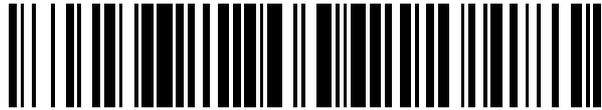


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 396 796**

51 Int. Cl.:

H04B 10/08 (2006.01)

H04B 10/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.09.2008** **E 08800992 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.11.2012** **EP 2200191**

54 Título: **Un método, un sistema y un aparato para protección en una red óptica pasiva de largo alcance**

30 Prioridad:

26.09.2007 CN 200710151697

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

27.02.2013

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**ZHOU, JIANLIN y
ZOU, SHIMIN**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 396 796 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

Un método, un sistema y un aparato para protección en una red óptica pasiva de largo alcance

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a una tecnología de Red Óptica Pasiva (PON) y en particular, a un método, sistema y dispositivo para proteger una red PON de largo alcance (LR-PON).

10 Antecedentes de la invención

Con la emergencia de nuevos servicios tales como Vídeo Bajo Demanda (VOD), televisión de alta definición y juegos *online*, el ancho de banda requerido por los usuarios es cada vez mayor. El desarrollo de la tecnología de Fibra Hasta el Hogar (FTTH) se asegura el ancho de banda de la denominada “última milla” de la red de acceso. La tecnología de redes PON es una de las tecnologías FTTH de más amplia aplicación actualmente.

La Figura 1 ilustra una arquitectura de red PON tradicional en la técnica anterior. Según se ilustra en la Figura 1, en donde un sistema de red PON está constituido por un Terminal de Línea Óptica (OLT), una Unidad de Red Óptica (ONU), un divisor óptico y una Red de Distribución Óptica (ODN), el terminal OLT está conectado al divisor óptico a través de una fibra troncal y la unidad ONU está conectada al divisor óptico a través de una fibra de derivación. La fibra troncal, el divisor óptico y la fibra de derivación constituyen una red de distribución óptica ODN. La dirección desde el OLT a la ONU es la dirección de flujo descendente y la dirección desde la ONU al OLT es la dirección de flujo ascendente.

La técnica anterior da a conocer un modelo de protección del sistema de red PON para evitar los fallos de dicho sistema PON. La Figura 2 ilustra un modelo de reserva del sistema de Gigabit-PON (GPON) en la técnica anterior. En el modelo de reserva ilustrado en la Figura 2, tanto la unidad ONU como el terminal OLT tienen dos interfaces ODN además de dispositivos de reserva de ODN. Este modelo de protección puede tener cuatro modos de protección. La Figura 3a representa un modo de protección tipo A que proporciona reservas solamente para la fibra troncal, entre el terminal OLT y el divisor óptico. La Figura 3b ilustra un modo de protección tipo B, que proporciona reserva para la fibra troncal y el terminal OLT. La Figura 3c ilustra un modo de protección tipo C, que proporciona reserva para el terminal OLT, la fibra troncal, el divisor óptico, las fibras de derivación y todas las unidades ONUs. La Figura 3d ilustra un modo de protección tipo D, que proporciona reserva para el terminal OLT, la fibra troncal, el divisor óptico, las fibras de derivación y algunas unidades ONUs. La tabla 1 muestra las características de los cuatro modos de protección. En la práctica, un modo de protección adecuado se puede seleccionar en función de las exigencias operativas reales y de las características de los cuatro modos de protección.

Tabla 1

Modo de protección	Dispositivo redundante	Estado de reserva	¿Se pierden en la conmutación tramas o señales?	Coste de la protección
Tipo A	Dos fibras, un OLT único, una ONU única y un divisor óptico único	Reserva inactiva	Sí	Bajo
Tipo B	Dos fibras, dos OLTs, una ONU única y un divisor óptico único	Reserva inactiva	Sí	Moderado
Tipo C	Dos fibras, dos OLTs, dos ONUs y dos divisores ópticos	Reserva activa	No	Más alto
Tipo D	Dos fibras, dos OLTs, parcialmente dos ONUs y dos grupos de pares de divisores ópticos	Reserva inactiva	Sí	Alto

40 En un sistema de red PON tradicional, unas pocas unidades ONUs están conectadas al terminal OLT a través del divisor óptico y el radio de cobertura es pequeño. En consecuencia, en la estructura de red tradicional, la cantidad de OLTs es grande y las zonas de localización son distantes y están distribuidas, lo que representa dificultades para la gestión y mantenimiento. Con la emergencia de la red de acceso óptico de la siguiente generación, se propone la utilización del sistema LR-PON. Puesto que la tecnología de largo alcance totalmente óptica es difícil de poner en práctica y costosa, la solución caracterizada por un regenerador de largo alcance basado en Relé Eléctrico (E-R) hace su aparición operativa. La Figura 4 representa una estructura de un sistema LR-PON realizado a través de un dispositivo E-R en la técnica anterior. Según se ilustra en la Figura 4, se establece un dispositivo E-R entre el divisor óptico y el terminal OLT y una red ODN tradicional está dividida en dos ODNs, esto es, ODN 1 y ODN 2 en la Figura 4. El dispositivo E-R regenera la señal, esto es, realiza las funciones de reamplificación, remodelación, retemporización (3R) para la señal, con lo que se reduce el defecto de la señal como resultado del largo alcance del terminal OLT en un sistema LR-PON en la

- transmisión. La Figura 5 representa una estructura de un dispositivo E-R en la técnica anterior. Según se ilustra en la Figura 5, el dispositivo E-R incluye una unidad de conversión óptica a eléctrica (unidad O/E) 501, una unidad de regeneración de señal 502 y una unidad de conversión eléctrica a óptica (unidad E/O) 503. La unidad O/E 501 está configurada para recibir la señal óptica de flujo descendente desde el terminal OLT o para recibir la señal óptica de flujo ascendente desde la ONU y para convertir la señal óptica recibida en una señal eléctrica. La unidad de regeneración de señal 502 está configurada para realizar un procesamiento de 3R para la señal eléctrica convertida desde la unidad O/E 501. La unidad E/O 503 está configurada para convertir la señal eléctrica procesada por la unidad de regeneración de señal 502 en una señal óptica y para enviar dicha señal.
- Un dispositivo E-R activo se introduce en la red LR-PON, con lo que se incrementa la inestabilidad del sistema LR-PON. La ruta de transmisión óptica se extiende desde 20 km a 100 km y la probabilidad de fallos de la ruta de fibras de largo alcance se aumenta con esta disposición. Una vez ampliada la cobertura, más servicios son afectados una vez que se produce un fallo operativo. Por lo tanto, el sistema LR-PON necesita protección con urgencia. Sin embargo, ningún método de protección está disponible para proteger el sistema LR-PON actualmente.
- El documento WO 2004/008833 A2 se refiere a un método y sistema para proporcionar protección en tándem en un sistema de comunicación. La protección de la ruta se proporciona utilizando al menos dos rutas de comunicación redundantes y seleccionando la ruta de comunicación que tiene una más alta calidad de señal. La protección de interfaz se proporciona a través de un transceptor de protección. La protección de interfaz se puede retardar mientras que la protección de ruta intenta reestablecer la comunicación.
- Sumario de la invención
- Un método, sistema y dispositivo para proteger un sistema de LR-PON se dan a conocer por la presente invención para mejorar la fiabilidad del sistema LR-PON.
- Como un primer aspecto de la idea inventiva, se da a conocer un sistema de protección LR-PON. El sistema incluye un terminal OLT, un dispositivo E-R y una unidad ONU.
- El terminal OLT está configurado para: enviar una señal óptica al dispositivo E-R a través de dos rutas de transmisión de fibras y para recibir la señal óptica desde el dispositivo E-R a través de las dos rutas de transmisión de fibras.
- El dispositivo E-R está configurado para: recibir la señal óptica desde el terminal OLT o la unidad ONU en un lado; para realizar la conversión O/E, la regeneración de señal y la conversión E/O para la señal óptica y para enviar la señal a la ONU o al OLT en el otro lado.
- La unidad ONU está configurada para: recibir la señal óptica desde el dispositivo E-R a través de dos rutas de transmisión de fibras y para enviar la señal óptica al dispositivo E-R a través de las dos rutas de transmisión de fibras.
- Como un segundo aspecto de la idea inventiva, se da a conocer un método de protección de LR-PON. El método comprende:
- la obtención, por un dispositivo de E-R, de señales ópticas transmitidas a través de dos rutas de transmisión de fibras en un lado y la realización de la conversión O/E para las señales ópticas transmitidas a través de las dos rutas;
- la selección, por el dispositivo de E-R, de una señal eléctrica en una ruta entre las señales eléctricas convertidas en las dos rutas, en donde la selección, por un dispositivo de E-R, de una señal eléctrica en una ruta entre las señales eléctricas convertidas en las dos rutas comprende:
- la detección de si una pérdida de señal, LOS, se produce, o no, en las señales eléctricas convertidas (1102);
- si la pérdida de señal LOS se produce en la señal eléctrica en una ruta, la selección de la señal eléctrica en la ruta que no implica la pérdida LOS;
- si se detecta que una pérdida LOS no se produce en la señal eléctrica en ninguna ruta, la detección (1104) de si la pérdida de trama, LOF, se produce en las señales eléctricas en las dos rutas y la selección de la señal eléctrica en la ruta que no implica la pérdida LOF si LOF se produce en la señal eléctrica en una ruta y
- la realización, por el dispositivo de E-R, de la regeneración de la señal para la señal eléctrica seleccionada, la realización de la conversión E/O para la señal eléctrica regenerada y el envío de la señal óptica convertida a través de dos rutas de transmisión de fibras en el otro lado.
- Como un tercer aspecto de la idea inventiva, se da a conocer un dispositivo de E-R. El dispositivo de E-R comprende: dos unidades O/E, una unidad de conmutación automática, una unidad de regeneración de señal y dos unidades E/O.

Cada unidad O/E está configurada para recibir una señal óptica enviada a lo largo de una ruta de transmisión de fibras conectada a la unidad O/E y realizar la conversión O/E para la señal óptica para obtener una señal eléctrica.

5 La unidad de conmutación automática está configurada para seleccionar una señal eléctrica en una ruta entre las señales eléctricas transmitidas en dos rutas y obtenidas a partir de las dos unidades O/E. La unidad de conmutación automática comprende:

10 una primera unidad de detección de pérdida de señal, LOS, configurada para detectar LOS de la señal eléctrica convertida desde una de las unidades O/E;

15 una segunda unidad de detección de LOS, configurada para detectar LOS de la señal eléctrica convertida desde la otra unidad O/E;

20 una primera unidad de decisión, configurada para decidir si ocurre una pérdida LOS en la señal eléctrica en solamente una ruta en función de los resultados de la detección de la primera unidad de detección de pérdidas LOS y la segunda unidad de detección de pérdidas LOS;

25 una primera unidad de selección, configurada para seleccionar la señal eléctrica en la ruta que no implica pérdidas LOS cuando la unidad de decisión decide que se produce una pérdida de LOS en la señal eléctrica en solamente una ruta;

30 una primera unidad de detección de pérdida de trama, LOF, configurada para detectar LOF de la señal eléctrica en una de las rutas cuando la primera unidad de decisión decide que no se produce ninguna pérdida LOS en la señal eléctrica en ninguna ruta;

35 una segunda unidad de detección de LOF, configurada para detectar LOF de la señal eléctrica en la otra ruta cuando la primera unidad de decisión decide que no se produce ninguna pérdida LOS en la señal eléctrica en ninguna ruta;

40 la primera unidad de decisión, configurada, además, para decidir si ocurre una pérdida LOF, o no, en la señal eléctrica en solamente una ruta en función de los resultados de la detección de la primera unidad de detección de LOF y de la segunda unidad de detección de LOF y

45 la primera unidad de selección, configurada, además, para seleccionar la señal eléctrica en la ruta que no implica pérdidas LOF cuando la primera unidad de decisión decide que se produce una pérdida LOF en la señal eléctrica en solamente una ruta.

50 La unidad de regeneración de señal está configurada para: realizar la regeneración de señal para la señal eléctrica seleccionada por la unidad de conmutación automática y para enviar la señal eléctrica regenerada a las dos unidades E/O.

55 Cada unidad de E/O está configurada para: convertir la señal eléctrica enviada por la unidad de regeneración de señal en una señal óptica y para enviar la señal óptica a través de una ruta de transmisión de fibras conectada a la unidad E/O.

60 Como un cuarto aspecto de la idea inventiva, se da a conocer un dispositivo de E-R. El dispositivo de E-R comprende: dos unidades de conversión óptica a eléctrica, unidades O/E, una unidad de conmutación automática, una unidad de regeneración de señal, una unidad de memorización y dos unidades de conversión eléctrica a óptica, unidades E/O.

65 Cada unidad O/E está configurada para: recibir una señal óptica enviada a lo largo de una ruta de transmisión de fibras conectada a la unidad O/E y para realizar la conversión O/E para la señal óptica para obtener una señal eléctrica.

La unidad de conmutación automática está configurada para seleccionar una señal eléctrica en una ruta entre las señales eléctricas transmitidas en las dos rutas y obtenidas a partir de las dos unidades O/E. La unidad de conmutación automática (1310) comprende:

una segunda unidad de selección está configurada para seleccionar la señal eléctrica en una u otra ruta, esto es, una primera ruta, después de que se realice la conversión por las dos unidades O/E;

una tercera unidad de detección de pérdidas LOS está configurada para detectar LOS de la señal eléctrica seleccionada por la segunda unidad de selección;

60 una segunda unidad de decisión está configurada para decidir si ocurre una pérdida LOS en la señal eléctrica en la primera ruta en función de un resultado de detección de la tercera unidad de detección de LOS;

65 la segunda unidad de selección está configurada, además, para seleccionar la señal eléctrica en una segunda ruta cuando la segunda unidad de decisión decide que se produce una pérdida LOS en la señal eléctrica en la primera ruta;

una tercera unidad de detección de LOF, que está configurada para detectar LOF de la señal eléctrica en la primera ruta cuando la segunda unidad de decisión decide que no se produce ninguna pérdida LOS en la señal eléctrica en la primera ruta;

5 la segunda unidad de decisión está configurada, además, para: determinar si ocurre una pérdida LOF en la señal eléctrica en la primera ruta en función del resultado de detección de la tercera unidad de detección de LOF y determinar si ocurren pérdidas LOS en la señal eléctrica en la segunda ruta en función del resultado de detección sobre la señal eléctrica en la segunda ruta que se memoriza en la unidad de memorización o en función de un resultado de detección obtenido después de que la señal eléctrica en la segunda ruta se envíe a la tercera unidad de detección de LOS para
10 detección y

la segunda unidad de selección está configurada para: seleccionar la señal eléctrica en la primera ruta cuando la segunda unidad de decisión decide que se produce una pérdida LOF en la señal eléctrica en la primera ruta y se produce una pérdida LOS en la señal eléctrica en la segunda ruta y para seleccionar la señal eléctrica en la segunda ruta cuando
15 la segunda unidad de decisión decide que se producen pérdidas LOF en la señal eléctrica en la primera ruta pero que no se produce ninguna pérdida LOS en la señal eléctrica en la segunda ruta.

La unidad de memorización está configurada para memorizar el resultado de la detección sobre la señal eléctrica en una u otra ruta.
20

La unidad de regeneración de señal está configurada para: realizar una regeneración de señal para la señal eléctrica seleccionada por la unidad de conmutación automática y para enviar la señal eléctrica regenerada a las dos unidades E/O.
25

Cada unidad E/O está configurada para: convertir la señal eléctrica enviada por la unidad de regeneración de señal en una señal óptica y para enviar la señal óptica a través de una ruta de transmisión de fibras conectada a la unidad E/O.

Puede deducirse de la solución técnica anterior que: en el método, sistema y dispositivo para la protección del sistema LR-PON, el dispositivo de E-R recibe una señal óptica desde el terminal OLT o la unidad ONU a través de dos rutas de transmisión de fibras en un lado, realiza la conversión O/E, la regeneración de señal y la conversión E/O para la señal óptica y envía la señal a la ONU o al OLT a través de dos rutas de transmisión de fibras en el otro lado. Mediante la reserva de la ruta de transmisión de fibras, un método de protección del sistema LR-PON, que no estaba disponible en la técnica anterior, se da a conocer en la presente invención para mejorar la fiabilidad del sistema LR-PON. El método, sistema y dispositivo para proteger el sistema LR-PON, bajo la presente invención, tienen un soporte completo y son
30 compatibles con las funciones existentes en todos los dispositivos en el sistema LR-PON existente.
35

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 representa una arquitectura de red de una red PON tradicional en la técnica anterior;
40

La Figura 2 representa un modelo de reserva del sistema GPON en la técnica anterior;

La Figura 3a representa un primer modo de protección para una red GPON en la técnica anterior;

45 La Figura 3b representa un segundo modo de protección para una red GPON en la técnica anterior;

La Figura 3c representa un tercer modo de protección para una red GPON en la técnica anterior;

50 La Figura 3d representa un cuarto modo de protección para una red GPON en la técnica anterior;

La Figura 4 representa una estructura de un sistema LR-PON realizado a través de un dispositivo de E-R en la técnica anterior;

55 La Figura 5 representa una estructura de un dispositivo E-R en la técnica anterior;

La Figura 6a representa un sistema LR-PON, bajo la protección tipo A-I, según una forma de realización de la presente invención;

60 La Figura 6b representa un sistema LR-PON, bajo la protección tipo A-II, según una forma de realización de la presente invención;

La Figura 6c representa un sistema LR-PON, bajo la protección tipo A-III, según una forma de realización de la presente invención;

65 La Figura 7a representa un sistema LR-PON, bajo la protección tipo B-I, según una forma de realización de la presente invención;

La Figura 7b representa un sistema LR-PON, bajo la protección tipo B-II, según una forma de realización de la presente invención;

5 La Figura 8a representa un sistema LR-PON, bajo la protección tipo C-I, según una forma de realización de la presente invención;

La Figura 8b representa un sistema LR-PON, bajo la protección tipo C-II, según una forma de realización de la presente invención;

10 La Figura 9a representa un sistema LR-PON, bajo la protección tipo D-I, según una forma de realización de la presente invención;

15 La Figura 9b representa un sistema LR-PON, bajo la protección tipo D-II, según una forma de realización de la presente invención;

La Figura 10 representa una estructura de un dispositivo de E-R de interfaz óptica única según una forma de realización de la presente invención;

20 La Figura 11 es un diagrama de flujo de un primer método para realizar una protección de LR-PON a través de un dispositivo de E-R de interfaz óptica dual según una forma de realización de la presente invención;

La Figura 12 es un diagrama de flujo de un segundo método para realizar una protección de LR-PON a través de un dispositivo de E-R de interfaz óptica dual según una forma de realización de la presente invención;

25 La Figura 13 representa una estructura de un dispositivo de E-R de interfaz óptica dual según una forma de realización de la presente invención y

30 La Figura 14 representa otra estructura de un dispositivo de E-R de interfaz óptica dual según una forma de realización de la presente invención.

Descripción detallada de las formas de realización de la invención

35 Para hacer la solución técnica, los objetivos y las ventajas operativas de la presente invención más evidentes, se describe a continuación la presente invención, en detalle, haciendo referencia a los dibujos adjuntos y a formas de realización a modo de ejemplo.

El método dado a conocer en una forma de realización de la presente invención comprende: la utilización de dos fibras para reserva operativa de una red ODN en ambos lados de un dispositivo de E-R en un sistema LR-PON.

40 Según este método, las fibras en la ODN, en ambos lados del dispositivo de E-R, se pueden utilizar para reserva o dos dispositivos de E-R se utilizan para reserva o un dispositivo de E-R de interfaz óptica dual se utiliza para reserva.

El método dado a conocer en esta forma de realización puede emplear cuatro tipos de protección:

45 Tipo A: Dos fibras, un terminal OLT único, una unidad ONU única y un divisor óptico único se aplican en esta forma de realización. Este tipo de protección está subdividido en los tres tipos siguientes:

50 Tipo A-I: Solamente las fibras en la red ODN en ambos lados del dispositivo de E-R están en condición de reserva. La Figura 6a representa un sistema de LR-PON bajo la protección de tipo A-I según una forma de realización de la presente invención. Una señal de flujo descendente enviada desde el terminal OLT o una señal de flujo ascendente enviada desde la ONU se transmite en dos fibras. Por lo tanto, una vez que falla una fibra, la señal todavía se mantiene entre el terminal OLT y la unidad ONU de forma fiable. Este modo de protección es el más costoso.

55 En este modo de protección, el dispositivo de E-R puede ser capaz de detectar defectos de señales y puede también ser incapaz de detectar defectos de señales. Si el dispositivo de E-R es incapaz de detectar defectos de señales, el dispositivo de E-R realiza la conversión O/E para la señal óptica recibida, realiza el procesamiento de 3R y realiza la conversión E/O para la señal y luego, envía la señal a la ONU o al OLT a través de dos fibras en el otro lado. La detección de defectos, la decisión sobre defectos y la selección de señales, realizadas por la ONU o el OLT sobre la señal recibida, están basadas en la técnica anterior y no se describirán en la presente invención.

60 Si el dispositivo de E-R es capaz de detección de señal, el dispositivo de E-R realiza la detección del defecto para la señal recibida. Si la señal se detecta como defectuosa, el dispositivo de E-R reenvía una señal de indicación de alarma al lado transmisor del terminal OLT o de ONU que envía la señal y puede insertar también una señal de indicación de alarma en la señal enviada a la ONU o el OLT, en el lado del receptor, para facilitar el análisis de fallos y su localización.

65

5 Tipo A-II: El dispositivo de E-R y las fibras en la red ODN en ambos lados del dispositivo de E-R están en condición de reserva. Es decir, se aplican dos dispositivos E-R y dos fibras. Según se indica en la Figura 6b, el dispositivo de E-R 1 y las fibras en ambos lados del dispositivo de E-R 1 así como el dispositivo de E-R 2 y las fibras en ambos lados del dispositivo de E-R 2 constituyen dos rutas de transmisión independientes. Una señal de flujo ascendente o una señal de flujo descendente pueden transmitirse a través de las dos rutas de transmisión. El dispositivo de E-R puede ser capaz de detección de señal y puede ser también capaz de detectar defectos de señales.

10 Si el dispositivo de E-R es incapaz de detección de señal, la señal enviada desde el OLT o desde la ONU se transmite simultáneamente a través de las dos rutas de transmisión. La ONU o el OLT, en el lado del receptor, selecciona una señal no defectuosa transmitida a través de una de las dos rutas de fibras y rechaza la señal transmitida a través de la otra ruta.

15 Si el dispositivo de E-R es capaz de detección de señal, el dispositivo de E-R realiza la detección de defectos para la señal recibida. Si la señal se detecta como defectuosa, el dispositivo de E-R reenvía una señal de indicación de alarma al OLT o a la ONU en el lado del transmisor, que envía la señal y puede insertar también una señal de indicación de alarma en la señal enviada a la ONU o al OLT en el lado del receptor, para facilitar el análisis y localización de fallos y puede servir también de asistencia técnica al OLT o a la ONU en la determinación y selección de una ruta de transmisión no defectuosa para transmitir y recibir datos.

20 Tipo A-III: Las fibras en la ODN en ambos lados del dispositivo de E-R están en condición de reserva y se aplica un dispositivo de E-R de interfaz óptica dual. Según se ilustra en la Figura 6c, dos rutas de transmisión de fibras comparten un dispositivo de E-R a través de interfaces ópticas diferentes. La señal enviada por el OLT o la ONU, en el lado del transmisor, se transmite al dispositivo de E-R a través de dos rutas de fibras en una red ODN. A través de dos interfaces de recepción de ODN, el dispositivo de E-R recibe la señal transmitida a lo largo de las dos rutas de fibras respectivamente, selecciona la señal transmitida desde una de las rutas y realiza el procesamiento de 3R para la señal. Más adelante, el dispositivo de E-R envía la señal a dos rutas de fibras en otra ODN a través de dos interfaces de transmisión de ODN. La ONU o el OLT, en el lado del receptor, seleccionan una señal no defectuosa transmitida a través de una de las rutas de fibras y rechaza la señal transmitida a través de la otra ruta.

30 Tipo B: Dos fibras, dos terminales OLTs, una unidad ONU única y un divisor óptico único se aplican en esta forma de realización. Este tipo de protección está subdividido en los dos tipos siguientes:

35 Tipo B-I: El dispositivo de E-R y las fibras en la red ODN en ambos lados del dispositivo E-R están en condición de reserva. Es decir, dos dispositivos de E-R y dos fibras se aplican en esta forma de realización. Según se ilustra en la Figura 7a, el dispositivo de E-R 1 y las fibras en ambos lados del dispositivo de E-R 1 constituyen una ruta de transmisión independiente, que está conectada a la interfaz de ODN 1 del OLT; el dispositivo de E-R 2 y las fibras en ambos lados del dispositivo de E-R 2 constituyen otra ruta de transmisión independiente, que está conectada a la interfaz de ODN 2 del terminal OLT. Tanto la señal de flujo ascendente como la señal de flujo descendente se pueden transmitir en las dos rutas de transmisión. El dispositivo de E-R puede ser capaz de detección de la señal y puede ser también incapaz de detectar defectos de señales.

45 Si el dispositivo de E-R es incapaz de detección de la señal, la señal enviada desde el OLT o la ONU se transmite en las dos rutas de transmisión simultáneamente. La ONU o el OLT, en el lado del receptor, selecciona una señal no defectuosa transmitida a través de una de las dos rutas de fibras y rechaza la señal transmitida a través de la otra ruta.

50 Si el dispositivo de E-R es capaz de detección de señal, el dispositivo de E-R realiza la detección de defectos para la señal recibida. Si la señal se detecta como defectuosa, el dispositivo de E-R reenvía una señal de indicación de alarma al OLT o la ONU, en el lado del transmisor, que envía la señal y puede también insertar una señal de indicación de alarma a la señal enviada a la ONU o al OLT, en el lado del receptor, para facilitar el análisis y localización de fallos y puede, además, prestar asistencia técnica al OLT o a la ONU en la determinación y selección de una ruta de transmisión no defectuosa para transmitir y recibir datos.

55 Tipo B-II: Las fibras en la red ODN en ambos lados del dispositivo de E-R están en condición de reserva y se aplica un dispositivo de E-R de interfaz óptica dual. Según se ilustra en la Figura 7b, el terminal OLT está conectado a dos rutas de transmisión de fibras a través de dos interfaces de ODN. Las dos rutas de transmisión de fibras comparten un dispositivo de E-R a través de diferentes interfaces ópticas. La señal enviada por el OLT o la ONU, en el lado del transmisor, se transmite al dispositivo de E-R a través de dos rutas de fibras en una red ODN. A través de dos interfaces de recepción de ODN, el dispositivo de E-R recibe las señales transmitidas a lo largo de las dos rutas de fibras respectivamente, selecciona la señal transmitida desde una de las rutas y realiza el procesamiento de 3R para la señal. Más adelante, el dispositivo de E-R envía la señal a dos rutas de fibras en otra ODN a través de dos interfaces de transmisión de ODN. La ONU o el OLT, en el lado del receptor, selecciona una señal no defectuosa transmitida a través de una de las dos rutas de fibras y rechaza la señal transmitida a través de la otra ruta.

65 Tipo C: Dos fibras, dos terminales OLTs, dos unidades ONUs y dos divisores ópticos se aplican en esta forma de realización. Este tipo de protección está subdividido en los dos tipos siguientes:

Tipo C-I: El dispositivo de E-R y las fibras en la red ODN, en ambos lados del dispositivo de E-R, están en condición de reserva. Es decir, se aplican dos dispositivos E-R y dos fibras. Según se ilustra en la Figura 8a, el dispositivo de E-R 1 y las fibras en ambos lados del dispositivo de E-R 1, constituyen una ruta de transmisión independiente. Un extremo de esta ruta de transmisión está conectado a la interfaz de ODN 1 del terminal OLT y el otro extremo está conectado a la interfaz de ODN 1 de cada ONU a través del divisor óptico 1. El dispositivo de E-R 2 y las fibras, en ambos lados del dispositivo E-R 2, constituyen otra ruta de transmisión independiente y un extremo de esta ruta de transmisión está conectado a la interfaz de ODN 2 del OLT y otro extremo está conectado a la interfaz de ODN 2 de cada ONU a través del divisor óptico 2. Tanto la señal de flujo ascendente como la señal de flujo descendente se pueden transmitir en las dos rutas de transmisión. El procesamiento de señal realizado por el dispositivo de E-R, en el proceso de transmisión de señales, es el mismo que el descrito en el tipo A-II y Tipo B-I anteriores y no se describe a continuación.

Tipo C-II: Las fibras en la red ODN, en ambos lados del dispositivo de E-R, están en condición de reserva y se aplica un dispositivo de E-R de interfaz óptica dual. Según se ilustra en la Figura 8b, el terminal OLT está conectado a dos rutas de transmisión de fibras a través de dos interfaces de ODN. Las dos rutas de transmisión de fibras comparten un dispositivo de E-R a través de diferentes interfaces ópticas. Análogamente, las dos interfaces de ODN de la ONU están conectadas a dos rutas de transmisión de fibras a través de dos divisores ópticos. Las dos rutas de transmisión de fibras comparten un dispositivo de E-R a través de diferentes interfaces ópticas. El procesamiento de señal realizado por el dispositivo de E-R, en el proceso de transmisión de señales, es el mismo que el descrito en el tipo A-III y en el tipo B-II anteriores y no se describe a continuación.

Tipo D: Dos fibras, dos terminales OLTs, parcialmente dos unidades ONUs y dos grupos de divisores ópticos se aplican en esta forma de realización. El tipo de protección está subdividido en los dos tipos siguientes:

Tipo D-I: El dispositivo de E-R y las fibras en la red ODN, en ambos lados del dispositivo de E-R, están en condición de reserva. Es decir, se aplican dos dispositivos E-R y dos fibras. Según se ilustra en la Figura 9a, el dispositivo de E-R 1 y las fibras, en ambos lados del dispositivo de E-R 1, constituyen una ruta de transmisión independiente y un extremo de esta ruta de transmisión está conectado a la interfaz ODN 1 del OLT y el otro extremo está conectado a través del divisor óptico 1 a la interfaz de ODN 1 de la ONU que tiene una interfaz ODN de reserva y a la interfaz de ODN de otras ONUs sin ninguna interfaz ODN de reserva. El dispositivo de E-R 2 y las fibras en ambos lados del dispositivo E-R 2 constituyen otra ruta de transmisión independiente y un extremo de la ruta de transmisión está conectado a la interfaz ODN 2 del OLT y el otro extremo está conectado a través del divisor óptico 2 a la interfaz de ODN 2 de la ONU, que tiene una interfaz ODN de reserva. Tanto la señal de flujo ascendente como la de flujo descendente se pueden transmitir a través de las dos rutas de transmisión. El procesamiento de señal realizado por el dispositivo de E-R, en el proceso de transmisión de señales, es el mismo que el descrito para el tipo A-II, tipo B-I y tipo C-I anteriores y no se describe a continuación.

Tipo D-II: Las fibras en la red ODN en ambos lados del dispositivo de E-R están en condición de reserva y se aplica un dispositivo de E-R de interfaz óptica dual. Según se ilustra en la Figura 9b, el terminal OLT está conectado a dos rutas de transmisión de fibras a través de dos interfaz de ODN. Las dos rutas de transmisión de fibras comparten un dispositivo E-R a través de diferentes interfaces ópticas. De forma similar, las dos interfaces de ODN de la ONU, con un interfaz ODN de reserva, están conectadas a dos rutas de transmisión de fibras a través de dos divisores ópticos y la ONU, sin ninguna interfaz ODN de reserva, está conectada a las dos rutas de transmisión de fibras a través de un solo divisor óptico. Las dos rutas de transmisión de fibras comparten un dispositivo E-R a través de diferentes interfaces ópticas. El procesamiento de señal, realizado por el dispositivo de E-R en el proceso de transmisión de señales, es el mismo que el descrito para el tipo A-III, tipo B-II y tipo C-II anteriores y no se describe a continuación.

Todos los tipos de protección anteriormente descritos son compatibles con la interfaz ODN de las unidades ONUs y de los terminales OLTs tradicionales y con la función de conmutación de las unidades ONUs y los terminales OLTs tradicionales. La tabla 2 es un resumen de las características de los cuatro tipos de protección.

Tabla 2

Tipo de protección	Dispositivo redundante	Estado de reserva de ONU y OLT	Estado de reserva de E-R	Soporta E-R la conmutación	Se produce pérdida de trama (LOF) o pérdida de señal (LOS) en la conmutación	Coste de protección
Tipo A-I	Dos fibras, un E-R único, un OLT único, una ONU única y un divisor óptico único	Reserva inactiva	Ninguna reserva	No, no soportada	Sí	Más bajo

Tipo de protección	Dispositivo redundante	Estado de reserva de ONU y OLT	Estado de reserva de E-R	Soporta E-R la conmutación	Se produce pérdida de trama (LOF) o pérdida de señal (LOS) en la conmutación	Coste de protección
Tipo A-II	Dos fibras, dos dispositivos E-R, un OLT único, una ONU única y un divisor óptico único	Reserva inactiva	Reserva activa	No, no requerida	Sí	Bajo
Tipo A-III	Dos fibras, E-R de interfaz óptica dual, un OLT único, una ONU única y un divisor óptico único	Reserva inactiva	Reserva inactiva	En conmutación automática	Sí	Bajo
Tipo B-I	Dos fibras, dos dispositivos E-R, dos terminales OLTs, una ONU única y un divisor óptico único	Reserva inactiva	Reserva activa	No, no requerida	Sí	Moderado
Tipo B-II	Dos fibras, E-R de interfaz óptica dual, dos OLTs, una ONU y un divisor óptico único	Reserva inactiva	Reserva inactiva	Conmutación automática	Sí	Moderado
Tipo C-I	Dos fibras, dos dispositivos E-R, dos OLTs, dos ONUs y dos divisores ópticos	Reserva activa	Reserva activa	No, no requerida	No	Más alto
Tipo C-II	Dos fibras, E-R de interfaz óptica dual, dos OLTs, dos ONUs y dos divisores ópticos	Reserva activa	Reserva inactiva	Conmutación automática	Sí	Más alto
Tipo D-I	Dos fibras, dos dispositivos E-R, dos OLTs, parcialmente dos ONUs y dos grupos de pares de divisores ópticos	Reserva inactiva	Reserva activa	No, no requerida	Sí	Alto
Tipo D-II	Dos fibras, E-R de interfaz óptica dual, dos OLTs, parcialmente dos ONUs y dos grupos de pares de divisores ópticos	Reserva inactiva	Reserva inactiva	Conmutación automática	Sí	alto

En el tipo A-I, tipo A-II, tipo B-I, tipo C-I y tipo D-I anteriores, el dispositivo de E-R puede ser capaz de detección de señal o no serlo.

- 5 Si el dispositivo E-R es incapaz de detección de señal, la estructura del dispositivo de E-R en la técnica anterior, representada en la Figura 5, se puede adoptar en esta forma de realización. En este caso, el dispositivo E-R realiza la conversión O/E para la señal óptica recibida solamente, realiza el procesamiento de 3R para la señal eléctrica convertida, convierte la señal eléctrica procesada en una señal óptica y envía la señal a la salida.
- 10 Si el dispositivo de E-R es capaz de detección de señal, el dispositivo E-R obtiene la señal óptica de flujo descendente enviada desde el terminal OLT u obtiene la señal óptica de flujo ascendente enviada desde la unidad ONU y detecta la señal óptica recibida para comprobar si ocurre la pérdida de señal (LOS); si ocurre LOS, el dispositivo de E-R reenvía una señal de indicación de alarma LOS al OLT o a la ONU, que envía la señal óptica. El dispositivo E-R puede obtener, además, la señal eléctrica después de la conversión O/E, realiza la alineación de tramas para la trama de datos en la señal eléctrica obtenida para determinar si ocurre una pérdida de trama (LOF) en la señal eléctrica. Si ocurre LOF, el dispositivo de E-R reenvía una señal de indicación de alarma de LOF al OLT o a la ONU, que envía la señal óptica. El dispositivo E-R puede realizar, además, la comprobación de datos para la trama de datos alineada y determinar si ocurre SF o SD en la señal eléctrica en función del resultado de la comprobación de datos. Si ocurre SF o SD, el dispositivo E-R reenvía una señal de indicación de alarma de SF o SD al OLT o a la ONU que envía la señal óptica.

20

En el proceso anterior, la señal de indicación de alarma se reenvía al OLT o a la ONU, en el lado del transmisor, para que el OLT o la ONU, en el lado del transmisor, conozca la presencia de un fallo operativo en la ruta de transmisión entre OLT / ONU y el dispositivo de E-R y para facilitar al OLT o a la ONU localizar el fallo y/o prestar asistencia técnica en la conmutación de la ruta de transmisión. Además, si se detecta SF o SD, el dispositivo E-R puede insertar, además, una señal de indicación de alarma en la señal enviada a la ONU o al OLT en el lado del receptor. Esta señal de indicación de alarma presta asistencia a la ONU o al OLT en el lado del receptor en la determinación y selección de la señal no defectuosa y en el rechazo de la señal defectuosa.

En este caso, la estructura del dispositivo E-R capaz de detección de señal se representa en la Figura 10. La Figura 10 ilustra una estructura de un dispositivo E-R según una forma de realización de la presente invención. El dispositivo de E-R incluye una unidad O/E 101, una unidad de regeneración de señal 102, una unidad E/O 103, una unidad de detección 104 y una unidad de alarma 105.

La unidad O/E 101 está configurada para: recibir una señal óptica desde la ONU o el OLT y convertir la señal óptica recibida en una señal eléctrica.

La unidad de regeneración de señal 102 está configurada para realizar el procesamiento de 3R para la señal eléctrica convertida desde la unidad O/E 101.

La unidad E/O 103 está configurada para: convertir la señal eléctrica procesada por la unidad de regeneración de señal 102 en una señal óptica y para enviar la señal óptica al OLT o a la ONU en el lado del receptor.

La unidad de detección 104 está configurado para: obtener la señal óptica enviada por la ONU o el OLT desde la unidad O/E 101, para detectar si ocurre una pérdida LOS en la señal óptica y para enviar una notificación de alarma a la unidad de alarma 105 si ocurre una pérdida LOS.

La unidad de alarma 105 está configurada para reenviar una señal de indicación de alarma al OLT o a la ONU, que envía la señal óptica, después de recibir la notificación de alarma desde la unidad de detección 104 o está configurada, además, para insertar una señal de indicación de alarma en la señal procesada por la unidad de regeneración de señal 102 después de recibir la notificación de alarma desde la unidad de detección 104.

La unidad de detección 104 está configurada, además, para: detectar si ocurre una pérdida LOF en la señal procesada por la unidad de regeneración de señal 102 y para enviar una notificación de alarma a la unidad de alarma 105 si ocurre una pérdida LOF y está configurada, además: para detectar si ocurre SF o SD en la señal y para enviar una notificación de alarma a la unidad de alarma 105 si ocurre SF o SD.

Los dispositivos E-R de tipo A-III, tipo B-II, tipo C-II y tipo D-II se detallan a continuación. Los dispositivo E-R de tipo A-III, tipo B-II, tipo C-II y tipo D-II son dispositivo de E-R de interfaz óptica dual. Cada uno de dichos dispositivos E-R incluye dos unidades O/E y dos unidades E/O. Las dos unidades O/E están conectadas a dos rutas de transmisión de fibras y reciben señales desde el OLT o la ONU y las dos ONUs E/O están conectadas a las dos rutas de transmisión de fibras y envían las señales procesadas a al ONU o al OLT.

El método para realizar la protección del sistema de LR-PON, a través del dispositivo E-R de interfaz óptica dual, incluye lo siguiente: el dispositivo de E-R obtiene señales ópticas transmitidas a través de dos rutas de transmisión en un lado y realiza la conversión O/E para las señales ópticas transmitidas a través de las dos rutas; selecciona una señal eléctrica en una ruta entre las señales eléctricas convertidas en las dos rutas y realiza el procesamiento de 3R para la señal eléctrica seleccionada, realiza la conversión E/O para la señal eléctrica procesada y envía la señal eléctrica convertida a través de dos rutas de transmisión de fibras en el otro lado. En el método anterior, el sistema de LR-PON está protegido a través de un mecanismo de "enviar una señal en dos rutas y recibir una señal en solamente una ruta, de forma selectiva" (en adelante referido como un mecanismo de "envío dual y recepción selectiva").

Las señales en las dos rutas son detectadas y se selecciona una señal eléctrica entre las señales eléctricas convertidas en las dos rutas. La señal eléctrica seleccionada puede ser la señal eléctrica de mejor calidad o la señal eléctrica seleccionada de forma aleatoria. La señal se puede seleccionar en dos métodos. Los dos métodos de selección se detallan a continuación mediante dos formas de realización.

La Figura 11 es un diagrama de flujo de un primer método para realizar la protección de LR-PON a través de un dispositivo E-R de interfaz óptica dual, según una forma de realización de la presente invención. Según se ilustra en la Figura 11, el método comprende las etapas siguientes:

Etapas 1101: El dispositivo de E-R obtiene señales ópticas transmitidas a través de dos rutas por el OLT o la ONU en un lado y realiza la conversión O/E para las señales ópticas en ambas rutas para obtener señales eléctricas transmitidas en las dos rutas.

Etapa 1102: El dispositivo de E-R detecta si ocurre una pérdida LOS en la señal eléctrica convertida. Si ocurre LOS en una ruta, el proceso prosigue con la etapa 1103; si no se produce la pérdida LOS en una u otra de las dos rutas, el proceso prosigue con la etapa 1104 y, si ambas rutas implican pérdidas LOS, el proceso prosigue con la etapa 1109.

5 En esta etapa, la detección sobre si cualquier señal óptica se pierde, o no, en las dos rutas puede incluir: detectar la potencia óptica de la señal óptica en una u otra ruta para comprobar si la tensión o corriente de cualquier señal eléctrica, después de la conversión O/E, es más baja que un umbral preestablecido de tensión o corriente y si la respuesta es afirmativa, la determinación de que esta ruta implica pérdidas LOS.

10 Además, en esta etapa, después de detectar que una ruta implica pérdidas LOS, el dispositivo E-R determina que esta ruta está en condición defectuosa y puede reenviar una señal de indicación de alarma de LOS al OLT o a la ONU que envía la señal. Si la señal es una señal de flujo ascendente, el dispositivo E-R puede reenviar una señal de indicación de alarma de pérdida LOS de flujo ascendente a la ONU y, si la señal es una señal de flujo descendente, el dispositivo E-R puede reenviar una señal de indicación de alarma de pérdida LOS de flujo descendente al terminal OLT. El dispositivo de E-R puede insertar una señal de indicación de alarma en la señal procesada 3R y enviar la señal a la ONU o al OLT que recibe la señal. Si la señal es una señal de flujo ascendente, el dispositivo E-R puede insertar una señal de indicación de alarma de pérdida LOS de flujo ascendente y enviar la señal al terminal OLT y, si la señal es una señal de flujo descendente, el dispositivo E-R puede insertar una señal de indicación de alarma de pérdida LOS de flujo descendente y enviar la señal a la ONU.

20 Etapa 1103: El dispositivo E-R selecciona la señal eléctrica convertida en la ruta que no implica pérdida LOS y el proceso prosigue con la etapa 1111.

25 Etapa 1104: El dispositivo de E-R obtiene señales eléctricas en las dos rutas después de la conversión O/E y detecta si ocurre LOF en las señales eléctricas en las dos rutas. Si ocurre LOF en una ruta, el proceso prosigue con la etapa 1105; si ninguna ruta implica pérdidas LOF, el proceso prosigue con la etapa 1106 y, si ambas rutas implican pérdidas LOF, el proceso prosigue con la etapa 1109.

30 En esta etapa, la detección sobre si ocurre pérdida LOF en las señales eléctricas se puede realizar mediante la alineación de tramas de las señales eléctricas convertidas.

35 Además, en esta etapa, después de detectar que una ruta implica pérdidas LOF, el dispositivo E-R puede reenviar una señal de indicación de alarma de LOF al OLT o a la ONU que envía la señal. Si la señal es una señal de flujo ascendente, el dispositivo E-R puede reenviar una señal de indicación de alarma de LOF de flujo ascendente a la ONU y, si la señal es una señal de flujo descendente, el dispositivo E-R puede reenviar una señal de indicación de alarma de LOF de flujo descendente al OLT. El dispositivo E-R puede insertar una señal de indicación de alarma de LOF en la señal procesada 3R y enviar la señal a la ONU o al OLT que recibe la señal. Si la señal es una señal de flujo ascendente, el dispositivo E-R puede insertar una señal de indicación de alarma de LOF de flujo ascendente y enviar la señal al terminal OLT y, si la señal es de flujo descendente, el dispositivo E-R puede insertar una señal de indicación de alarma de LOF de flujo descendente y enviar la señal a la ONU.

40 Etapa 1105: El dispositivo E-R selecciona la señal eléctrica en una ruta que no implica pérdidas LOF y luego, el proceso prosigue con la etapa 1111.

45 Etapa 1106: El dispositivo E-R detecta si existe SF en las señales eléctricas en las dos rutas después de la conversión O/E. Si ocurre SF en la señal eléctrica en una sola ruta, el proceso prosigue con la etapa 1107; si ocurre SF en la señal eléctrica en ambas rutas, el proceso prosigue con la etapa 1109 y, si no se produce SF en una u otra de las señales eléctricas en las dos rutas, el proceso prosigue con la etapa 1108.

50 La detección de SF de la señal eléctrica después de la conversión O/E, en esta etapa, puede incluir: la realización de la comprobación de datos para la señal eléctrica de trama alineada, el conteo de la tasa de error binaria en función del resultado de la comprobación de datos, la determinación de si la tasa de error binaria es más alta que un umbral de SF preestablecido y la determinación de que se produce SF en la señal eléctrica si la tasa de error binaria es más alta que el umbral de SF preestablecido.

55 Además, en esta etapa, después de detectar que una ruta implica SF, el dispositivo E-R puede reenviar una señal de indicación de alarma de SF al terminal OLT o la unidad ONU que envía la señal. Si la señal es una señal de flujo ascendente, el dispositivo E-R puede reenviar una señal de indicación de alarma de SF de flujo ascendente a la ONU y, si la señal es de flujo descendente, el dispositivo E-R puede reenviar una señal de indicación de alarma de SF de flujo descendente al terminal OLT. El dispositivo de E-R puede insertar una señal de indicación de alarma en la señal procesada 3R y enviar la señal a la ONU o al OLT que recibe la señal. Si la señal es una señal de flujo ascendente, el dispositivo E-R puede insertar una señal de indicación de alarma de SF de flujo ascendente y enviar la señal al terminal OLT y, si la señal es una señal de flujo descendente, el dispositivo E-R puede insertar una señal de indicación de alarma de SF de flujo descendente y enviar la señal a la ONU.

65

Etapa 1107: El dispositivo E-R selecciona la señal eléctrica en una ruta que no implica a SF y luego, el proceso prosigue con la etapa 1111.

5 Etapa 1108: El dispositivo E-R detecta si ocurre SD en las señales eléctricas en las dos rutas después de la conversión O/E. Si ocurre SD en la señal eléctrica en una ruta, el proceso prosigue con la etapa 1110; si ocurre SD en ambas rutas o en ninguna ruta, el proceso prosigue con la etapa 1109.

10 La detección de SD de la señal eléctrica después de la conversión O/E, en esta etapa, puede incluir: la realización de la comprobación de datos para la señal eléctrica de tramas alineadas, el conteo de tasa binaria de error en función del resultado de la comprobación de datos, la determinación de si la tasa binaria de error es más alta que un umbral de SD preestablecido y la determinación de que se produce SD en la señal eléctrica si la tasa binaria de error es más alta que el umbral SD preestablecido.

15 Además, en esta etapa, después de detectar que una ruta implica SD, el dispositivo E-R puede reenviar una señal de indicación de alarma de SD al OLT o a la ONU que envía la señal. Si la señal es de flujo ascendente, el dispositivo E-R puede reenviar una señal de indicación de alarma de SD de flujo ascendente a la ONU y, si la señal es de flujo descendente, el dispositivo E-R puede reenviar una señal de indicación de alarma de SD de flujo descendente al terminal OLT. El dispositivo E-R puede insertar una señal de indicación de alarma en la señal procesada 3R y enviar la señal a la ONU o al OLT que recibe la señal. Si la señal es de flujo ascendente, el dispositivo E-R puede insertar una señal de
20 indicación de alarma de SD de flujo ascendente y enviar la señal al OLT y si la señal es una señal de flujo descendente, el dispositivo E-R puede insertar una señal de indicación de alarma de SD de flujo descendente y enviar la señal a la unidad ONU.

25 Etapa 1109: El dispositivo E-R selecciona la señal eléctrica en una u otra ruta y luego, el proceso prosigue con la etapa 1111.

Etapa 1110: El dispositivo E-R selecciona la señal eléctrica en una ruta que no implica SD.

30 Etapa 1111: El dispositivo E-R realiza el procesamiento de 3R para la señal eléctrica seleccionada y envía la señal a dos interfaces de E/O para la conversión E/O. Después de la conversión E/O, el dispositivo E-R envía la señal óptica convertida a través de dos rutas de transmisión de fibras en el otro lado.

35 La tabla 3 indica la correspondiente decisión de valor verdadero en el flujo representado en la Figura 11. En esta tabla, LOS representa una pérdida de señal; LOF representa una pérdida de trama; SF representa un fallo de señal; SD representa una degradación de la señal; A representa una ruta de transmisión de fibras; B representa la otra ruta de transmisión de fibras; 1 significa que se detecta un defecto; 0 significa que no se detecta ningún defecto y X es un valor aleatorio.

Tabla 3

40

LOS_A	LOS_B	LOF_A	LOF_B	SF_A	SF_B	SD_A	SD_B	Resultado de selección
1	0	X	X	X	X	X	X	Se selecciona B
0	1	X	X	X	X	X	X	Se selecciona A
1	1	X	X	X	X	X	X	Se selecciona una u otra ruta
0	0	1	0	X	X	X	X	Se selecciona B
0	0	0	1	X	X	X	X	Se selecciona A
0	0	1	1	X	X	X	X	Se selecciona una u otra ruta
0	0	0	0	1	0	X	X	Se selecciona B
0	0	0	0	0	1	X	X	Se selecciona A
0	0	0	0	1	1	X	X	Se selecciona una u otra ruta
0	0	0	0	0	0	1	0	Se selecciona B
0	0	0	0	0	0	0	1	Se selecciona A
0	0	0	0	0	0	1	1	Se selecciona una u otra ruta
0	0	0	0	0	0	0	0	Se selecciona una u otra ruta

La Figura 12 es un diagrama de flujo de un segundo método para realizar la protección de LR-PON a través de un dispositivo de E-R de interfaz óptica dual, según una forma de realización de la presente invención. Según se ilustra en la Figura 12, el método incluye las etapas siguientes:

45

Etapa 1201: El dispositivo E-R obtiene las señales ópticas transmitidas a través de dos rutas de transmisión por el terminal OLT o la unidad ONU en un lado y realiza la conexión O/E para las señales ópticas en ambas rutas para obtener señales eléctricas transmitidas en las dos rutas.

5 Etapa 1202: El dispositivo E-R selecciona la señal eléctrica en una u otra ruta (que se considera como la primera ruta). El dispositivo E-R detecta si ocurre pérdida LOS en la señal eléctrica en la primera ruta; si ocurre pérdida LOS en la señal eléctrica en la primera ruta, el proceso prosigue con la etapa 1203 y, si no se produce LOS en la señal eléctrica en la primera ruta, el proceso prosigue con la etapa 1204.

10 En esta etapa, la señal eléctrica en una u otra ruta se selecciona, en donde la señal eléctrica seleccionada puede estar en una ruta seleccionada de forma aleatoria o selecciona con anterioridad.

Etapa 1203: El dispositivo E-R selecciona la señal eléctrica en la otra ruta (que se considera como la segunda ruta) y luego, el proceso prosigue con la etapa 1211.

15 Etapa 1204: El dispositivo E-R determina si ocurre LOF en la señal eléctrica en la primera ruta; si ocurre LOF en la señal eléctrica en la primera ruta, el proceso prosigue con la etapa 1205 y, si no se produce LOF en la señal eléctrica en la primera ruta, el proceso prosigue con la etapa 1206.

20 Etapa 1205: El dispositivo E-R determina si ocurre LOS en la señal eléctrica en la segunda ruta; si ocurre LOS en la señal eléctrica en la segunda ruta, el dispositivo E-R selecciona todavía la señal eléctrica en la primera ruta y luego, el proceso prosigue con la etapa 1211 y, si no se produce LOS en la señal eléctrica en la segunda ruta, el dispositivo E-R selecciona la señal eléctrica en la segunda ruta y luego, el proceso prosigue con la etapa 1211.

25 En esta forma de realización, el resultado de la detección sobre la señal eléctrica en una u otra ruta puede ser objeto de memorización. El dispositivo E-R puede determinar si ocurre LOS en la señal eléctrica en la segunda ruta en esta etapa, en función del resultado de la detección que se memoriza sobre la segunda ruta; o bien, realizar la detección de LOS para la señal eléctrica en la segunda ruta y luego, realizar la determinación consiguiente en función del resultado de la detección.

30 Etapa 1206: El dispositivo E-R detecta si ocurre SF en la señal óptica en la primera ruta; si no se produce SF en la señal óptica en la primera ruta, el proceso prosigue con la etapa 1207 y si no se produce SF en la señal óptica en la primera ruta, el proceso prosigue con la etapa 1208.

35 Etapa 1207: El dispositivo E-R determina si ocurre LOS o LOF en la señal eléctrica en la segunda ruta; si ocurre LOS o LOF en la señal eléctrica en la segunda ruta, el dispositivo E-R selecciona la señal eléctrica en la primera ruta y luego, el proceso prosigue con la etapa 1211 y si no se produce LOS o LOF en la señal eléctrica en la segunda ruta, el dispositivo E-R selecciona la señal eléctrica en la segunda ruta y luego, el proceso prosigue con la etapa 1211.

40 El dispositivo E-R puede determinar si ocurre LOS o LOF en la señal eléctrica en la segunda ruta en función del resultado de la detección que se memoriza sobre la segunda ruta o, detectar LOS o LOF en la señal eléctrica de la segunda ruta y luego, realizar una determinación en función del resultado de la detección.

45 Etapa 1208: El dispositivo E-R detecta si ocurre SD en la señal óptica en la primera ruta, si ocurre SD en la señal óptica en la primera ruta, el proceso prosigue con la etapa 1209 y si no produce SD en la señal óptica en la primera ruta, el proceso prosigue con la etapa 1210.

50 Etapa 1209: El dispositivo E-R determina si ocurre LOS, LOF o SF en la señal eléctrica en la segunda ruta; si ocurre LOS, LOF o SF en la señal eléctrica en la segunda ruta, el dispositivo E-R selecciona la señal eléctrica en la primera ruta y luego, el proceso prosigue con la etapa 1211 y, si no se produce LOS, LOF o SF en la señal eléctrica en la segunda ruta, el dispositivo E-R selecciona la señal eléctrica en la segunda ruta y luego, el proceso prosigue con la etapa 1211.

55 El dispositivo E-R puede determinar si ocurre LOS, LOF o SF en la señal eléctrica en la segunda ruta en función del resultado de detección que se memoriza sobre la segunda ruta o, detectar LOS, LOF o SF en la señal eléctrica en la segunda ruta y luego, realizar la determinación correspondiente en función del resultado de la detección.

Etapa 1210: El dispositivo E-R selecciona la señal eléctrica en la primera ruta.

60 Etapa 1211: El dispositivo E-R realiza el procesamiento de 3R para la señal eléctrica seleccionada y envía la señal a dos interfaces de E/O para la conversión E/O. Después de la conversión E/O, el dispositivo E-R envía la señal óptica convertida a través de dos rutas de transmisión de fibras en el otro lado.

65 El modo de detección de LOS, LOF, SF o SD y el modo de envío de una alarma después de la detección de LOS, LOF, SF o SD en el flujo ilustrado en la Figura 12 son los mismos que los ilustrados en la Figura 11 y se describen a continuación.

5 La tabla 4 muestra la decisión de valor verdadero correspondiente en el flujo ilustrado en la Figura 12. En esta tabla, LOS representa una pérdida de señal; LOF representa una pérdida de trama; SF representa un fallo de señal; SD representa una degradación de señal; A representa una ruta de transmisión de fibras; B representa la otra ruta de transmisión de fibras; 1 significa que se detecta un defecto; 0 significa que no se detecta ningún defecto; X es un valor aleatorio y el sufijo h representa el resultado de la detección sobre la señal en la otra ruta, que puede ser el resultado de la detección anterior que se memoriza en la unidad de memorización.

Tabla 4

LOS_B_h	LOF_B_h	SF_B_h	SD_B_h	Valor actual-mente seleccionado	LOS	LOF	SF	SD	Resultado de la selección
1	X	X	X	A	0	X	X	X	El estado actual (A) se mantiene
0	X	X	X	A	1	X	X	X	Se selecciona B
1	X	X	X	A	1	X	X	X	El estado actual (A) se mantiene
0	1	X	X	A	0	0	X	X	El estado actual (A) se mantiene
0	0	X	X	A	0	1	X	X	Se selecciona B
0	1	X	X	A	0	1	X	X	El estado actual (A) se mantiene
0	0	1	X	A	0	0	0	X	El estado actual (A) se mantiene
0	0	0	X	A	0	0	1	X	Se selecciona B
0	0	1	X	A	0	0	1	X	El estado actual (A) se mantiene
0	0	0	1	A	0	0	0	0	El estado actual (A) se mantiene
0	0	0	0	A	0	0	0	1	Se selecciona B
0	0	0	1	A	0	0	0	1	El estado actual (A) se mantiene
0	0	0	0	A	0	0	0	0	El estado actual (A) se mantiene

10 Resulta evidente que la Figura 11 es diferente de la Figura 12 por cuanto que: en el flujo ilustrado en la Figura 11, las señales en las dos rutas se detectan por separado y luego, se selecciona la mejor en función del resultado de la detección y a continuación, se envía a través de dos rutas de transmisión; en el flujo ilustrado en la Figura 12, se detecta la señal en una sola ruta y si la señal en esta ruta es defectuosa, se realiza la conmutación para detectar la señal en la segunda ruta y por último, se selecciona la mejor en función del resultado de la detección y luego, se envía a través de dos rutas de transmisión. En el flujo ilustrado en la Figura 11, las señales en las dos rutas se detectan por separado y luego, se selecciona la mejor en función del resultado de la detección y por lo tanto, las operaciones de detección, determinación y conmutación automática son rápidas. En el flujo ilustrado en la Figura 12, la selección se realiza antes de la detección y solamente una ruta de señal necesita detectarse, lo que es más costoso.

15 Además, un flujo del método completo se proporciona en la Figura 11 y en la Figura 12. En la práctica, solamente la pérdida LOS de la señal eléctrica se puede detectar o se puede detectar LOS y LOF o se puede detectar LOS, LOF, SF y SD. El orden de gravedad de los defectos es: LOS > LOF > SF > SD.

20 La Figura 13 ilustra una estructura de un dispositivo E-R de interfaz óptica dual según una forma de realización de la presente invención. Según se ilustra en la Figura 13, el dispositivo E-R puede comprender: dos unidades O/E 1300, una unidad de conmutación automática 1310, una unidad de regeneración de señal 1320 y dos unidades E/O 1330.

ES 2 396 796 T3

Cada unidad E/O 1300 está configurada para: recibir una señal óptica enviada a lo largo de una ruta de transmisión de fibras conectada a la unidad O/E y realizar la conversión O/E para la señal óptica para obtener una señal eléctrica.

5 La unidad de conmutación automática 1310 está configurada para seleccionar la señal eléctrica en una ruta entre las señales eléctricas transmitidas en dos rutas y obtenidas a partir de las unidades O/E 1300.

10 La unidad de regeneración de señal 1320 está configurada para: realizar un procesamiento de 3R para la señal eléctrica seleccionada por la unidad de conmutación automática 1310 y para enviar la señal eléctrica procesada a las dos unidades E/O 1330.

Cada unidad E/O 1330 está configurada para: convertir la señal eléctrica enviada por la unidad de regeneración de señal 1320 en una señal óptica y para enviar la señal óptica a través de una ruta de transmisión de fibras conectada a la unidad E/O.

15 La unidad de conmutación automática 1310 puede incluir:

una primera unidad de detección de LOS 1311, configurada para detectar LOS de la señal eléctrica convertida desde una de las unidades O/E;

20 una segunda unidad de detección de LOS 1312, configurada para detectar LOS de la señal eléctrica convertida desde la otra unidad O/E;

25 una unidad de decisión 1313, configurada para decidir si ocurre LOS en la señal eléctrica en solamente una ruta en función de los resultados de detección de la primera unidad de detección de LOS 1311 y la segunda unidad de detección de LOS 1312 y

una unidad de selección 1314, configurada para seleccionar la señal eléctrica en la ruta que no implica LOS cuando la unidad de decisión 1313 decide que se produce LOS en la señal eléctrica en solamente una ruta.

30 Si la detección implica solamente LOS y no se detecta ningún otro defecto, la unidad de selección 1314 está configurada, además, para seleccionar la señal eléctrica en una u otra ruta cuando la unidad de decisión 1313 decide que se produce LOS en ambas rutas o en ninguna ruta.

35 La unidad de conmutación automática 1310 puede incluir, además:

una primera unidad de detección de LOF 1315, configurada para detectar LOF de la señal eléctrica en una de las rutas cuando la unidad de decisión 1313 decide que se produce LOS en la señal en ninguna ruta y

40 una segunda unidad de detección de LOF 1316, configurada para detectar LOF de la señal eléctrica en la otra ruta cuando la unidad de decisión 1313 decide que no se produce LOS en la señal eléctrica en ninguna ruta.

La primera unidad de detección de LOF 1315 y la segunda unidad de detección de LOF 1316 pueden ser unidades de alineación de tramas.

45 La unidad de decisión 1313 puede configurarse, además, para decidir si ocurre LOF en la señal eléctrica en solamente una ruta en función de los resultados de detección de la primera unidad de detección de LOF 1315 y la segunda unidad de detección de LOF 1316.

50 La unidad de selección 1314 está configurada, además, para seleccionar la señal eléctrica de la ruta que no implica LOF cuando la unidad de decisión 1313 decide que se produce LOF en la señal eléctrica en solamente una ruta.

55 Si la detección implica solamente LOS y LOF sin detectar otros defectos, la unidad de selección 1314 está configurada, además, para seleccionar la señal eléctrica en una u otra ruta cuando la unidad de decisión 1313 decide que se produce LOF en ambas rutas o en ninguna ruta.

La unidad de conmutación automática 1310 puede incluir, además:

60 una primera unidad de detección de SF 1317, configurada para detectar SF de la señal eléctrica en una de las rutas cuando la unidad de decisión 1313 decide que no se produce LOF en la señal eléctrica en ninguna ruta y

una segunda unidad de detección de SF 1318, configurada para detectar SF de la señal eléctrica en la otra ruta cuando la unidad de decisión 1313 decide que no se produce LOF en la señal eléctrica en ninguna ruta.

65 La primera unidad de detección de SF 1317 y la segunda unidad de detección de SF 1318 pueden ser unidades de comprobación de datos.

La unidad de decisión 1313 puede configurarse, además, para decidir si ocurre SF en la señal eléctrica en solamente una ruta en función de los resultados de la detección de la primera unidad de detección de SF 1317 y la segunda unidad de detección de SF 1318.

- 5 La unidad de selección 1314 puede configurarse, además, para seleccionar la señal eléctrica en la ruta que no implica SF cuando la unidad de decisión 1313 decide que se produce SF en la señal eléctrica en solamente una ruta.

10 Si la detección implica solamente a LOS, LOF y SF sin detectar otros defectos, la unidad de selección 1314 está configurada, además, para seleccionar la señal eléctrica en una u otra ruta cuando la unidad de decisión 1313 decide que se produce SF en ambas rutas o en ninguna ruta.

Si la detección necesita implicar a SD, la unidad de conmutación automática 1310 puede incluir, además:

- 15 una primera unidad de detección de SD 1324, configurada para detectar SD en la señal eléctrica en una de las rutas cuando la unidad de decisión 1313 decide que no se produce SF en la señal eléctrica en ninguna ruta y

una segunda unidad de detección de SD 1325, configurada para detectar SD en la señal eléctrica en la otra ruta cuando la unidad de decisión 1313 decide que no se produce en la señal eléctrica en ninguna ruta.

- 20 La unidad de decisión 1313 está configurada, además, para decidir si ocurre SD en la señal eléctrica en solamente una ruta en función de los resultados de la detección de la primera unidad de detección de SD 1324 y la segunda unidad de detección de SD 1325.

- 25 La unidad de selección 1314 está configurada, además, para: seleccionar la señal eléctrica en la ruta que no implica SD cuando la unidad de decisión 1313 decide que se produce SD en la señal eléctrica en solamente una ruta y para seleccionar la señal eléctrica en una u otra ruta cuando se produce SD en las señales eléctricas en ambas rutas o en ninguna de ellas.

- 30 La unidad de conmutación automática 1310 puede incluir, además: una unidad de alarma de LOS 1319, configurada para reenviar una señal de indicación de alarma de LOS al OLT o la ONU del lado del transmisor a lo largo de una ruta de transmisión en sentido inverso a la ruta que implica LOS, cuando se detecta LOS por la primera unidad de detección de LOS 1311 o la segunda unidad de detección de LOS 1312 y/o insertar una señal de indicación de alarma LOS en la misma señal de flujo descendente en la misma dirección en la ruta que implica a LOS.

- 35 La unidad de conmutación automática 1310 puede incluir, además: una unidad de alarma de LOF 1321, configurada para enviar una señal de indicación de alarma de LOF al OLT o la ONU en el lado del transmisor, a lo largo de una ruta de transmisión inversa a la ruta que implica LOF cuando se detecta LOF por la primera unidad de detección de LOF 1315 o la segunda unidad de detección de LOF 1316 y/o insertar una señal de indicación de alarma de LOF en la misma señal de flujo descendente en la misma dirección en la ruta que implica a LOF.

- 40 La unidad de conmutación automática 1310 puede incluir, además: una unidad de alarma de SF 1322, configurara para reenviar una señal de indicación de alarma de SF al terminal OLT o a la ONU en el lado del transmisor a lo largo de una ruta de transmisión inversa a la ruta que implica a SF cuando se detecta SF por la primera unidad de detección de SF 1317 o la segunda unidad de detección de SF 1318 y/o insertar una señal de indicación de alarma de SF en la señal de flujo descendente de la misma dirección en la ruta que implica a SF.

- 45 La unidad de conmutación automática 1310 puede incluir, además: una unidad de alarma de SD 1323, configurada para reenviar una señal de indicación de alarma de SD al terminal OLT o a la unidad ONU en el lado del transmisor a lo largo de una ruta de transmisión inversa a la ruta que implica a SD cuando se detecta SD por la primera unidad de detección de SD 1324 o la segunda unidad de detección de SD 1325 y/o insertar una indicación de alarma de SD en la señal de flujo descendente de la misma dirección en la ruta que implica a SD.

- 50 La unidad de alarma de LOS 1319, la unidad de alarma de LOF 1321, la unidad de alarma de SF 1322 y la unidad de alarma de SD 1323 pueden establecerse independientemente de la unidad de conmutación automática 1310.

- 55 La Figura 14 representa otra estructura de la unidad de conmutación automática 1310. Esta unidad de conmutación automática 1310 puede incluir:

- 60 una unidad de selección 1401, configurada para seleccionar la señal eléctrica en una u otra ruta (que se considera como la primera ruta) después de que se realice la conversión por dos unidades O/E;

una unidad de detección de LOS 1402, configurada para detectar LOS de la señal eléctrica en la primera ruta seleccionada por una unidad de selección 1401 y

- 65 una unidad de decisión 1403, configurada para decidir si ocurre LOS en la señal eléctrica en la primera ruta en función del resultado de la detección de la unidad de detección de LOS 1402.

La unidad de selección 1401 está configurada además para seleccionar la señal eléctrica en la otra ruta (que se considera como la segunda ruta) cuando la unidad de decisión 1403 decide que se produce LOS en la señal eléctrica en la primera ruta.

5 El dispositivo E-R puede incluir, además, una unidad de memorización 1400, que está configurada para memorizar el resultado de la detección sobre la señal eléctrica en una u otra ruta.

10 La unidad de conmutación automática 1310 puede incluir, además, una unidad de detección de LOF 1404, que está configurada para detectar LOF de la señal eléctrica en la primera ruta cuando la unidad de decisión 1403 decide que no se produce ninguna LOS en la señal eléctrica en la primera ruta.

La unidad de detección de LOF 1404 puede ser una unidad de alineación de tramas.

15 La unidad de decisión 1403 está configurada, además, para: determinar si ocurre LOF en la señal eléctrica en una ruta en función del resultado de la detección de la unidad de detección de LOF 1404 y para determinar si ocurre LOS en la señal eléctrica en la segunda ruta en función del resultado de la detección sobre la señal eléctrica en la segunda ruta que se memoriza en la unidad de memorización 1400 o en función del resultado de la detección obtenido después de que la señal eléctrica, en la segunda ruta, se envíe a la unidad de detección de LOS 1402 para su detección.

20 La unidad de selección 1401 está configurada para: seleccionar la señal eléctrica en la primera ruta cuando la unidad de decisión 1403 decide que se produce LOF en la señal eléctrica en la primera ruta y se produce LOS en la señal eléctrica en la segunda ruta y para seleccionar la señal eléctrica en la segunda ruta cuando la unidad de decisión 1403 decide que se produce LOF en la señal eléctrica en la primera ruta pero no se produce ninguna LOS en la señal eléctrica en la segunda ruta.

25 La unidad de conmutación automática 1310 puede incluir, además, una unidad de detección de fallo de trama 1405, que está configurada para detectar SF de la señal eléctrica en la primera ruta cuando la unidad de decisión 1403 decide que no se produce ninguna LOF en la señal eléctrica en la primera ruta.

30 La unidad de detección de SF 1405 puede ser una de comprobación de datos.

35 La unidad de decisión 1403 está configurada, además, para: determinar si ocurre SF en la señal eléctrica en la primera ruta en función del resultado de la detección de la unidad de detección de SF 1405 y, si la respuesta es afirmativa, determinar si ocurre LOS o LOF en la señal eléctrica en la segunda ruta, en función del resultado de detección sobre la señal eléctrica en la segunda ruta que se memoriza en la unidad de memorización 1400 o en función del resultado de detección obtenido después de que la señal eléctrica en la segunda ruta se envíe a la unidad de detección de LOS 1402 y/o la unidad de detección de LOF 1404 para su detección.

40 La unidad de selección 1401 está configurada para: seleccionar la señal eléctrica en la primera ruta cuando la unidad de decisión 1403 decide que se produce SF en la señal eléctrica en la primera ruta y LOS o LOF se produce en la señal eléctrica en la segunda ruta y para seleccionar la señal eléctrica en la segunda ruta cuando la unidad de decisión 1403 decide que se produce SF en la señal eléctrica en la primera ruta pero que no se produce ninguna LOS ni LOF en la señal eléctrica en la segunda ruta.

45 La unidad de conmutación automática 1310 puede incluir, además, una unidad de detección de SD 1410, que está configurada para detectar SD en la señal eléctrica en la primera ruta cuando la unidad de decisión 1403 decide que no se produce ninguna SF en la señal eléctrica en la primera ruta.

50 La unidad de decisión 1403 está configurada, además, para: determinar si ocurre SD en la señal eléctrica en la primera ruta en función del resultado de detección de la unidad de detección de SD 1410 y, si la respuesta es afirmativa, determinar si ocurre LOS, LOF o SF en la señal eléctrica en la segunda ruta en función del resultado de la detección sobre la señal eléctrica en la segunda ruta que se memoriza en la unidad de memorización 1400 o en función del resultado de detección obtenido después de que la señal eléctrica en la segunda ruta se envíe a la unidad de detección de LOS 1402 y/o la unidad de detección de LOF 1404 y/o la unidad de detección de SF 1405 para su detección.

55 La unidad de selección 1401 está configurada, además: seleccionar la señal eléctrica en la primera ruta cuando la unidad de decisión 1403 decide que se produce SD en la señal eléctrica en la primera ruta y ocurre LOS, LOF o SF en la señal eléctrica en la segunda ruta y para seleccionar la señal eléctrica en la segunda ruta cuando la unidad de decisión 1403 decide que se produce SD en la señal eléctrica en la primera ruta pero no se produce LOS, LOF o SF en la señal eléctrica en la segunda ruta.

60 La unidad de conmutación automática 1310 puede incluir, además: una unidad de alarma de LOS 1406, configurada para: reenviar una señal de indicación de alarma de LOS, al OLT o a la ONU en el lado del transmisor, a lo largo de una ruta de transmisión inversa a la ruta que implica a LOS cuando se detecta LOS por la unidad de detección de LOS 1402

65

y/o insertar una señal de indicación de alarma de LOS en la señal de flujo descendente de la misma dirección en la ruta que implica a LOS.

5 La unidad de conmutación automática 1310 puede incluir, además: una unidad de alarma de LOF 1407, configurada para: reenviar una señal de indicación de alarma de LOF, al OLT o a la ONU en el lado del transmisor, a lo largo de una ruta de transmisión inversa a la ruta que implica a LOF cuando se detecta LOF por la unidad de detección de LOF 1404 y/o insertar una señal de indicación de alarma de LOF en la señal de flujo descendente de la misma dirección en la ruta que implica a LOF.

10 La unidad de conmutación automática 1310 puede incluir, además: una unidad de alarma de SF 1408, configurada para: reenviar una señal de indicación de alarma de SF al OLT o a la ONU en el lado del transmisor, a lo largo de una ruta de transmisión inversa a la ruta que implica a SF cuando se detecta SF por la unidad de detección de SF 1405 y/o insertar una señal de indicación de alarma de SF en la señal de flujo descendente de la misma dirección en la ruta que implica a SF.

15 El dispositivo E-R 1310 incluye, además: una unidad de alarma de SD 1409, configurada para reenviar una señal de indicación de alarma de SD al OLT o a la ONU en el lado del transmisor, a lo largo de una ruta de transmisión inversa a la ruta que implica a SD cuando se detecta SD por la unidad de detección de SD 1410 y/o insertar una señal de indicación de alarma de SD en la señal de flujo descendente de la misma dirección en la ruta que implica a SD.

20 La unidad de alarma de LOS 1406, la unidad de alarma de LOF 1407, la unidad de alarma de SF 1408 y la unidad de alarma de SD 1409 se pueden establecer con independencia de la unidad de conmutación automática 1310.

25 El sistema ilustrado en la Figura 13 corresponde al flujo representado en la Figura 11 y el sistema ilustrado en la Figura 14 corresponde al flujo representado en la Figura 12. Los sistemas en las Figuras 13 y 14 demuestran que dos unidades de detección se establecen en la Figura 13 para detectar señales en dos rutas, respectivamente, y por lo tanto, las funciones de detección, determinación y conmutación automática son rápidas. Solamente una unidad de detección se establece en la Figura 14 y por ello, el coste del equipo es bajo.

30 La solución técnica anterior demuestra que: en el método, el sistema y dispositivo para protección del sistema LR-PON, el dispositivo E-R recibe una señal óptica desde el terminal OLT o desde la unidad ONU a través de dos rutas de transmisión de fibras en un lado, realiza la conversión O/E, la regeneración de señal y la conversión E/O para la señal óptica y envía la señal a la ONU o el terminal OLT a través de dos rutas de transmisión de fibras en el otro lado. Mediante la reserva de la ruta de transmisión de fibras, un método de protección del sistema LR-PON, que no está disponible en la técnica anterior, se da a conocer para mejorar la fiabilidad del sistema LR-PON. El método, sistema y dispositivo para protección del sistema LR-PON, según la presente invención, soportan todos ellos y son compatibles con las funciones existentes de todos los dispositivos en el sistema LR-PON existente. Además, se dan a conocer múltiples tipos de protección para cumplir los diferentes requisitos y escenarios operativos de aplicación.

40 Un dispositivo E-R de interfaz óptica dual se da a conocer, en esta invención, para reducir la probabilidad de fallos que se producen en el sistema LR-PON después de que fallen múltiples secciones de fibras o se añada un nuevo dispositivo E-R. Se dan a conocer dos soluciones y el usuario puede seleccionar una de ellas en función de diferentes requisitos de rendimiento de conmutación y costes de equipos. El dispositivo de E-R, según la presente invención, es compatible con el sistema PON existente y soporta las funciones de conmutación automática y de localización de fallos del terminal OLT o de la unidad ONU existente.

Aunque la invención ha sido descrita a través de algunas formas de realización ejemplo, la invención no está limitada a dichas formas de realización. Resulta evidente para los expertos en esta técnica que se pueden realizar varias modificaciones y variaciones a la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un método de protección de Red Óptica Pasiva de Largo Alcance (LR-PON), que comprende:

5 la obtención, por un dispositivo de Relé Eléctrico, E-R, de señales ópticas transmitidas a través de dos rutas de transmisión de fibras en un lado y la realización de la conversión óptica a eléctrica (O/E) para las señales ópticas transmitidas a través de las dos rutas (1101);

10 la selección, por el dispositivo de E-R, de una señal eléctrica en una ruta entre las señales eléctricas convertidas en las dos rutas (1102-1105), en donde la selección de una señal eléctrica en una ruta entre las señales eléctricas convertidas en las dos rutas (1102-1105) comprende:

la detección de si ocurre una pérdida de señal, LOS, en las señales eléctricas convertidas (1102);

15 si ocurre una pérdida LOS en la señal eléctrica en una ruta, la selección de la señal eléctrica en la ruta que no implica LOS;

20 si se detecta que no se produce LOS en la señal eléctrica en ninguna ruta, la detección (1104) de si ocurre una pérdida de trama, LOF, en las señales eléctricas en las dos rutas y la selección de la señal eléctrica en la ruta que no implica LOF si ocurre LOF en la señal eléctrica en una ruta y

25 la realización, por el dispositivo E-R, de la regeneración de la señal para la señal eléctrica seleccionada, la realización de la conversión eléctrica a óptica, E/O, para la señal eléctrica regenerada y el envío de la señal óptica convertida a través de dos rutas de transmisión de fibras en el otro lado (1111).

2. El método según la reivindicación 1, en donde la selección, por el dispositivo de E-R, de una señal eléctrica en una ruta entre las señales eléctricas convertidas en las dos rutas comprende, además:

30 si se detecta que se produce LOS en las señales eléctricas en ambas rutas, la selección (1109) de la señal eléctrica en una u otra ruta.

3. El método según la reivindicación 1, en donde la selección, por el dispositivo de E-R, de una señal eléctrica en una ruta entre las señales eléctricas convertidas en las dos rutas comprende, además:

35 la selección (1109) de la señal eléctrica en una u otra ruta si se detecta que se produce LOF en las señales eléctricas en ambas rutas o en ninguna ruta o

40 la detección (1106) de si el fallo de señal, SF, se produce en las señales eléctricas en las dos rutas si se detecta que no ocurre LOF en la señal eléctrica en ninguna ruta y la selección de la señal eléctrica en la ruta que no implica SF, si ocurre SF en la señal eléctrica en una ruta.

4. El método según la reivindicación 3, en donde la selección, por el dispositivo de E-R, de una señal eléctrica en una ruta entre las señales eléctricas convertidas en las dos rutas comprende, además:

45 la selección (1109) de la señal eléctrica en una u otra ruta si se detecta que ocurre SF en las señales eléctricas en ambas rutas o en ninguna ruta o

50 la detección (1108) de si ocurre una degradación de la señal, SD, en las señales eléctricas en las dos rutas si se detecta que no se produce SF en la señal eléctrica en ninguna de las rutas; la selección de la señal eléctrica en la otra ruta si ocurre SD en la señal eléctrica en una ruta y la selección de la señal eléctrica en una u otra ruta si ocurre SD en las señales eléctricas en ambas rutas o en ninguna ruta.

5. Un dispositivo de Relé Eléctrico, E-R, que comprende: dos unidades de conversión óptica a eléctrica, unidades O/E (1300), una unidad de conmutación automática (1310), una unidad de regeneración de señal (1320) y dos unidades de conversión eléctrica a óptica, unidades E/O (1330), en donde:

55 cada unidad O/E (1300) está configurada para: recibir una señal óptica enviada a lo largo de una ruta de transmisión de fibras conectada a la unidad O/E y para realizar la conversión O/E para la señal óptica para obtener una señal eléctrica;

60 la unidad de conmutación automática (1310) está configurada para seleccionar una señal eléctrica en una ruta, entre las señales eléctricas transmitidas en las dos rutas y obtenida a partir de las dos unidades O/E (1300), en donde la unidad de conmutación automática (1310), comprende:

65 una primera unidad de detección de pérdida de señal, LOS (1311), configurada para detectar LOS de la señal eléctrica convertida desde una de las unidades O/E;

una segunda unidad de detección de LOS (1312), configurada para detectar LOS de la señal eléctrica convertida desde la otra unidad O/E;

5 una primera unidad de decisión (1313), configurada para decidir si ocurre LOS en la señal eléctrica en solamente una ruta en función de los resultados de detección de la primera unidad de detección de LOS (1311) y de la segunda unidad de detección de LOS (1312);

10 una primera unidad de selección (1314), configurada para seleccionar la señal eléctrica en la ruta que no implica LOS cuando la unidad de decisión (1313) decide que se produce LOS en la señal eléctrica en solamente una ruta;

una primera unidad de detección de pérdida de trama, LOF (1315), configurada para detectar LOF de la señal eléctrica en una de las rutas cuando la primera unidad de decisión (1313) decide que no se produce LOS en la señal eléctrica en ninguna ruta;

15 una segunda unidad de detección de LOF (1316), configurada para detectar LOF de la señal eléctrica en la otra ruta cuando la primera unidad de decisión (1313) decide que no se produce LOS en la señal eléctrica en ninguna ruta;

20 la primera unidad de decisión (1313) configurada, además, para decidir si ocurre LOF en la señal eléctrica en solamente una ruta en función de los resultados de detección de la primera unidad de detección de LOF (1315) y la segunda unidad de detección de LOF (1316) y

25 la primera unidad de selección (1314) configurada, además, para seleccionar la señal eléctrica en la ruta que no implica LOF cuando la primera unidad de decisión (1313) decide que se produce LOF en la señal eléctrica en solamente una ruta y

la unidad de regeneración de señal (1320) está configurada para: realizar la regeneración de la señal para la señal eléctrica seleccionada por la unidad de conmutación automática (1310) y para enviar la señal eléctrica regenerada a las dos unidades E/O y

30 cada unidad E/O (1330) está configurada para: convertir la señal eléctrica enviada por la unidad de regeneración de señal (1320) en una señal óptica y para enviar la señal óptica a través de una ruta de transmisión de fibras conectada a la unidad E/O.

35 **6.** El dispositivo E-R según la reivindicación 5, en donde la unidad de conmutación automática (1310) comprende, además:

40 una primera unidad de detección de fallo de señal, SF, (1317), configurada para detectar SF de la señal eléctrica en una de las rutas cuando la primera unidad de decisión (1313) decide que no se produce ninguna LOF en la señal eléctrica en ninguna ruta;

una segunda unidad de detección de SF (1318), configurada para detectar SF de la señal eléctrica en la otra ruta cuando la primera unidad de decisión (1313) decide que no se produce LOF en la señal eléctrica en ninguna ruta;

45 la unidad de decisión (1313), configurada, además, para decidir si ocurre SF en la señal eléctrica en solamente una ruta en función de los resultados de la detección de la primera unidad de detección de SF (1317) y de la segunda unidad de detección de SF (1318) y

50 la unidad de selección (1314) configurada, además, para seleccionar la señal eléctrica en la ruta que no implica SF cuando la primera unidad de decisión (1313) decide que se produce SF en la señal eléctrica en solamente una ruta.

7. El dispositivo de E-R según la reivindicación 6, en donde la unidad de conmutación automática (1310) comprende, además:

55 una primera unidad de detección de degradación de señal, SD, (1324), configurada para detectar SD de la señal eléctrica en una de las rutas cuando la primera unidad de decisión (1313) decide que no se produce SF en las señales eléctricas en ninguna ruta;

60 una segunda unidad de detección de SD (1325), configurada para detectar SD de la señal eléctrica en la otra ruta cuando la primera unidad de decisión (1313) decide que no se produce SF en las señales eléctricas en ninguna ruta;

la primera unidad de decisión (1313) configurada, además, para decidir si ocurre SD en la señal eléctrica en solamente una ruta en función de los resultados de la detección de la primera unidad de detección de SD (1324) y de la segunda unidad de detección de SD (1325) y

65 la primera unidad de selección (1314), configurada, además, para: seleccionar la señal eléctrica en la ruta que no implica a SD cuando la primera unidad de decisión (1313) decide que se produce SD en la señal eléctrica en solamente una ruta

y para seleccionar la señal eléctrica en una u otra ruta cuando ocurre SD en las señales eléctricas en ambas rutas o en ninguna ruta.

8. Un dispositivo de relé eléctrico, E-R, que comprende: dos unidades de conversión óptica a eléctrica, unidades O/E (1300), una unidad de conmutación automática (1310), una unidad de regeneración de señal (1320), una unidad de memorización (1400) y dos unidades de conversión eléctrica a óptica, unidades E/O (1330), en donde:

cada unidad O/E (1300) está configurada para: recibir una señal óptica enviada a lo largo de una ruta de transmisión de fibras conectada a la unidad O/E y para realizar la conversión O/E para la señal óptica para obtener una señal eléctrica;

la unidad de conmutación automática (1310) está configurada para seleccionar una señal eléctrica en una ruta entre las señales eléctricas transmitidas en las dos rutas y obtenida a partir de dos unidades O/E (1300), en donde la unidad de conmutación automática (1310) comprende:

una unidad de selección (1401) configurada para seleccionar la señal eléctrica en una u otra ruta, esto es, una primera ruta, después de que se realice la conversión por las dos unidades O/E (1300);

una unidad de detección de LOS (1402) está configurada para detectar LOS de la señal eléctrica seleccionada por la segunda unidad de selección (1401);

una unidad de decisión (1403) está configurada para decidir si ocurre LOS en la señal eléctrica en la primera ruta en función de un resultado de detección de la unidad de detección de LOS (1402);

la unidad de selección (1401) está configurada, además, para seleccionar la señal eléctrica en una segunda ruta cuando la unidad de decisión (1403) decide que ocurre LOS en la señal eléctrica en la primera ruta;

una unidad de detección de LOF (1404) que está configurada para detectar LOF de la señal eléctrica en la primera ruta cuando la unidad de decisión (1403) decide que no se produce LOS en la señal eléctrica en la primera ruta;

la unidad de decisión (1403) está configurada, además, para: determinar si ocurre LOF en la señal eléctrica en la primera ruta en función del resultado de detección de la unidad de detección de LOF (1404) y para determinar si ocurre, o no, LOS en la señal eléctrica en la segunda ruta en función del resultado de detección sobre la señal eléctrica en la segunda ruta que se memoriza en la unidad de memorización (1400) o en función de un resultado de detección obtenido después de que la señal eléctrica de la segunda ruta se envíe a la unidad de detección de LOS (1402) para su detección y

la unidad de selección (1401) está configurada para: seleccionar la señal eléctrica de la primera ruta cuando la unidad de decisión (1403) decide que se produce LOF en la señal eléctrica en la primera ruta y se produce LOS en la señal eléctrica en la segunda ruta y para seleccionar la señal eléctrica en la segunda ruta cuando la unidad de decisión (1403) decide que se produce LOF en la señal eléctrica en la primera ruta pero no se produce LOS en la señal eléctrica en la segunda ruta;

la unidad de memorización (1400) está configurada para memorizar el resultado de la detección sobre la señal eléctrica en una u otra ruta;

la unidad de regeneración de señal (1320) está configurada para: realizar una regeneración de señal para la señal eléctrica seleccionada por la unidad de conmutación automática (1310) y para enviar la señal eléctrica regenerada a las dos unidades E/O y

cada unidad E/O (1330) está configurada para: convertir la señal eléctrica enviada por la unidad de regeneración de señal (1320) en una señal óptica y para enviar la señal óptica a través de una ruta de transmisión de fibras conectada a la unidad E/O.

9. El dispositivo E-R según la reivindicación 8, en donde:

la unidad de conmutación automática (1310) comprende, además, una unidad de detección de SF (1405), que está configurada para detectar SF de la señal eléctrica en la primera ruta cuando la unidad de decisión (1403) decide que no se produce ninguna LOF en la señal eléctrica en la primera ruta;

la unidad de decisión (1403) está configurada, además, para: determinar si ocurre SF en la señal eléctrica en la primera ruta en función de un resultado de detección de la unidad de detección de SF (1405) y, si la respuesta es afirmativa, determinar si ocurre LOS o LOF en la señal eléctrica en la segunda ruta en función del resultado de detección sobre la señal eléctrica en la segunda ruta que se memoriza en la unidad de memorización (1400) o en función de un resultado de detección obtenido después de que la señal eléctrica en la segunda ruta se envíe a la unidad de detección de LOS (1402) y/o la unidad de detección de LOF (1404) para su detección y

la unidad de selección (1401) está configurada, además, para: seleccionar la señal eléctrica en la primera ruta cuando la unidad de decisión (1403) decide que se produce SF en la señal eléctrica en la primera ruta y se produce LOS o LOF en la señal eléctrica en la segunda ruta y para seleccionar la señal eléctrica en la segunda ruta cuando la unidad de decisión (1403) decide que se produce SF en la señal eléctrica en la primera ruta pero que no se produce ninguna LOS ni LOF en la señal eléctrica en la segunda ruta.

5

10. El dispositivo de E-R según la reivindicación 9, en donde:

la unidad de conmutación automática (1310) comprende, además, una unidad de detección de SD (1410), que está configurada para detectar SD de la señal eléctrica en la primera ruta cuando la unidad de decisión (1403) decide que no se produce ninguna SF en la señal eléctrica en la primera ruta;

10

la unidad de decisión (1403) está configurada, además, para: determinar si ocurre SD en la señal eléctrica en la primera ruta en función de un resultado de detección de la unidad de detección de SD (1410) y, si la respuesta es afirmativa, determinar si ocurre LOS, LOF o SF en la señal eléctrica en la segunda ruta en función del resultado de detección sobre la señal eléctrica en la segunda ruta que se memoriza en la unidad de memorización (1400) o en función de un resultado de detección obtenido después de que la señal eléctrica en la segunda ruta se envíe a la unidad de detección de LOS (1402) y/o la unidad de detección de LOF (1404) y/o la unidad de detección de SF (1405) para su detección y

15

la unidad de selección (1401) está configurada, además, para: seleccionar la señal eléctrica en la primera ruta cuando la unidad de decisión (1403) decide que se produce SD en la señal eléctrica en la primera ruta y se produce LOS, LOF o SF en la señal eléctrica en la segunda ruta y para seleccionar la señal eléctrica en la segunda ruta cuando la unidad de decisión (1403) decide que se produce SD en la señal eléctrica en la primera ruta pero no se produce ninguna LOS, LOF o SF en la señal eléctrica en la segunda ruta.

20

25

11. Un sistema de protección de Red Óptica Pasiva de Largo Alcance, LR-PON, que comprende un terminal de línea óptica, OLT, el dispositivo E-R según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 10 y una unidad de red óptica, ONU, en donde:

30

el terminal OLT está configurado para: enviar una señal óptica al dispositivo E-R a través de dos rutas de transmisión de fibras y para recibir la señal óptica desde el dispositivo E-R a través de las dos rutas de transmisión de fibras;

la unidad ONU está configurada para: recibir la señal óptica desde el dispositivo E-R a través de dos rutas de transmisión de fibras y para enviar la señal óptica al dispositivo E-R a través de las dos rutas de transmisión de fibras.

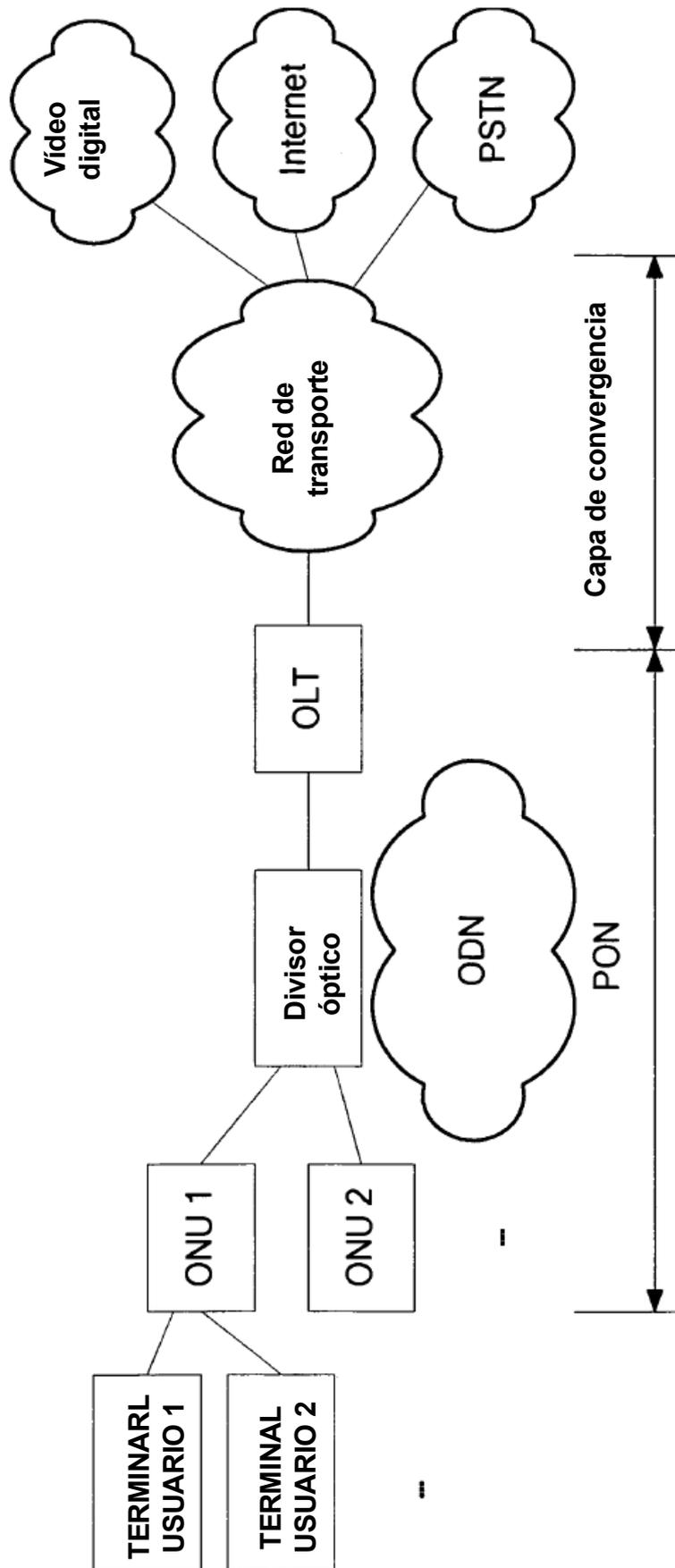


FIG. 1

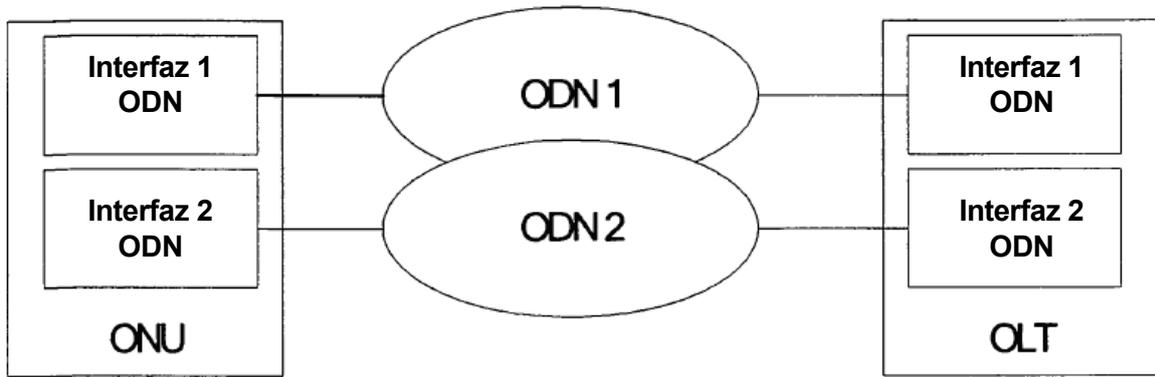


FIG. 2

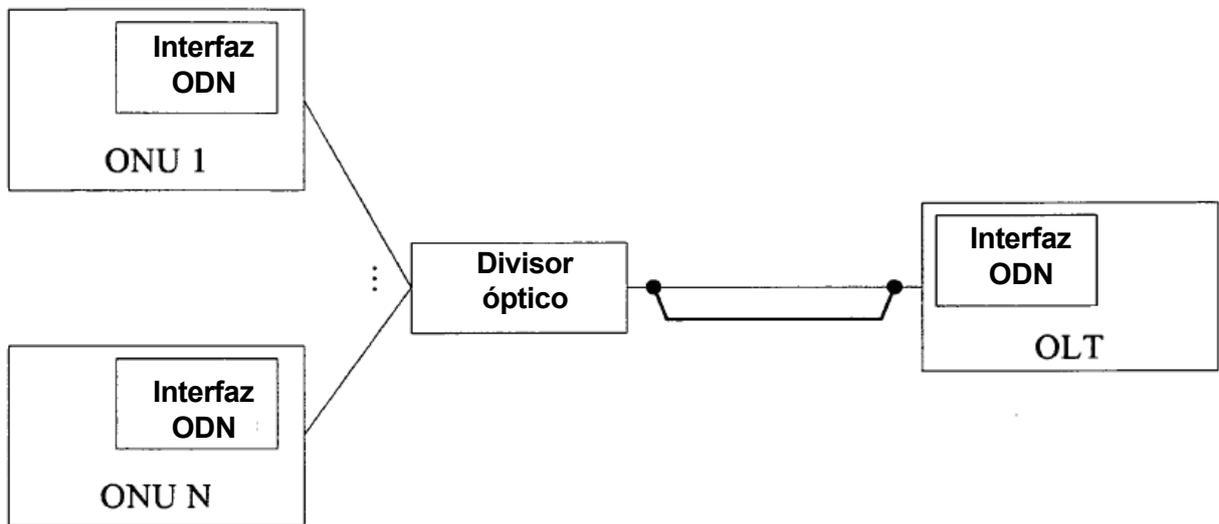


FIG. 3a

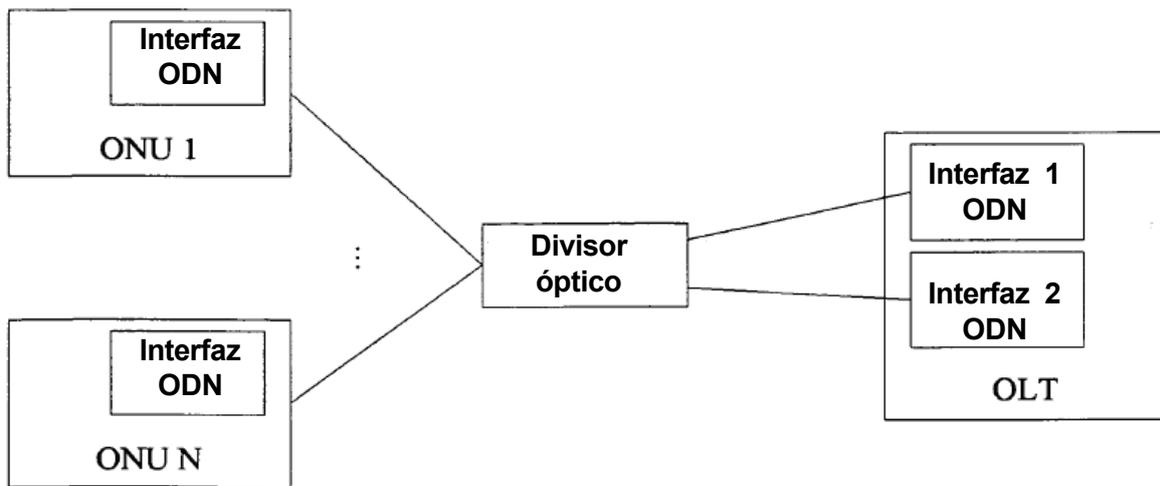


FIG. 3b

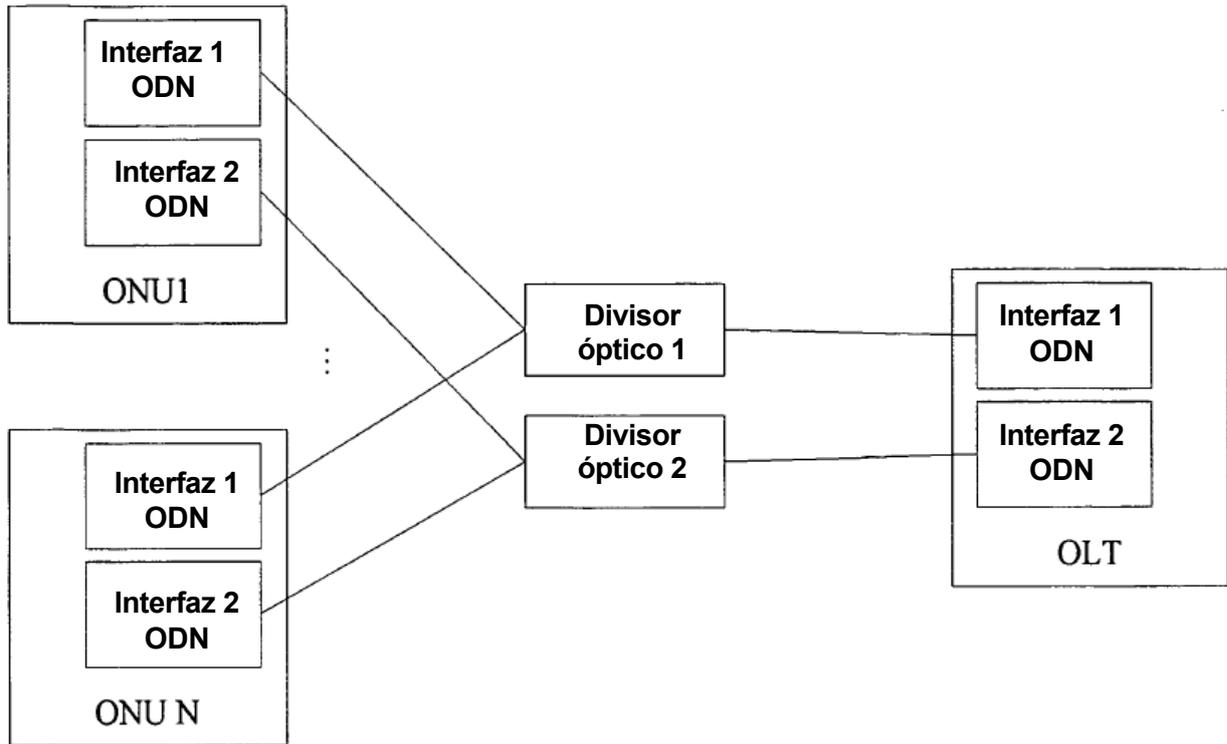


FIG. 3c

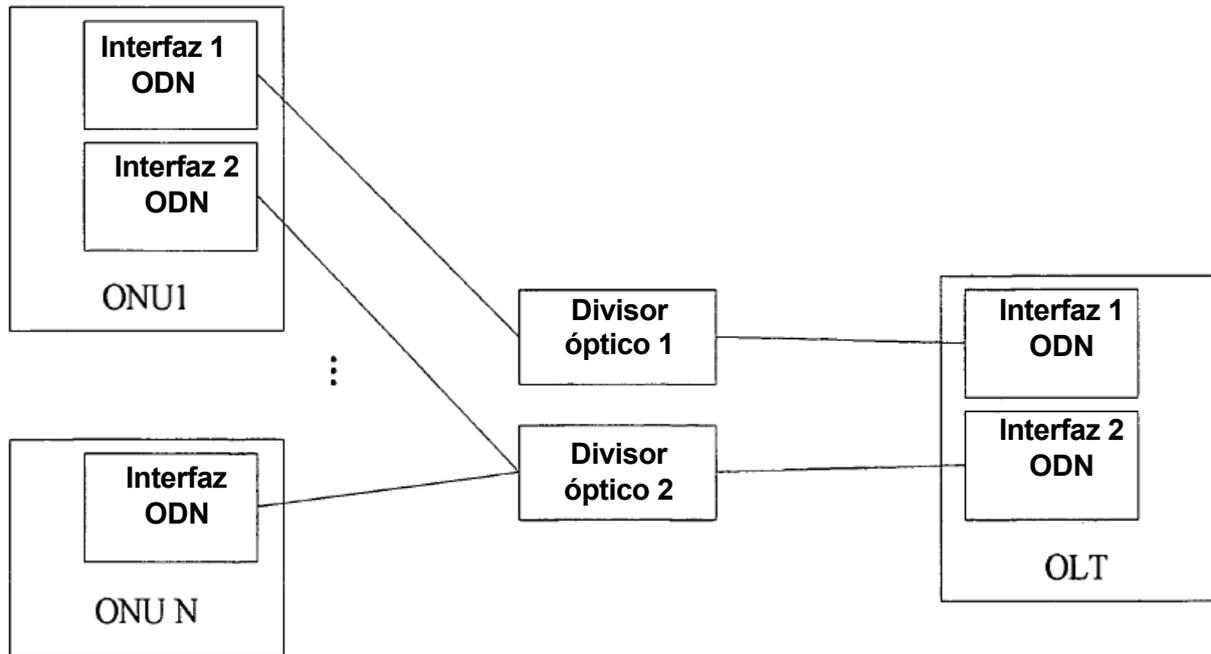


FIG. 3d

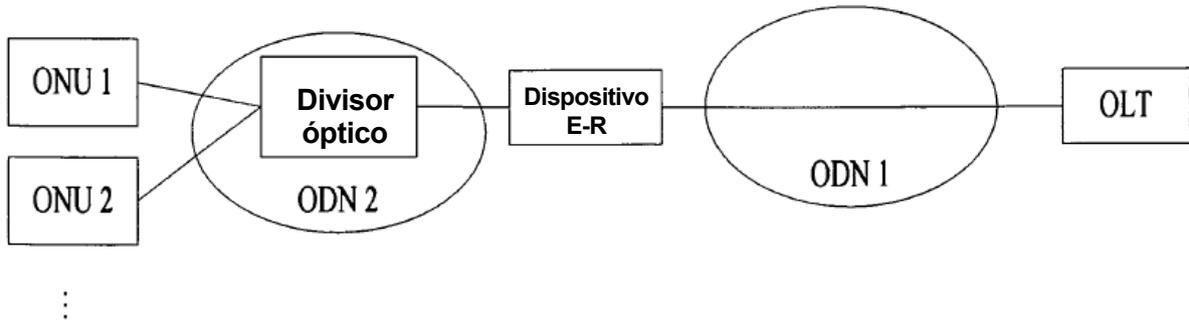


FIG. 4

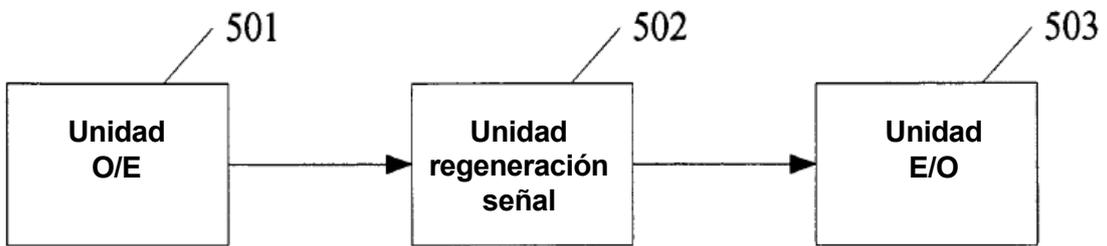


FIG. 5

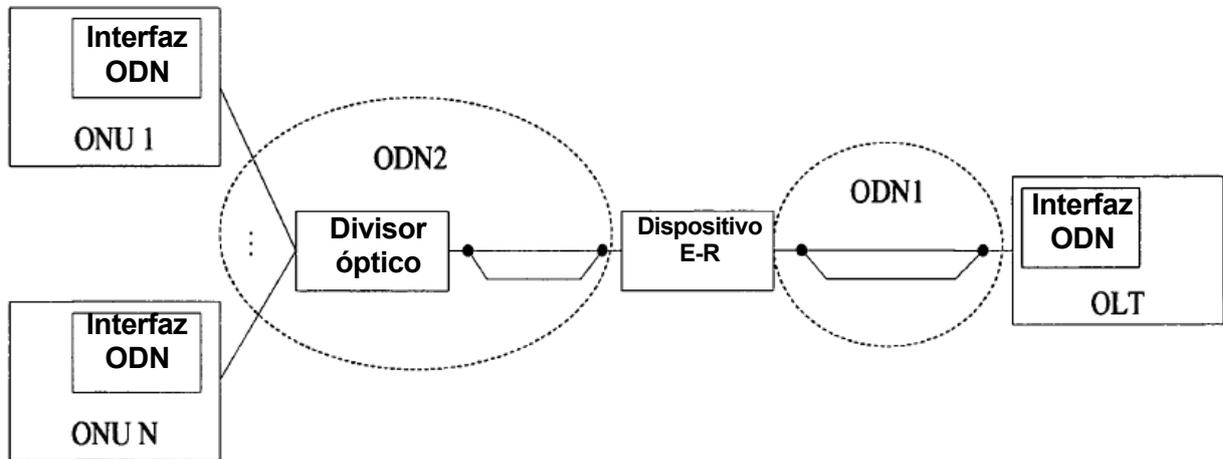


FIG. 6a

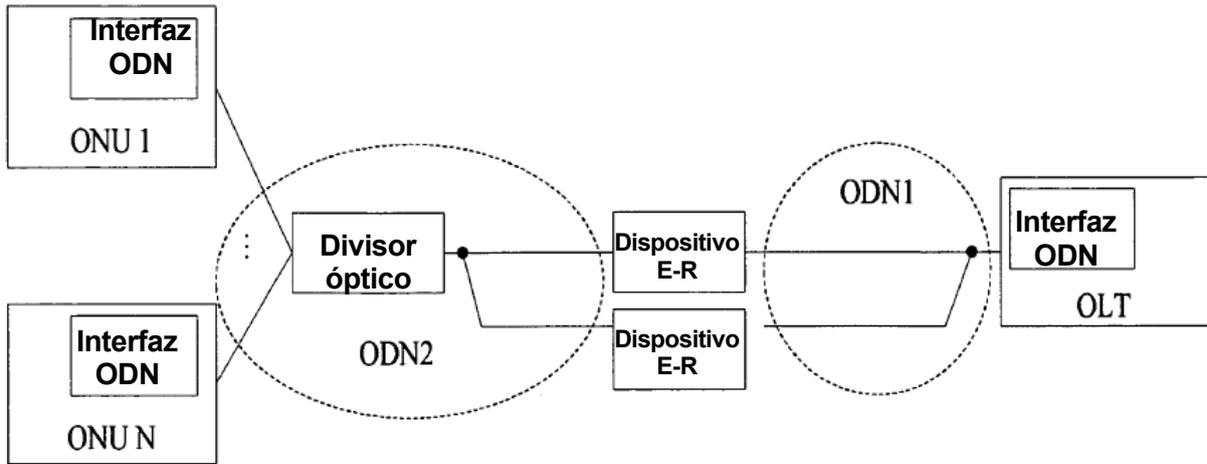


FIG. 6b

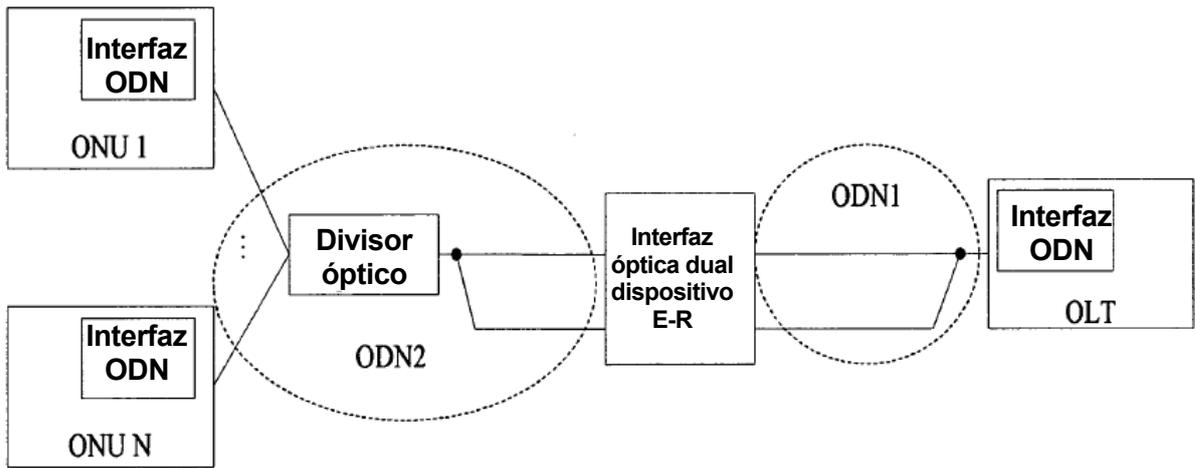


FIG. 6c

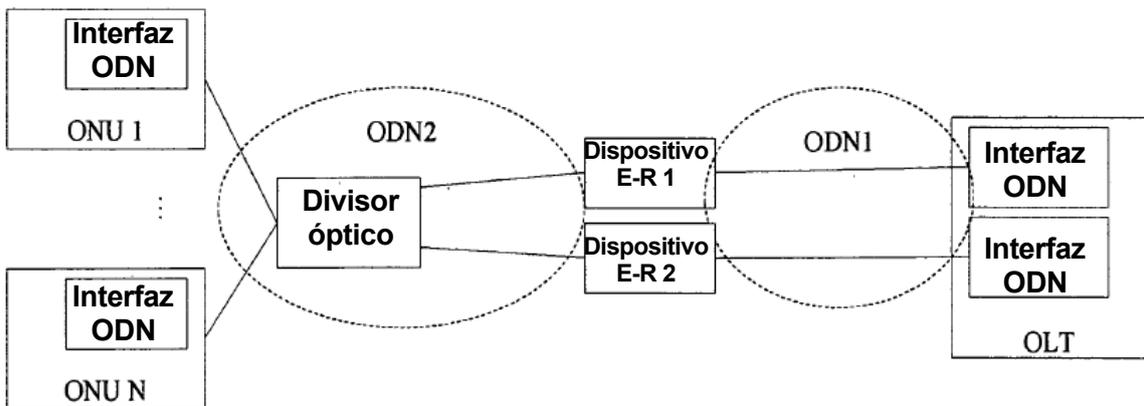


FIG. 7a

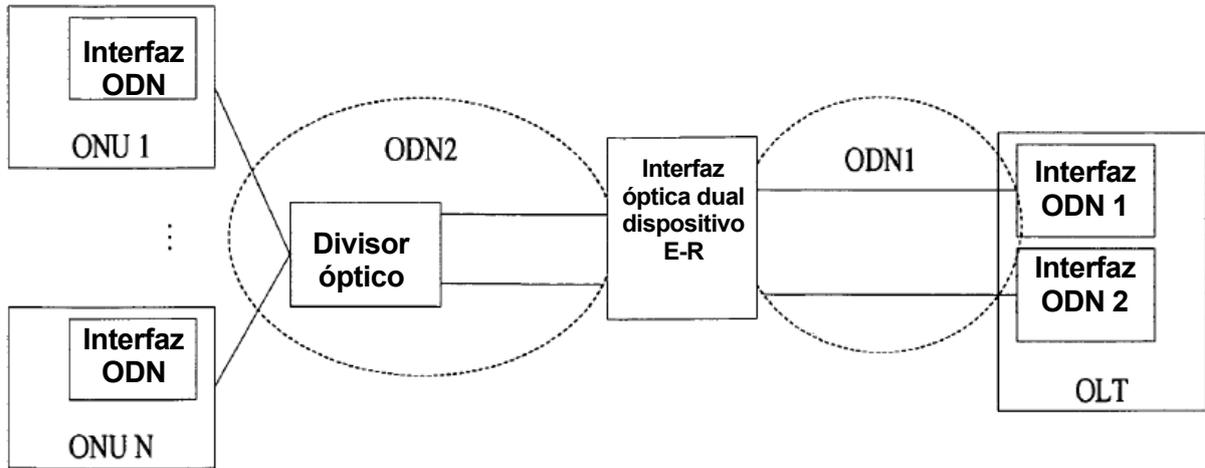


FIG. 7b

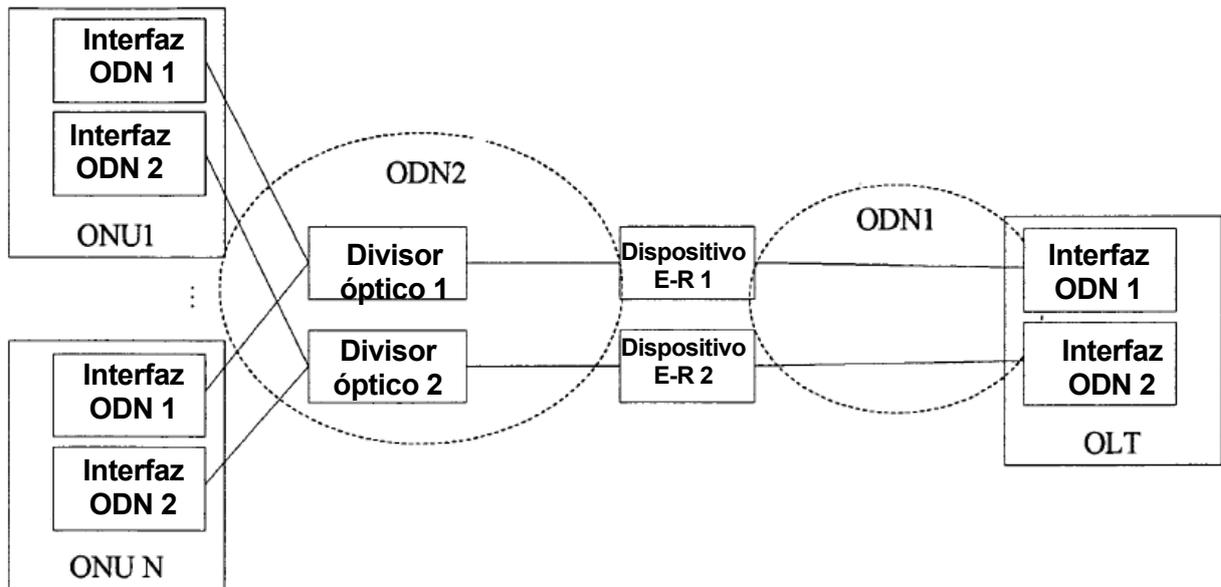


FIG. 8a

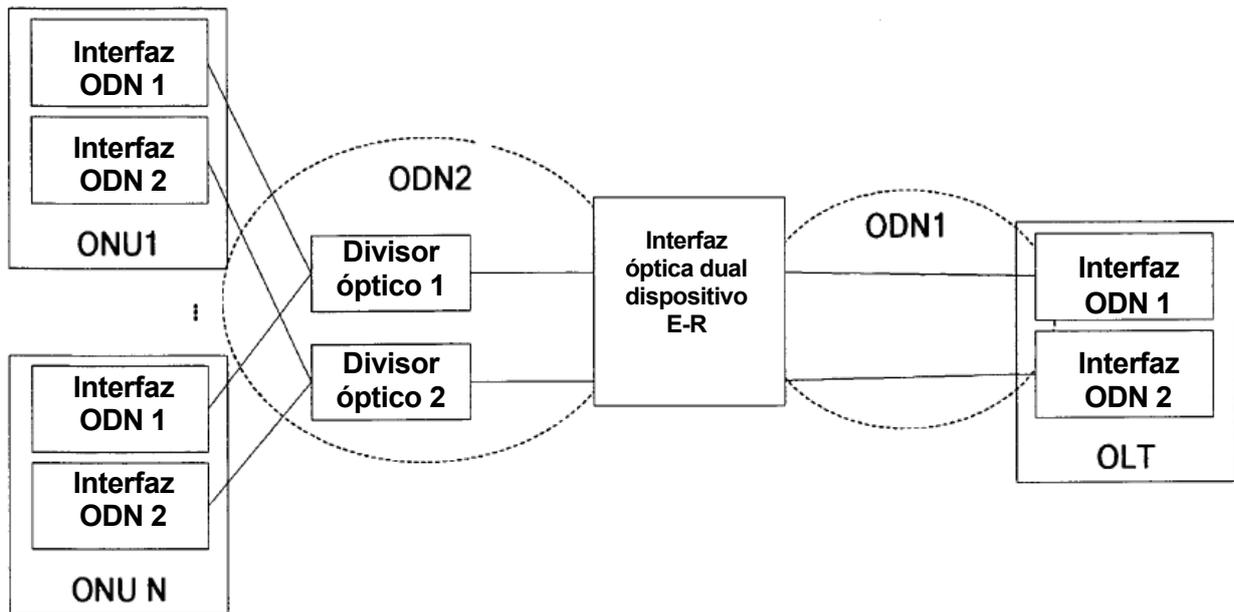


FIG. 8b

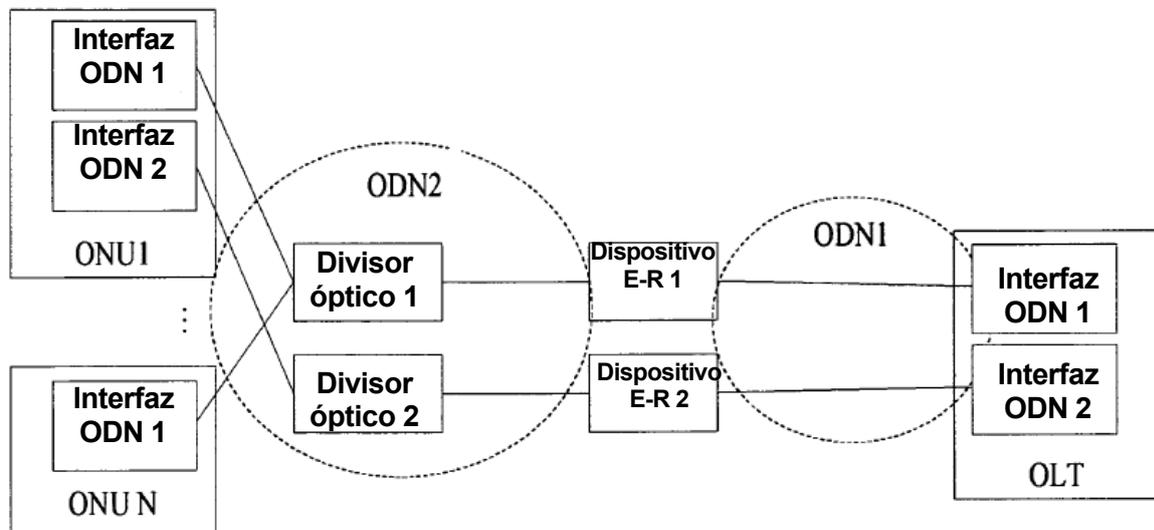


FIG. 9a

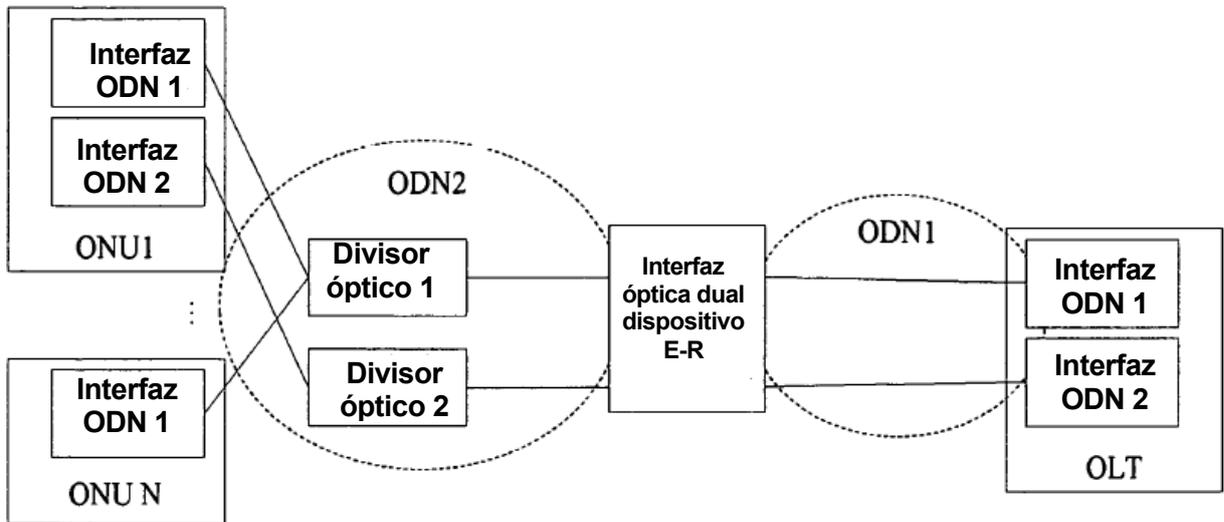


FIG. 9b

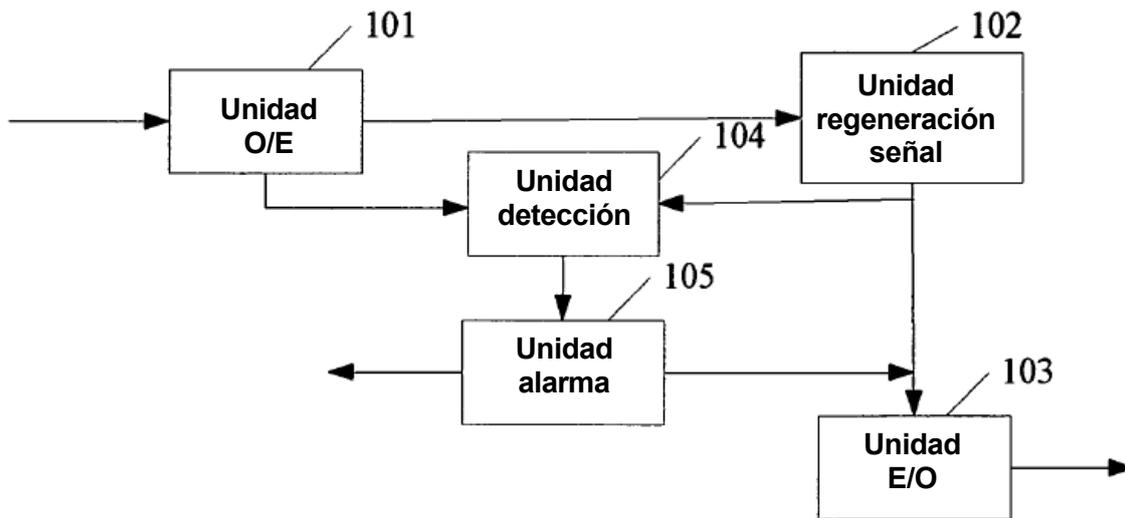


FIG. 10

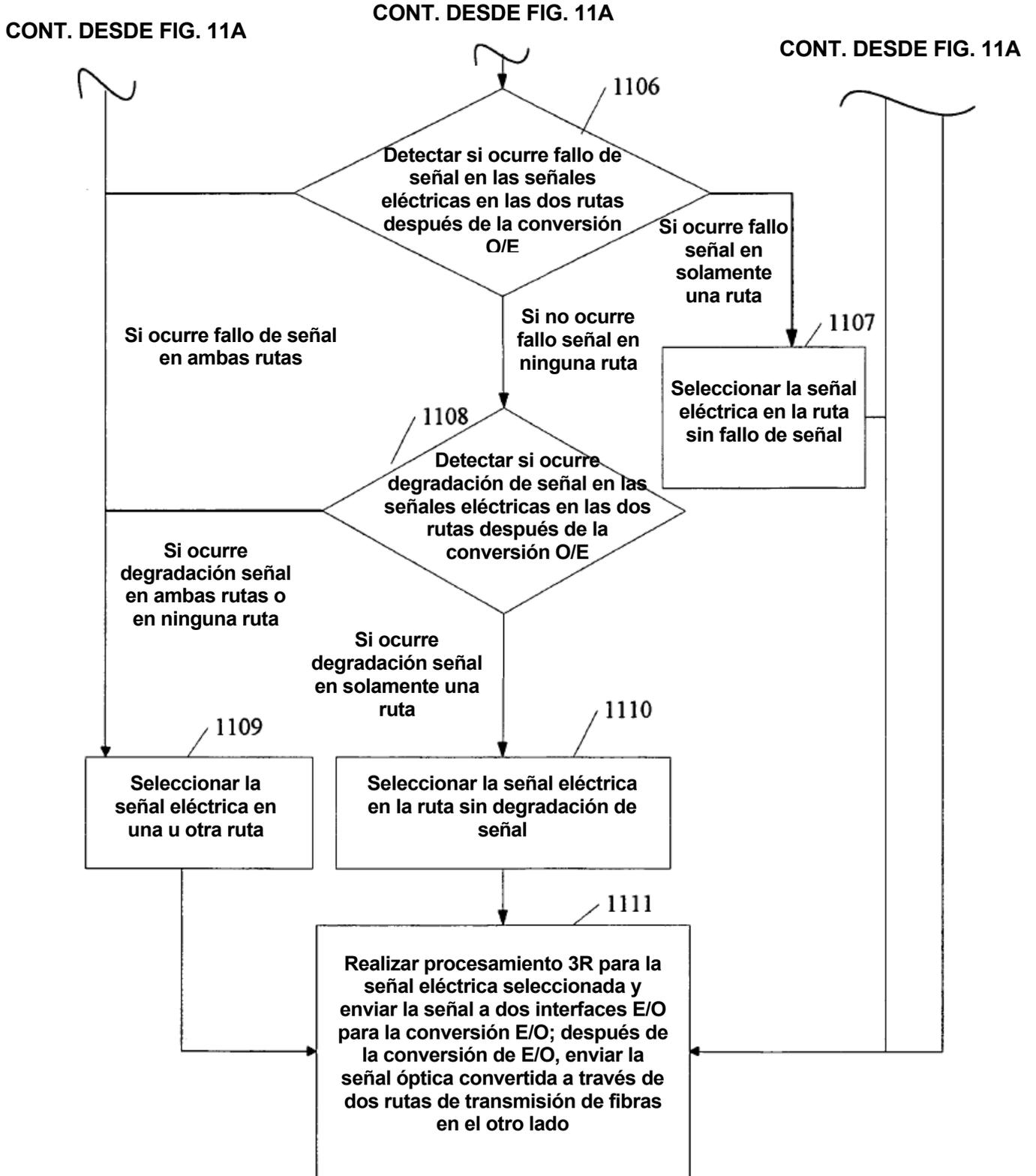
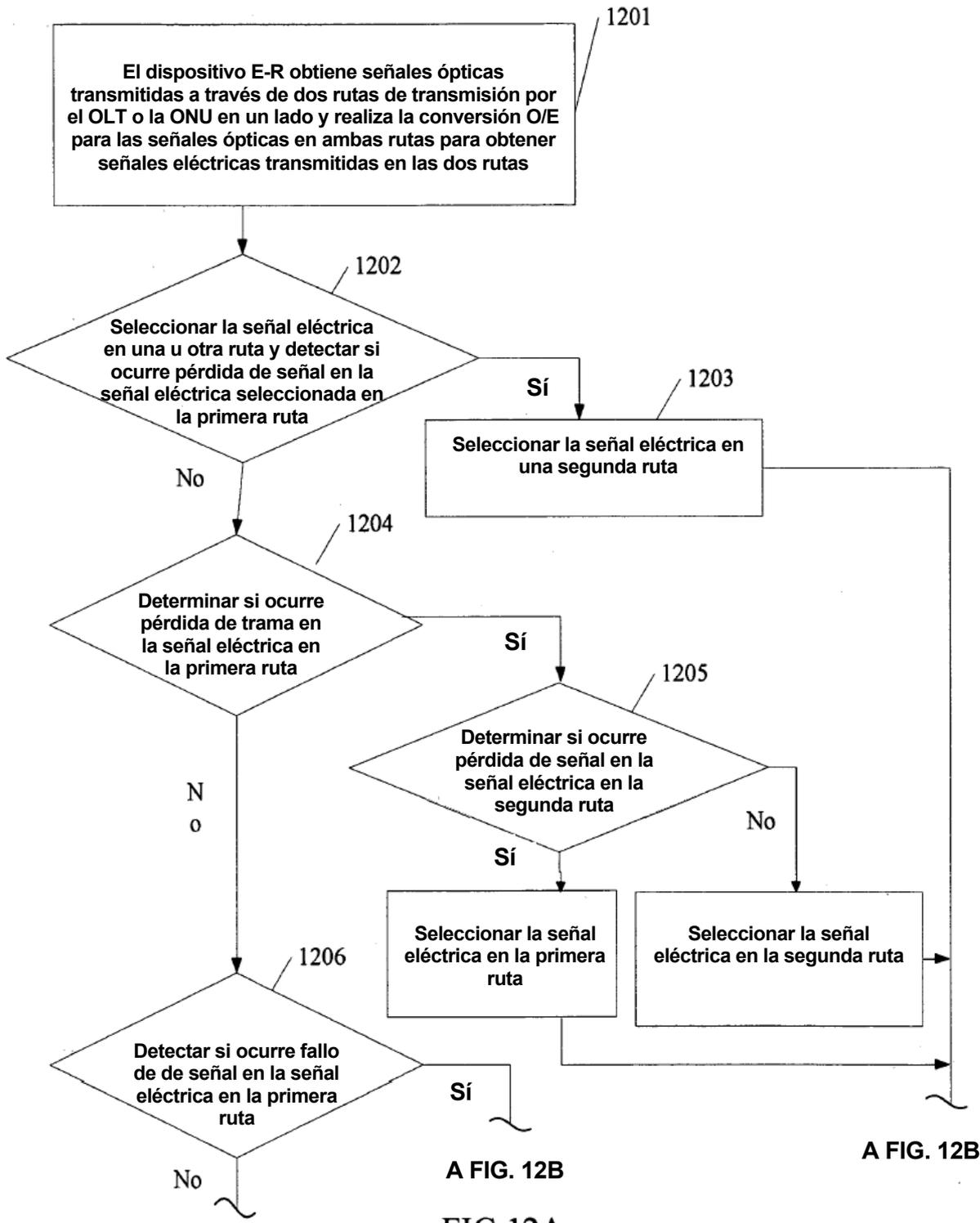
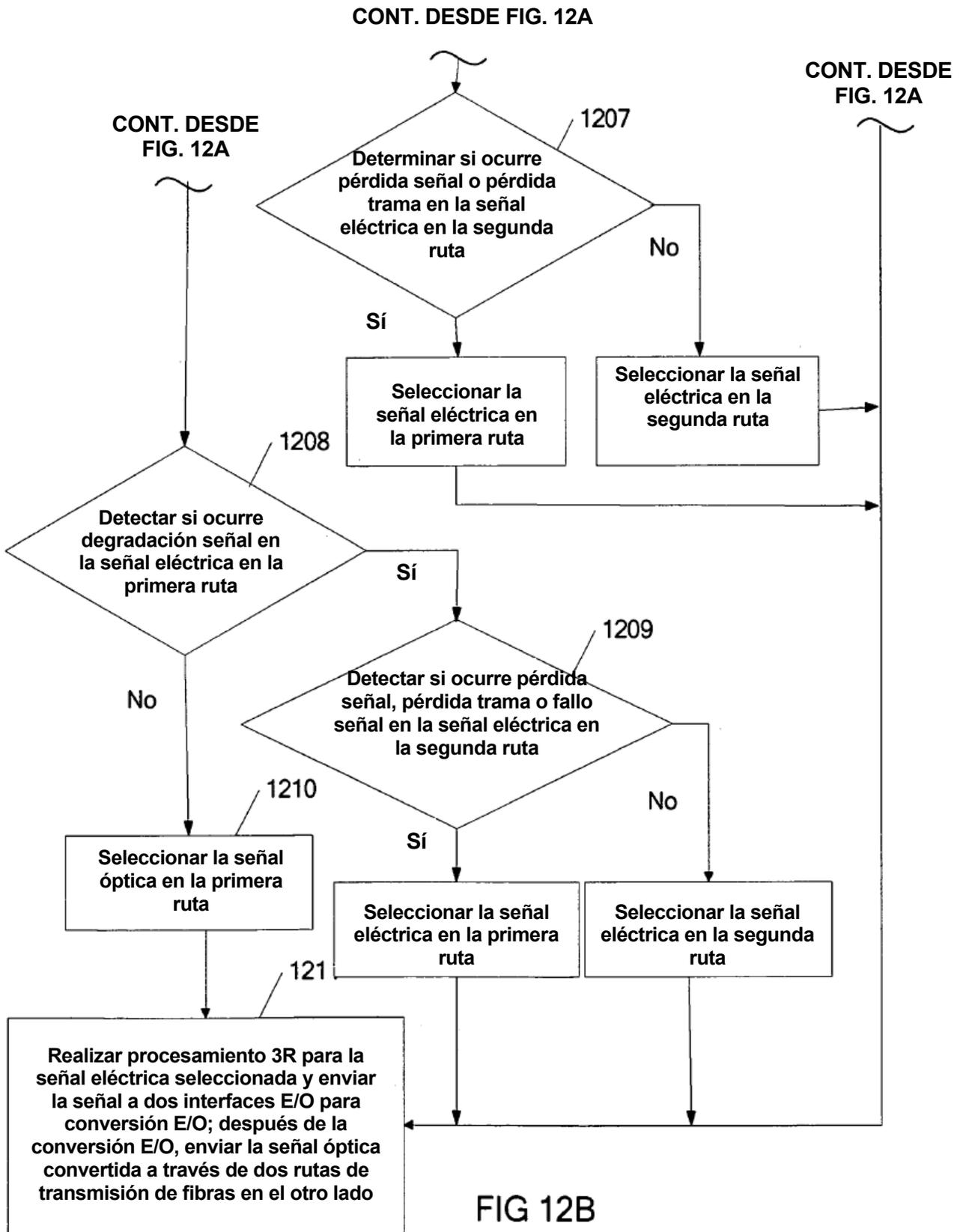


FIG 11B





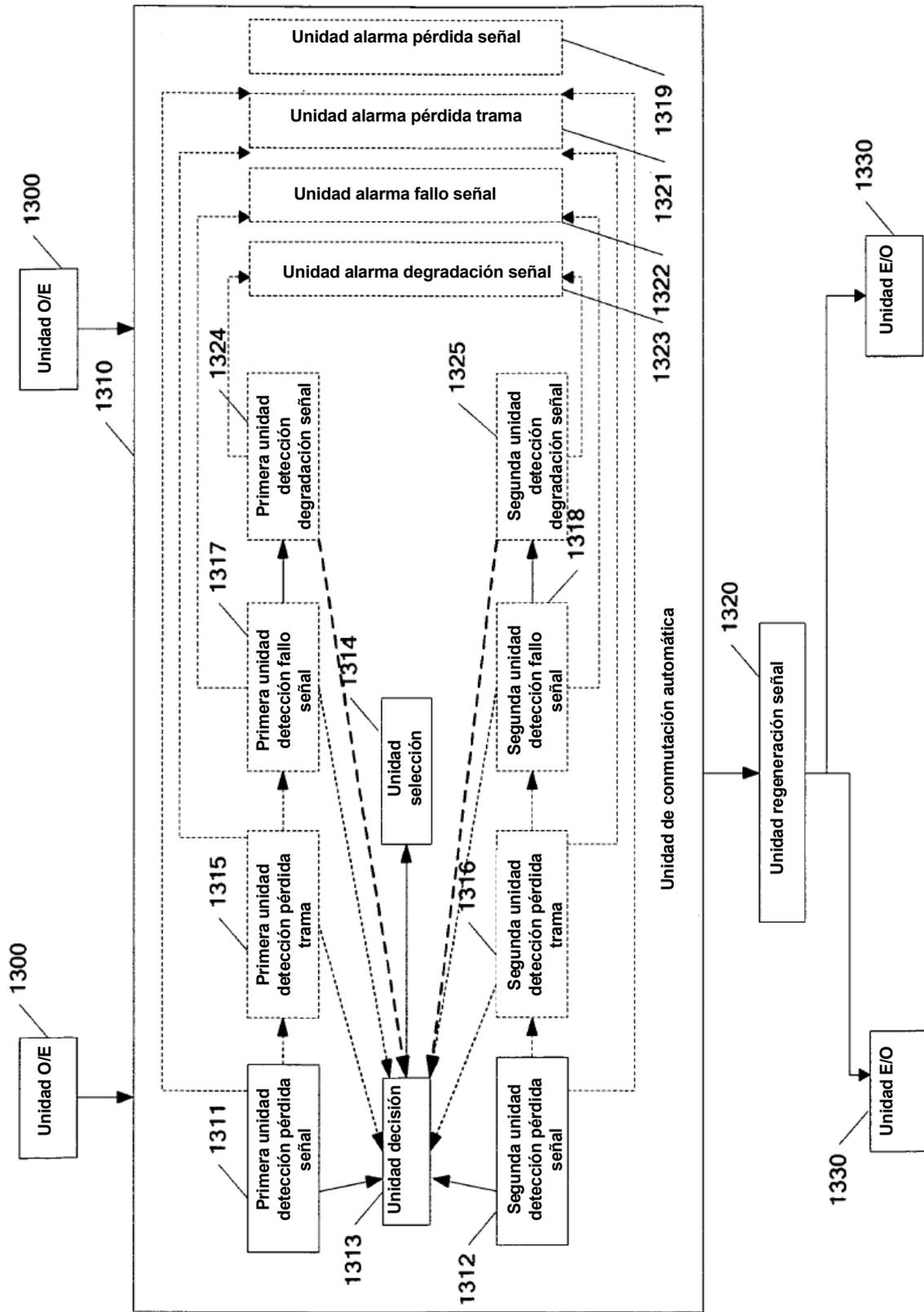


FIG. 13

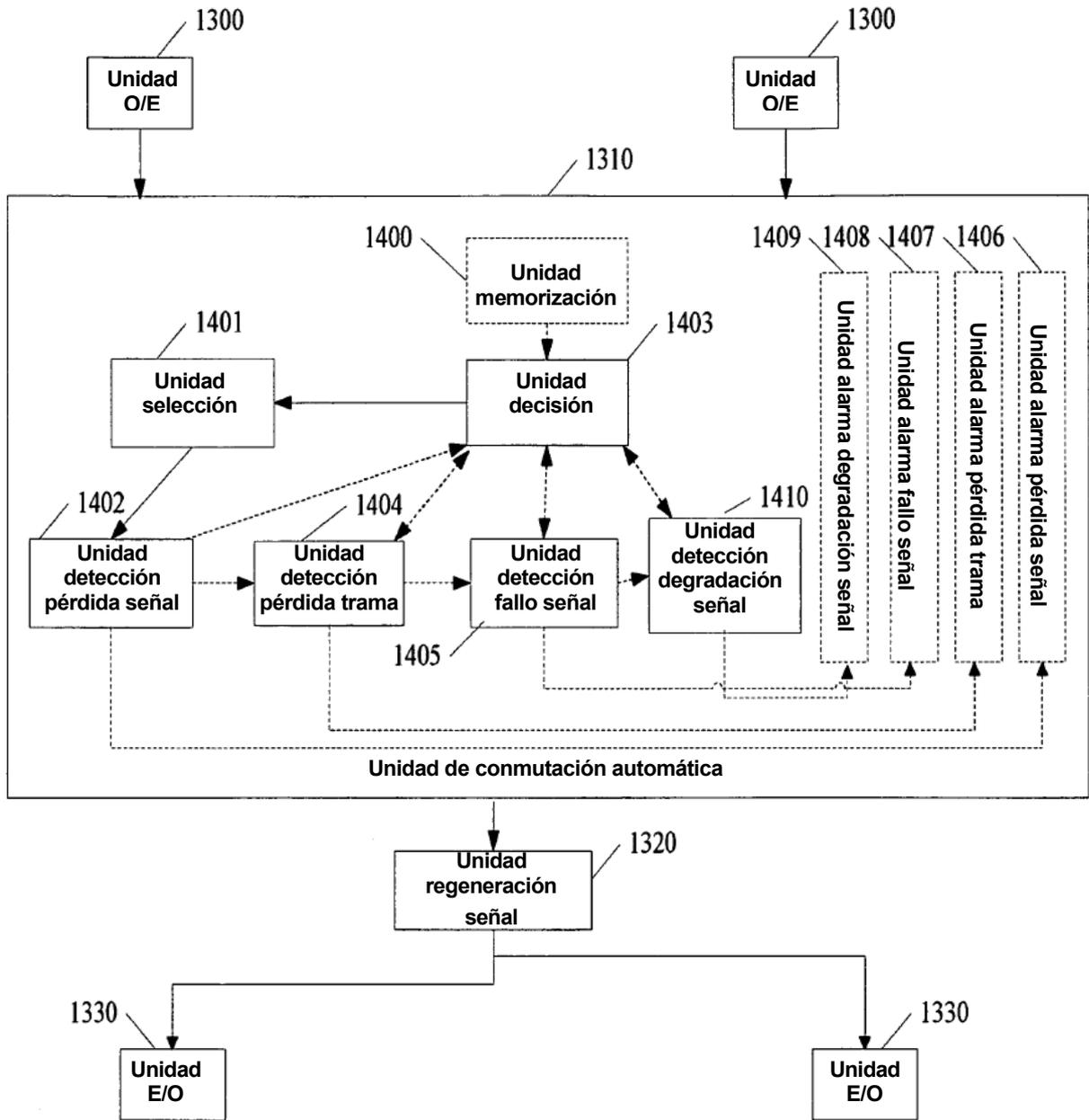


FIG. 14