsqueda de un RC ID utilizando una lista de direcciones accesibles del primer nodo de punto extremo, en donde dicho RC ID corresponde a una dirección de agregación que contiene la dirección del segundo nodo de punto extremo; a continuación, la búsqueda de otro RC ID utilizando la lista de direcciones accesibles del primer nodo de punto extremo, en donde dicho otro RC

ID corresponde a una dirección de agregación que contiene la dirección del primer nodo de punto extremo y si dicho RC ID y dicho otro RC ID pertenecen a un mismo CD de la red del nivel relativamente más bajo, la determinación de que el primer nodo de punto extremo y el segundo nodo de punto extremo son accesibles entre sí (4-2) y

- 5 la determinación de que el enlace de TE es un enlace externo si dicho RC ID es diferente de dicho otro RC ID (4-5) y la determinación de que el enlace de TE es un enlace interno si dicho RC ID es el mismo que dicho otro RC ID (4-4);

estando el método caracterizado porque la difusión de la información de direcciones de agregación del primer CD en el primer CD por el nodo altavoz comprende:

- 10 la adición de un valor de longitud tipo de nivel superior, TLV, que incorpora la información de direcciones de agregación en el anuncio del estado del enlace nº 10 de un protocolo de encaminamiento, en donde el TLV de nivel superior comprende un sub-TLV para identificar la información de atributos y parámetros y al menos un sub-TLV para identificar la información de dirección, en donde la información de atributos y parámetros comprende un ID de elemento de red, un número de niveles, un indicador para mostrar si es un nodo DDRP (Protocolo Encaminamiento Dominio a Dominio), el RC ID de un nodo, el ID de área de un dominio al que pertenece el RC actual y la información de direcciones comprende memorizar una información de un identificador node\_id, la longitud de dirección y la difusión de la información de dirección de agregación utilizando el anuncio del estado del enlace nº 10 del protocolo de encaminamiento.

- 20 **8.** El método, según la reivindicación 7, en donde la red ASON comprende una red del tercer nivel, estando la red del tercer nivel situada en un nivel superior de la red ASON, comprendiendo el método, además:

25 la obtención, por un nodo altavoz del segundo CD, de una dirección de agregación de cada uno de los RCs, que están situados dentro del segundo CD, que suministra información de dirección de agregación del segundo CD a un tercer RC de la red del tercer nivel, conforme con una correspondencia 'uno a uno' entre el segundo CD y el tercer RC;

30 la difusión, por el tercer RC que está situado dentro de un cuarto CD de la red del tercer nivel, de la información de dirección de agregación del segundo CD en el cuarto CD, la obtención de una dirección de agregación de un quinto CD de la red del segundo nivel, correspondiendo el quinto CD a un cuarto RC, que está situado dentro del cuarto CD, suministrando la información de dirección de agregación del quinto CD al nodo altavoz del segundo CD.

- 35 **9.** El método, según la reivindicación 7, en donde la búsqueda de dicho RC ID y dicho otro RC ID es realizada por el nodo fuente.

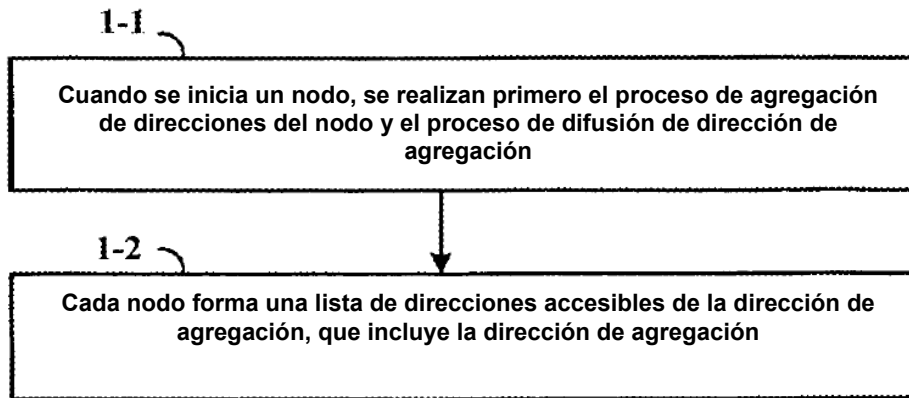


Figura 1

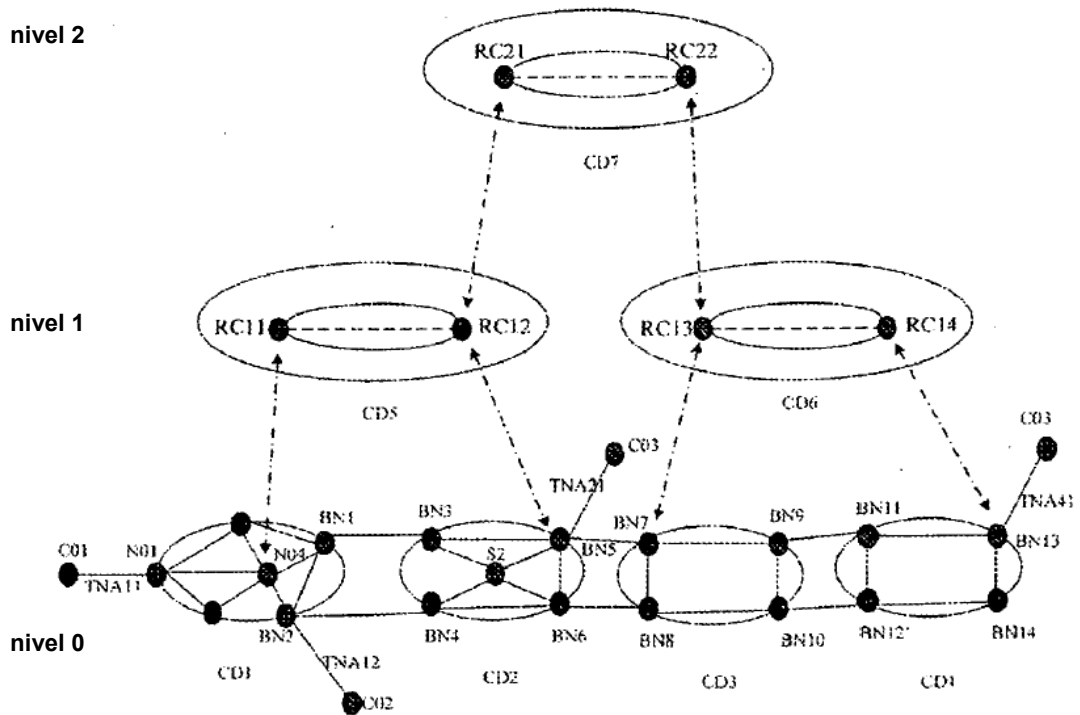


Figura 2



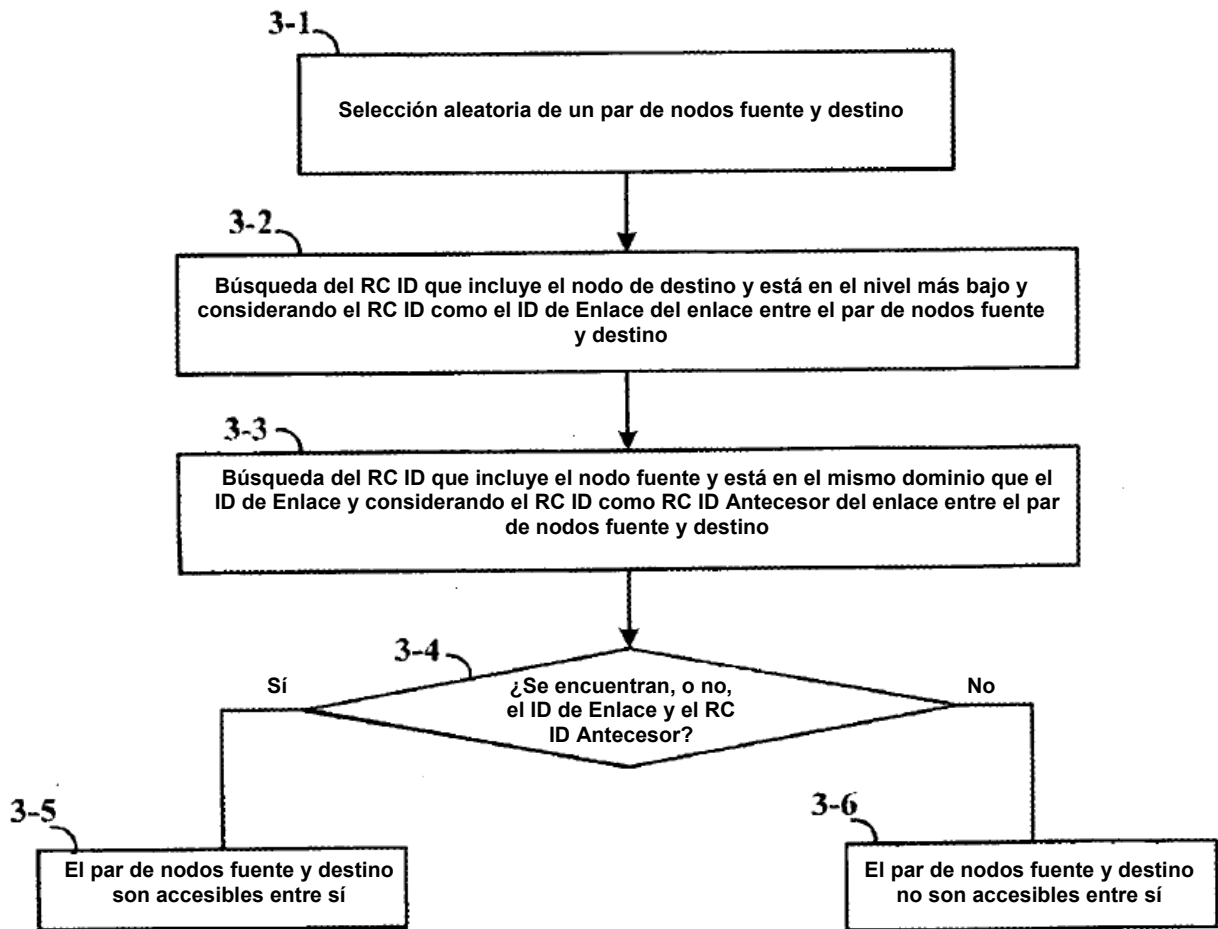


Figura 3

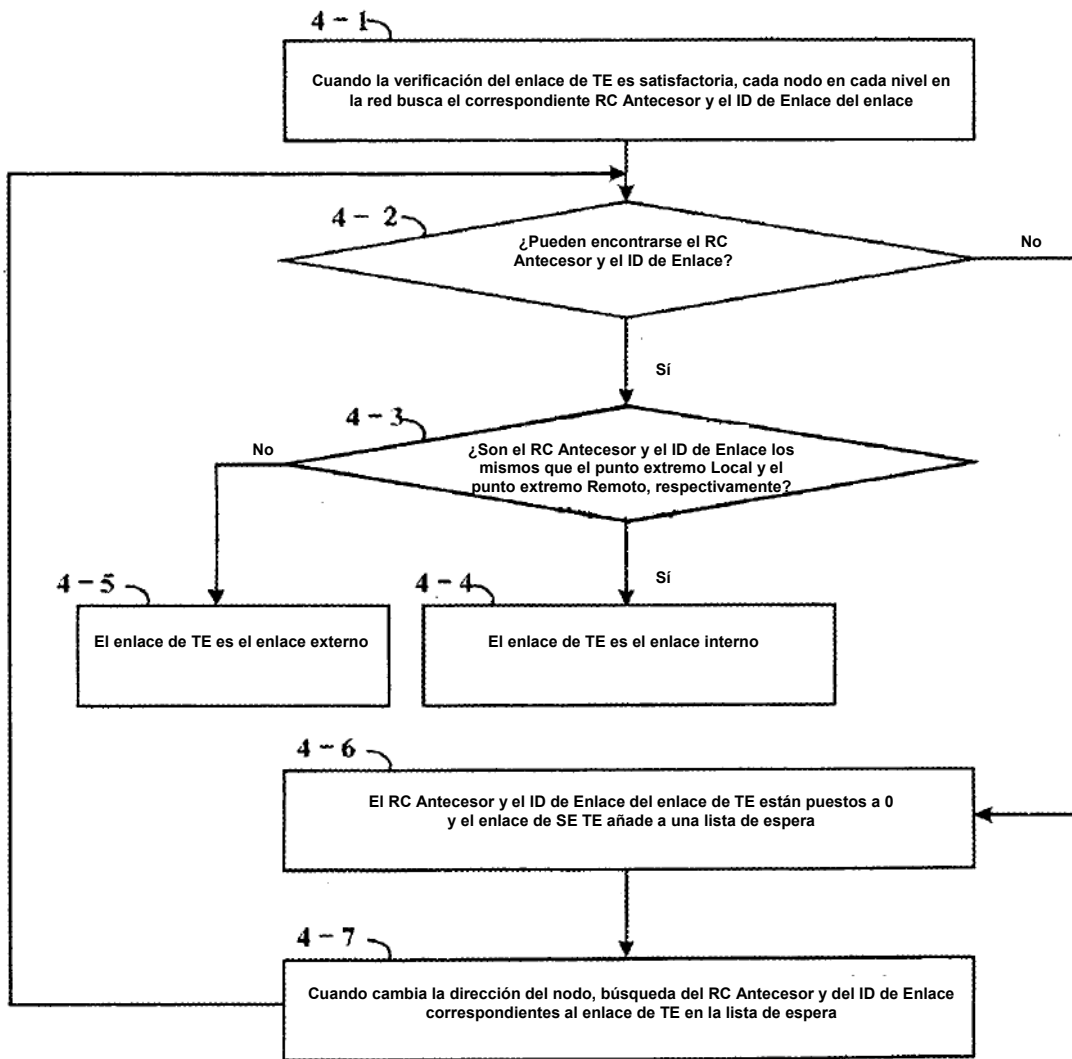


Figura 4

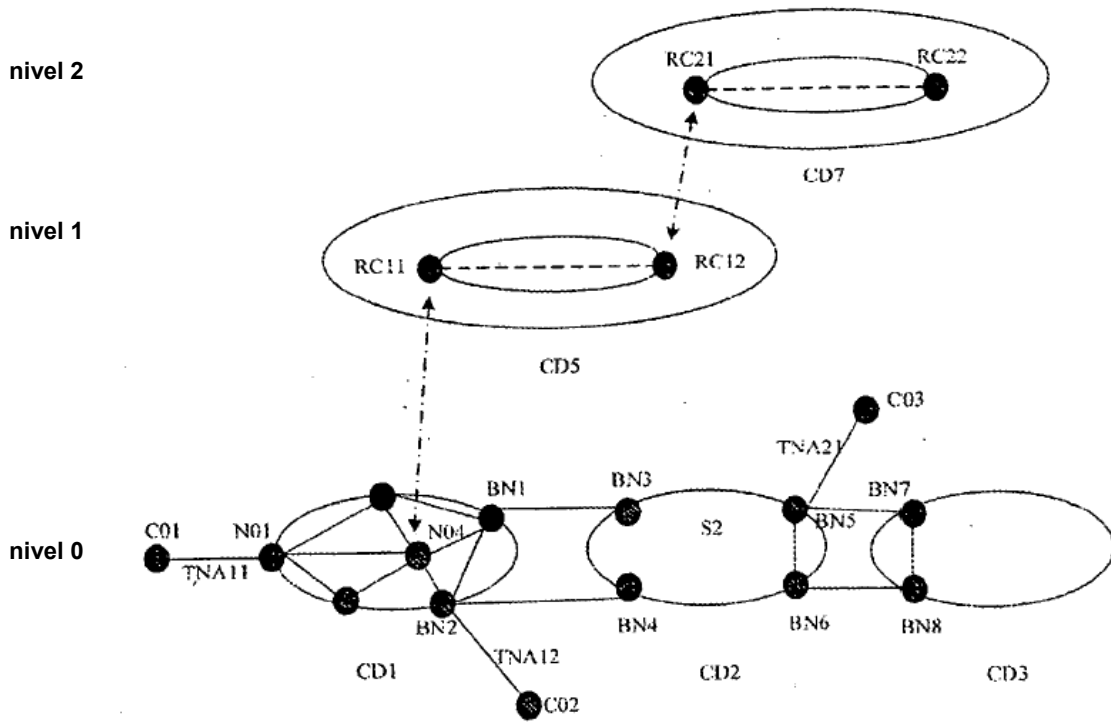


Figura 5

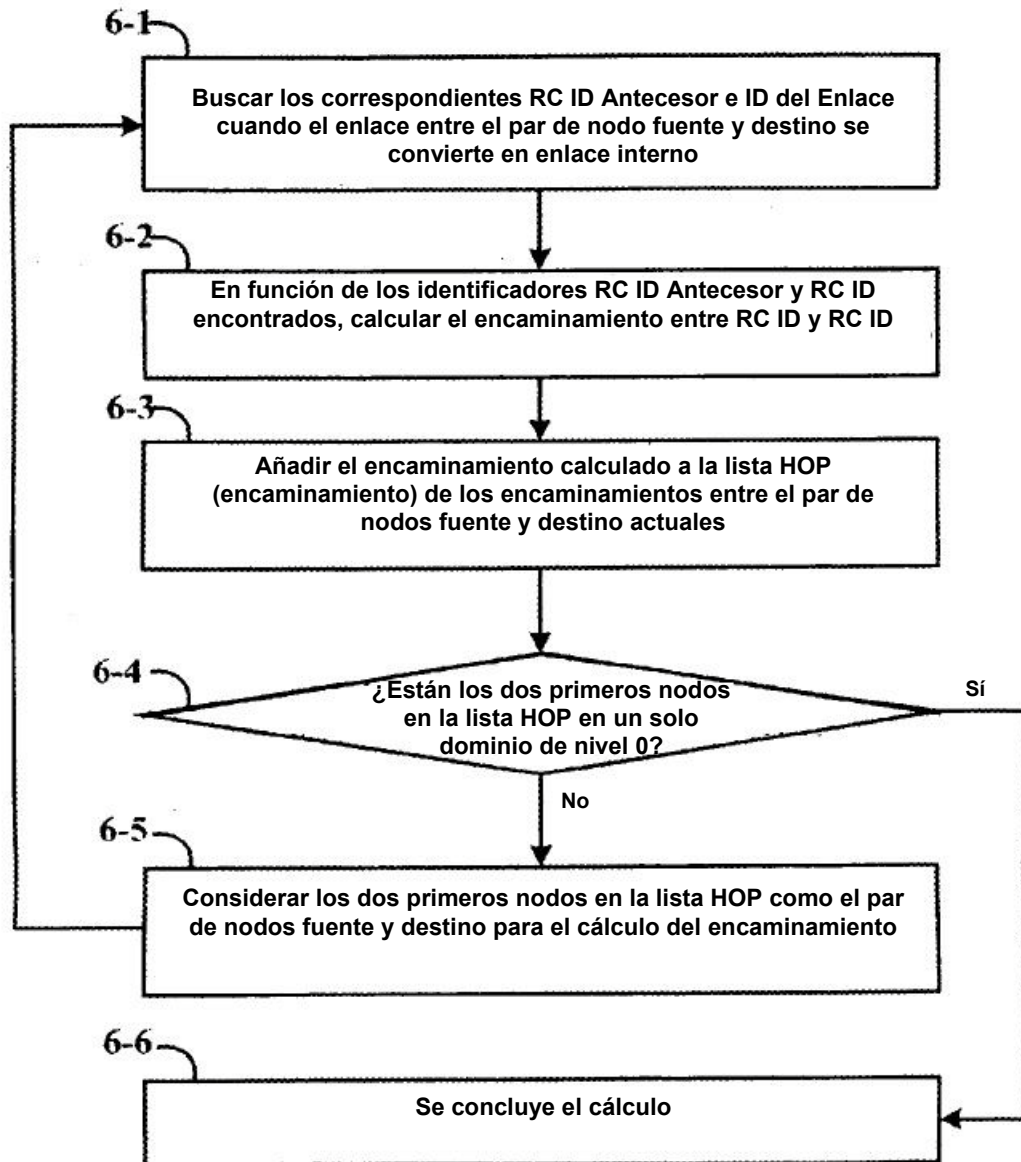


Figura 6