

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 797 110**

51 Int. Cl.:

H04L 12/723 (2013.01)

H04J 14/02 (2006.01)

H04Q 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.02.2016 PCT/CN2016/074338**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.08.2017 WO17143518**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.02.2016 E 16890972 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.04.2020 EP 3355535**

54 Título: **Método y aparato para establecer una relación de vinculación de enlace entre capas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.12.2020

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

72 Inventor/es:
FENG, HAOYU

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 797 110 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método y aparato para establecer una relación de vinculación de enlace entre capas

Campo técnico

5 La presente descripción se refiere al campo de las tecnologías de comunicaciones, y en particular, a un método y un aparato para establecer una relación de vinculación de enlace entre capas.

Antecedentes

10 Una red de transmisión óptica sirve como infraestructura de red, y los requisitos de construcción de una red son cada vez mayores debido al impulso de interconexión móvil, los macro datos (en inglés, big data) y el desarrollo de una red de transmisión en el sentido de la alta capacidad. Particularmente, un dispositivo de multiplexación por división de longitud de onda (en inglés, Wavelength Division Multiplexing, WDM) o un dispositivo de red de transporte óptica (en inglés, Optical Transport Network, OTN) se selecciona habitualmente para la transmisión de datos en una red central. Como muchas de las redes están construidas para los dispositivos WDM o los dispositivos OTN, y la complejidad de la estructura de red y el escalado de una red aumentan, el mantenimiento, la fiabilidad y la seguridad de las redes necesitan mejorarse en consecuencia. Por lo tanto, se introduce una tecnología de red óptica de conmutación automática (en inglés, Automatically Switched Optical Network, ASON) para resolver el problema anterior. La tecnología ASON se usa fundamentalmente para separar un plano de transporte de un plano de control en la red de transmisión óptica, y gestionar y controlar el plano de transporte usando el plano de control.

20 Una tecnología OTN define una arquitectura de tecnología óptica/eléctrica en la red de transmisión óptica, y es una tecnología de transmisión basada en una unidad de datos de canal óptico k (Unidad de Datos de OCH k, ODUk) y una longitud de onda óptica. La ODUk y la longitud de onda óptica están localizadas en dos capas de redes de programación de transmisión óptica independientes, y una longitud de onda óptica puede transportar una pluralidad de ODUk. Por ejemplo, una longitud de onda única de 100G puede transportar 80 ODU0. Se introduce la tecnología ASON basada en la OTN, de forma que tanto la longitud de onda óptica como la ODUk tienen un mecanismo de supervivencia de red.

25 Según la gestión jerárquica y la configuración de red de un sistema WDM, cuando un enlace de multiplexación entre dos nodos es defectuoso, todas las ODUk transportadas por cada longitud de onda en el enlace de multiplexación son defectuosas. Sin embargo, debido a que cada longitud de onda se corresponde con una placa de unidad de conversión óptica a eléctrica (en inglés, Optical Transform Unit, OTU), cuando el enlace de multiplexación es defectuoso, el plano de transporte necesita ejecutar la detección de fallo de señal de longitud de onda en cada longitud de onda, y además ejecutar la detección de fallo de señal de ODUk en cada placa de OTU, y de forma separada reportar la información de alarma de fallo al plano de control. Debido a que el plano de control procesa la información de la alarma reportada por cada placa de OTU en serie, se requiere un tiempo relativamente largo para completar una alarma de fallo. Por consiguiente, la eficiencia de la alarma de fallo es relativamente baja, y puede verse afectada la selección de encaminamiento de servicio subsiguiente.

35 El documento US 2002/0109879 describe un método de provisión de datos de configuración de red. El método comprende la recepción de una señal óptica de transporte de datos; la provisión de información de control; la modulación de la señal óptica de transporte de datos usando la información de control de forma que la señal óptica transporta tanto los datos como la información de control; y la transmisión de la señal óptica modulada. Describe un enfoque de diseño del plano de control OXC y el control de las trayectorias de luz en las redes ópticas (ver, por ejemplo, la página 4, [0089]). También menciona direccionamiento de canal (ver página 7, [0171] en adelante).

Compendio

Los aspectos de la presente descripción proporcionan un método y un aparato para establecer una relación de vinculación de enlace entre capas que resuelve los problemas de la técnica anterior de que la eficiencia de la alarma de fallo es relativamente baja, y puede verse afectada la selección de encaminamiento de servicio subsiguiente.

45 Varios aspectos de la presente descripción han sido definidos en las reivindicaciones independientes. Además, características técnicas adicionales de cada uno de estos aspectos han sido definidos en las respectivas reivindicaciones dependientes.

50 En base a ciertos aspectos de la presente descripción, cuando el primer nodo es el nodo de cabecera, el primer nodo puede determinar la primera información del enlace en base a la información del encaminamiento que es la de la primera LSP y que es calculada por el primer nodo, de forma que se mejora la eficiencia para establecer la relación de vinculación de enlace entre capas.

55 Adicionalmente, después de recibir un mensaje de reserva de recursos enviado por un nodo de cola, el nodo de cabecera establece la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP. El nodo de cola puede añadir un objeto identificador al mensaje de reserva de recursos. Esto asegura que el nodo de cabecera establece la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP después de que la primera LSP se establece con éxito.

El nodo de cola puede establecer la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP en base a la información del objeto de encaminamiento de registro transportada en el mensaje de petición de establecimiento de ruta de la primera LSP.

5 En un escenario de aplicación en el que no existe un controlador, solo el nodo de cabecera y/o el nodo de cola pueden completar el establecimiento de la relación de vinculación de enlace entre capas de toda la primera LSP, y un nodo intermedio no necesita establecer la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP, de forma que se evita un aumento de la carga de procesamiento innecesaria del nodo intermedio.

10 En un escenario de aplicación en el que existe el controlador, cada nodo puede establecer la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP, y reportar la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP al controlador. Alternativamente, solo el nodo de cabecera y/o el nodo de cola completan/completa el establecimiento de la relación de vinculación de enlace entre capas de toda la primera LSP, y reportan/reporta la relación de vinculación de enlace entre capas de toda la primera LSP al controlador. Alternativamente, el controlador calcula la información de encaminamiento de la primera LSP, y entonces establece la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP, y entrega la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP a cada nodo en la primera LSP.

En base a ciertos aspectos de la presente descripción, la segunda LSP es una LSP de capa eléctrica, por ejemplo, una señal ODUk o un paquete de datos.

20 Por lo tanto, el primer nodo asocia el identificador de enlace del enlace de longitud de onda única con el identificador de canal del canal de capa eléctrica estableciendo la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP. Esto asegura que una alarma puede ser ejecutada por un servicio de capa eléctrica, de una manera oportuna, cuando un enlace de multiplexación es defectuoso.

En base a ciertos aspectos de la presente descripción, el primer nodo puede determinar si establecer la relación de vinculación de enlace entre capas. Esta solución es más flexible y eficiente.

25 En base a ciertos aspectos de la presente descripción, el controlador puede obtener la relación de vinculación de enlace entre capas establecida por cada nodo, y cuando se recibe la información de alarma de fallo de un enlace de multiplexación, el controlador puede determinar un enlace de longitud de onda única defectuoso y un canal de capa eléctrica defectuoso, de una manera oportuna, de modo que se mejora la eficiencia de la alarma de fallo.

30 En base a ciertos aspectos de la presente descripción, cuando se recibe la información de alarma de fallo de un enlace de multiplexación, el primer nodo puede determinar un enlace de longitud de onda única de una manera oportuna en base a en la relación de vinculación de enlace entre capas conocida, de modo que se mejora la eficiencia de la alarma de fallo.

35 En base a ciertos aspectos de la presente descripción, cuando se recibe la información de alarma de fallo de un enlace de multiplexación, en base a la relación de vinculación de enlace entre capas conocida, el primer nodo puede determinar un enlace de longitud de onda única defectuoso, de una manera oportuna, y además determinar un canal de capa eléctrica defectuoso, de modo que se mejora la eficiencia de la alarma de fallo.

En base a ciertos aspectos de la presente descripción, cuando el aparato es el nodo de cabecera, el aparato puede determinar la primera información del enlace en base a la información de encaminamiento que es la de la primera LSP y que es calculada por el nodo de cabecera, de modo que se mejora la eficiencia del establecimiento de la relación de vinculación de enlace entre capas.

40 En base a ciertos aspectos de la presente descripción, el aparato asocia el identificador de enlace del enlace de longitud de onda única con el identificador de canal del canal de capa eléctrica estableciendo la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP. Esto asegura que una alarma puede ser ejecutada por un servicio de capa eléctrica, de una manera oportuna, cuando un enlace de multiplexación es defectuoso.

45 En base a ciertos aspectos de la presente descripción, el aparato puede determinar si establecer la relación de vinculación de enlace entre capas. Esta solución es más flexible y eficiente.

En base a ciertos aspectos de la presente descripción, el controlador puede obtener la relación de vinculación de enlace entre capas establecida por cada nodo, y cuando se recibe la información de una alarma de fallo de un enlace de multiplexación, el controlador puede determinar un enlace de longitud de onda única defectuoso y un canal de capa eléctrica defectuoso, de una manera oportuna, de modo que se mejora la eficiencia de la alarma de fallo.

50 En base a ciertos aspectos de la presente descripción, cuando se recibe la información de alarma de fallo de un enlace de multiplexación, el aparato puede determinar un enlace de longitud de onda única defectuoso, de una manera oportuna, en base a la relación de vinculación de enlace entre capas conocida, de modo que se mejora la eficiencia de la alarma de fallo.

En base a ciertos aspectos de la presente descripción, cuando se recibe la información de alarma de fallo de un enlace de multiplexación, en base a la relación de vinculación de enlace entre capas conocida, el aparato puede determinar un enlace de longitud de onda única defectuoso, de una manera oportuna, y además determinar un canal de capa eléctrica defectuoso, de modo que se mejora la eficiencia de la alarma de fallo.

- 5 En los aspectos de la presente descripción, el primer nodo recibe el mensaje de petición de establecimiento de ruta de la primera ruta de conmutación de etiquetas LSP. El mensaje de petición de establecimiento de ruta de la primera LSP transporta la primera información del enlace, y la primera información del enlace incluye el identificador de enlace del enlace de longitud de onda única incluido en la primera LSP y el identificador de enlace del enlace de multiplexación incluido en la primera LSP. El primer nodo establece la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP. La relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP es la correspondencia entre el identificador de enlace del enlace de multiplexación en la primera LSP y el identificador de enlace del enlace de longitud de onda única en la primera LSP. Cuando una línea de multiplexación es defectuosa, el primer nodo localiza con precisión un enlace de longitud de onda única defectuoso consultando la relación de vinculación de enlace entre capas, y ejecuta una alarma para la línea defectuosa, de una manera oportuna, sin depender de sobrecargas del sistema y del hardware. Adicionalmente, el primer nodo ejecuta un procesamiento de detección de fallo en paralelo, de modo que se mejora la eficiencia de la alarma de fallo.

Breve descripción de los dibujos

- La FIG. 1 es un diagrama esquemático 1 de una arquitectura de red según un aspecto de la presente descripción;
- La FIG. 2 es un diagrama esquemático 2 de una arquitectura de red según un aspecto de la presente descripción;
- 20 La FIG. 3 es un diagrama esquemático 3 de una arquitectura de red según un aspecto de la presente descripción;
- La FIG. 4 es un diagrama de modelo jerárquico de una red de transmisión óptica-eléctrica definida por una tecnología OTN según un aspecto de la presente descripción;
- La FIG. 5 es un diagrama de flujo resumen para establecer una relación de vinculación de enlace entre capas según un aspecto de la presente descripción;
- 25 La FIG. 6A y la FIG. 6B son un diagrama esquemático para establecer una relación de vinculación de enlace entre capas según un aspecto de la presente descripción;
- La FIG. 7 es un diagrama de definición esquemático de un objeto identificador que es transportado en un mensaje de RUTA y que se usa para dar las instrucciones para establecer una relación de vinculación de enlace entre capas según un aspecto de la presente descripción;
- 30 La FIG. 8 es un diagrama esquemático de gestión de cada relación de vinculación de enlace entre capas usando un árbol binario balanceado según un aspecto de la presente descripción;
- La FIG. 9 es un diagrama de definición esquemático de un objeto de mensaje para un mensaje de notificación de fallo según un aspecto de la presente descripción;
- La FIG. 10A es un diagrama esquemático 1 de una relación de enlace entre nodos según un aspecto de la presente descripción;
- 35 La FIG. 10B-1 y la FIG. 10B-2 son un diagrama esquemático de ejecución de solución de problemas en un enlace defectuoso por un nodo de cabecera y un nodo de cola según un aspecto de la presente descripción;
- La FIG. 11A es un diagrama esquemático 2 de una relación de enlace entre nodos según un aspecto de la presente descripción;
- 40 La FIG. 11B-1 y la FIG. 11B-2 son un diagrama esquemático de ejecución de solución de problemas en un enlace defectuoso por un controlador según un aspecto de la presente descripción;
- La FIG. 12 es un diagrama estructural esquemático de un aparato para establecer una relación de vinculación de enlace entre capas según un aspecto de la presente descripción; y
- 45 La FIG. 13 es un diagrama estructural esquemático de una entidad encaminadora según un aspecto de la presente descripción.

Descripción de aspectos

- Los aspectos de la presente descripción proporcionan un método y un aparato para establecer una relación de vinculación de enlace entre capas, que resuelve los problemas de la técnica anterior de que la eficiencia de la alarma de fallo de línea es relativamente baja, y se puede ver afectada la selección de encaminamiento de servicio
- 50 subsiguiente.

El método y el aparato están basados en el mismo concepto inventivo. Debido a que los principios de resolución de problemas del método y del aparato son similares, se pueden hacer referencias mutuas a la implementación del método y del aparato, y los detalles no se describen repetidamente.

5 Para los principales escenarios de aplicación de los aspectos de la presente descripción, consultar la FIG. 1, la FIG. 2 y la FIG. 3.

Con referencia a la FIG. 1, en FIG. 1, en una dirección de transmisión desde un lado de cliente a un lado de línea, un dispositivo en el lado de cliente envía datos para ser enviados a un dispositivo en el lado de línea que es un bastidor de distribución óptica (en inglés, Optical Distribution Frame, ODF) usando una OTU, una unidad de multiplexor óptico (en inglés, Optical Multiplexer, OM), una unidad de amplificador óptico (en inglés, optical amplifier, OA), y una unidad de interfaz de fibra (en inglés, Fiber Interface Unit, FIU).

En una dirección de transmisión desde el lado de línea al lado de cliente, el ODF transmite datos para ser transmitidos a un dispositivo en el lado de cliente usando la FIU, el OA, una unidad de demultiplexación óptica (en inglés, Optical Demultiplexing, OD), y la OTU.

15 Con referencia a la FIG. 2, una diferencia entre la FIG. 2 y la FIG. 1 consiste en que la OTU es sustituida por una combinación de una placa subordinada de OTN, una placa de conexión cruzada y una placa de línea.

Con referencia a la FIG. 3, en la FIG. 3, las características de la FIG. 1 y la FIG. 2 están combinadas. En otras palabras, la OTU se combina con la combinación de la placa subordinada de OTN, la placa de conexión cruzada y la placa de línea.

20 Una arquitectura de red existente se usa simplemente como ejemplo en la presente memoria, y no está limitada a los escenarios de aplicación mostrados en los tres diagramas anteriores.

Con referencia a la FIG. 4, un aspecto de la presente descripción es principalmente para un modelo jerárquico de una OTN.

25 Específicamente, un intervalo gestionado por una sección de transmisión óptica (en inglés, Optical Transmission Section, OTS) está entre la entrada de una placa de FIU de una estación de transmisión y la salida de una placa de FIU de una estación de recepción.

Un intervalo gestionado por una sección de multiplexación óptica (en inglés, Optical Multiplexing Section, OMS) está entre una interfaz óptica de entrada de un módulo de multiplexación de la estación de transmisión a una interfaz óptica de salida de un módulo de demultiplexación de la estación de recepción. El módulo de multiplexación en un dispositivo WDM, es decir, una parte de agregación de un multiplexor óptico y una parte de agregación de un multiplexor de agregación/segregación óptico (en inglés, Optical Add/Drop Multiplexer, OADM), implementa un proceso de convertir una pluralidad de señales independientes con longitudes de onda específicas en una señal multiplexada, en concreto, una función de multiplexación de la OMS. El módulo de demultiplexación en el dispositivo WDM, es decir, una parte de segregación de un demultiplexor óptico y una parte de segregación del OADM, implementa un proceso de convertir una señal de un canal principal en una pluralidad de señales independientes con longitudes de onda específicas, en concreto, una función de demultiplexación de la OMS.

Un intervalo gestionado por un OCH está entre un lado de WDM de una placa de línea de la estación de transmisión y un lado de WDM de una placa de línea de la estación de recepción.

Las implementaciones de la presente descripción se describen a continuación en detalle con referencias a los dibujos que la acompañan.

40 Con referencia a la FIG. 5, un aspecto de la presente descripción proporciona un método para establecer una relación de vinculación de enlace entre capas. El método específicamente incluye los siguientes pasos.

Paso 500: Un primer nodo recibe un mensaje de petición de establecimiento de ruta de la primera ruta de conmutación de etiquetas (en inglés, Label Switched Path, LSP), donde el mensaje de petición de establecimiento de ruta de la primera LSP transporta la primera información del enlace.

45 La primera información del enlace incluye un identificador de enlace de un enlace de longitud de onda única incluido en una primera LSP y un identificador de enlace de un enlace de multiplexación incluido en la primera LSP. La primera información del enlace transportada en el mensaje de petición de establecimiento de ruta de la primera LSP puede incluir la primera información del enlace de la primera LSP sobre el primer nodo, y puede además incluir la primera información del enlace de la primera LSP sobre otro nodo en la primera LSP. Adicionalmente, el mensaje de petición de establecimiento de ruta de la primera LSP puede además transportar un objeto identificador, y el objeto identificador es además usado para dar instrucciones al primer nodo para establecer una relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP.

Paso 510: El primer nodo establece una relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP.

- La relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP es una correspondencia entre el identificador de enlace del enlace de multiplexación en la primera LSP y el identificador de enlace del enlace de longitud de onda única en la primera LSP. La relación de vinculación de enlace entre capas que es de la primera LSP y que es establecida por el primer nodo puede incluir una relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP sobre el primer nodo, y además puede incluir una relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP sobre otro nodo en la primera LSP. Opcionalmente, después de que el primer nodo establece la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP, el primer nodo envía la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP a un controlador.
- Como se muestra en la FIG. 6A y FIG. 6B, se incluyen en el diagrama tres LSP de OCH: una LSP de OCH 1, una LSP de OCH 2, y una LSP de OCH 3.
- La LSP de OCH 1 incluye un nodo A, un nodo B, y un nodo C.
- Los identificadores de enlace de enlaces de multiplexación incluidos en la LSP de OCH 1 son un identificador de enlace de un enlace de multiplexación entre el nodo A y el nodo B, es decir, un Enlace de OTS se identifica como Enlace de OTS 1, y un identificador de enlace de un enlace de multiplexación entre el nodo B y el nodo C, es decir, un Enlace de OTS se identifica como Enlace de OTS 2. Cabe destacar que el Enlace de OTS en la presente memoria puede ser alternativamente un Enlace de OMS o un Enlace de fibra. Los identificadores de enlace de enlaces de longitud de onda única incluidos en la LSP de OCH 1 son un identificador de enlace de un enlace de longitud de onda única del nodo A, es decir, un Enlace de OCH se identifica como Enlace de OCH 1, y un identificador de enlace de un enlace de longitud de onda única del nodo C, es decir, un Enlace de OCH se identifica como Enlace de OCH 2.
- La LSP de OCH 2 incluye el nodo A, el nodo B, y el nodo C.
- Los identificadores de enlace de enlaces de multiplexación incluidos en la LSP de OCH 2 son el identificador de enlace Enlace de OTS 1 del enlace de multiplexación entre el nodo A y el nodo B y el identificador de enlace Enlace de OTS 2 del enlace de multiplexación entre el nodo B y el nodo C.
- Los identificadores de enlace de los enlaces de longitud de onda única incluidos en la LSP de OCH 2 son un identificador de enlace Enlace de OCH 3 de un enlace de longitud de onda única del nodo A y un identificador de enlace Enlace de OCH 4 de un enlace de longitud de onda única del nodo C.
- La LSP de OCH 3 incluye el nodo A y el nodo B.
- Un identificador de enlace de un enlace de multiplexación incluido en la LSP de OCH 3 es el identificador de enlace Enlace de OTS 1 del enlace de multiplexación entre el nodo A y el nodo B.
- Los identificadores de enlace de los enlaces de longitud de onda única incluidos en la LSP de OCH 3 son un identificador de enlace Enlace de OCH 5 de un enlace de longitud de onda única del nodo A y un identificador de enlace Enlace de OCH 6 de un enlace de longitud de onda única del nodo B.
- Un proceso de establecer una relación de vinculación de enlace entre capas de una primera LSP se describe en la presente memoria usando la LSP de OCH 1 como la primera LSP.
- El nodo A recibe un mensaje de petición de establecimiento de ruta de la primera LSP. El mensaje de petición de establecimiento de ruta de la primera LSP transporta la primera información del enlace.
- El mensaje de petición de establecimiento de ruta de la primera LSP en la presente memoria puede ser enviado por un controlador al nodo A. Opcionalmente, el nodo A puede iniciar el mensaje de petición de establecimiento de ruta de la primera LSP. Antes de iniciar el mensaje de petición de establecimiento de ruta de la primera LSP, el nodo A necesita determinar la primera información del enlace en el mensaje de petición de establecimiento de ruta de la primera LSP. El mensaje de petición de establecimiento de ruta de la primera LSP en la presente memoria puede ser un mensaje de RUTA.
- Opcionalmente, el mensaje de petición de establecimiento de ruta de la primera LSP transporta un objeto identificador, y el objeto identificador se usa para dar instrucciones al nodo A para establecer una relación de vinculación de enlace entre capas de la primera ruta LSP. Con referencia a la FIG. 7, la FIG. 7 es un diagrama esquemático de un objeto identificador que es transportado en un mensaje de RUTA y que se usa para dar instrucciones para establecer una relación de vinculación de enlace entre capas.
- La primera información del enlace en la presente memoria puede ser, al menos, los dos casos a continuación:
- En un primer caso, la primera información del enlace incluye los identificadores de enlace Enlace de OTS 1 y Enlace de OTS 2 de los enlaces de multiplexación incluidos en la LSP de OCH 1 y los identificadores de enlace Enlace de OCH 1 y Enlace OCH 2 de los enlaces de longitud de onda única incluidos en la LSP de OCH 1. En otras palabras, la primera información del enlace puede incluir los identificadores de los enlaces de multiplexación incluidos en toda la LSP de OCH 1 y los identificadores de enlace de los enlaces de longitud de onda única incluidos en toda la LSP de OCH 1.

- 5 En un segundo caso, la primera información del enlace incluye el identificador de enlace Enlace de OTS 1 del enlace de multiplexación incluido en la LSP de OCH 1 y los identificadores de enlace Enlace de OCH 1 y Enlace de OCH 2 de los enlaces de longitud de onda única incluidos en la LSP de OCH 1. En otras palabras, la primera información del enlace puede incluir un identificador de enlace de un enlace de multiplexación incluido en una parte de la LSP de OCH 1 y los identificadores de enlace de los enlaces de longitud de onda única, y el identificador de enlace del enlace de multiplexación incluido en la parte de la LSP de OCH 1 en la presente memoria es un identificador de enlace de un enlace de multiplexación conectado a un nodo (por ejemplo, el nodo A) en la primera LSP.
- 10 Por lo tanto, para la primera información del enlace en el primer caso, el nodo A establece una relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP de la siguiente forma: El Enlace de OTS 1 se corresponde con el Enlace de OCH 1 y el Enlace de OCH 2, y el Enlace de OTS 2 se corresponde con el Enlace de OCH 1 y el Enlace de OCH 2.
- 15 Para la primera información del enlace en el segundo caso, el nodo A establece una relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP de la siguiente forma: El Enlace de OTS 1 se corresponde con el Enlace de OCH 1 y el Enlace de OCH 2.
- 20 Opcionalmente, debido a que el nodo A es un nodo de cabecera, el nodo A puede calcular la información de encaminamiento de la primera LSP, determinar la primera información del enlace basada en la información de encaminamiento de la primera LSP, y entonces establecer la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP, basada en la primera información del enlace.
- 25 Debido a que la información de encaminamiento, que es la de la LSP de OCH 1 y que es calculada por el nodo A, es información de encaminamiento de toda la LSP, la primera información del enlace en la presente memoria puede ser la primera información del enlace en el primer caso. Por lo tanto, el nodo A establece la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP de la siguiente forma: El Enlace de OTS 1 se corresponde con el Enlace de OCH 1 y el Enlace de OCH 2, y el Enlace de OTS 2 se corresponde con el Enlace de OCH 1 y el Enlace de OCH 2.
- 30 Adicionalmente, si la primera LSP finalmente falla al ser establecida, el nodo de cabeza puede no establecer la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP. Por lo tanto, opcionalmente, después de recibir un mensaje de reserva de recurso (Reserva, RESV) enviado por el nodo C (un nodo de cola), el nodo A establece la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP. Opcionalmente, el nodo C puede añadir el objeto identificador al mensaje de RESV. Esto asegura que el nodo A establece la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP después de que la primera LSP se ha establecido con éxito.
- 35 Opcionalmente, después de que el nodo A establece la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP, el nodo A envía la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP al controlador.
- 40 Entonces, el nodo B recibe un mensaje de petición de establecimiento de ruta de la primera LSP enviado por el nodo A o el controlador. El mensaje de petición de establecimiento de ruta de la primera LSP transporta la primera información del enlace.
- 45 La primera información del enlace incluye los identificadores de enlace Enlace de OTS 1 y Enlace de OTS 2 de los enlaces de multiplexación incluidos en la LSP de OCH 1 y los identificadores de enlace Enlace de OCH 1 y Enlace de OCH 2 de los enlaces de longitud de onda única incluidos en la LSP de OCH 1. El nodo B se conecta al nodo A y al nodo C en la presente memoria. Por lo tanto, en este caso, la primera información del enlace puede incluir los identificadores de enlace de los enlaces de multiplexación incluidos en toda la LSP de OCH 1 y los identificadores de enlace de los enlaces de longitud de onda única incluidos en toda la LSP de OCH 1.
- 50 Por lo tanto, para la primera información del enlace, el nodo B establece una relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP de la siguiente forma: El Enlace de OTS 1 se corresponde con el Enlace de OCH 1 y con el Enlace de OCH 2, y el Enlace de OTS 2 se corresponde con el Enlace de OCH 1 y con el Enlace de OCH 2.
- Opcionalmente, después de que el nodo B establece la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP, el nodo B envía la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP al controlador.
- Finalmente, el nodo C recibe de mensaje de petición de establecimiento de ruta de la primera LSP enviado por el nodo B o por el controlador. El mensaje de petición de establecimiento de ruta de la primera LSP transporta la primera información del enlace.
- Similar al nodo A, la primera información del enlace en la presente memoria puede también incluir dos casos:
- En un primer caso, la primera información del enlace incluye los identificadores de enlace Enlace de OTS 1 y Enlace de OTS 2 de los enlaces de multiplexación incluidos en la LSP de OCH 1 y los identificadores de enlace Enlace de OCH 1 y Enlace de OCH 2 de los enlaces de longitud de onda única incluidos en la LSP de OCH 1.
- En un segundo caso, la primera información del enlace puede incluir el identificador de enlace Enlace de OTS 2 del enlace de multiplexación incluido en la LSP de OCH 1 y los identificadores de enlace Enlace de OCH 1 y Enlace de OCH 2 de los enlaces de longitud de onda única incluidos en la LSP de OCH 1.

Por lo tanto, para la primera información del enlace en el primer caso, el nodo C establece una relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP de la siguiente forma: El enlace de OTS 1 se corresponde con el Enlace de OCH 1 y con el Enlace de OCH 2, y el Enlace de OTS 2 se corresponde con el Enlace de OCH 1 y con el Enlace de OCH 2.

- 5 Para la primera información del enlace en el segundo caso, el nodo C, establece una relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP de la siguiente forma: El Enlace de OTS 2 se corresponde con el enlace de OCH 1 y con el Enlace de OCH 2.

Opcionalmente, debido a que el nodo C es el nodo de cola, el nodo C puede establecer la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP en base a la información del objeto de encaminamiento de registro (en inglés, Record Route Object, RRO) transportada en el mensaje de petición de establecimiento de ruta de la primera LSP. La información del RRO en la presente memoria puede transportar la primera información del enlace en el primer caso.

- 10

Opcionalmente, después de que el nodo C establece la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP, el nodo C envía la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP al controlador.

- 15 En este caso, todos los nodos en la primera LSP completan el establecimiento de la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP. En un proceso de aplicación real, en un escenario de aplicación en el que no existe el controlador, solo el nodo de cabecera y/o el nodo de cola pueden completar el establecimiento de la relación de vinculación de enlace entre capas de toda la primera LSP, y un nodo intermedio no necesita establecer la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP, de modo que se evita un aumento innecesario de la carga de procesamiento del nodo intermedio.

- 20 En un escenario de aplicación en el que existe el controlador, cada nodo puede establecer la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP, y reportar la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP al controlador. Alternativamente, solo el nodo de cabecera y/o el nodo de cola completan/completa el establecimiento de la relación de vinculación de enlace entre capas de toda la primera LSP, y reportan/reporta la relación de vinculación de enlace entre capas de toda la primera LSP al controlador. Alternativamente, el controlador calcula la información de encaminamiento de la primera LSP, y entonces establece la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP, y entrega la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP a cada nodo en la primera LSP.

- 25 Además, después de que el paso 510 se ha ejecutado y el establecimiento de la primera LSP se ha completado, el primer nodo recibe un mensaje de petición de establecimiento de ruta de la segunda LSP. El mensaje de petición de establecimiento de ruta de la segunda LSP transporta la segunda información del enlace.

- 30 Una segunda LSP en la presente memoria se puede establecer basada en la primera LSP, o puede ser una combinación de la primera LSP y otra LSP. La primera LSP y la otra LSP en la presente memoria son LSP de capa óptica, y la segunda LSP es una LSP de capa eléctrica, por ejemplo, una señal ODUk o un paquete de datos.

- 35 La segunda información del enlace incluye un identificador de enlace de un enlace de longitud de onda única incluido en la segunda LSP y un identificador de canal de un canal de capa eléctrica incluido en la segunda LSP.

Adicionalmente, el mensaje de petición de establecimiento de ruta de la segunda LSP puede además transportar un objeto identificador, y el objeto identificador se usa además para dar instrucciones al primer nodo para establecer una relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP.

- 40 Cuando el primer nodo establece la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP, cabe destacar que un nodo que establece la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP puede ser el nodo de cabecera y/o el nodo de cola. Debido a que la segunda LSP es una LSP de capa eléctrica, y el nodo intermedio ejecuta una transmisión transparente, el nodo intermedio no necesita establecer la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP.

- 45 Opcionalmente, después de que el primer nodo establece la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP, el primer nodo envía la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP al controlador.

La relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP es una correspondencia entre el identificador de enlace del enlace de longitud de onda única en la segunda LSP y el identificador de canal del canal de capa eléctrica en la segunda LSP.

- 50 Como se muestra en la FIG. 6A y en la FIG. 6B, la LSP de OCH 1 se usa todavía como la primera LSP, y se establecen dos segundas LSP basadas en la primera LSP, por ejemplo, dos LSP de ODUk: una LSP de ODUk 1 y una LSP de ODUk 2.

La LSP de ODUk 1 incluye el nodo A, el nodo B, y el nodo C, y el nodo B ejecuta transmisión transparente.

Los identificadores de enlace de los enlaces de longitud de onda única incluidos en la LSP de ODUK 1 son el identificador de enlace Enlace de OCH 1 del enlace de longitud de onda única del nodo A y el identificador de enlace Enlace de OCH 2 del enlace de longitud de onda única del nodo C.

5 Los identificadores de canal de los canales de capa eléctrica incluidos en la LSP de ODUK 1 son un identificador de canal del canal de capa eléctrica del nodo A, es decir, un Enlace de ODUK es identificado como un Enlace de ODUK 1-1, y un identificador de canal de un canal de capa eléctrica del nodo C, es decir, un Enlace de ODUK es identificado como un Enlace de ODUK 2-1.

La LSP de ODUK 2 incluye el nodo A, el nodo B, y el nodo C, y el nodo B ejecuta transmisión transparente.

10 Los identificadores de enlaces de longitud de onda única incluidos en la LSP de ODUK 2 son el identificador de enlace Enlace de OCH 1 del enlace de longitud de onda única del nodo A y el identificador de enlace Enlace de OCH 2 del enlace de longitud de onda única del nodo C.

Los identificadores de canal de los canales de capa eléctrica incluidos en la LSP de ODUK 2 son un identificador de canal Enlace de ODUK 1-2 de un canal de capa eléctrica del nodo A y un identificador de canal Enlace de ODUK 2-2 de un canal de capa eléctrica del nodo C.

15 Un proceso de establecer una relación de vinculación de enlace entre capas de una segunda LSP se describe en la presente memoria, usando la LSP de ODUK 1 como la segunda LSP.

El nodo A recibe un mensaje de petición de establecimiento de ruta de la segunda LSP. El mensaje de petición de establecimiento de ruta de la segunda LSP transporta la segunda información del enlace.

20 El mensaje de petición de establecimiento de ruta de la segunda LSP en la presente memoria puede ser enviado por el controlador al nodo A. Opcionalmente, el nodo A puede iniciar el mensaje de petición de establecimiento de ruta de la segunda LSP, y el nodo A necesita determinar la segunda información del enlace en el mensaje de petición de establecimiento de ruta de la segunda LSP. El mensaje de petición de establecimiento de ruta de la segunda LSP en la presente memoria puede ser un mensaje de RUTA.

25 Opcionalmente, el mensaje de petición de establecimiento de ruta de la segunda LSP transporta un objeto identificador y el objeto identificador se usa para dar instrucciones al nodo A para establecer una relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP.

La segunda información del enlace en la presente memoria puede ser, al menos, los dos casos a continuación:

30 En un primer caso, la segunda información del enlace incluye los identificadores de enlace Enlace de OCH 1 y Enlace de OCH 2 de los enlaces de longitud de onda única incluidos en la LSP de ODUK 1 y los identificadores de canal Enlace de ODUK 1-1 y Enlace de ODUK 2-1 de los canales de capa eléctrica incluidos en la LSP de ODUK 1. En otras palabras, la segunda información del enlace en el primer caso, puede incluir los identificadores de enlace de los enlaces de longitud de onda única incluidos en toda la LSP de ODUK 1 y los identificadores de canal de los canales de capa eléctrica incluidos en toda la LSP de ODUK 1.

35 En un segundo caso, la segunda información del enlace incluye el identificador de enlace Enlace de OCH 1 del enlace de longitud de onda única incluido en la LSP de ODUK 1 y el identificador de canal Enlace de ODUK 1-1 del canal de capa eléctrica incluido en la LSP de ODUK 1. En otras palabras, la segunda información del enlace en el segundo caso puede incluir un identificador de enlace de un enlace de longitud de onda única incluido en una parte de la LSP de ODUK 1 y un identificador de canal de un canal de capa eléctrica incluido en la parte de la LSP de ODUK 1. El identificador de enlace del enlace de longitud de onda única incluido en la parte de la LSP de ODUK 1 en la presente memoria es un identificador de enlace de un enlace de longitud de onda única de un nodo (por ejemplo, el nodo A) en la segunda LSP. El identificador de canal del canal de capa eléctrica incluido en la parte de la LSP de ODUK 1 en la presente memoria, es un identificador de canal de un canal de capa eléctrica de un nodo (por ejemplo, el nodo A) en la segunda LSP.

45 Por lo tanto, para la segunda información del enlace en el primer caso, el nodo A establece una relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP de la siguiente forma: El Enlace de OCH 1 se corresponde con el Enlace de ODUK 1-1, y el Enlace de OCH 2 se corresponde con el Enlace de ODUK 2-1.

Para la segunda información del enlace en el segundo caso, el nodo A establece una relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP de la siguiente forma: El Enlace de OCH 1 se corresponde con el Enlace de ODUK 1-1.

50 De forma similar, debido a que el nodo A es el nodo de cabecera, el nodo A puede calcular la información de encaminamiento de la segunda LSP, determinar la segunda información del enlace basada en la información de encaminamiento de la segunda LSP, y entonces establecer la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP basada en la segunda información del enlace.

5 La información de encaminamiento, que es la de la LSP de ODUK 1 y que es calculada por el nodo A, es información de encaminamiento de toda la LSP. Por lo tanto, la segunda información del enlace en la presente memoria es la segunda información del enlace en el primer caso. Por lo tanto, el nodo A establece la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP de la siguiente forma: El Enlace de OCH 1 se corresponde con el Enlace de ODUK 1-1, y el Enlace de OCH 2 se corresponde con el Enlace de ODUK 2-1.

10 Adicionalmente, si la segunda LSP finalmente falla al ser establecida, el nodo de cabecera puede no establecer la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP. Por lo tanto, opcionalmente, después de recibir un mensaje de reserva de recurso (Reserva, RESV) enviado por el nodo C (el nodo de cola), el nodo A establece la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP. Opcionalmente, el nodo C puede añadir el objeto identificador al mensaje RESV. Esto asegura que el nodo A establece la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP después de que la segunda LSP ha sido establecida con éxito.

Opcionalmente, después de que el nodo A establece la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP, el nodo A envía la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP al controlador.

15 El nodo C recibe un mensaje de petición de establecimiento de ruta de la segunda LSP enviado por el nodo B o el controlador. El mensaje de petición de establecimiento de ruta de la segunda LSP transporta la segunda información del enlace.

20 Similar al nodo A, la segunda información del enlace en la presente memoria puede también incluir dos casos: En un primer caso, la segunda información del enlace incluye los identificadores de enlace Enlace de OCH 1 y Enlace de OCH 2 de los enlaces de longitud de onda única incluidos en la LSP de ODUK 1 y los identificadores de canal Enlace de ODUK 1-1 y Enlace de ODUK 2-1 de los canales de capa eléctrica incluidos en la LSP de ODUK 1.

En un segundo caso la segunda información del enlace incluye el identificador de enlace Enlace de OCH 2 del enlace de longitud de onda única incluido en la LSP de ODUK 1 y el identificador de canal Enlace de ODUK 2-1 del canal de capa eléctrica incluido en la LSP de ODUK 1.

25 Por lo tanto, para la segunda información del enlace en el primer caso, el nodo C establece una relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP de la siguiente forma: El Enlace de OCH 1 se corresponde con el Enlace de ODUK 1-1, y el Enlace de OCH 2 se corresponde con el Enlace de ODUK 2-1.

Para la segunda información del enlace en el segundo caso, el nodo C establece una relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP de la siguiente forma: El Enlace de OCH 2 se corresponde con el Enlace de ODUK 2-1.

30 Opcionalmente, debido a que el nodo C es el nodo de cola, el nodo C puede establecer la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP en base a la información del objeto de encaminamiento de registro (en inglés, Record Route Object, RRO) transportado en mensaje de petición de establecimiento de ruta de la segunda LSP. La información del RRO en la presente memoria puede transportar la segunda información del enlace en el primer caso.

35 Opcionalmente, después de que el nodo C establece la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP, el nodo C envía la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP al controlador.

En este caso, tanto el nodo de cabecera como el nodo de cola, en toda la segunda LSP completan el establecimiento de la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP. En un proceso de aplicación real, en un escenario de aplicación en el que no existe el controlador, solo el nodo de cabecera y/o el nodo de cola pueden completar el establecimiento la relación de vinculación de enlace entre capas de toda la segunda LSP.

40 En un escenario de aplicación en el que existe el controlador, el nodo de cabecera y el nodo de cola pueden establecer por separado la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP, y por separado reportar la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP al controlador. Alternativamente, solo el nodo de cabecera y/o el nodo de cola completan/completa el establecimiento de la relación de vinculación de enlace entre capas de toda la segunda LSP, y reportan/reporta la relación de vinculación de enlace entre capas de toda la segunda LSP al controlador. Alternativamente, el controlador calcula la información de encaminamiento de la segunda LSP, entonces establece la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP, y entrega la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP a cada nodo en la segunda LSP.

50 Adicionalmente, después de que el primer nodo establece la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP, si el primer nodo determina que un enlace de multiplexación en la primera LSP es defectuoso, el primer nodo además determina un identificador de enlace del enlace de multiplexación defectuoso.

55 Un enlace de multiplexación entre el primer nodo y un nodo conectado que están en la primera LSP puede ser defectuoso en la presente memoria. En este caso, el primer nodo directamente detecta el enlace de multiplexación defectuoso y determina un identificador de enlace del enlace de multiplexación defectuoso. Alternativamente, el primer nodo recibe un mensaje de notificación de fallo enviado por otro nodo en la primera LSP. El mensaje transporta un identificador de enlace del enlace de multiplexación defectuoso.

En este caso, si el enlace de multiplexación entre el primer nodo y el nodo conectado que están en la primera LSP es defectuoso, el primer nodo determina directamente, en base a la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP, un identificador de enlace que es de un enlace de longitud de onda única y que se corresponde con el identificador de enlace del enlace de multiplexación defectuoso.

5 Si el primer nodo recibe el mensaje de notificación de fallo enviado por el otro nodo en la primera LSP, y la relación de vinculación de enlace entre capas que es la de la primera LSP y que es establecida por el primer nodo, es la relación de vinculación de enlace entre capas de toda la primera LSP, el primer nodo puede determinar un identificador de enlace que es de un enlace de longitud de onda única y que se corresponde con el identificador de enlace del enlace de multiplexación defectuoso.

10 Si el controlador almacena la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP, cuando se recibe un mensaje de notificación de fallo enviado por un nodo en la primera LSP, el controlador determina un identificador de enlace que es de un enlace de longitud de onda única y que se corresponde con un identificador de enlace de un enlace de multiplexación defectuoso.

15 Además, después de que el primer nodo establece la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP, el primer nodo determina, en base a la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP y el identificador de enlace que es de un enlace de longitud de onda única y que se corresponde con el identificador de enlace del enlace de multiplexación defectuoso, un identificador de canal que es de un canal de capa eléctrica y que se corresponde con un identificador de enlace de cada enlace de longitud de onda única.

20 Cuando el primer nodo es el nodo de cabecera y/o el nodo de cola, si el primer nodo establece la relación de vinculación de enlace entre capas de toda la segunda LSP, el primer nodo determina, en base a la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP y el identificador de enlace determinado que es del enlace de longitud de onda única y que se corresponde con el identificador de enlace del enlace de multiplexación defectuoso, el identificador de canal que es de un canal de capa eléctrica y que se corresponde con el identificador de enlace de cada enlace de longitud de onda única.

25 Cuando el primer nodo es el nodo de cabecera y/o el nodo de cola, si el primer nodo establece solo una relación de vinculación de enlace entre capas de una parte de la segunda LSP, el primer nodo puede determinar solo un identificador de canal que es de un canal de capa eléctrica y que se corresponde a un identificador de enlace de una parte de un enlace de longitud de onda única.

30 Si el controlador almacena la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP, cuando se recibe un mensaje de notificación de fallo enviado por un nodo en la segunda LSP, el controlador determina un identificador de enlace que es de un enlace de longitud de onda única y que se corresponde con un identificador de enlace de un enlace de multiplexación defectuoso, y un identificador de canal que es de un canal de capa eléctrica y que se corresponde con un identificador de enlace de cada enlace de longitud de onda única.

35 Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 6A y FIG. 6B, tanto el nodo A como el nodo C, establecen la relación de vinculación de enlace entre capas de toda la LSP de OCH 1, de toda la LSP de ODUK 1, y de toda la LSP de ODUK 2.

40 Como se muestra en la FIG. 8, un Enlace de OTS 1 se corresponde con un Enlace de OCH 1 y con un Enlace de OCH 2, un enlace de OTS 2 se corresponde con el Enlace de OCH 1 y el Enlace de OCH 2, el Enlace de OCH 1 se corresponde con un Enlace de OCH 1-1 y un Enlace de ODUK 1-2, y el Enlace de OCH 2 se corresponde con un Enlace de ODUK 2-1 y un Enlace de ODUK 2-2.

45 Cuando el Enlace de OTS 1 entre un nodo A y un nodo B es defectuoso, el nodo A detecta un enlace de multiplexación defectuoso, determina que un identificador de enlace de un enlace de multiplexación defectuoso es el Enlace de OTS 1, y además determina, en base a una relación de vinculación de enlace entre capas mostrada en la FIG. 8, que el Enlace de OTS 1 se corresponde con el Enlace de OCH 1 y el Enlace de OCH 2, el Enlace de OCH 1 se corresponde con el Enlace de ODUK 1-1 y el Enlace de ODUK 1-2, y el Enlace de OCH 2 se corresponde con el Enlace de ODUK 2-1 y el Enlace de ODUK 2-2.

50 Cuando se detecta que el Enlace de OTS 1 es defectuoso, el nodo B envía un mensaje de notificación de fallo a un nodo C, y el mensaje de notificación de fallo transporta una identidad de encaminador (ID de Encaminador) y un identificador de enlace (ID de Enlace) de multiplexación: el nodo B y el Enlace de OTS 1, como se muestra en la FIG. 9. El nodo C determina, en base a la relación de vinculación de enlace entre capas mostrada en la FIG. 8, que el Enlace de OTS 1 se corresponde con el Enlace de OCH 1 y el Enlace de OCH 2, el enlace de OCH 1 se corresponde con el Enlace de ODUK 1 y el Enlace de ODUK 2, y el Enlace de OCH 2 se corresponde con el Enlace de ODUK 2-1 y el Enlace de ODUK 2-2.

Para otro ejemplo, consultar la FIG. 10A, FIG. 10B-1, y FIG. 10B-2.

55 Un LSP de OCH 1 incluye un nodo A y un nodo B, y un LSP de OCH 2 incluye el nodo B, un nodo C, y un nodo D.

Un LSP de ODUK 1 incluye el nodo A, el nodo B, el nodo C, y el nodo D, y un LSP de ODUK 2 incluye el nodo B, el nodo C, y el nodo D.

Cuando la LSP de OCH 1 se establece, el nodo A y el nodo B establecen una relación de vinculación de enlace entre capas de la LSP de OCH 1. Un Enlace de OTS 1 se corresponde con un Enlace de OCH 1 y un Enlace de OCH 2.

- 5 Cuando la LSP de OCH 2 se establece, el nodo B y el nodo D establecen una relación de vinculación de enlace entre capas de la LSP de OCH 2. Un Enlace de OTS 2 se corresponde con un Enlace de OCH 3 y un Enlace de OCH 4, y un Enlace de OTS 3 se corresponde con el Enlace de OCH 3 y el Enlace de OCH 4.

- 10 Cuando la LSP de ODUK 1 se establece, el nodo A y el nodo D establecen una relación de vinculación de enlace entre capas de la LSP de ODUK 1. El Enlace de OCH 1 se corresponde con un Enlace de ODUK 1-1, y el Enlace de OCH 4 se corresponde con un Enlace de ODUK 3-1.

Cuando la LSP de ODUK 2 se establece, el nodo B y el nodo D establecen una relación de vinculación de enlace entre capas de la LSP de ODUK 2. El Enlace de OCH 3 se corresponde con un Enlace de ODUK 2-1, y el Enlace de OCH 4 se corresponde con un Enlace de ODUK 3-2.

- 15 Cuando ocurre un fallo de desconexión de fibra entre el nodo C y el nodo D, el nodo C y el nodo D envían un mensaje de notificación de fallo a los nodos de cabecera y los nodos de cola de la LSP de OCH 1 y la LSP de OCH 2: el nodo A, el nodo B, y el nodo D.

- 20 El nodo D determina, en base a la relación de vinculación de enlace entre capas establecida, que el Enlace de OTS 3 se corresponde con el Enlace de OCH 3 y el enlace de OCH 4, el Enlace de OCH 3 se corresponde con el Enlace de ODUK 2-1, y que el Enlace de OCH 4 se corresponde con el Enlace de ODUK 3-1, y reporta una alarma de servicio de capa eléctrica, es decir, una alarma para la LSP de ODUK 1 y la LSP de ODUK 2.

- 25 Como se muestra en la FIG. 11A, la FIG. 11B-1, y la FIG. 11B-2, si un controlador almacena la anterior relación de vinculación de enlace entre capas, cuando se recibe un mensaje de alarma por un fallo de desconexión de fibra entre un nodo C y un nodo D, el controlador determina que un Enlace de OTS 3 se corresponde con un Enlace de OCH 3 y un Enlace de OCH 4, un Enlace de OCH 3 se corresponde con un Enlace de ODUK 2-1, y que un Enlace de OCH 4 se corresponde con un Enlace de ODUK 3-1, y determina que un fallo de servicio ocurre en una LSP de ODUK 1 y una LSP de ODUK 2.

Con referencia a la FIG. 12, un aspecto de la presente descripción proporciona un aparato para establecer una relación de vinculación de enlace entre capas. El aparato incluye:

- 30 una unidad de recepción 1201, configurada para recibir un mensaje de petición de establecimiento de ruta de la primera LSP, donde el mensaje de petición de establecimiento de ruta de la primera LSP transporta la primera información del enlace y,

la primera información del enlace incluye un identificador de enlace de un enlace de longitud de onda única incluido en la primera LSP y un identificador de enlace de un enlace de multiplexación incluido en la primera LSP; y

- 35 una unidad de establecimiento 1202, configurada para establecer una relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP, donde

la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP es una correspondencia entre el identificador de enlace del enlace de multiplexación en la primera LSP y el identificador de enlace del enlace de longitud de onda única en la primera LSP.

Opcionalmente, el aparato además incluye:

- 40 una unidad de determinación 1203, configurada para: antes de que la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP se establezca, determinar la primera información del enlace si el aparato es un nodo de cabecera.

- 45 Opcionalmente, la unidad de recepción 1201 se configura además para recibir un mensaje de petición de establecimiento de ruta de la segunda LSP. El mensaje de petición de establecimiento de ruta de la segunda LSP transporta la segunda información del enlace.

La segunda información del enlace incluye un identificador de enlace de un enlace de longitud de onda única incluido en una segunda LSP y un identificador de canal de un canal de capa eléctrica incluido en la segunda LSP.

La unidad de establecimiento 1202 se configura, además, para establecer una relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP.

La relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP es una correspondencia entre el identificador de enlace del enlace de longitud de onda única en la segunda LSP y el identificador de canal del canal de capa eléctrica en la segunda LSP.

5 Opcionalmente, el mensaje de petición de establecimiento de ruta de la primera LSP transporta un objeto identificador, y el objeto identificador se usa para dar instrucciones al aparato para establecer la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP y/o para dar instrucciones al aparato para establecer la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP.

Opcionalmente, el aparato además incluye:

10 una unidad de transmisión 1204, configurada para: después de que el aparato establece la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP, enviar la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP y/o la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP a un controlador.

Opcionalmente, el aparato además incluye:

15 una unidad de análisis de fallo 1205, configurada para: después de que el aparato establece la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP, determinar que un enlace de multiplexación en la primera LSP es defectuoso, y determinar un identificador de enlace del enlace de multiplexación defectuoso; y

determinar, en base a la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP, un identificador de enlace que es al menos de un enlace de longitud de onda única y que se corresponde con el identificador de enlace del enlace de multiplexación defectuoso.

20 Opcionalmente, la unidad de análisis de fallo 1205 se configura, además, para: después de que el aparato establece la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP, determinar, en base a la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP y el identificador de enlace que es del enlace de longitud de onda única y que se corresponde con el identificador de enlace del enlace de multiplexación defectuoso, un identificador de canal que es al menos de un canal de capa eléctrica y que se corresponde con un identificador de enlace de cada enlace de longitud de onda única.

25 Cabe destacar que la división de módulos en los aspectos de la presente descripción es un ejemplo, y que es simplemente una división funcional lógica. Puede haber otra forma de división en implementaciones reales. Adicionalmente, los módulos funcionales en los aspectos de esta aplicación, se pueden integrar en un módulo de procesamiento, o cada módulo puede existir solo físicamente, o dos o más módulos se pueden integrar en un módulo. El módulo integrado se puede implementar en forma de hardware, o se puede implementar en forma de un módulo de una función de software.

30 Cuando el módulo integrado se implementa en forma de módulo funcional de software, y se vende o se usa como producto independiente, la unidad integrada se puede almacenar en un medio de almacenamiento legible por ordenador. En base a tal entendimiento, las soluciones técnicas de esta solicitud, o la parte que contribuye a técnica anterior, o todas o una parte de las soluciones técnicas, esencialmente pueden ser implementadas en forma de producto de software. El producto de software de ordenador se almacena en un medio de almacenamiento e incluye varias instrucciones para dar instrucciones a un dispositivo informático (que puede ser un ordenador personal, un servidor, o un dispositivo de red) o a un procesador (en inglés, processor) para ejecutar todos o algunos pasos de los métodos que se describen en los aspectos de esta solicitud.

35 El medio de almacenamiento anterior incluye: cualquier medio que pueda almacenar código de programa, tal como una memoria flash USB, un disco duro extraíble, una memoria de solo lectura (en inglés, Read-Only Memory, ROM), una memoria de acceso aleatorio (en inglés, Random Access Memory, RAM), un disco magnético, o un disco óptico).

40 Un aspecto de la presente descripción proporciona además un encaminador. Como se muestra en la FIG. 13, la FIG. 13 es un diagrama estructural esquemático de un encaminador, según un aspecto de la presente descripción. El dispositivo incluye un transceptor 1301, un procesador 1302 y una memoria 1303. El transceptor 1301, el procesador 1302, y la memoria 1303 están interconectados. Este aspecto de la presente descripción no impone ninguna limitación sobre el medio de conexión específica entre las partes. En este aspecto de la presente descripción, en la FIG. 13, la memoria 1303, el procesador 1302 y el transceptor 1301 están conectados usando un bus 1304, y el bus se representa mediante una línea gruesa en la FIG. 13. Una forma de conexión entre otras partes es simplemente un ejemplo para la descripción, y no impone una limitación. El bus puede incluir un bus de dirección, un bus de datos, un bus de control, y similares. Para facilitar la representación, solo se usa una línea gruesa en la FIG. 13 para la representación, pero

45 50 ello no indica que solo haya un bus o solo un tipo de bus.

El transceptor 1301 se configura para recibir un mensaje de petición de establecimiento de ruta de la primera LSP. El mensaje de petición de establecimiento de ruta de la primera LSP transporta la primera información del enlace.

55 La primera información del enlace incluye un identificador de enlace de un enlace de longitud de onda única incluido en la primera LSP y un identificador de enlace de un enlace de multiplexación incluido en la primera LSP.

El procesador 1302 se configura para establecer una relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP.

La relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP es una correspondencia entre el identificador de enlace del enlace de multiplexación en la primera LSP y el identificador de enlace del enlace de longitud de onda única en la primera LSP.

- 5 Opcionalmente, el procesador 1302 se configura además para: antes de establecer la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP, determinar la primera información del enlace si el aparato es un nodo de cabecera.

Opcionalmente, el transceptor 1301 se configura además para recibir un mensaje de petición de establecimiento de ruta de la segunda LSP. El mensaje de petición de establecimiento de ruta de la segunda LSP transporta la segunda información del enlace.

- 10 La segunda información del enlace incluye un identificador de enlace de un enlace de longitud de onda única incluido en una segunda LSP y un identificador de canal de un canal de capa eléctrica incluido en la segunda LSP.

El procesador 1302 se configura además para establecer una relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP.

- 15 La relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP es una correspondencia entre el identificador de enlace del enlace de longitud de onda única en la segunda LSP y el identificador de canal del canal de capa eléctrica en la segunda LSP.

Opcionalmente, el mensaje de petición de establecimiento de ruta de la primera LSP transporta un objeto identificador y el objeto identificador se usa para dar instrucciones al aparato para establecer la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP y/o para dar instrucciones al aparato para establecer la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP.

- 20

Opcionalmente, el transceptor 1301 se configura además para: después de que el aparato establece la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP, enviar la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP y/o la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP a un controlador.

- 25 Opcionalmente, el procesador 1302 se configura además para: después de que el aparato establece la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP, determinar que un enlace de multiplexación en la primera LSP es defectuoso, y determinar un identificador de enlace del enlace de multiplexación defectuoso; y

determinar, en base a la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP, un identificador de enlace que es al menos de un enlace de longitud de onda única y que se corresponde con el identificador de enlace del enlace de multiplexación defectuoso.

- 30 Opcionalmente, el procesador 1302 se configura además para: después de que el aparato establece la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP, determinar, en base a la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP y el identificador de enlace que es de un enlace de longitud de onda única y que se corresponde con el identificador de enlace del enlace de multiplexación defectuoso, un identificador de canal que es al menos de un canal de capa eléctrica y que se corresponde con un identificador de enlace de cada enlace de longitud de onda única.

- 35

La memoria 1303 en este aspecto de la presente descripción se configura para almacenar el código de programa ejecutado por el procesador 1302, y puede ser una memoria volátil (en inglés: volatile memory), por ejemplo, una memoria de acceso aleatorio (en inglés: random access memory, por sus siglas RAM); la memoria 1303 puede ser una memoria no volátil (en inglés: non-volatile memory), por ejemplo, una memoria de solo lectura (en inglés: read-only memory, por sus siglas ROM), una memoria flash (en inglés: flash memory), un disco duro (en inglés: hard disk drive, por sus siglas HDD), o un disco de estado sólido (en inglés: solid-state drive, por sus siglas SSD); o la memoria 1303 es cualquier otro medio que pueda ser usado para transportar o almacenar código de programa esperado en una instrucción o forma de estructura de datos y a la que pueda acceder un ordenador. Sin embargo, la memoria 1303 no está limitada a esto. La memoria 1303 puede ser una combinación de las memorias.

- 40

- 45 El procesador 1302 en este aspecto de la presente descripción puede ser una unidad central de procesamiento (en inglés: central processing unit, por sus siglas CPU).

En vista de lo anterior, en el método provisto en los aspectos de la presente descripción, el primer nodo establece una relación de vinculación de enlace entre capas, y cuando una línea de multiplexación es defectuosa, el primer nodo localiza con precisión un enlace de longitud de onda única defectuoso consultando la relación de vinculación de enlace entre capas, además localiza un canal de capa eléctrica defectuoso, y ejecuta una alarma para la línea defectuosa, de una manera oportuna, sin depender de las sobrecargas del sistema y del hardware. Adicionalmente, el primer nodo ejecuta un proceso de detección de fallo de capa eléctrica en paralelo, de modo que se mejora la eficiencia de la alarma de fallo.

- 50

5 Una persona experta en la técnica debería entender que los aspectos de la presente descripción se pueden proporcionar como un método, un sistema, o un producto de programa de ordenador. Por lo tanto, la presente descripción puede usar una forma de aspectos solo de hardware, aspectos solo de software, o aspectos con una combinación de software y hardware. Además, la presente descripción puede usar una forma de un producto de programa de ordenador que se implementa en uno o más medios de almacenamiento que pueda usar un ordenador (incluyendo, pero no limitado a, una memoria de disco, un CD-ROM, una memoria óptica, y similares) que incluyen código de programa que pueda usar un ordenador.

10 La presente descripción está descrita con referencia a los diagramas de flujo y/o los diagramas de bloques del método, el dispositivo (sistema), y el producto de programa de ordenador según los aspectos de la presente descripción. Se debería entender que las instrucciones de un programa de ordenador se pueden usar para implementar cada proceso y/o cada bloque en los diagramas de flujo y/o en los diagramas de bloques, y una combinación de un proceso y/o un bloque en los diagramas de flujo y/o en los diagramas de bloques. Estas instrucciones de programa de ordenador se pueden proporcionar para un ordenador de propósito general, un ordenador dedicado, un procesador embebido, o un procesador de cualquier otro dispositivo de procesamiento de datos programable que genere una máquina, de modo
15 que las instrucciones ejecutadas por un ordenador o un procesador de cualquier otro dispositivo de procesamiento de datos programable generan un aparato para implementar una función específica en uno o más procesos en los diagramas de flujo y/o en uno o más bloques en los diagramas de bloques.

20 Estas instrucciones de programa de ordenador se pueden almacenar en una memoria legible por ordenador, que puede dar instrucciones al ordenador o a cualquier otro dispositivo de procesamiento de datos programable para trabajar de una manera específica, de modo que las instrucciones almacenadas en la memoria legible por ordenador generan un artefacto que incluye un aparato de instrucción. El aparato de instrucción implementa una función específica en uno o más procesos en los diagramas de flujo y/o en uno o más bloques en los diagramas de bloques.

25 Estas instrucciones de programa de ordenador se pueden cargar en un ordenador o en otro dispositivo de procesamiento de datos programable, de modo que se ejecutan una serie de operaciones y pasos en el ordenador o en el dispositivo programable generando, de este modo, un procesamiento implementado por ordenador. Por lo tanto, las instrucciones ejecutadas en el ordenador o en otro dispositivo programable, proporcionan pasos para implementar una función específica en uno o más procesos en los diagramas de flujo y/o en uno más bloques en los diagramas de bloques.

30 Aunque se han descrito algunos de los aspectos preferidos de la presente descripción, una persona experta en la técnica puede hacer cambios y modificaciones a estos aspectos una vez que aprenda el concepto básico inventivo. Por lo tanto, las siguientes reivindicaciones tienen la intención de que se interpreten como cobertura de los aspectos preferidos y todos los cambios y modificaciones que caen dentro del alcance de la presente descripción.

35 Obviamente, una persona experta en la técnica puede hacer varias modificaciones y variaciones a los aspectos de la presente descripción sin apartarse del alcance de los aspectos de la presente descripción. La presente descripción tiene la intención de cubrir estas modificaciones y variaciones a condición de que caigan dentro del alcance de la protección definida por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método para establecer una relación de vinculación de enlace entre capas, que comprende:

5 la recepción (500), por un primer nodo, de un mensaje de petición de establecimiento de ruta de la primera ruta de conmutación de etiquetas, LSP, en donde el mensaje de petición de establecimiento de ruta de la primera LSP transporta la primera información del enlace, y

la primera información del enlace comprende un identificador de enlace de un enlace de longitud de onda única comprendido en una primera LSP y un identificador de enlace de un enlace de multiplexación comprendido en la primera LSP; y

10 el establecimiento (510), por el primer nodo, de una relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP, en donde

la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP es una correspondencia entre el identificador de enlace del enlace de multiplexación en la primera LSP y el identificador de enlace del enlace de longitud de onda única en la primera LSP;

comprendiendo el método, además:

15 la recepción, por el primer nodo, de un mensaje de petición de establecimiento de ruta de la segunda LSP, en donde el mensaje de petición de establecimiento de ruta de la segunda LSP transporta la segunda información del enlace, y

20 la segunda información del enlace comprende un identificador de enlace de un enlace de longitud de onda única comprendida en una segunda LSP y un identificador de canal de un canal de capa eléctrica comprendida en la segunda LSP; y

el establecimiento, por el primer nodo, de la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP, en donde

25 la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP es una correspondencia entre el identificador de enlace del enlace de longitud de onda única en la segunda LSP y el identificador de canal del canal de capa eléctrica en la segunda LSP.

2. El método según la reivindicación 1, antes del establecimiento, por el primer nodo, de una relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP, comprendiendo el método, además:

la determinación, por el primer nodo, de la primera información del enlace si el primer nodo es el nodo de cabecera.

30 3. El método según la reivindicación 1, en donde el mensaje de petición de establecimiento de ruta de la primera LSP transporta un objeto identificador, y el objeto identificador se usa para dar instrucciones al primer nodo para establecer la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP y/o dar instrucciones al primer nodo para establecer la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP.

4. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende, además:

35 después de que el primer nodo establece la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP, el envío, por el primer nodo, de la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP y/o la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP a un controlador.

5. El método según la reivindicación 1 o 2, después del establecimiento, por el primer nodo, de una relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP, comprendiendo el método, además:

40 la determinación, por el primer nodo, de que un enlace de multiplexación en la primera LSP es defectuoso, y la determinación de un identificador de enlace del enlace de multiplexación defectuoso, y

la determinación, por el primer nodo, en base a la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP, de un identificador de enlace que es al menos de un enlace de longitud de onda única y que se corresponde con el identificador de enlace del enlace de multiplexación defectuoso.

45 6. El método según la reivindicación 5, después del establecimiento, por el primer nodo, de una relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP, comprendiendo el método, además:

50 la determinación, por el primer nodo, en base a la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP y el identificador de enlace que es de un enlace de longitud de onda única y que se corresponde con el identificador de enlace del enlace de multiplexación defectuoso, de un identificador de canal que es de al menos de un canal de capa eléctrica y que se corresponde con un identificador de enlace de cada enlace de longitud de onda única.

7. Un aparato para el establecimiento de una relación de vinculación de enlace entre capas, que comprende:

una unidad de recepción (1201), configurada para recibir un mensaje de petición de establecimiento de ruta de la primera ruta de conmutación de etiquetas, LSP, en donde el mensaje de petición de establecimiento de ruta de la primera LSP transporta la primera información del enlace, y

5 la primera información del enlace comprende un identificador de enlace de un enlace de longitud de onda única comprendido en una primera LSP y un identificador de enlace de un enlace de multiplexación comprendido en la primera LSP; y

una unidad de establecimiento (1202), configurada para establecer una relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP, en donde

10 la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP es una correspondencia entre el identificador de enlace del enlace de multiplexación en la primera LSP y el identificador de enlace del enlace de longitud de onda única en la primera LSP;

15 en donde la unidad de recepción además se configura para recibir un mensaje de petición de establecimiento de ruta de la segunda LSP, en donde el mensaje de petición de establecimiento de ruta de la segunda LSP transporta la segunda información del enlace y,

la segunda información del enlace comprende a un identificador de enlace de un enlace de longitud de onda única comprendido en la segunda LSP y un identificador de canal de un canal de capa eléctrica comprendido en la segunda LSP; y

20 la unidad de establecimiento además se configura para establecer una relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP, en donde

la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP es una correspondencia entre el identificador de enlace del enlace de longitud de onda única en la segunda LSP y el identificador de canal del canal de capa eléctrica en la segunda LSP.

8. El aparato según la reivindicación 7, en donde el aparato además comprende:

25 una unidad de determinación (1203), configurada para: antes de que se establezca la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP, determinar la primera información del enlace si el aparato es un nodo de cabecera.

30 9. El aparato según la reivindicación 7, en donde el mensaje de petición de establecimiento de ruta de la primera LSP transporta un objeto identificador, y objeto identificador se usa para dar instrucciones al aparato para establecer la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP y/o dar instrucciones al aparato para establecer la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP.

10. El aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en donde el aparato además comprende:

35 una unidad de transmisión (1204), configurada para: después de que el aparato establezca la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP, enviar la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP y/o la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP a un controlador.

11. El aparato según la reivindicación 7 u 8, en donde el aparato además comprende:

una unidad de análisis de fallo (1205), configurada para: después de que el aparato establezca la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP, determinar que un enlace de multiplexación en la primera LSP es defectuoso, y determinar un identificador de enlace del enlace de multiplexación defectuoso; y

40 determinar, en base a la relación de vinculación de enlace entre capas de la primera LSP, un identificador de enlace que es al menos de un enlace de longitud de onda única y que se corresponde con el identificador de enlace del enlace de multiplexación defectuoso.

45 12. El aparato según la reivindicación 11, en donde la unidad de análisis de fallo está además configurada para: después de que el aparato establezca la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP, determinar, en base a la relación de vinculación de enlace entre capas de la segunda LSP y el identificador de enlace que es de un enlace de longitud de onda única y que se corresponde con el identificador de enlace del enlace de multiplexación defectuoso, un identificador de canal que es al menos de un canal de capa eléctrica y que se corresponde con un identificador de enlace de cada enlace de longitud de onda única.

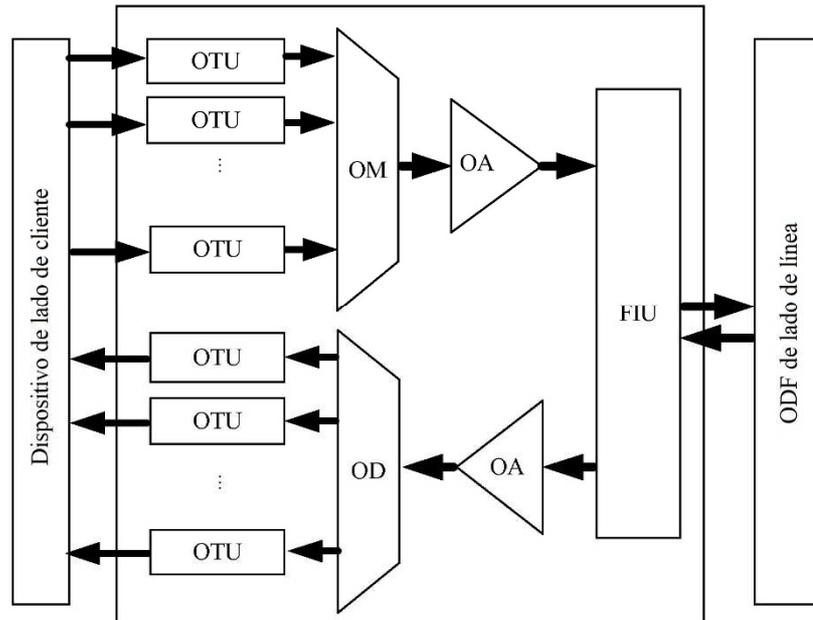


FIG. 1

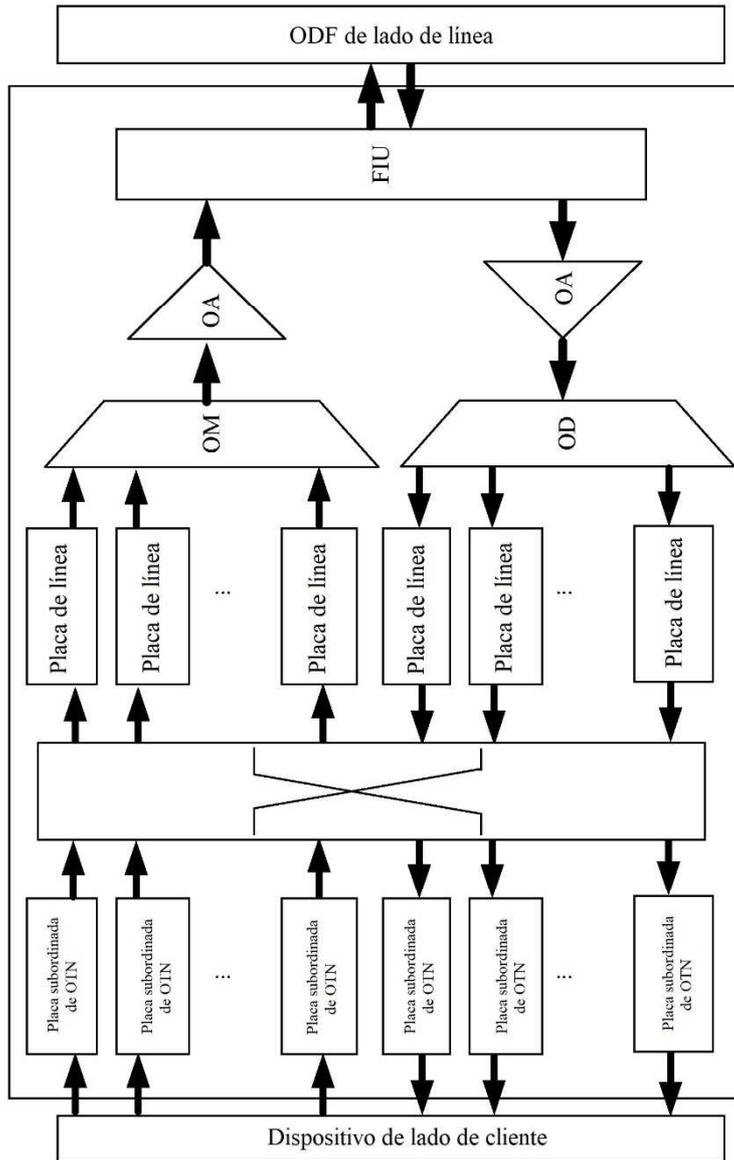


FIG. 2

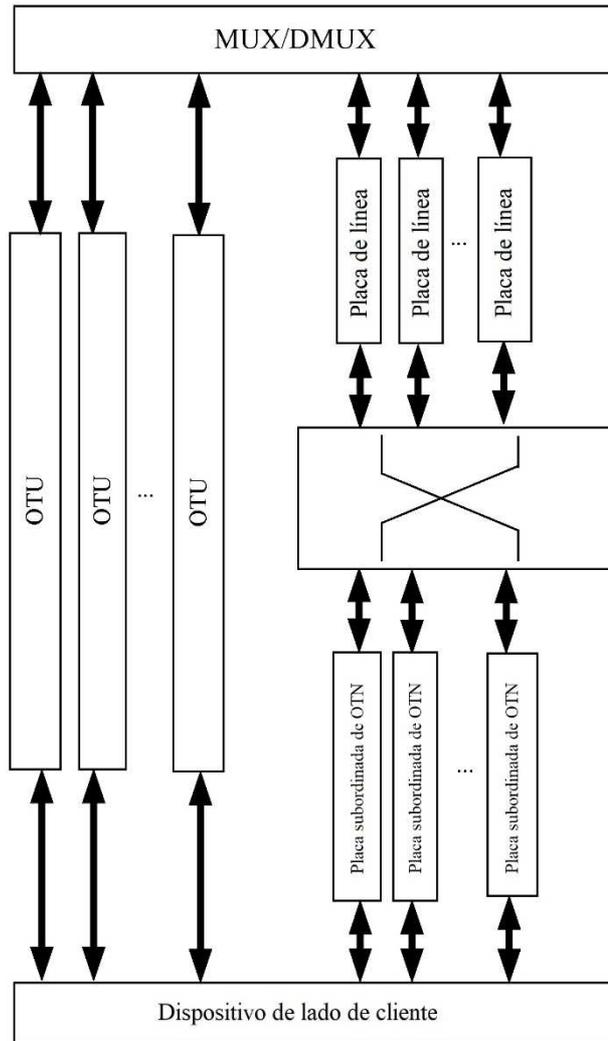


FIG. 3

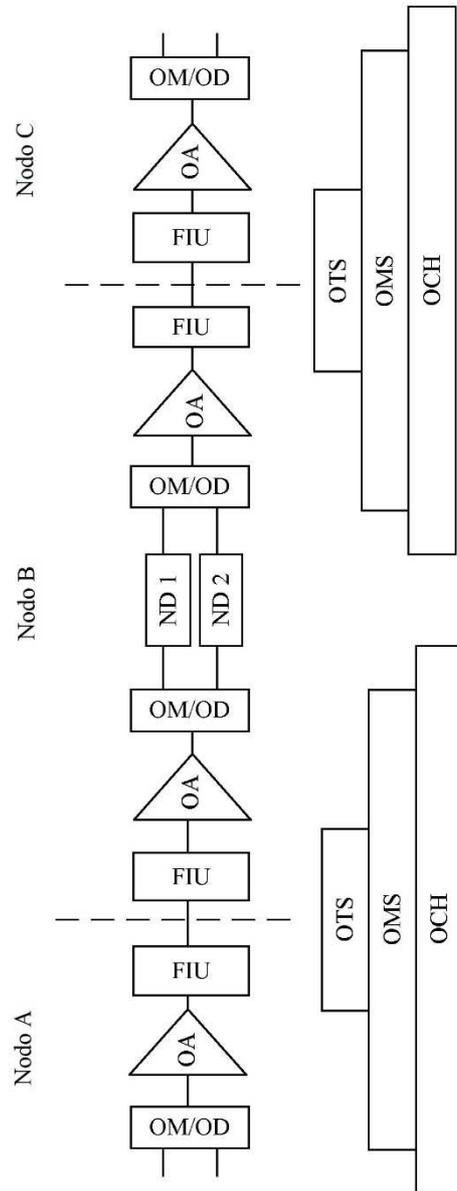


FIG. 4

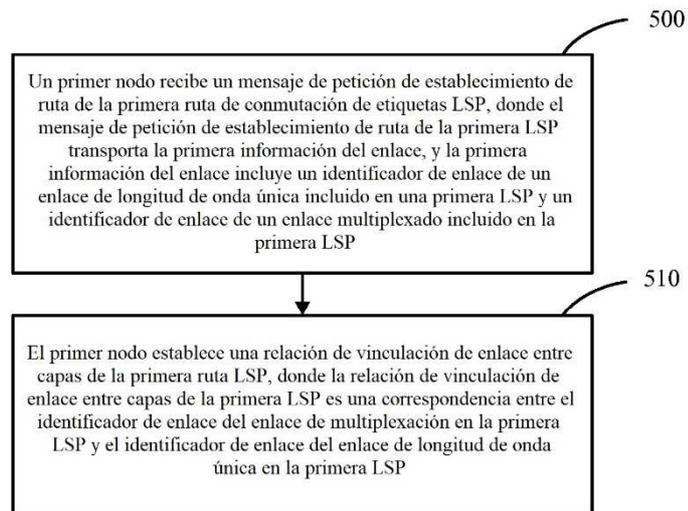


FIG. 5

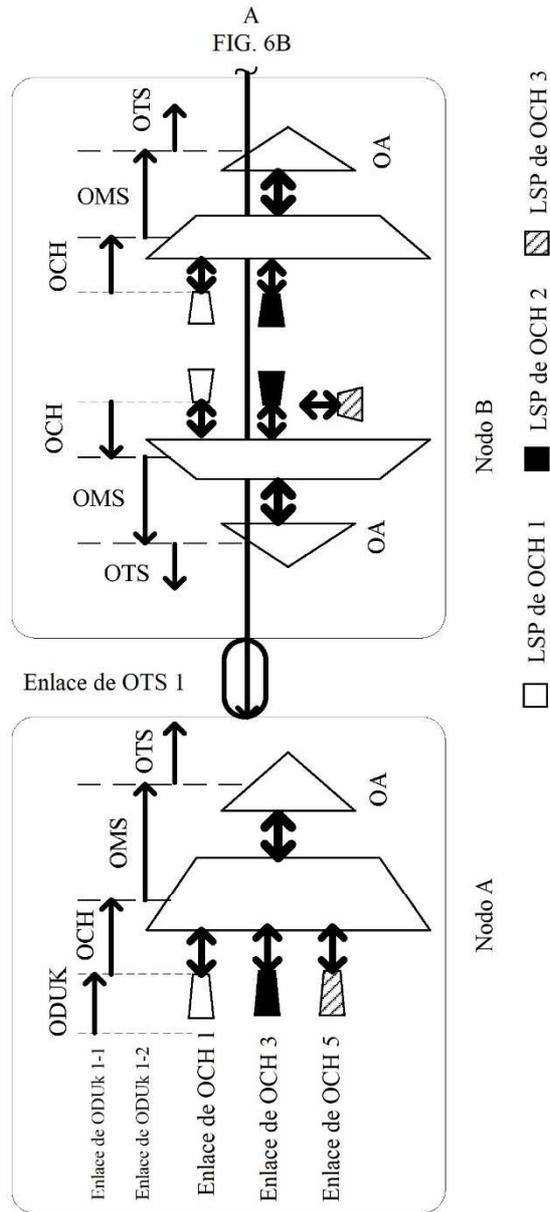


FIG. 6A

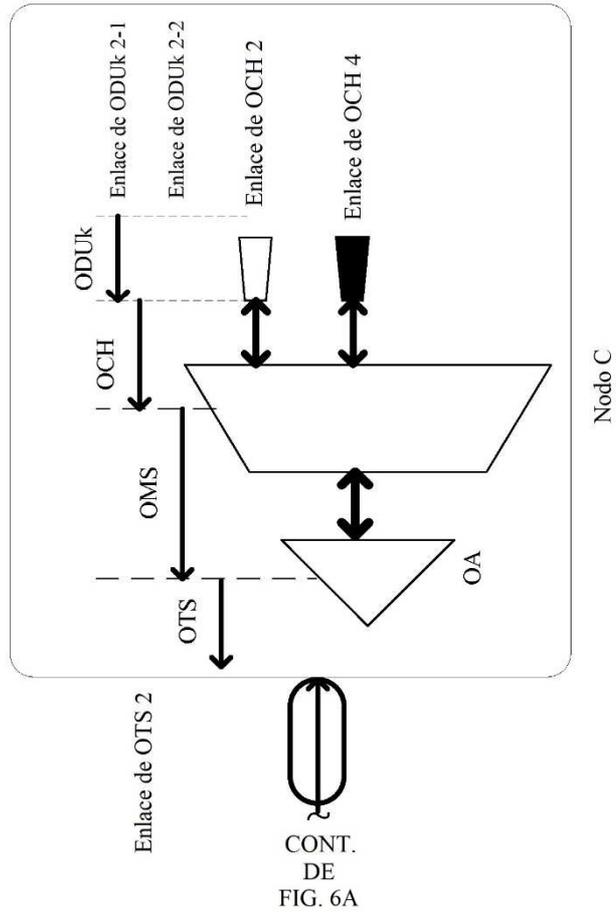


FIG. 6B

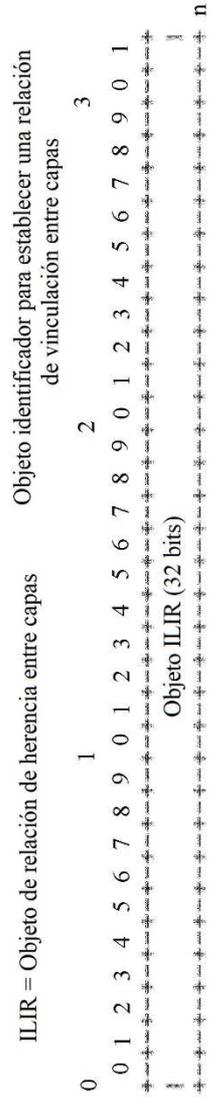


FIG 7

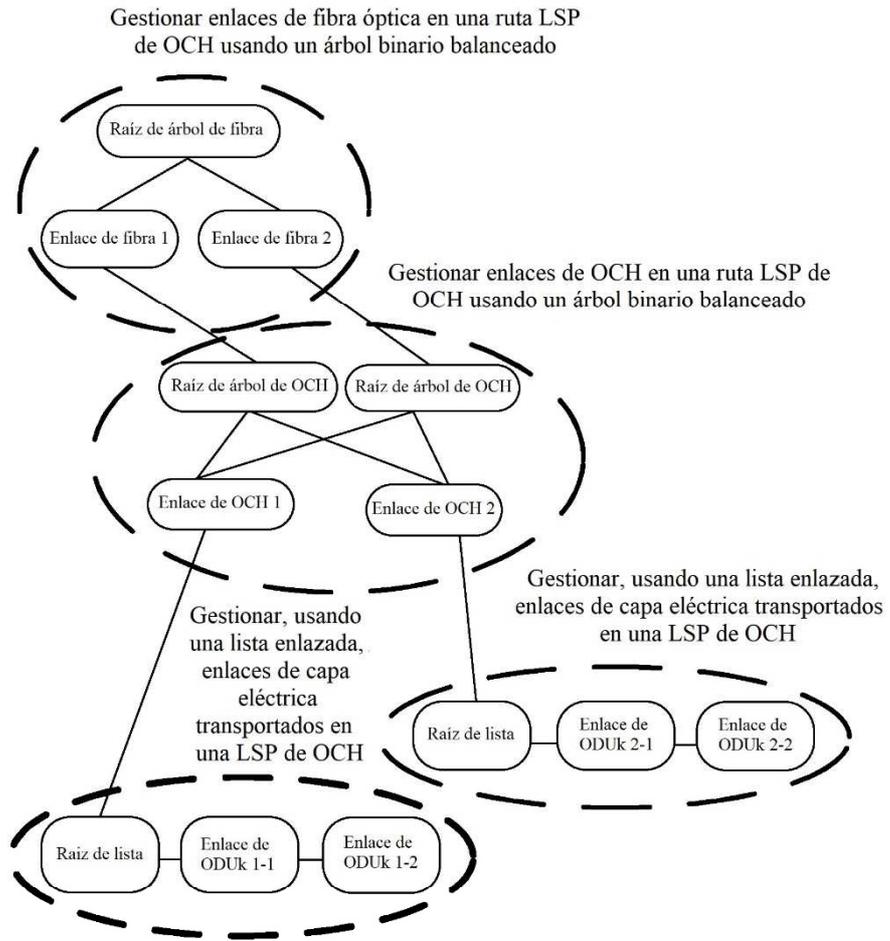


FIG. 8

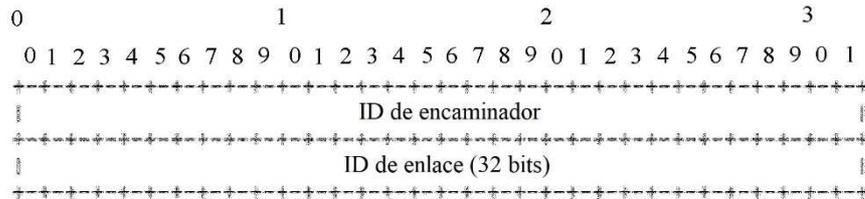


FIG. 9

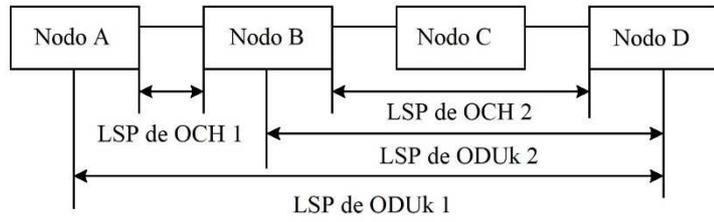
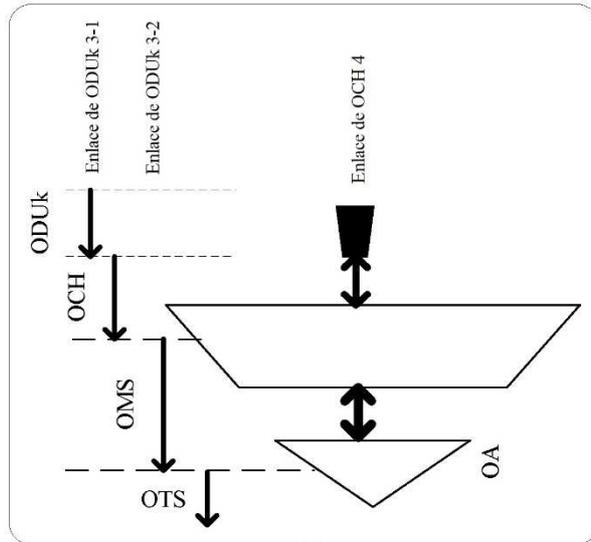
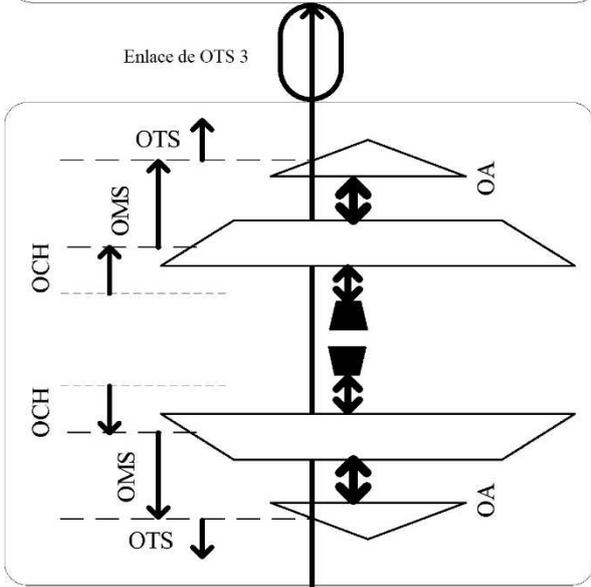


FIG. 10A



Nodo D



Nodo C

CONT.
DE
FIG. 10B-1

FIG. 10B-2

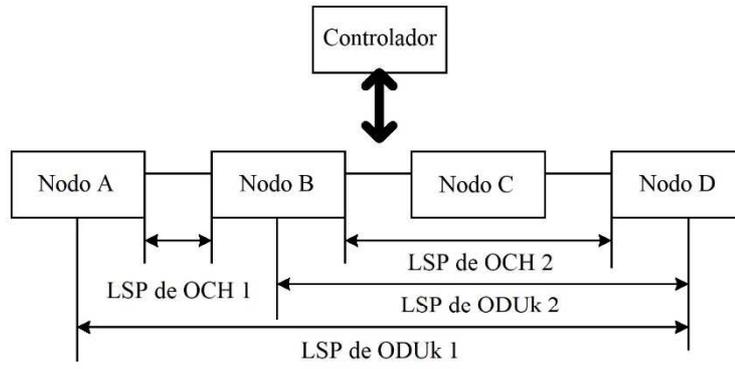


FIG. 11A

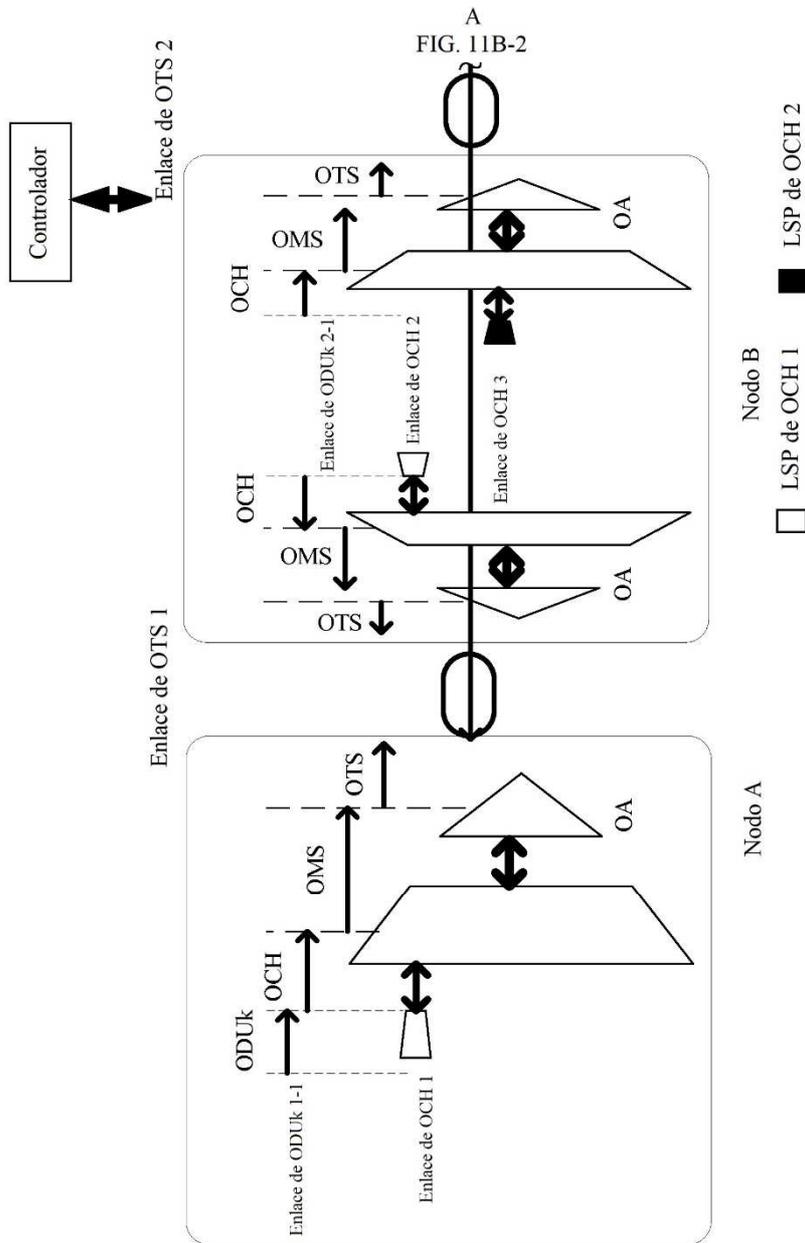


FIG. 11B-1

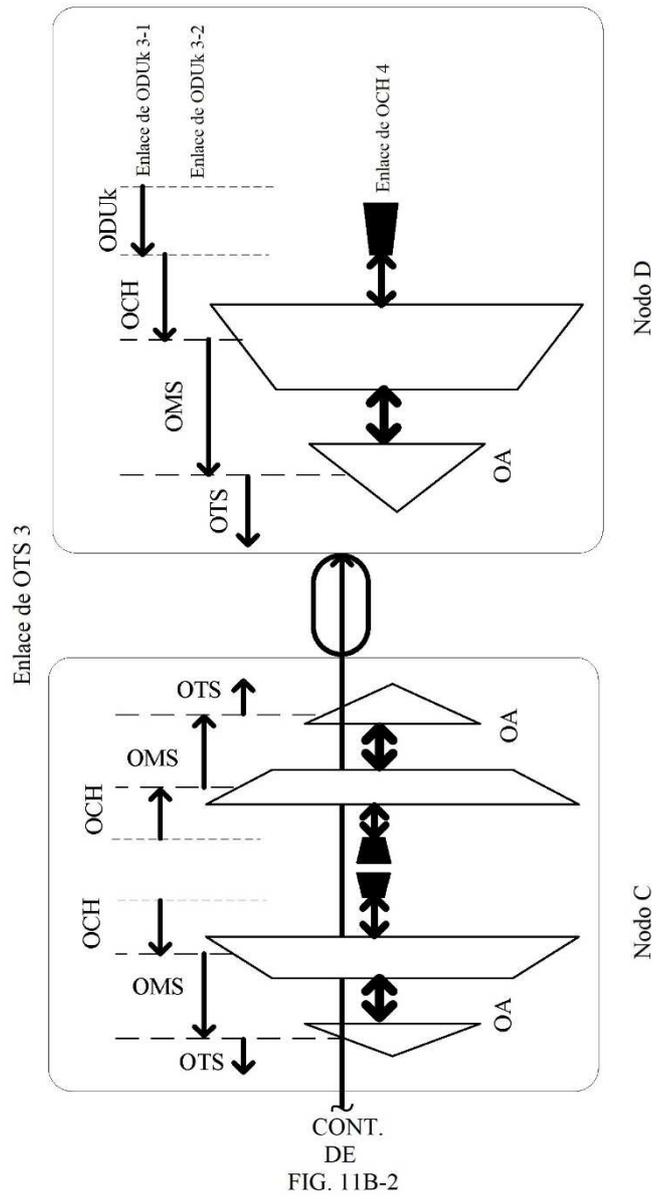


FIG. 11B-2

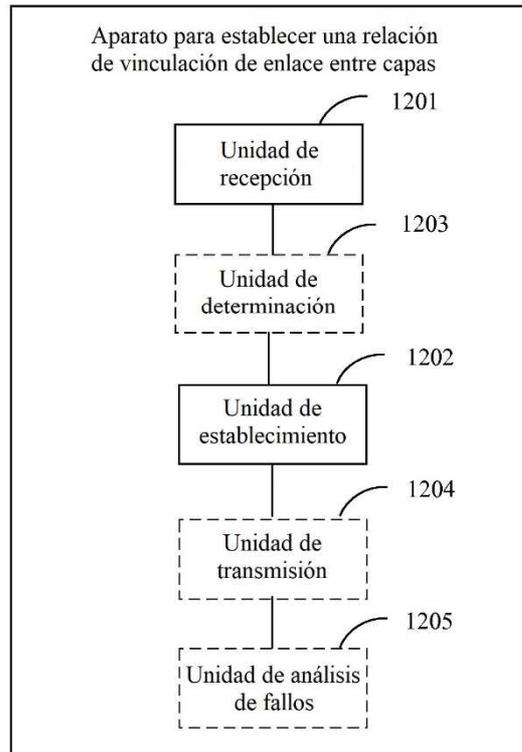


FIG. 12

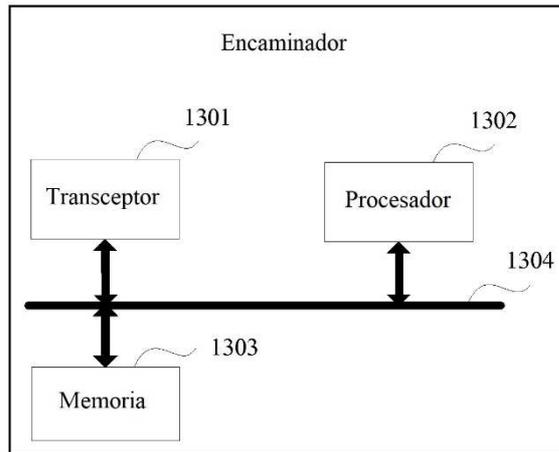


FIG. 13