

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 644 330**

51 Int. Cl.:

H04L 12/751 (2013.01)

H04L 12/721 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.11.2013** **PCT/CN2013/087340**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.05.2015** **WO15070460**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.11.2013** **E 13897419 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.09.2017** **EP 3059912**

54 Título: **Método de cálculo de camino y aparato para ASON**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.11.2017

73 Titular/es:

HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)
Huawei Administration Building, Bantian
Longgang District , Shenzhen, Guangdong
518129, CN

72 Inventor/es:

CHEN, CHUNHUI

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 644 330 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 de cálculo de camino y aparato para ASON

CAMPO TÉCNICO

- 5 La presente invención se refiere al campo de las tecnologías de red y, en particular, a un método de cálculo de camino y un aparato para una red ASON.

ANTECEDENTES

- 10 Una red por división de longitud de onda se refiere a una red óptica en la cual se utiliza un principio de transmisión de multiplexación por división de longitud de onda (Wavelength Division Multiplexing, WDM). Desde la perspectiva del desarrollo de una tecnología WDM, uno de los primeros sistemas WDM es un sistema de punto a punto sencillo y no es una red de capa óptica real. Luego, para cumplir un requisito de redes en una gran granularidad y dinamicidad de un ancho de banda, las tecnologías tales como un multiplexor de inserción/extracción óptico reconfigurable (Reconfiguration Optical Add/Drop Multiplexer, ROADM) y un láser ajustable en longitud de onda, se utilizan gradualmente para la construcción de redes WDM, por lo que un sistema tiene una capacidad de planificar flexiblemente un camino de longitud de onda, a fin de construir una red de capa óptica real. Con la madurez y la aplicación de una tecnología de redes WDM, la gestión de redes WDM también cambia en consecuencia y se desarrolla gradualmente hacia una dirección de gestión de redes WDM planificable, inteligente y orientada a la operación del servicio. Una red óptica con conmutación automática (Automatically Switched Optical Network, ASON) añade un plano de control a una red óptica, proporciona el descubrimiento de recursos automático y el cálculo de camino automático mediante el uso de un protocolo de encaminamiento, e implementa la gestión de conexión automática utilizando señalización.

- 15 Para la red óptica con conmutación automática en la técnica anterior, un sitio de origen de un servicio es generalmente responsable de calcular un camino de servicio. Para un servicio de capa óptica por división de longitud de onda, cuando se calcula un camino de servicio, el camino tiene que cumplir una restricción de un impedimento óptico. Se requiere la utilización de una regeneración eléctrica cuando un camino es relativamente largo y, por lo tanto, al calcular un camino de servicio, la ASON necesita además seleccionar una regeneración eléctrica disponible.

- 20 Un primer método de cálculo de camino de servicio en la técnica anterior es:
calcular, por un sitio de origen de un servicio, un camino de acuerdo con una topología real de una red. Específicamente, se utiliza primero un algoritmo de camino más corto, es decir, se calcula un camino que tiene un coste de recorrido mínimo en una topología de red. El coste del camino se puede ajustar de acuerdo con las diferentes necesidades, por ejemplo, cuando se necesita una distancia más corta, un coste de camino es una suma de las distancias de todos los enlaces en un camino.

- 25 Cuando un camino más corto no cumple un requisito, se realiza un algoritmo de cambio en el camino más corto para calcular los caminos subóptimos finitos.

- 35 Cuando, tanto el camino más corto como los caminos subóptimos finitos no cumplen un requisito atravesando todos los caminos posibles en una red, se selecciona un camino disponible de todos los caminos posibles.

- Un segundo método de cálculo de camino de servicio en la técnica anterior es:
calcular un grafo de alcanzabilidad de impedimento óptico de cada uno de los sitios de antemano, y calcular un camino para un servicio de acuerdo con la topología virtual constituida de acuerdo con el grafo de alcanzabilidad. Es decir, cada uno de los sitios calcula una topología virtual de toda una red, y cada una de las líneas en la topología virtual representa un camino entre dos sitios, donde un impedimento óptico del camino cumple un requisito sin una regeneración. Al calcular un camino, el sitio de origen realiza un cálculo de acuerdo con una topología virtual de toda una red del sitio de origen.

- 40 Los defectos del primer método de cálculo de camino de servicio en la técnica anterior son:
45 Cuando se utiliza un algoritmo de camino más corto o un método para cambiar los caminos subóptimos finitos, a causa de una ubicación de un sitio de regeneración, hay una posibilidad de que ninguna ubicación de regeneración se añada a un coste del camino, por lo que no hay regeneración disponible para un camino calculado. Por lo tanto, el cálculo de camino falla. Cuando se utiliza un método para atravesar todos los caminos posibles, el cálculo cuesta mucho tiempo y, por lo tanto, un requisito de una función, tal como el cambio de camino a tiempo, no se puede cumplir.

Los defectos del segundo método de cálculo de camino de servicio en la técnica anterior son:

Cuando se produce un cambio en una red, una topología virtual de toda una red de cada uno de los sitios necesita un cálculo en tiempo real, de modo que una cantidad de cálculo es grande y se requiere que tengan tanto relativamente mucho tiempo como espacio de almacenamiento relativamente grande para el cálculo. Este método se utiliza en una red ASON distribuida, y cada uno de los sitios debe estar equipado con una tarjeta de control de alto rendimiento y de alto coste. En comparación con la red ASON distribuida, una red ASON en la cual el encaminamiento se calcula de una manera centralizada, necesita configurar más servidores y utilizarlos como unidades de cálculo centralizadas, lo que aumenta los costes.

La publicación de patente US2008/069123 da a conocer un método de cálculo de camino para una red ASON, en donde cada uno de los sitios en la red ASON calcula por separado un sitio que se puede alcanzar en un caso en el cual no se utiliza regeneración.

RESUMEN

En vista de esto, las realizaciones de la presente invención proporcionan un método de cálculo de camino y un aparato para una red ASON, los cuales pueden mejorar una tasa de éxito y la eficiencia del cálculo de camino y reducir costes.

Un primer aspecto proporciona un método de cálculo de camino para una red ASON, donde cada uno de los sitios en la red ASON calcula por separado un sitio que se puede alcanzar en un caso en el cual no se utiliza regeneración y utiliza el sitio como un sitio alcanzable para formar una lista de sitios alcanzables, además selecciona un sitio que tiene una capacidad de regeneración de una lista de sitios alcanzables respectiva como un sitio de regeneración alcanzable para formar una lista de sitios de regeneración alcanzables, e inunda la lista de sitios de regeneración alcanzables en la red ASON; y el método incluye: añadir un sitio alcanzable en una lista de sitios alcanzables de un sitio de origen a una topología virtual; determinar, de acuerdo con una lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio de origen y una lista de sitios de regeneración alcanzables de otro sitio que es recibida por el sitio de origen, un sitio que se puede alcanzar en un caso en el cual se utiliza una regeneración, y añadir, a la topología virtual, el sitio que se puede alcanzar en el caso en el cual se utiliza una regeneración; y determinar, de acuerdo con la topología virtual y una topología real de la red ASON, un camino de la topología real desde el sitio de origen a un sitio de destino.

En una primera manera posible de implementación del primer aspecto, el paso de añadir un sitio alcanzable en una lista de sitios alcanzables de un sitio de origen a una topología virtual incluye: conectar el sitio alcanzable en la lista de sitios alcanzables del sitio de origen y el sitio de origen.

Con referencia a la primera manera posible de implementación del primer aspecto, en una segunda manera posible de implementación, el paso de determinar, de acuerdo con una lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio de origen y una lista de sitios de regeneración alcanzables de otro sitio que es recibida por el sitio de origen, un sitio que se puede alcanzar en un caso en el cual se utiliza una regeneración, y añadir, a la topología virtual, el sitio que se puede alcanzar por el sitio de origen en el caso en el cual se utiliza una regeneración, incluye: determinar, de acuerdo con la lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio de origen, un sitio existente que tiene una capacidad de regeneración inactiva y está en la topología virtual; recibir, por el sitio de origen, la lista de sitios de regeneración alcanzables del otro sitio y conectar el sitio existente que tiene una capacidad de regeneración inactiva y un sitio de regeneración alcanzable que está en una lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio existente; determinar, de acuerdo con la lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio de origen y la lista de sitios de regeneración alcanzables del otro sitio que es recibida por el sitio de origen, un sitio que no tiene capacidad de regeneración inactiva y está en la red ASON; y conectar el sitio existente que tiene una capacidad de regeneración inactiva y el sitio que no tiene capacidad de regeneración inactiva y de los cuales una lista de sitios de regeneración alcanzables incluye el sitio existente que tiene una capacidad de regeneración inactiva.

Con referencia a la segunda manera posible de implementación del primer aspecto, en una tercera manera posible de implementación, el paso de determinar, de acuerdo con la topología virtual y una topología real de la red ASON, un camino de la topología real desde el sitio de origen a un sitio de destino, incluye: calcular, en la topología virtual, un camino de la topología virtual de un salto menos desde el sitio de origen al sitio de destino; y utilizar el sitio, el cual tiene una capacidad de regeneración inactiva, en el camino de la topología virtual como un sitio explícito y determinar el camino de la topología real con referencia a la topología real de la red ASON.

En una cuarta manera posible de implementación del primer aspecto, cada uno de los sitios en la red ASON inunda la lista de sitios de regeneración alcanzables a todos los sitios en la red ASON por separado extendiendo el protocolo OSPF.

Con referencia a la cuarta manera posible de implementación del primer aspecto, en una quinta manera posible de implementación, cada uno de los sitios en la red ASON selecciona, como el sitio alcanzable, un sitio a través del cual un impedimento óptico de un camino de transmisión cumple un requisito de impedimento óptico en un caso en el cual no se utiliza regeneración.

- 5 Con referencia a la quinta manera posible de implementación del primer aspecto, en una sexta manera posible de implementación, la lista de sitios alcanzables se almacena sólo en el sitio de la lista de sitios alcanzables.

Un segundo aspecto proporciona un aparato de cálculo de camino para una red ASON, donde cada uno de los sitios en la red ASON calcula por separado un sitio que se puede alcanzar en un caso en el cual no se utiliza regeneración y utiliza el sitio como un sitio alcanzable, para formar una lista de sitios alcanzables, además selecciona un sitio que
10 tiene una capacidad de regeneración inactiva de una lista de sitios alcanzables respectiva, como un sitio de regeneración alcanzable para formar una lista de sitios de regeneración alcanzables, e inunda la lista de sitios de regeneración alcanzables en la red ASON; y el aparato de cálculo de camino incluye: un primer módulo de generación de la topología virtual, configurado para añadir un sitio alcanzable en una lista de sitios alcanzables de un sitio de origen a una topología virtual; un segundo módulo de generación de la topología virtual, configurado para
15 determinar, de acuerdo con una lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio de origen y una lista de sitios de regeneración alcanzables de otro sitio que es recibida por el sitio de origen, un sitio que se puede alcanzar por el sitio de origen en un caso en el cual se utiliza una regeneración, y añadir, a la topología virtual, el sitio que se puede alcanzar por el sitio de origen en el caso en el cual se utiliza una regeneración; y un módulo de generación del camino de la topología real, configurado para determinar, de acuerdo con la topología virtual y una topología real de
20 la red ASON, un camino de la topología real desde el sitio de origen a un sitio de destino.

En una primera manera posible de implementación del segundo aspecto, el primer módulo de generación de la topología virtual incluye además una primera unidad de conexión de sitio, y la primera unidad de conexión de sitio conecta el sitio alcanzable en la lista de sitios alcanzables del sitio de origen y el sitio de origen.

Con referencia a la primera manera posible de implementación del segundo aspecto, en una segunda manera posible de implementación, el segundo módulo de generación de la topología virtual incluye además una unidad de determinación de sitio y una segunda unidad de conexión de sitio, donde la unidad de determinación de sitio determina, de acuerdo con la lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio de origen, un sitio existente que
25 tiene una capacidad de regeneración inactiva y está en la topología virtual; el sitio de origen recibe la lista de sitios de regeneración alcanzables del otro sitio, y la segunda unidad de conexión de sitio conecta el sitio existente que tiene una capacidad de regeneración inactiva y un sitio de regeneración alcanzable que está en una lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio existente; la unidad de determinación de sitio determina, de acuerdo con la lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio de origen y la lista de sitios de regeneración alcanzables del otro sitio que es recibida por el sitio de origen, un sitio que no tiene capacidad de regeneración inactiva y está en la red ASON; y la segunda unidad de conexión de sitio conecta el sitio existente que tiene una capacidad de regeneración
30 inactiva y el sitio que no tiene capacidad de regeneración inactiva y de los cuales una lista de sitios de regeneración alcanzables incluye el sitio existente que tiene una capacidad de regeneración inactiva.

Con referencia a la segunda manera posible de implementación del segundo aspecto, en una tercera manera posible de implementación del segundo aspecto, el módulo de generación del camino de la topología real incluye además una unidad de cálculo de camino y una unidad de selección de camino, en donde la unidad de cálculo de camino calcula, en la topología virtual, un camino de la topología virtual de un salto menos desde el sitio de origen al
40 sitio de destino; y la unidad de selección de camino utiliza el sitio, el cual tiene una capacidad de regeneración inactiva, en el camino de la topología virtual como un sitio explícito y determina el camino de la topología real con referencia a la topología real de la red ASON.

En una cuarta manera posible de implementación del segundo aspecto, cada uno de los sitios en la red ASON inunda la lista de sitios de regeneración alcanzables a todos los sitios en la red ASON por separado extendiendo el protocolo OSPF.

Con referencia a la cuarta manera posible de implementación del segundo aspecto, en una quinta manera posible de implementación, cada uno de los sitios en la red ASON selecciona, como el sitio alcanzable, un sitio a través del cual un impedimento óptico de un camino de transmisión cumple un requisito de impedimento óptico en un caso en el
50 cual no se utiliza regeneración.

Con referencia a la quinta manera posible de implementación del segundo aspecto, en una sexta manera posible de implementación, la lista de sitios alcanzables se almacena sólo en el sitio de la lista de sitios alcanzables.

Un tercer aspecto proporciona un aparato de cálculo de camino para una red ASON, donde el aparato de cálculo de camino incluye una memoria, una interfaz de red, un procesador y un sistema de bus, y la memoria, la interfaz de red y el procesador están conectados al sistema de bus por separado, donde un primer programa se almacena en la memoria y el primer programa se utiliza para permitir a cada uno de los sitios en la red ASON calcular por separado un sitio que se puede alcanzar en un caso en el cual no se utiliza regeneración y utilizar el sitio como un sitio alcanzable para formar una lista de sitios alcanzables, y además seleccionar un sitio que tiene una capacidad de regeneración inactiva de una lista de sitios alcanzables respectiva como un sitio de regeneración alcanzable para formar una lista de sitios de regeneración alcanzables; la interfaz de red está configurada para inundar la lista de sitios de regeneración alcanzables en la red ASON; un segundo programa se almacena en la memoria y el segundo programa se utiliza para añadir un sitio alcanzable en una lista de sitios alcanzables de un sitio de origen a una topología virtual, determinar, de acuerdo con una lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio de origen y una lista de sitios de regeneración alcanzables de otro sitio que es recibida por el sitio de origen, un sitio que se puede alcanzar en un caso en el cual se utiliza una regeneración, añadir, a la topología virtual, el sitio que se puede alcanzar por el sitio de origen en el caso en el cual se utiliza una regeneración, y además determinar, de acuerdo con la topología virtual y una topología real de la red ASON, un camino de la topología real desde el sitio de origen a un sitio de destino; y el procesador está configurado para ejecutar el primer programa y el segundo programa.

En una primera manera posible de implementación del tercer aspecto, el segundo programa se utiliza además para conectar el sitio alcanzable en la lista de sitios alcanzables del sitio de origen y el sitio de origen.

Con referencia a la primera manera posible de implementación del tercer aspecto, en una segunda manera posible de implementación, el segundo programa se utiliza además para determinar, de acuerdo con la lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio de origen, un sitio existente que tiene una capacidad de regeneración inactiva y está en la topología virtual; permitir al sitio de origen recibir la lista de sitios de regeneración alcanzables del otro sitio, y conectar el sitio existente que tiene una capacidad de regeneración inactiva y un sitio de regeneración alcanzable que está en una lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio existente; determinar, de acuerdo con la lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio de origen y la lista de sitios de regeneración alcanzables del otro sitio que es recibida por el sitio de origen, un sitio que no tiene capacidad de regeneración inactiva y está en la red ASON; y conectar el sitio existente que tiene una capacidad de regeneración inactiva y el sitio que no tiene capacidad de regeneración inactiva y de los cuales una lista de sitios de regeneración alcanzables incluye el sitio existente que tiene una capacidad de regeneración inactiva.

Con referencia a la segunda manera posible de implementación del tercer aspecto, en una tercera manera posible de implementación, el segundo programa se utiliza además para calcular, en la topología virtual, un camino de la topología virtual de un salto menos desde el sitio de origen al sitio de destino; y utilizar el sitio, el cual tiene una capacidad de regeneración inactiva, en el camino de la topología virtual como un sitio explícito y determinar el camino de la topología real con referencia a la topología real de la red ASON.

En una cuarta manera posible de implementación del tercer aspecto, la interfaz de red está configurada además para permitir a cada uno de los sitios en la red ASON inundar la lista de sitios de regeneración alcanzables a todos los sitios en la red ASON por separado extendiendo el protocolo OSPF.

Con referencia a la cuarta manera posible de implementación del tercer aspecto, en una quinta manera posible de implementación, el primer programa se utiliza además para permitir a cada uno de los sitios en la red ASON seleccionar, como el sitio alcanzable, un sitio a través del cual un impedimento óptico de un camino de transmisión cumple un requisito de impedimento óptico en un caso en el cual no se utiliza regeneración.

Con referencia a la quinta manera posible de implementación del tercer aspecto, en una sexta manera posible de implementación, el primer programa se utiliza además para permitir a la lista de sitios alcanzables ser almacenada sólo en el sitio de la lista de sitios alcanzables.

Por medio de las soluciones técnicas anteriores, las realizaciones de la presente invención proporcionan un método de cálculo de camino y un aparato para una red ASON. En primer lugar, cada uno de los sitios en una red ASON calcula por separado un sitio que se puede alcanzar en un caso en el cual no se utiliza regeneración y utiliza el sitio como un sitio alcanzable para formar una lista de sitios alcanzables, además selecciona un sitio que tiene una capacidad de regeneración inactiva de una lista de sitios alcanzables respectiva, como un sitio de regeneración alcanzable para formar una lista de sitios de regeneración alcanzables, e inunda la lista de sitios de regeneración alcanzables en la red ASON. Además, un sitio alcanzable en una lista de sitios alcanzables de un sitio de origen se añade a una topología virtual; un sitio que se puede alcanzar en un caso en el cual se utiliza una regeneración se determina de acuerdo con una lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio de origen y una lista de sitios de regeneración alcanzables de otro sitio que es recibida por el sitio de origen; y el sitio que se puede alcanzar en el caso en el cual se utiliza una regeneración se añade a la topología virtual. Finalmente, se determina un camino de la topología real desde el sitio de origen a un sitio de destino de acuerdo con la topología virtual y una topología real de

la red ASON. De la manera anterior, de acuerdo con la presente invención, sólo se requiere calcular un sitio alcanzable de cada uno de los sitios, y una cantidad de cálculo se distribuye a cada uno de los sitios, mejorando así la eficiencia, reduciendo un requisito de rendimiento para una tarjeta de control del sitio y reduciendo los costes. Además, después de calcular el sitio alcanzable de cada uno de los sitios, se determina un sitio de regeneración alcanzable de acuerdo con el sitio alcanzable, y una lista de sitios de regeneración alcanzables generada por el sitio de regeneración alcanzable se inunda en una red ASON, de modo que cada uno de los sitios puede generar una topología virtual. Por último, se obtiene un camino de la topología real desde un sitio de origen a un sitio de destino de acuerdo con la topología virtual y una topología real, mejorando así una tasa de éxito y la eficiencia del cálculo de camino.

10 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para describir las soluciones técnicas en las realizaciones de la presente invención o en la técnica anterior con más claridad, lo siguiente introduce brevemente los dibujos adjuntos, necesarios para la descripción de las realizaciones o de la técnica anterior. Al parecer, los dibujos adjuntos en la siguiente descripción muestran algunas realizaciones de la presente invención y una persona con experiencia ordinaria en la técnica aún puede derivar sin esfuerzos creativos otros dibujos a partir de estos dibujos adjuntos.

La FIG. 1 es un diagrama estructural esquemático de una topología real de una red ASON;

la FIG. 2 es un diagrama esquemático de los sitios alcanzables correspondientes a algunos sitios en una red ASON;

la FIG. 3 es un diagrama de flujo de un método de cálculo de camino para una red ASON, de acuerdo con una primera realización de la presente invención;

20 la FIG. 4 es un diagrama de flujo de un método de cálculo de camino para una red ASON, de acuerdo con una segunda realización de la presente invención;

la FIG. 5 es un diagrama esquemático de una topología formada cuando se calcula un camino desde un sitio de origen a un sitio de destino en una red ASON, de acuerdo con el método mostrado en la FIG. 4;

25 la FIG. 6 es un diagrama esquemático de una estructura de un aparato de cálculo de camino para una red ASON, de acuerdo con una tercera realización de la presente invención;

la FIG. 7 es un diagrama esquemático de una estructura de un aparato de cálculo de camino para una red ASON, de acuerdo con una cuarta realización de la presente invención; y

la FIG. 8 es un diagrama esquemático de una estructura de un aparato de cálculo de camino para una red ASON, de acuerdo con una quinta realización de la presente invención.

30 DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES

Para hacer que los objetivos, las soluciones técnicas y las ventajas de las realizaciones de la presente invención más claras, 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 algunas, pero no todas las realizaciones de la presente invención. Todas las demás realizaciones obtenidas sin esfuerzos creativos por una persona con experiencia ordinaria en la técnica en base a las realizaciones de la presente invención, caerán dentro del alcance de protección de la presente invención.

Haciendo referencia a la FIG. 1 y la FIG. 2, primero, la FIG. 1 es un diagrama esquemático de una estructura de topología real de una red ASON y la FIG. 2 es un diagrama esquemático de los sitios alcanzables correspondientes a algunos sitios en una red ASON. Antes de calcular un camino desde un sitio de origen a un sitio de destino en una red ASON, se requiere determinar una lista de sitios alcanzables y una lista de sitios de regeneración alcanzables de cada uno de los sitios. Específicamente, cada uno de los sitios en la red ASON, tal como un sitio A, un sitio B, un sitio C, un sitio D, un sitio E, un sitio F, un sitio G y un sitio H mostrados en la FIG. 1, calcula por separado un sitio que se puede alcanzar en un caso en el cual no se utiliza regeneración y utiliza el sitio como un sitio alcanzable para formar una lista de sitios alcanzables, y además selecciona un sitio que tiene una capacidad de regeneración inactiva de una lista de sitios alcanzables respectiva como un sitio de regeneración alcanzable para formar una lista de sitios de regeneración alcanzables.

Opcionalmente, cada uno de los sitios en la red ASON selecciona, como un sitio alcanzable, un sitio de los cuales un impedimento óptico de un camino de transmisión cumple un requisito de impedimento óptico en un caso en el cual no se utiliza regeneración. Es decir, hay un camino entre cada uno de los sitios en una lista de sitios alcanzables y un sitio alcanzable de cada uno de los sitios, donde el camino puede cumplir con un requisito de impedimento óptico en un caso en el cual no se utiliza regeneración en ambas direcciones. El impedimento óptico se puede calcular de acuerdo con un valor de degradación de una relación señal/ruido óptica (OSNR, Optical Signal to Noise Ratio). Como se muestra en la FIG. 1, se marca un valor de coste de un camino de transmisión entre los sitios. Cuando el valor de coste del camino de transmisión es mayor que o igual a un umbral, se puede considerar que un impedimento óptico del camino de transmisión no cumple un requisito de impedimento óptico. Esta realización describe un procedimiento de cálculo de una lista de sitios alcanzables y una lista de sitios de regeneración alcanzables por cada uno de los sitios en la presente invención, ilustrando los procesos de cálculo de una lista de sitios alcanzables y una lista de sitios de regeneración alcanzables por el sitio A, el sitio D y el sitio F. Los detalles se muestran en la FIG. 2.

Se supone que, cuando un valor de coste de un camino de transmisión es mayor que o igual a 10, un impedimento óptico del camino de transmisión no cumple un requisito de impedimento óptico. Se puede obtener, de acuerdo con los valores de coste de caminos de transmisión marcados en la FIG. 1, que los sitios alcanzables que se pueden alcanzar por el sitio A en un caso en el cual no se utiliza regeneración son el sitio B, el sitio C, el sitio E y el sitio F, y una lista de sitios alcanzables del sitio A se muestra en la FIG. 2.1. Además, se selecciona un sitio que tiene una capacidad de regeneración inactiva de la lista de sitios alcanzables (es decir, la FIG. 2.1) del sitio A, donde el sitio que tiene una capacidad de regeneración inactiva es específicamente que el sitio incluye una regeneración inactiva R y un sitio que cumple la condición es el sitio F, es decir, una lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio A incluye el sitio F.

Del mismo modo, se calcula, de acuerdo con los valores de coste de los caminos de transmisión marcados en la FIG. 1, que los sitios alcanzables que se pueden alcanzar por el sitio D en un caso en el cual no se utiliza regeneración son el sitio B, el sitio C, el sitio E, el sitio F y el sitio H, y una lista de sitios alcanzables del sitio D se muestra en la FIG. 2.2. Además, un sitio que tiene una capacidad de regeneración inactiva y seleccionado de la lista de sitios alcanzables (es decir, la FIG. 2.2) del sitio D incluye el sitio F, es decir, una lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio D incluye el sitio F.

Se calcula, de acuerdo con los valores de coste de los caminos de transmisión marcados en la FIG. 1, que los sitios alcanzables que se pueden alcanzar por el sitio F en un caso en el cual no se utiliza regeneración son el sitio A, el sitio D, el sitio E y el sitio G, y una lista de sitios alcanzables del sitio F se muestra en la FIG. 2.3. Además, un sitio que tiene una capacidad de regeneración inactiva y seleccionado de la lista de sitios alcanzables (es decir, la FIG. 2.3) del sitio F incluye G, es decir, una lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio F incluye el sitio G.

En esta realización, la lista de sitios alcanzables se almacena sólo en el sitio de la lista de sitios alcanzables. Después de obtener una lista de sitios de regeneración alcanzables de cada uno de los sitios en la red ASON de acuerdo con una lista de sitios alcanzables, cada uno de los sitios en la red ASON inunda la lista de sitios de regeneración alcanzables en la red ASON. Opcionalmente, cada uno de los sitios inunda la lista de sitios de regeneración alcanzables a todos los sitios en la red ASON extendiendo por separado el protocolo Primer Camino Más Corto (Open Shortest Path First, OSPF).

En la presente invención, se calculan primero una lista de sitios alcanzables y una lista de sitios de regeneración alcanzables de cada uno de los sitios en una red ASON, y la lista de sitios de regeneración alcanzables se inunda. Cuando se produce un cambio en la red, tal como un corte de fibra, una reparación de fibra y un cambio de atenuación de fibra, sólo se requiere volver a calcular una lista de sitios alcanzables y una lista de sitios de regeneración alcanzables de cada uno de los sitios y volver a inundar lista de sitios de regeneración alcanzables. De acuerdo con la presente invención, se distribuye una cantidad de cálculo a cada uno de los sitios, mejorando así la eficiencia del cálculo, reduciendo un requisito de rendimiento para una tarjeta de control del sitio y reduciendo los costes.

Haciendo referencia a la FIG. 3, la FIG. 3 es un diagrama de flujo de un método de cálculo de camino para una red ASON, de acuerdo con una primera realización de la presente invención. Cabe señalar que, se calcula un camino desde un sitio de origen a un sitio de destino en una red ASON en un caso en el cual se determinan una lista de sitios alcanzables y una lista de sitios de regeneración alcanzables de cada uno de los sitios. Un proceso de determinación de una lista de sitios alcanzables y de una lista de sitios de regeneración alcanzables de cada uno de los sitios se describe como anteriormente y los detalles no se describen de nuevo en el presente documento. Como se muestra en la FIG. 3, un método de cálculo de camino para una red ASON incluye los siguientes pasos:

Paso S1: Añadir un sitio alcanzable en una lista de sitios alcanzables de un sitio de origen a una topología virtual.

Paso S2: Determinar, de acuerdo con una lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio de origen y una lista de sitios de regeneración alcanzables de otro sitio que es recibida por el sitio de origen, un sitio que se puede alcanzar en un caso en el cual se utiliza una regeneración, y añadir, a la topología virtual, el sitio que se puede alcanzar en el caso en el cual se utiliza una regeneración.

5 Después del paso S1 y del paso S2, se forma una topología virtual del sitio de origen.

Paso S3: Determinar, de acuerdo con la topología virtual y una topología real de la red ASON, un camino de la topología real desde el sitio de origen a un sitio de destino.

10 En esta realización, una topología virtual de un sitio de origen se forma primero de acuerdo con una lista de sitios alcanzables del sitio de origen y una lista de sitios de regeneración alcanzables de otro sitio que es recibida por el sitio de origen, y entonces se determina un camino de la topología real desde el sitio de origen a un sitio de destino de acuerdo con la topología virtual y una topología real del sitio de origen, mejorando así una la tasa de éxito y la eficiencia del cálculo de camino.

15 Un método de cálculo de camino para una red ASON en una segunda realización proporcionado además en la presente invención, se describe en detalle sobre la base de un método de cálculo de camino para una red ASON en una primera realización mostrada en la FIG. 3. Para facilitar la comprensión, en esta realización, los procesos de cálculo de un camino desde un sitio de origen a un sitio de destino se enumeran específicamente de acuerdo con los pasos del método de cálculo de camino para una red ASON. Para más detalles, consulte la FIG. 4 y la FIG. 5 juntas. La FIG. 4 es un diagrama de flujo de un método de cálculo de camino para una red ASON de acuerdo con una segunda realización de la presente invención, y la FIG. 5 es un diagrama esquemático de una topología formada cuando se calcula un camino desde un sitio de origen a un sitio de destino en una red ASON de acuerdo con el método mostrado en la FIG. 4. En esta realización, se supone que se necesita calcular un camino desde un sitio A a un sitio D, el sitio A es un sitio de origen y el sitio D es un sitio de destino. El método incluye:

Paso S11: Conectar el sitio alcanzable en la lista de sitios alcanzables del sitio de origen y el sitio de origen.

25 Puede ser conocido a partir de la descripción anterior, que los sitios alcanzables en la lista de sitios alcanzables del sitio A son el sitio B, el sitio C, el sitio E y el sitio F. Una topología virtual mostrada en la FIG. 5.1 se obtiene conectando el sitio B, el sitio C, el sitio E y el sitio F y el sitio A.

Paso S21: Determinar, de acuerdo con la lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio de origen, un sitio existente que tiene una capacidad de regeneración inactiva y está en la topología virtual.

30 En este paso, una lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio A incluye F y, por lo tanto, se determina que un sitio existente que tiene una capacidad de regeneración inactiva en una topología virtual del sitio A es el sitio F.

35 Paso S22: El sitio de origen recibe la lista de sitios de regeneración alcanzables del otro sitio y conecta el sitio existente que tiene una capacidad de regeneración inactiva y un sitio de regeneración alcanzable que está en una lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio existente. En este paso, las listas de sitios de regeneración alcanzables, que son recibidas por el sitio A, de otros sitios son específicamente: las listas de sitios de regeneración alcanzables del sitio B y del sitio C son nulas, todas las listas de sitios de regeneración alcanzables del sitio D, del sitio E y del sitio G incluyen F, y las listas de sitios de regeneración alcanzables tanto del sitio F como del sitio H incluyen G. Una lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio F existente que tiene una capacidad de regeneración inactiva es el sitio G y, por lo tanto, el sitio F está conectado al sitio G, como se muestra en la FIG. 5.2.

40 Paso S23: Determinar, de acuerdo con la lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio de origen y la lista de sitios de regeneración alcanzables del otro sitio que es recibida por el sitio de origen, un sitio que no tiene capacidad de regeneración inactiva y está en la red ASON.

En este paso, excepto el sitio de origen, se determinan los sitios que no tienen capacidad de regeneración inactiva, es decir, con relación al sitio A, en la red ASON, los sitios que no tienen capacidad de regeneración inactiva son el sitio B, el sitio C, el sitio D, el sitio E y el sitio H.

45 Paso S24: Conectar el sitio existente que tiene una capacidad de regeneración inactiva y el sitio que no tiene capacidad de regeneración inactiva y de los cuales una lista de sitios de regeneración alcanzables incluye el sitio existente que tiene una capacidad de regeneración inactiva.

En este paso, con relación al sitio A, las listas de sitios de regeneración alcanzables del sitio D y del sitio E incluyen el sitio F, que tiene una capacidad de regeneración inactiva, y el sitio D y el sitio E son sitios que no tienen capacidad de regeneración inactiva; y el sitio D y el sitio E están conectados por separado al sitio F, como se muestra en la FIG. 5.3.

- 5 En este paso, el método incluye además la conexión de un sitio que no tiene capacidad de regeneración inactiva y un sitio de regeneración alcanzable del sitio que no tiene capacidad de regeneración inactiva, donde el sitio de regeneración alcanzable del sitio que no tiene capacidad de regeneración inactiva se puede conectar a un sitio existente que tiene una capacidad de regeneración inactiva. Con relación al sitio A, un sitio de regeneración alcanzable del sitio H es el sitio G, el sitio G puede estar conectado al sitio F que tiene una capacidad de regeneración inactiva, el sitio H es un sitio que no tiene capacidad de regeneración inactiva, y el sitio H y el sitio G están conectados, como se muestra en la FIG. 5.3.

Paso S31: Calcular, en la topología virtual, un camino de la topología virtual de un salto menos desde el sitio de origen al sitio de destino.

- 15 Puede ser conocido a partir de un grafo de topología virtual 5.3 formado en el paso S24 que, con relación al sitio A, un camino de la topología virtual de un salto menos al sitio D es A-F-D.

Paso S32: Utilizar el sitio, el cual tiene una capacidad de regeneración inactiva, en el camino de la topología virtual como un sitio explícito y determinar el camino de la topología real con referencia a la topología real de la red ASON.

- 20 Puede ser conocido a partir del paso S31 que un sitio, el cual tiene una capacidad de regeneración inactiva, del camino de la topología virtual A-F-D es el sitio F. Por lo tanto, el sitio F se utiliza como un sitio explícito del camino desde el sitio A al sitio D, y además se selecciona un camino, que tiene un impedimento óptico mínimo, de los caminos que pasan por el sitio F. Con referencia a la FIG. 1, se puede obtener que un camino A-E-F-D cumple la condición. Se obtiene de esto que un camino desde el sitio A al sitio D es A-E-F-D.

- 25 En esta realización, se forma primero una topología virtual de un sitio de origen, de acuerdo con una lista de sitios alcanzables del sitio de origen y una lista de sitios de regeneración alcanzables de otro sitio que es recibida por el sitio de origen, y después se determina un camino de la topología real desde el sitio de origen a un sitio de destino, de acuerdo con la topología virtual y una topología real del sitio de origen, mejorando así una tasa de éxito y la eficiencia del cálculo de camino.

- 30 Haciendo referencia a la FIG. 6, la FIG. 6 es un diagrama esquemático de una estructura de un aparato de cálculo de camino para una red ASON de acuerdo con una tercera realización de la presente invención. Cabe señalar que, se calcula un camino desde un sitio de origen a un sitio de destino en una red ASON en un caso en el cual se determinan una lista de sitios alcanzables y una lista de sitios de regeneración alcanzables de cada uno de los sitios. Un proceso de determinación de una lista de sitios alcanzables y una lista de sitios de regeneración alcanzables de cada uno de los sitios se describe como anteriormente y los detalles no se describen de nuevo en el presente documento. Como se muestra en la FIG. 6, en la presente invención, un aparato de cálculo de camino 60 para una red ASON incluye un primer módulo de generación de la topología virtual 61, un segundo módulo de generación de la topología virtual 62 y un módulo de generación del camino de la topología real 63.

El primer módulo de generación de la topología virtual 61 está configurado para añadir un sitio alcanzable en una lista de sitios alcanzables de un sitio de origen a una topología virtual.

- 40 El segundo módulo de generación de la topología virtual 62 está configurado para determinar, de acuerdo con una lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio de origen y una lista de sitios de regeneración alcanzables de otro sitio que es recibida por el sitio de origen, un sitio que se puede alcanzar en un caso en el cual se usa una regeneración, y añadir, a la topología virtual, el sitio que se puede alcanzar por el sitio de origen en el caso en el cual se utiliza una regeneración.

- 45 El módulo de generación del camino de la topología real 63 está configurado para determinar, de acuerdo con la topología virtual y una topología real de la red ASON, un camino de la topología real desde el sitio de origen a un sitio de destino.

- 50 En esta realización, el primer módulo de generación de la topología virtual 61 y el segundo módulo de generación de la topología virtual 62, primero forman una topología virtual de un sitio de origen de acuerdo con una lista de sitios alcanzables del sitio de origen y una lista de sitios de regeneración alcanzables de otro sitio que es recibida por el sitio de origen, y después el módulo de generación del camino de la topología real 63 determina un camino de la

topología real desde el sitio de origen a un sitio de destino de acuerdo con la topología virtual y una topología real del sitio de origen, mejorando así una tasa de éxito y la eficiencia del cálculo de camino.

- 5 Un aparato de cálculo de camino para una red ASON en una cuarta realización proporcionado además en la presente invención, se describe en detalle sobre la base de un aparato de cálculo de camino para una red ASON en una tercera realización mostrada en la FIG. 6. Como se muestra en la FIG. 7, el primer módulo de generación de la topología virtual 61 incluye además una primera unidad de conexión de sitio 611, y la primera unidad de conexión de sitio 611 conecta el sitio alcanzable en la lista de sitios alcanzables del sitio de origen y el sitio de origen.

El segundo módulo de generación de la topología virtual 62 incluye además una unidad de determinación de sitio 621 y una segunda unidad de conexión de sitio 622.

- 10 La unidad de determinación de sitio 621 determina, de acuerdo con la lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio de origen, un sitio existente que tiene una capacidad de regeneración inactiva y está en la topología virtual.

El sitio de origen recibe la lista de sitios de regeneración alcanzables del otro sitio, y la segunda unidad de conexión de sitio 622 conecta el sitio existente que tiene una capacidad de regeneración inactiva y un sitio de regeneración alcanzable que está en una lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio existente.

- 15 La unidad de determinación de sitio 621 determina, de acuerdo con la lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio de origen y la lista de sitios de regeneración alcanzables del otro sitio que es recibida por el sitio de origen, un sitio que no tiene capacidad de regeneración inactiva y está en la red ASON.

- 20 La segunda unidad de conexión de sitio 622 conecta el sitio existente que tiene una capacidad de regeneración inactiva y el sitio que no tiene capacidad de regeneración inactiva y de los cuales una lista de sitios de regeneración alcanzables incluye el sitio existente que tiene una capacidad de regeneración inactiva.

El módulo de generación del camino de la topología real 63 incluye además una unidad de cálculo de camino 631 y una unidad de selección de camino 632.

La unidad de cálculo de camino 631 calcula, en la topología virtual, un camino de la topología virtual de un salto menos desde el sitio de origen al sitio de destino

- 25 La unidad de selección de camino 632 utiliza el sitio, el cual tiene una capacidad de regeneración inactiva, en el camino de la topología virtual como un sitio explícito y determina el camino de la topología real con referencia a la topología real de la red ASON.

- 30 Suponiendo que en esta realización se calcula un camino desde el sitio A al sitio D, el sitio A es un sitio de origen y el sitio D es un sitio de destino. Un diagrama esquemático de una topología formada cuando se calcula el camino desde el sitio A al sitio D de acuerdo con el aparato de cálculo de camino 60 para una red ASON en esta realización se muestra en la FIG. 5. Un proceso de cálculo específico se describe como anteriormente y los detalles no se describen de nuevo en el presente documento.

- 35 Haciendo referencia a la FIG. 8, la FIG. 8 es un aparato de cálculo de camino para una red ASON, de acuerdo con una quinta realización de la presente invención. Como se muestra en la FIG. 8, en la presente invención, el aparato de cálculo de camino 80 para una red ASON incluye una memoria 81, una interfaz de red 82, un procesador 83 y un sistema de bus 84. La memoria 81, la interfaz de red 82 y el procesador 83 están conectados por separado al sistema de bus 84.

- 40 Un primer programa se almacena en la memoria 81, y el primer programa se utiliza para permitir a cada uno de los sitios en la red ASON calcular por separado un sitio que se puede alcanzar en un caso en el cual no se utiliza regeneración y utilizar el sitio como un sitio alcanzable para formar una lista de sitios alcanzables, como se muestra en la FIG. 2, y seleccionar además un sitio que tiene una capacidad de regeneración inactiva de una lista de sitios alcanzables respectiva como un sitio de regeneración alcanzable para formar una lista de sitios regeneración alcanzable, como se muestra en la FIG. 2.

La interfaz de red 82 está configurada para inundar la lista de sitios de regeneración alcanzables en la red ASON.

- 45 Un segundo programa se almacena en la memoria 81, y el segundo programa se utiliza para añadir un sitio alcanzable en una lista de sitios alcanzables de un sitio de origen a una topología virtual, determinar, de acuerdo con

una lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio de origen y una lista de sitios de regeneración alcanzables de otro sitio que es recibida por el sitio de origen, un sitio que se puede alcanzar en un caso en el cual se utiliza una regeneración, añadir, a la topología virtual, el sitio que se puede alcanzar por el sitio de origen en el caso en el cual se utiliza una regeneración, y determinar además, de acuerdo con la topología virtual y una topología real de la red ASON, un camino de la topología real desde el sitio de origen a un sitio de destino.

5

El procesador 84 está configurado para ejecutar el primer programa y el segundo programa.

Opcionalmente, el primer programa se utiliza además para permitir a cada uno de los sitios en la red ASON seleccionar, como el sitio alcanzable, un sitio de los cuales un impedimento óptico de un camino de transmisión cumple un requisito de impedimento óptico en un caso en el cual no se utiliza regeneración.

10

En esta realización, la lista de sitios alcanzables se almacena sólo en el sitio de la lista de sitios alcanzables.

Opcionalmente, la interfaz de red 82 está configurada además para permitir a cada uno de los sitios en la red ASON inundar la lista de sitios de regeneración alcanzables a todos los sitios en la red ASON por separado extendiendo el protocolo OSPF.

15

Opcionalmente, el segundo programa se utiliza además para conectar el sitio alcanzable en la lista de sitios alcanzables del sitio de origen y el sitio de origen.

Opcionalmente, el segundo programa se utiliza además para determinar, de acuerdo con la lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio de origen, un sitio existente que tiene una capacidad de regeneración inactiva y está en la topología virtual;

20

conectar el sitio existente que tiene una capacidad de regeneración inactiva y un sitio de regeneración alcanzable que está en una lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio existente;

determinar, de acuerdo con la lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio de origen y la lista de sitios de regeneración alcanzables del otro sitio que es recibida por el sitio de origen, un sitio que no tiene capacidad de regeneración inactiva y está en la red ASON; y

25

conectar el sitio existente que tiene una capacidad de regeneración inactiva y el sitio que no tiene capacidad de regeneración inactiva y de los cuales una lista de sitios de regeneración alcanzables incluye el sitio existente que tiene una capacidad de regeneración inactiva.

Opcionalmente, el segundo programa se utiliza además para calcular, en la topología virtual, un camino de la topología virtual de un salto menos desde el sitio de origen al sitio de destino; y

30

utilizar el sitio, el cual tiene una capacidad de regeneración inactiva, en el camino de la topología virtual como un sitio explícito y determinar el camino de la topología real con referencia a la topología real de la red ASON.

En esta realización, se calculan primero una lista de sitios alcanzables y una lista de sitios de regeneración alcanzables de cada uno de los sitios en una red ASON, y se distribuye una cantidad de cálculo a cada uno de los sitios, mejorando así la eficiencia del cálculo, reduciendo un requisito de rendimiento para una tarjeta de control del sitio y reduciendo los costes.

35

Después de determinar una lista de sitios alcanzables y una lista de sitios de regeneración alcanzables de cada uno de los sitios en una red ASON, cuando se calcula un camino desde un sitio de origen a un sitio de destino, se forma una topología virtual del sitio de origen de acuerdo con la lista de sitios alcanzables del sitio de origen y una lista de sitios de regeneración alcanzables de otro sitio que es recibida por el sitio de origen, y después se determina un camino de la topología real desde el sitio de origen a un sitio de destino de acuerdo con la topología virtual y una topología real del sitio de origen, mejorando así una tasa de éxito y la eficiencia del cálculo de camino.

40

En las diversas maneras de implementación proporcionadas en la presente solicitud, debe entenderse que el aparato y el método dados a conocer pueden implementarse de otras maneras. Por ejemplo, las maneras de implementación descritas de la realización del aparato son meramente de ejemplo. Por ejemplo, el módulo o la unidad de división es meramente la división de función lógica y puede ser otra división en la implementación real. Por ejemplo, una pluralidad de unidades o componentes pueden combinarse o integrarse en otro sistema, o algunas de las características pueden ser ignoradas o no realizadas. Además, los acoplamientos mutuos o acoplamientos directos o conexiones de comunicaciones mostradas o discutidas pueden ser implementados utilizando algunas interfaces. Los acoplamientos indirectos o las conexiones de comunicación entre los aparatos o unidades pueden ser implementados en forma electrónica, mecánica u otras.

45

5 Las unidades descritas como partes separadas pueden o pueden no estar físicamente separadas, y las partes mostradas como unidades pueden o pueden no ser unidades físicas, pueden estar ubicadas en una posición, o pueden estar distribuidas en una pluralidad de unidades de red. Algunas o todas las unidades pueden ser seleccionadas de acuerdo con las necesidades reales para alcanzar los objetivos de las soluciones de las realizaciones.

Además, las unidades funcionales en las maneras de implementación de las realizaciones de la presente solicitud, pueden estar integradas en una unidad de procesamiento, o cada una de las unidades pueden existir solo físicamente, o dos o más unidades están integradas en una unidad. La unidad integrada puede ser implementada en una forma de hardware, o puede ser implementada en una forma de una unidad funcional de software.

10 Cuando la unidad integrada se implementa en forma de una unidad funcional de software y es vendida o utilizada como un producto independiente, la unidad integrada se puede almacenar en un medio de almacenamiento legible por ordenador. En base a un tal entendimiento, las soluciones técnicas de la presente solicitud, esencialmente, o la parte que contribuye a la técnica anterior, o todas o algunas de las soluciones técnicas se pueden implementar en forma de un producto de software. El producto de software se almacena en un medio de almacenamiento e incluye
15 varias instrucciones para instruir a un dispositivo informático (el cual puede ser un ordenador personal, un servidor, o un dispositivo de red) o un procesador (procesador) para llevar a cabo todos o algunos de los pasos de los métodos descritos en las maneras de implementación de las realizaciones de la presente solicitud. El medio de almacenamiento anterior incluye: cualquier medio que puede almacenar código de programa, tal como una unidad flash USB, un disco duro extraíble, una memoria de sólo lectura (ROM, Read-Only Memory), una memoria de
20 acceso aleatorio (RAM, Random Access Memory), un disco magnético o un disco óptico.

Las descripciones anteriores son meramente realizaciones de la presente invención y el alcance de protección de la presente invención no está limitado a las mismas. Todos los cambios de estructura o de proceso equivalentes hechos de acuerdo con el contenido de esta memoria descriptiva y de los dibujos adjuntos en la presente invención, o aplicando directa o indirectamente la presente invención en otros campos técnicos relacionados, caerán dentro del
25 alcance de protección de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un método de cálculo de camino para una red ASON, en donde cada uno de los sitios en la red ASON calcula por separado un sitio que se puede alcanzar en un caso en el cual no se utiliza regeneración y utiliza el sitio como un sitio alcanzable para formar una lista de sitios alcanzables, además selecciona un sitio que tiene una capacidad de regeneración inactiva de una lista de sitios alcanzables respectiva, como un sitio de regeneración alcanzable para formar una lista de sitios de regeneración alcanzables, e inunda la lista de sitios de regeneración alcanzables en la red ASON; y el método comprende los siguientes pasos:
 - añadir (S1) un sitio alcanzable en una lista de sitios alcanzables de un sitio de origen a una topología virtual;
 - determinar (S2), de acuerdo con una lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio de origen y una lista de sitios de regeneración alcanzables de otro sitio que es recibida por el sitio de origen, un sitio que se puede alcanzar por el sitio de origen en un caso en el cual se utiliza una regeneración, y añadir, a la topología virtual, el sitio que se puede alcanzar por el sitio de origen en el caso en el cual se utiliza una regeneración; y
 - determinar (S3), de acuerdo con la topología virtual y una topología real de la red ASON, un camino de la topología real desde el sitio de origen a un sitio de destino.
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el paso de añadir un sitio alcanzable en una lista de sitios alcanzables de un sitio de origen a una topología virtual comprende:
 - conectar el sitio alcanzable en la lista de sitios alcanzables del sitio de origen y el sitio de origen.
3. El método de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el paso de determinar, de acuerdo con una lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio de origen y una lista de sitios de regeneración alcanzables de otro sitio que es recibida por el sitio de origen, un sitio que se puede alcanzar por el sitio de origen en un caso en el cual se utiliza una regeneración, y añadir, a la topología virtual, el sitio que se puede alcanzar por el sitio de origen en el caso en el cual se utiliza una regeneración, comprende:
 - determinar, de acuerdo con la lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio de origen, un sitio existente que tiene una capacidad de regeneración inactiva y está en la topología virtual;
 - recibir, por el sitio de origen, la lista de sitios de regeneración alcanzables del otro sitio, y conectar el sitio existente que tiene una capacidad de regeneración inactiva y un sitio de regeneración alcanzable que está en una lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio existente;
 - determinar, de acuerdo con la lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio de origen y la lista de sitios de regeneración alcanzables del otro sitio que es recibida por el sitio de origen, un sitio que no tiene capacidad de regeneración inactiva y está en la red ASON; y
 - conectar el sitio existente que tiene una capacidad de regeneración inactiva y el sitio que no tiene capacidad de regeneración inactiva y de los cuales una lista de sitios de regeneración alcanzables comprende el sitio existente que tiene una capacidad de regeneración inactiva.
4. El método de acuerdo con la reivindicación 3, en donde el paso de determinar, de acuerdo con la topología virtual y una topología real de la red ASON, un camino de la topología real desde el sitio de origen a un sitio de destino comprende:
 - calcular, en la topología virtual, un camino de la topología virtual de un salto menos desde el sitio de origen al sitio de destino; y
 - utilizar el sitio, el cual tiene una capacidad de regeneración inactiva, en el camino de la topología virtual como un sitio explícito y determinar el camino de la topología real con referencia a la topología real de la red ASON.
5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde cada uno de los sitios en la red ASON inunda la lista de sitios de regeneración alcanzables a todos los sitios en la red ASON por separado extendiendo el protocolo OSPF.
6. El método de acuerdo con la reivindicación 5, en donde cada uno de los sitios en la red ASON selecciona, como el sitio alcanzable, un sitio a través del cual un impedimento óptico de un camino de transmisión cumple un requisito de impedimento óptico en un caso en el cual no se utiliza una regeneración.
7. El método de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la lista de sitios alcanzables se almacena sólo en el sitio de la lista de sitios alcanzables.
8. Un aparato de cálculo de camino (60) para una red ASON, en donde cada uno de los sitios en la red ASON calcula por separado un sitio que se puede alcanzar en un caso en el cual no se utiliza regeneración y utiliza el sitio como un sitio alcanzable para formar una lista de sitios alcanzables, además selecciona un sitio que tiene una capacidad de regeneración inactiva de una lista de sitios alcanzables respectiva, como un sitio de regeneración alcanzable para formar una lista de sitios de regeneración alcanzables, e inunda la lista de sitios de regeneración alcanzables en la red ASON; y el aparato de cálculo de camino comprende:

un primer módulo de generación de la topología virtual (61), configurado para añadir un sitio alcanzable en una lista de sitios alcanzables de un sitio de origen a una topología virtual;

un segundo módulo de generación de la topología virtual (62), configurado para determinar, de acuerdo con una lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio de origen y una lista de sitios de regeneración alcanzables de otro sitio que es recibida por el sitio de origen, un sitio que se puede alcanzar por el sitio de origen en un caso en el cual se utiliza una regeneración, y añadir, a la topología virtual, el sitio que se puede alcanzar por el sitio de origen en el caso en el cual se utiliza una regeneración; y

un módulo de generación del camino de la topología real (63), configurado para determinar, de acuerdo con la topología virtual y una topología real de la red ASON, un camino de la topología real desde el sitio de origen a un sitio de destino.

9. El aparato de cálculo de camino de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el primer módulo de generación de la topología virtual comprende además una primera unidad de conexión de sitio, y la primera unidad de conexión de sitio conecta el sitio alcanzable en la lista de sitios alcanzables del sitio de origen y el sitio de origen.

10. El aparato de cálculo de camino de acuerdo con la reivindicación 9, en donde el segundo módulo de generación de la topología virtual comprende además una unidad de determinación de sitio y una segunda unidad de conexión de sitio, en donde

la unidad de determinación de sitio determina, de acuerdo con la lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio de origen, un sitio existente que tiene una capacidad de regeneración inactiva y está en la topología virtual;

el sitio de origen recibe la lista de sitios de regeneración alcanzables del otro sitio, y la segunda unidad de conexión de sitio conecta el sitio existente que tiene una capacidad de regeneración inactiva y un sitio de regeneración alcanzable que está en una lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio existente;

la unidad de determinación de sitio determina, de acuerdo con la lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio de origen y la lista de sitios de regeneración alcanzables del otro sitio que es recibida por el sitio de origen, un sitio que no tiene capacidad de regeneración inactiva y está en la red ASON; y

la segunda unidad de conexión de sitio conecta el sitio existente que tiene una capacidad de regeneración inactiva y el sitio que no tiene capacidad de regeneración inactiva y de los cuales una lista de sitios de regeneración alcanzables comprende el sitio existente que tiene una capacidad de regeneración inactiva.

11. El aparato de cálculo de camino de acuerdo con la reivindicación 10, en donde el módulo de generación del camino de la topología real comprende además una unidad de cálculo de camino y una unidad de selección de camino, en donde

la unidad de cálculo de camino calcula, en la topología virtual, un camino de la topología virtual de un salto menos desde el sitio de origen al sitio de destino; y

la unidad de selección de camino utiliza el sitio, el cual tiene una capacidad de regeneración inactiva, en el camino de la topología virtual como un sitio explícito y determina el camino de la topología real con referencia a la topología real de la red ASON.

12. El aparato de cálculo de camino de acuerdo con la reivindicación 8, en donde cada uno de los sitios en la red ASON inunda la lista de sitios de regeneración alcanzables a todos los sitios en la red ASON por separado extendiendo el protocolo OSPF.

13. El aparato de cálculo de camino de acuerdo con la reivindicación 12, en donde cada uno de los sitios en la red ASON selecciona, como el sitio alcanzable, un sitio a través del cual un impedimento óptico de un camino de transmisión cumple un requisito de impedimento óptico en un caso en el cual no se utiliza regeneración.

14. El aparato de cálculo de camino de acuerdo con la reivindicación 13, en donde la lista de sitios alcanzables se almacena sólo en el sitio de la lista de sitios alcanzables.

15. Un aparato de cálculo de camino (80) para una red ASON, en donde el aparato de cálculo de camino comprende una memoria (81), una interfaz de red (82), un procesador (83) y un sistema de bus (84), y la memoria, la interfaz de red y el procesador están conectados por separado al sistema de bus, en donde

un primer programa se almacena en la memoria, y el primer programa se utiliza para permitir a cada uno de los sitios en la red ASON calcular por separado un sitio que se puede alcanzar en un caso en el cual no se utiliza regeneración y utilizar el sitio como un sitio alcanzable para formar una lista de sitios alcanzables, y además seleccionar un sitio que tiene una capacidad de regeneración inactiva de una lista de sitios alcanzables respectiva, como un sitio de regeneración alcanzable para formar una lista de sitios de regeneración alcanzables;

la interfaz de red está configurada para inundar la lista de sitios de regeneración alcanzables en la red ASON;

un segundo programa se almacena en la memoria y el segundo programa se utiliza para añadir un sitio alcanzable en una lista de sitios alcanzables de un sitio de origen a una topología virtual, determinar, de acuerdo con una lista de sitios de regeneración alcanzables del sitio de origen y una lista de sitios de regeneración alcanzables

- de otro sitio que es recibida por el sitio de origen, un sitio que se puede alcanzar por el sitio de origen en un caso en el cual se utiliza una regeneración, añadir, a la topología virtual, el sitio que se puede alcanzar por el sitio de origen en el caso en el cual se utiliza una regeneración, y además determinar, de acuerdo con la topología virtual y una topología real de la red ASON, un camino de la topología real desde el sitio de origen a un sitio de destino; y el procesador está configurado para ejecutar el primer programa y el segundo programa.
- 5

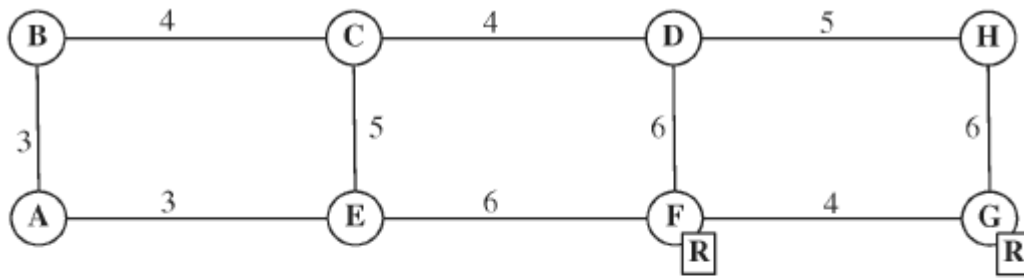


FIG. 1

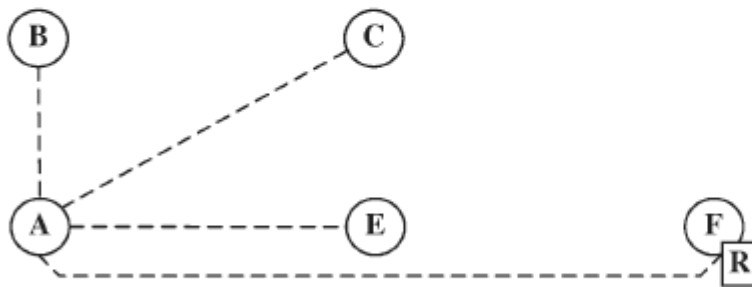


FIG. 2.1

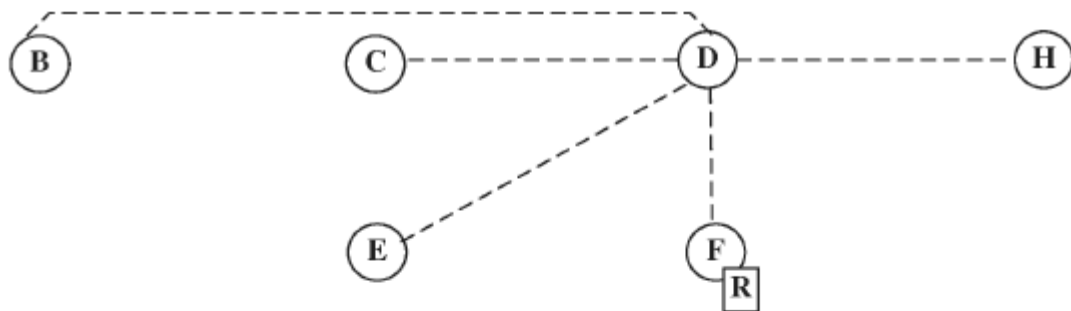


FIG. 2.2



FIG. 2.3

FIG. 2

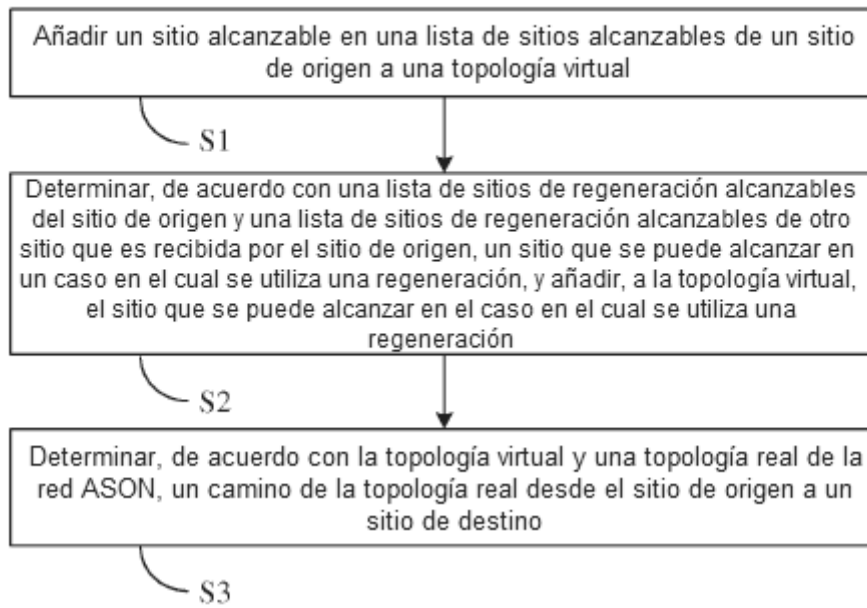


FIG. 3

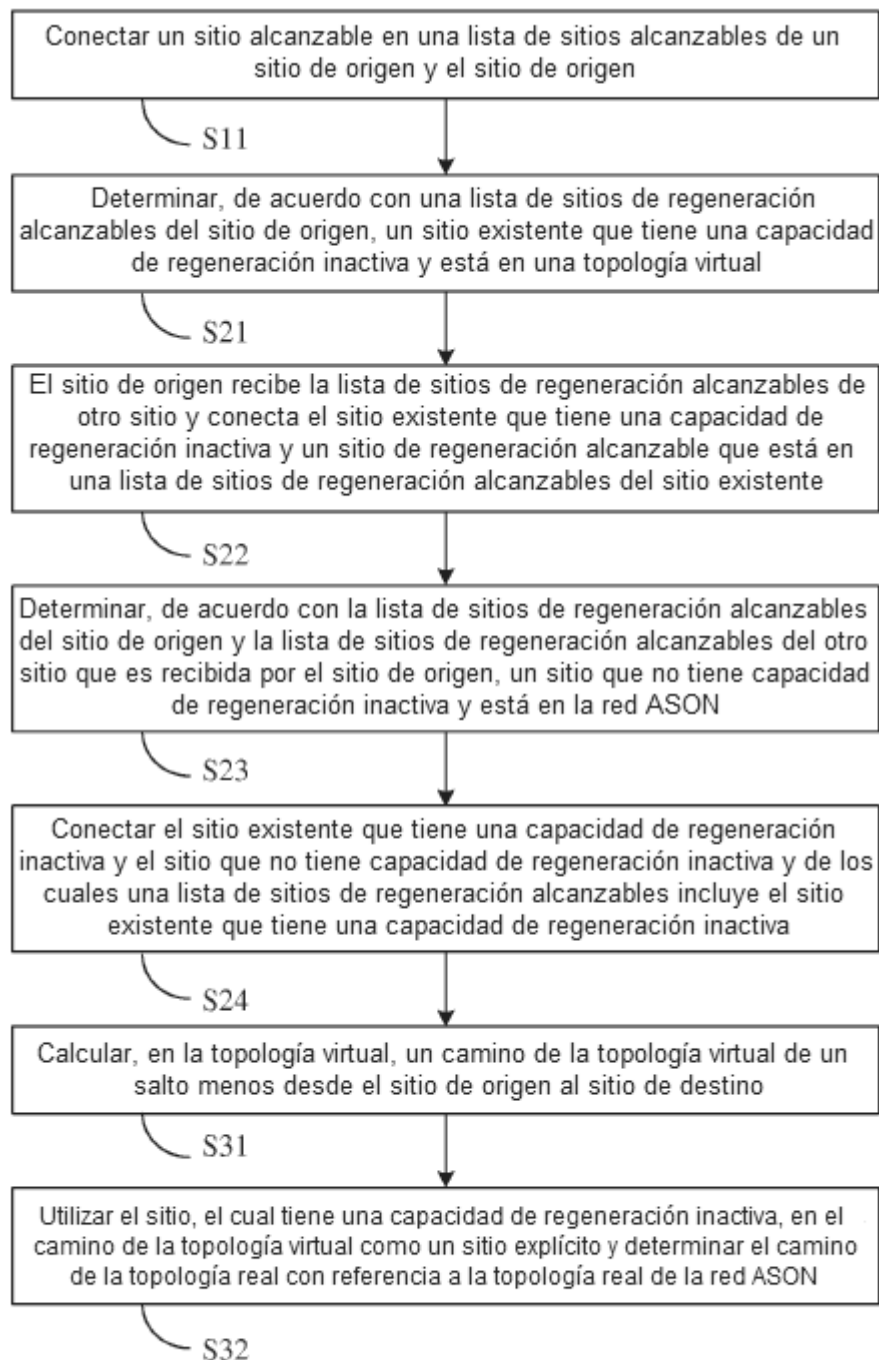


FIG. 4

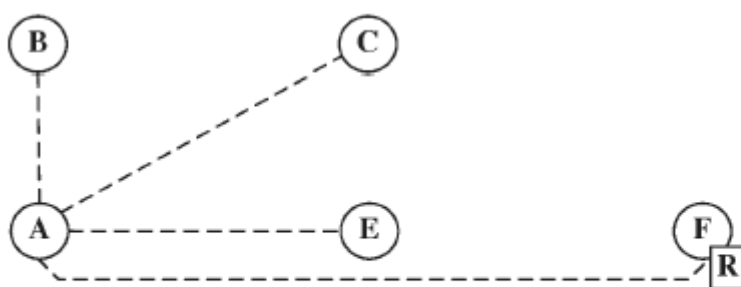


FIG. 5.1



FIG. 5.2

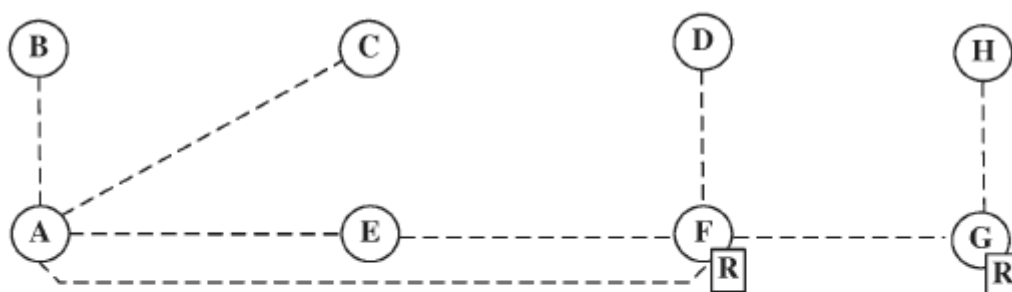


FIG. 5.3

FIG. 5

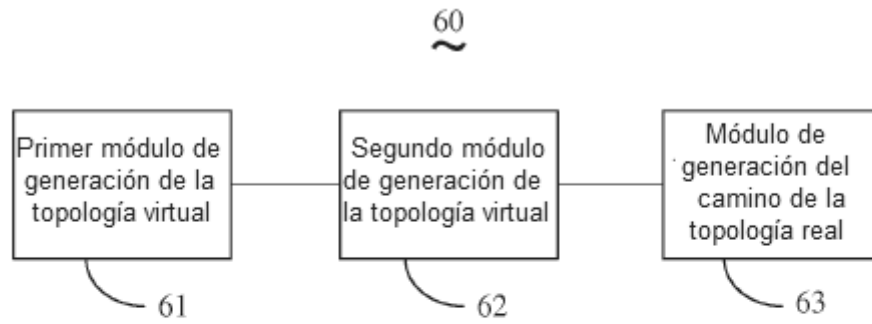


FIG. 6

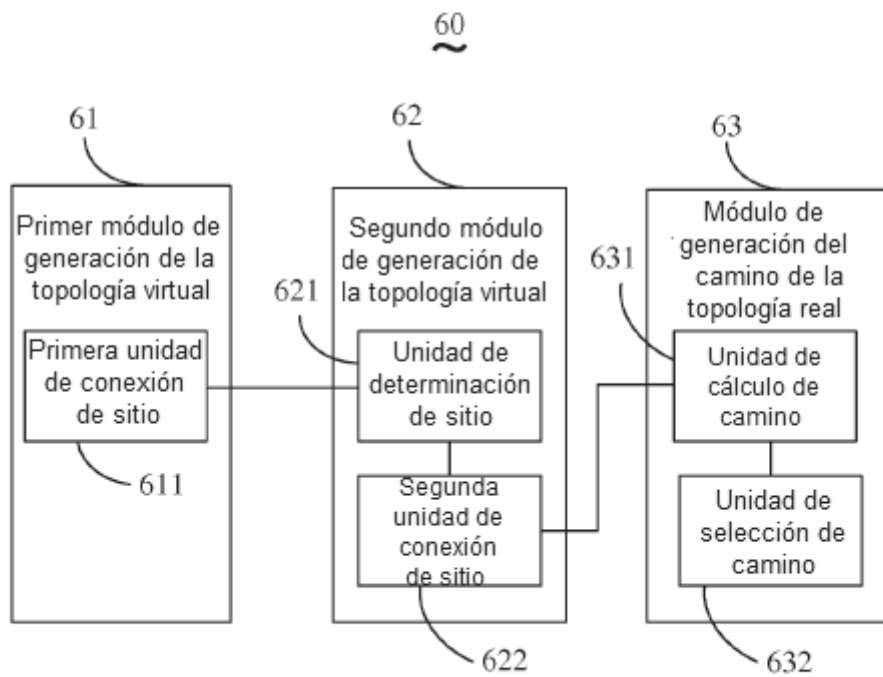


FIG. 7

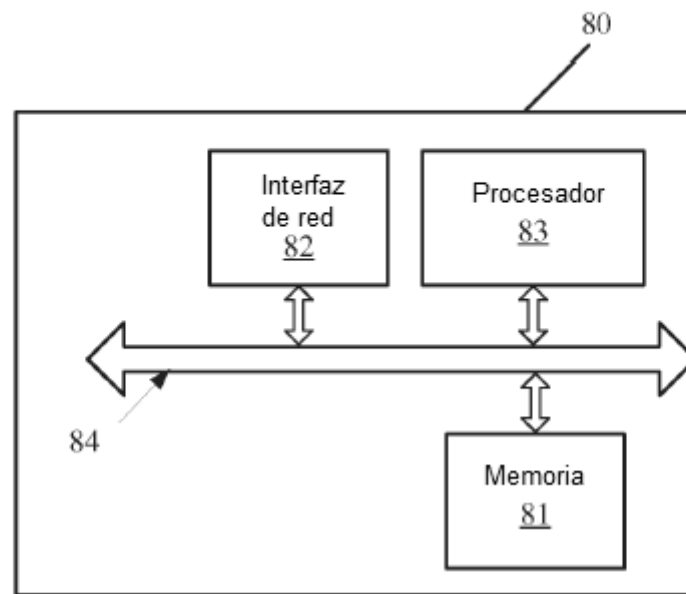


FIG. 8