

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 660 015**

51 Int. Cl.:

**H04J 14/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.09.2011 PCT/CN2011/080360**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.11.2012 WO12149780**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.09.2011 E 11864805 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.01.2018 EP 2753009**

54 Título: **Método y sistema para transmitir información de datos utilizando señales ópticas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**20.03.2018**

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

72 Inventor/es:  
**CAO, SHIYI**

74 Agente/Representante:  
**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 660 015 T3**

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

**DESCRIPCIÓN**

Método y sistema para transmitir información de datos utilizando señales ópticas

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a tecnologías de comunicaciones y en particular, a un método, un sistema y un aparato para transmitir información de datos utilizando señales ópticas.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 En una red de multiplexación de división de longitud de onda (Wavelength Division Multiplexing, WDM) existente, las frecuencias centrales de señales ópticas con diferentes longitudes de onda se distribuyen en función de una rejilla de frecuencia óptica fija (Optical Frequency Grid, OFG). Se hace referencia a la Figura 1, en el cual se toma, a modo de ejemplo, una rejilla (Grid) de 50 GHz comúnmente utilizada en una red WDM existente. Independientemente de si la tasa de bits de las señales es de 100 Gbit/s, 40 Gbit/s o 10 Gbit/s, las frecuencias centrales de las señales se distribuyen estrictamente en función de la rejilla de 50 GHz.

20 Debido al rápido aumento del tráfico de datos, una tasa de bits de las señales en la red WDM aumenta aún más a 400 Gbit/s, o incluso a 1 Tbit/s. El ancho del espectro de señal de estas señales de alta velocidad puede superar los 50 GHz. Como resultado, estas señales no se pueden transmitir en una red que está diseñada de conformidad con una rejilla fija de 50 GHz. En este caso, un método factible es utilizar una rejilla con un espaciado más amplio, tal como una rejilla de 100 GHz. Sin embargo, si necesita realizarse una transmisión híbrida para señales de tasa relativamente baja y señales de alta tasa, a la vez, las señales de tasa relativamente baja pueden ocupar, además, una ranura de frecuencia óptica de 100 GHz (Optical Frequency Slot, OFS), con lo que se desaprovechan recursos de espectro en una fibra óptica.

30 Actualmente, se utiliza una tecnología de rejilla flexible (Flex Grid) en la técnica anterior, que permite que un canal de señales ópticas ocupe múltiples ranuras OFS consecutivas. Se hace referencia a la Figura 2, en la que las señales con una tasa de bits de 100 Gbit/s ocupan un ancho de banda espectral de 50 GHz, señales con una tasa de bits de 400 Gbit/s ocupan anchos de banda espectrales de 75 GHz a 87.5 GHz y señales con una tasa de bits de 1 Tbit/s ocupan anchos de banda espectrales de 150 GHz a 200 GHz. Un método de puesta en práctica específico puede ser el siguiente: se utilizan 12.5 GHz como una unidad de OFS, las señales con la tasa de bits de 100 Gbit/s ocupan 4 unidades de OFS consecutivas, señales con la tasa de bits de 400 Gbit/s ocupan de 6 a 7 unidades de OFS consecutivas y señales con la tasa de bits de 1 Tbit/s ocupan de 12 a 16 unidades de OFS consecutivas.

40 A modo de ejemplo, el documento de Iftekhar Hussain ET AL, titulado: "Etiqueta Generalizada del Grupo de Trabajo de Red para Asignación de Supercanal en Rejilla Flexible, draft-hussain-ccamp-super-channel-label-00.txt", de fecha 25 de julio de 2011 (25-07-2011), XP055129386, se refiere a una etiqueta de supercanal como un identificador de supercanal y una lista asociada de un conjunto de segmentos contiguos y no contiguos de 12.5 GHz, que representan un espectro óptico del supercanal.

45 Además, el documento de JINNO M ET AL, titulado: "Red de ruta óptica elástica escalable y eficiente del espectro: arquitectura, ventajas y tecnologías permitidas", IEEE COMMUNICATIONS MAGAZINE, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, ESTADOS UNIDOS, vol. 47, nº 11, 1 de noviembre de 2009 (01-11-2009), páginas 66-73, XP011284156, ISSN: 0163-6804, se refiere a una arquitectura de red de transporte óptico escalable denominada SLICE. La arquitectura de red SLICE permite la admisión de tráfico de datos en sub-longitud de onda, super-longitud de onda y tasa múltiple. En la tecnología de rejilla flexible, las ranuras OFS ocupadas por un canal de señales ópticas son consecutivas y concatenadas, es decir, están conectadas entre sí. A modo de ejemplo, lo que antecede puede verse a partir de un diagrama esquemático de un espectro de señal óptica en una red de rejilla flexible existente, tal como se ilustra en la Figura 3. Después de que se realice la transmisión cruzada a través de múltiples nodos durante la transmisión de red, se genera un gran número de fragmentos de ranura OFS, lo que causa una distribución desordenada de un espectro de señal óptica en una fibra óptica y reduce la utilización de recursos del espectro.

55 SUMARIO DE LA INVENCION

60 Formas de realización de la presente invención dan a conocer un método, un sistema, para transmitir información de datos utilizando señales ópticas con el fin de resolver los problemas de la técnica anterior que causan una distribución desordenada de un espectro de señal óptica en una fibra óptica y se reduce la utilización de recursos del espectro debido a un gran número de fragmentos de ranura OFS que se generan en una transmisión cruzada de señales ópticas a través de múltiples nodos en una red de transmisión.

65 Con el fin de solventar los problemas técnicos, de conformidad con un aspecto de la presente invención, se da a conocer un método para transmitir información de datos, que incluye: la selección, por un primer nodo (A), de al menos dos portadoras ópticas, en donde las al menos dos portadoras ópticas corresponden a al menos dos ranuras

de frecuencia óptica de modo que exista una ranura de frecuencia óptica libre entre dos ranuras de frecuencia óptica de entre las al menos dos ranuras de frecuencia;

5 la modulación, por el primer nodo (A), de información de datos en las al menos dos portadoras ópticas, para formar un canal de señales ópticas, de modo que el canal de señales ópticas ocupe las al menos dos ranuras de frecuencia óptica, en donde al menos una de las por lo menos dos portadoras ópticas se transmite a través de una ruta óptica distinta de las otras portadoras de las al menos dos portadoras ópticas;

10 el suministro, por un segundo nodo (B), de un canal de otras señales ópticas, formado por portadoras de señal óptica y que realiza la modulación de otra información de datos en las portadoras de señal óptica y el canal se transmite a través de al menos una ranura de frecuencia óptica; la determinación, por un nodo adicional, de si al menos una ranura de frecuencia óptica, utilizada por las otras señales ópticas del segundo nodo (B), pueden insertarse entre las dos ranuras de frecuencia óptica utilizadas por las señales ópticas del primer nodo (A);

15 la combinación, por el nodo adicional, del canal de otras señales ópticas con el canal compuesto de las al menos dos portadoras ópticas, para generar una señal combinada, de modo que al menos una ranura de frecuencia óptica, determinada en la etapa de determinación, se inserte entre las dos ranuras de frecuencia óptica utilizadas por las señales ópticas del primer nodo (A), y el suministro de ranuras de frecuencia óptica restantes, utilizadas por las otras señales ópticas del segundo nodo (B), en secuencia, a las ranuras de frecuencia óptica utilizadas por las señales ópticas del primer nodo (A); y

20 el envío de la señal combinada.

25 En un segundo aspecto de la idea inventiva, se da a conocer un sistema que incluye un primer nodo, un segundo nodo y un nodo adicional, en donde el sistema está configurado para realizar el método del primer aspecto de la idea inventiva.

30 Como puede deducirse a partir de lo anterior, en una manera de puesta en práctica de las formas de realización de la presente invención, un espectro correspondiente a un canal de señales ópticas ocupa al menos dos ranuras de frecuencia óptica (OFS), y existe una ranura OFS libre o una ranura OFS utilizada por otras señales ópticas entre las dos ranuras OFSs. En este caso, después de que se realice la transmisión cruzada a través de múltiples nodos en una red de transmisión, puede realizarse una disposición flexible de conformidad con el tamaño de un bloque de OFS, de modo que los espectros en una fibra óptica estén dispuestos de forma próxima, reduciendo así los fragmentos de OFS y aumentando la utilización de los espectros en la fibra óptica.

35 La invención está definida por las reivindicaciones adjuntas. Cualquier forma de realización que no caiga dentro del alcance de las reivindicaciones ha de entenderse como un ejemplo útil para comprender la invención.

#### 40 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Con el fin de ilustrar las soluciones técnicas en las formas de realización de la presente invención o en la técnica anterior con mayor claridad, a continuación se introducen, brevemente, los dibujos adjuntos requeridos para describir las formas de realización o la técnica anterior. Evidentemente, los dibujos adjuntos, en la descripción siguiente, ilustran simplemente algunas formas de realización de la presente invención, y un experto en esta técnica puede derivar todavía otros dibujos adjuntos, a partir de estos dibujos adjuntos sin necesidad de esfuerzos creativos.

La Figura 1 es un diagrama esquemático de una rejilla flexible en una red WDM existente;

50 La Figura 2 es un diagrama esquemático de una rejilla flexible en una red WDM existente;

La Figura 3 es un diagrama esquemático de un espectro de señal óptica en una red de rejilla flexible existente;

55 La Figura 4 es un diagrama de flujo de una forma de realización de un método para transmitir información de datos utilizando señales ópticas de conformidad con la presente invención;

La Figura 5 es un diagrama esquemático de un espectro de ranuras de frecuencia óptica ocupadas por un canal de señales ópticas, de conformidad con una forma de realización de la presente invención;

60 La Figura 6a es un diagrama esquemático de una transmisión cruzada en una red de transmisión en la técnica anterior;

La Figura 6b es un diagrama esquemático de una transmisión cruzada en una red de transmisión de conformidad con una forma de realización de la presente invención;

65 La Figura 7 es un diagrama de flujo de una forma de realización de un método para la recepción de información de datos de conformidad con un ejemplo que no forma parte de la invención;

La Figura 8a es un diagrama esquemático de sub-señales ópticas separadas de señales ópticas principales de conformidad con un ejemplo que no forma parte de la invención;

5 La Figura 8b es un diagrama esquemático de sub-señales ópticas separadas de señales ópticas principales de conformidad con un ejemplo que no forma parte de la invención;

La Figura 9 es un diagrama estructural esquemático de una forma de realización de un nodo de envío de conformidad con la presente invención;

10 La Figura 10 es un diagrama estructural esquemático de otra forma de realización de un nodo de envío de conformidad con la presente invención;

15 La Figura 11 es un diagrama estructural esquemático de otra forma de realización de un nodo de envío de conformidad con la presente invención;

La Figura 12 es un diagrama estructural esquemático de una forma de realización de un nodo intermedio de conformidad con la presente invención;

20 La Figura 13 es un diagrama estructural esquemático de un módulo de transmisión cruzada de conformidad con una forma de realización de la presente invención;

La Figura 14 es un diagrama estructural esquemático de una forma de realización de un nodo de recepción incoherente de conformidad con un ejemplo que no forma parte de la invención;

25 La Figura 15 es un diagrama estructural esquemático de una forma de realización de un nodo de recepción coherente, de conformidad con un ejemplo que no forma parte de la invención;

30 La Figura 16 es un diagrama estructural esquemático de otra forma de realización de un nodo de recepción de conformidad con un ejemplo que no forma parte de la invención;

La Figura 17 es un diagrama estructural esquemático de otra forma de realización de un nodo de recepción incoherente de conformidad con un ejemplo que no forma parte de la invención;

35 La Figura 18 es un diagrama estructural esquemático de una forma de realización de un nodo de recepción coherente de conformidad con un ejemplo que no forma parte de la invención; y

La Figura 19 es un diagrama estructural esquemático de un sistema para transmitir información de datos utilizando señales ópticas de conformidad con un ejemplo que no forma parte de la invención.

#### 40 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN

A continuación, se describe, en detalle, un método, un aparato y un sistema para transmitir información de datos utilizando señales ópticas.

45 En consecuencia, de conformidad con una forma de realización de la presente invención, se da a conocer un método para transmitir información de datos. La Figura 4 ilustra un diagrama de flujo del método. El método incluye las etapas siguientes:

50 Etapa 41: La selección de al menos dos portadoras ópticas, en donde las al menos dos portadoras ópticas corresponden a al menos dos ranuras de frecuencia óptica (OFS), y existe una ranura OFS libre entre las dos ranuras OFSs.

55 A modo de ejemplo, una fuente de portadora óptica puede generar primero múltiples portadoras ópticas, siendo las ranuras OFSs, que corresponden a las múltiples portadoras ópticas, consecutivas y concatenadas, y al menos dos portadoras ópticas se seleccionan a partir de las múltiples portadoras ópticas. Las al menos dos portadoras ópticas corresponden a por lo menos dos ranuras OFSs, en donde existe una ranura OFS libre entre las dos OFSs.

60 Etapa 42: La modulación de información de datos en al menos dos portadoras ópticas con el fin de formar un canal de señales ópticas, de modo que el canal de señales ópticas ocupe las al menos dos ranuras OFSs, y exista una OFS libre entre las dos OFSs.

65 En esta forma de realización de la presente invención, el canal de señales ópticas se describe desde el punto de vista de la integridad de información de datos, y solamente información de datos que se transmite a través de portadoras válidas que corresponden al canal de señales ópticas y están combinadas juntas es información de datos completa. Tomando, a modo de ejemplo, señales de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (Orthogonal

frequency Division Multiplexing, OFDM), si cualquier portadora de las señales se pierde, un extremo de recepción no puede recibir la información de datos de forma correcta y completa. Por lo tanto, las portadoras válidas que corresponden al canal de señales ópticas no se transmiten, necesariamente a través de una misma ruta o fibra óptica, sino que se transmiten a través de diferentes rutas o fibras ópticas y a continuación, se reciben juntas en el extremo de recepción. En este caso, solamente la información de datos que se transmite a través de portadoras válidas y se combina junta, es la información de datos completa. En este caso, señales ópticas son referidas, además, como un canal de señales ópticas.

Las ranuras OFSs ocupadas por el canal de señales ópticas pueden ser ranuras OFSs únicas que están separadas entre sí, o pueden ser bloques de ranura de frecuencia óptica consecutivos y concatenados.

A modo de ejemplo, según se ilustra en la Figura 5, un espectro de un canal formado de señales ópticas ocupa un total de cinco ranuras OFSs: OFS1, OFS2, OFS5, OFS6 y OFS7. Según se ilustra en la Figura 5, el espectro del canal de señales ópticas no es consecutivo y existen dos ranuras OFSs espaciadas, OFS3 y OFS4, en el espectro. OFS3 y OFS4 están libres. Sin embargo, existen también bloques de ranura OFS consecutivos y concatenados, OFS1-OFS2 y OFS5-OFS7, en este espectro.

En el proceso de utilización de múltiples portadoras ópticas para generar un canal de señales ópticas, se puede controlar la selección de cada portadora óptica mediante la adquisición de información de instrucción procedente de una interfaz de un plano de control/gestión, con el fin de ajustar las OFSs ocupadas por el canal de señales ópticas para asegurar que en el canal de señales ópticas que ocupa dichas dos ranuras OFSs, existe una OFS libre entre las dos OFSs. La información de instrucción puede ser modulada, junto con información de datos que necesitan transmitirse, en una portadora óptica para su transmisión, o puede transmitirse utilizando una portadora independiente.

Etapa 43: El envío del canal de señales ópticas.

De conformidad con una manera de puesta en práctica, se realiza una transmisión cruzada para el canal de señales ópticas y señales ópticas formadas por portadoras ópticas en las que se modula otra información de datos, es decir, se combinan múltiples canales de señales ópticas que incluyen el canal de señales ópticas. Durante la combinación, el canal de señales ópticas obtenido en la forma de realización del procedimiento, ocupa al menos dos ranuras OFSs, y existe una OFS libre entre las dos OFSs. De este modo, durante la transmisión, se realiza una transmisión cruzada para el canal de señales ópticas y señales ópticas formadas por portadoras ópticas en las que se modula otra información de datos. En este caso, se puede realizar una disposición flexible de conformidad con el tamaño de un bloque de OFS, de modo que los espectros en una fibra óptica estén dispuestos próximos, con lo que se reducen los fragmentos de OFS y aumenta la utilización de los espectros en la fibra óptica.

Haciendo referencia a la Figura 6a y Figura 6b, la Figura 6a es un diagrama esquemático de una situación de combinación de transmisión cruzada durante la transmisión de señales ópticas en la técnica anterior. Necesitan combinarse múltiples canales de señales ópticas que salen desde un nodo A y un canal de señales ópticas que procede de un nodo B. Ranuras OFSs ocupadas por el canal de señales ópticas que sale del nodo B son consecutivas y concatenadas, y el ancho del espectro es grande. Por lo tanto, las ranuras OFSs no pueden insertarse en el intervalo del espectro de los múltiples canales de señales ópticas que salen del nodo A, sino que solamente se pueden disponer en secuencia. Como resultado, la utilización de recursos del espectro en una fibra óptica después de la combinación es relativamente baja.

Se hace referencia ahora a la Figura 6b, que es un diagrama esquemático de una situación de combinación de transmisión cruzada durante una transmisión de señales ópticas en conformidad con una forma de realización de la presente invención. Múltiples canales de señales ópticas (que son señales ópticas después de que se combinen múltiples canales de señales ópticas) que proceden de un nodo A y un canal de señales ópticas que procede del nodo B, necesitan combinarse. El canal de señales ópticas procedentes desde el nodo B se pueden transmitir a través de dos bloques OFS de conformidad con una distribución del espectro de los múltiples canales de señales ópticas que proceden del nodo A, en donde existe una OFS libre entre los dos bloques OFS y cada bloque OFS es relativamente pequeño. En este caso, se puede insertar uno de los bloques OFS entre bloques OFS que corresponden a los múltiples canales de señales ópticas que proceden del nodo A, con lo que se reducen los fragmentos de OFS y aumenta la eficacia de utilización del espectro.

Un experto en esta técnica debe entender que en una red de transmisión, si todas las señales ópticas son el canal de señales ópticas (es decir, un espectro que corresponde al canal de señales ópticas ocupa al menos dos ranuras OFSs, y existe una OFS libre entre las dos OFSs), o una parte de señales ópticas son el canal de señales ópticas, se puede realizar una disposición flexible en función del tamaño de un bloque OFS durante la transmisión cruzada, de modo que los espectros en una fibra óptica estén dispuestos de forma próxima, con lo que se reducen los fragmentos de OFS a un nivel extremadamente bajo y aumenta, significativamente, la utilización de los espectros. En este caso, el bloque de OFS es un conjunto de varias ranuras OFSs, y las OFSs en este conjunto son consecutivas y concatenadas.

De conformidad con otro ejemplo que no forma parte de la invención, se da a conocer un método para recibir información de datos. La Figura 7 ilustra un diagrama de flujo de un método. El método incluye las etapas siguientes:

5 Etapa 71: La recepción de un canal de señales ópticas, en donde el canal de señales ópticas ocupa al menos dos ranuras de frecuencia óptica, y existe una ranura de frecuencia óptica libre o una ranura de frecuencia óptica ocupada por otras señales ópticas entre las dos ranuras de frecuencia óptica.

10 Etapa 72: La generación de múltiples canales de sub-señales ópticas desde el canal de señales ópticas, de conformidad con las ranuras de frecuencia óptica ocupadas por el canal de señales ópticas.

Un experto en esta técnica debe conocer que la recepción del canal de señales ópticas puede tener una situación de recepción incoherente y una situación de recepción coherente. En este ejemplo, los métodos de procesamiento en la situación de recepción incoherente y la situación de recepción coherente son diferentes.

15 En la situación de recepción incoherente, en una manera de puesta en práctica, el canal de señales ópticas puede ser dividido, de conformidad con ranuras OFSs únicas ocupadas por el canal de señales ópticas, en múltiples canales de sub-señales ópticas que ocupan una ranura OFS cada uno. Haciendo referencia a la Figura 8a, utilizando una ranura OFS como una unidad, el canal de señales ópticas, en el lado izquierdo de esta figura, se divide en múltiples canales de sub-señales ópticas en el lado derecho en esta figura, y cada canal de sub-señales  
20 ópticas ocupa una ranura OFS. En otra manera de puesta en práctica, el canal de señales ópticas se divide en múltiples canales de sub-señales ópticas de conformidad con bloques de OFS consecutivos y concatenados, que se ocupan por el canal de señales ópticas. Haciendo referencia a la Figura 8b, el canal de señales ópticas en el lado izquierdo, en esta Figura, incluye dos bloques de OFS, un bloque de OFS comprende OFS1 y OFS2, el otro bloque de OFS incluye OFS5, OFS6 y OFS7, y los dos bloques de OFS se dividen en dos canales de sub-señales ópticas  
25 en el lado derecho en esta Figura.

En el proceso de división de señales ópticas principales, el modo de división y el proceso se controlan mediante la adquisición de información de instrucción procedente de una interfaz de un plano de control/gestión.

30 A modo de otro ejemplo, en la situación de recepción coherente, al menos una fuente de luz de oscilador local se puede seleccionar en conformidad con las ranuras OFSs ocupadas por las señales ópticas, y la fuente de luz de oscilador local y el canal de señales ópticas se pueden mezclar con el fin de generar múltiples canales de sub-señales ópticas mezcladas. Preferentemente, en este caso, existen también dos maneras de puesta en práctica. En una manera de puesta en práctica, se selecciona al menos una fuente de luz de oscilador local de conformidad con  
35 ranuras de frecuencia óptica única, que se ocupa por el canal de señales ópticas, y la fuente de luz de oscilador local y el canal de señales ópticas se mezclan con el fin de generar múltiples canales de sub-señales ópticas mezcladas. En una situación simple, se puede seleccionar un número correspondiente de fuentes de luz de oscilador local en una correspondencia de uno a uno, para cada ranura OFS de las señales ópticas. Indudablemente, varias ranuras OFSs pueden compartir, además, una fuente de luz de oscilador local de  
40 conformidad con un algoritmo de recepción y un requisito sobre el rendimiento de recepción. En otra manera de puesta en práctica, se selecciona al menos una fuente de luz de oscilador local de conformidad con bloques de ranura de frecuencia óptica consecutivos y concatenados ocupada por el canal de señales ópticas, y la fuente de luz de oscilador local y el canal de señales ópticas se mezclan de modo que se generan señales ópticas mezcladas. En una situación simple, se puede seleccionar una fuente de luz de oscilador local que corresponda a cada uno de los  
45 bloques de OFS consecutivos y concatenados. Indudablemente, varios bloques de OFS consecutivos y concatenados se pueden compartir, además, una sola fuente de luz de oscilador local de conformidad con un algoritmo de recepción y un requisito sobre el rendimiento de recepción.

50 Etapa 73: La demodulación de información de datos procedente de los múltiples canales de sub-señales ópticas.

En la situación de recepción incoherente, después de que se divida el canal de señales ópticas en múltiples canales de sub-señales ópticas de conformidad con las ranuras OFSs ocupadas por el canal de señales ópticas, los múltiples canales de sub-señales ópticas se convierten, por separado, en señales eléctricas analógicas correspondientes, convirtiéndose las señales eléctricas analógicas en correspondientes señales digitales y se recupera la información de datos desde las señales digitales para completar la transmisión de la información de  
55 datos.

En la situación de recepción coherente, los múltiples canales de sub-señales ópticas que se generan después de la mezcla, se convierten en señales eléctricas analógicas correspondientes, siendo convertidas las señales eléctricas analógicas en señales digitales correspondientes, y se recupera la información de datos procedente de las señales digitales con el fin de completar la transmisión de la información de datos.  
60

De conformidad con una forma de realización de la presente invención, después de que el canal de señales ópticas se envíe y/o antes de que se reciba el canal de señales ópticas, se puede realizar, además, una transmisión cruzada, al menos una vez, para el canal de señales ópticas en su totalidad. En este caso, la transmisión cruzada incluye: la planificación del canal de señales ópticas en su totalidad desde una fibra óptica de entrada de un nodo  
65

intermedio a una fibra óptica de salida del nodo intermedio. Esta transmisión global asegura que la información de datos transmitida utilizando el canal de señales ópticas se complete. En este caso, el nodo intermedio es un nodo por el que pasa el canal de señales ópticas desde un nodo de envío antes de alcanzar un nodo de recepción. La fibra óptica de entrada y la fibra óptica de salida pueden ser fibras de línea o fibras locales.

En otra situación de puesta en práctica, durante la transmisión, portadoras válidas que corresponden a un canal de señales ópticas, no se transmiten, necesariamente a través de la misma ruta o fibra óptica, sino que se pueden transmitir por intermedio de rutas o fibras ópticas distintas y a continuación, se reciben juntas en un extremo de recepción. El canal de señales ópticas ocupa al menos dos ranuras OFSs y existe una OFS libre entre las dos OFSs.

De conformidad con esta forma de realización de la presente invención, el canal de señales ópticas ocupa al menos dos ranuras OFSs y existe una OFS libre entre las dos OFSs. Por lo tanto, durante la transmisión, se puede realizar una transmisión cruzada para el canal de señales ópticas y señales formadas por portadoras ópticas en las que se modula otra información de datos. En este caso, se puede realizar una disposición flexible de conformidad con el tamaño de un bloque de OFS, de modo que los espectros en una fiabilidad se dispongan próximos, con lo que se reducen los fragmentos de OFS y aumenta la utilización de los espectros en la fibra óptica.

Formas de realización de la presente invención dan a conocer, además, por separado, un nodo de envío y un nodo intermedio y, en un ejemplo que no forma parte de la invención, un nodo de recepción.

La Figura 9 ilustra un diagrama estructural esquemático de un nodo de envío 11 de conformidad con una forma de realización de la presente invención. Según puede verse a partir de esta Figura, el nodo de envío 11 incluye una fuente de portadora óptica 111, un módulo de modulación de datos 112, y un módulo de envío 114, en donde la fuente de portadora óptica 111 incluye un módulo de generación de portadora 1111 y un primer módulo de selección de portadora óptica 1113, en donde el módulo de generación de portadora 1111 está configurado para generar múltiples portadoras ópticas, y el primer módulo de selección de portadora óptica 1113 está configurado para seleccionar al menos dos portadoras ópticas a partir de las múltiples portadoras ópticas, en donde las al menos dos portadoras ópticas corresponden a por lo menos dos ranuras de frecuencia óptica, y existe una ranura de frecuencia óptica libre entre las dos ranuras de frecuencia óptica; el módulo de modulación de datos 112 está configurado para modular información de datos en las al menos dos portadoras ópticas para formar un canal de señales ópticas, de modo que el canal de señales ópticas ocupe las al menos dos ranuras de frecuencia, y exista una ranura de frecuencia óptica libre entre las dos ranuras de frecuencia óptica; y el módulo de envío 114 está configurado para enviar el canal de señales ópticas.

La Figura 10 ilustra un diagrama estructural esquemático de un nodo de envío de conformidad con otra forma de realización de la presente invención. Una importante diferencia entre esta forma de realización y la forma de realización ilustrada en la Figura 9 radica en lo siguiente: El nodo de envío ilustrado en la forma de realización de la Figura 9, es capaz de transmitir solamente un canal de señales ópticas, mientras que el nodo de envío 11, en esta forma de realización, tiene una capacidad de transmitir, de forma simultánea, múltiples canales de señales ópticas.

Haciendo referencia a la Figura 10, el nodo de envío 11 incluye múltiples grupos de fuentes de portadora óptica 111 que están conectados en secuencia (solamente una fuente de portadora óptica se ilustra en esta figura) y un módulo de modulación de datos 112. El nodo de envío 11 incluye, además, un módulo combinador de señal óptica multicanal 113 conectado a múltiples módulos de modulación de datos 112, un módulo de envío 114 y un primer controlador 115. El primer controlador 115 controla, utilizando una interfaz de un plano de control/gestión, y de conformidad con un requisito del plano de control/gestión, un primer módulo de selección de portadora óptica 1113 (no mostrado en esta figura) incluido en la fuente de portadora óptica 111 y el módulo combinador de señal óptica multicanal 113. Además, el primer controlador 115 puede interactuar, además, con el plano de control/gestión utilizando la interfaz del plano de control/gestión, que incluye la realización de una aplicación, la respuesta de señalización, y así sucesivamente.

El módulo combinador de señal óptica multicanal 113 está configurado para combinar, antes de que se envíe el canal de señales ópticas, el canal de señales ópticas y señales ópticas formadas por portadoras ópticas en las que se modula otra información de datos.

Un experto en la técnica debe entender que en canales de señales ópticas que se generan por el nodo de envío 11, en la presente invención, todas las señales ópticas pueden ser el canal de señales ópticas que ocupan al menos dos ranuras OFSs, en donde existe una ranura OFS libre entre las dos OFSs, o una parte de las señales ópticas puede ser el canal de señales ópticas.

La Figura 11 ilustra un diagrama esquemático específico de un nodo de envío de conformidad con otra forma de realización de la presente invención.

Según puede verse a partir de esta figura, en el nodo de envío, la fuente de portadora óptica 111 incluye un módulo de generación de portadora 1111 y un primer módulo de selección de portadora óptica 1113, en donde el módulo de

generación de portadora 1111 está configurado para generar múltiples portadoras ópticas; y el primer módulo de selección de portadora óptica 1113 está configurado para seleccionar al menos dos portadoras ópticas a partir de las múltiples portadoras ópticas, en donde las al menos dos portadoras ópticas corresponden a al menos dos ranuras de frecuencia óptica, y existe una ranura de frecuencia óptica libre entre las dos ranuras de frecuencia óptica. El primer módulo de selección de portadora óptica 1113 puede ponerse en práctica por un módulo de demultiplexor ajustable (Demultiplexer, DeMUX). El demultiplexor ajustable DeMUX puede seleccionar al menos dos portadoras ópticas y existe una ranura OFS entre las OFSs que corresponden a las dos portadoras ópticas. El DeMUX ajustable puede ser un demultiplexor DeMUX basado en una tecnología de cristal líquido en silicio (Liquid Crystal on Silicon, LCoS) o un interruptor de longitud de onda selectivo (Wavelength Selective Switch, WSS) de sistemas microelectromecánicos (Micro-Electromechanical Systems, MEMS).

Además, puede observarse también que el módulo de modulación de datos 112 incluye al menos un módulo de modulación 1121 y un acoplador óptico 1122, en donde el módulo de modulación 1121 está configurado para recibir una portadora óptica, modular información de datos en la portadora óptica que han de transmitirse al acoplador óptico 1122, y el acoplador óptico 1122 está configurado para combinar señales de salida recibidas del al menos un módulo de modulación 1121 con el fin de formar un canal de señales ópticas. Cada modo de modulación de portadora óptica puede ser una modulación por amplitud o una modulación por amplitud en cuadratura (Quadrature Amplitude Modulation, QAM).

El módulo combinador de señal óptica multicanal 113 puede ponerse en práctica mediante un módulo de multiplexor ajustable (Multiplexer, MUX). El multiplexor MUX ajustable es un MUX basado en la tecnología de LCoS. El multiplexor MUX ajustable es capaz de combinar la salida de señales ópticas por el módulo de modulación de datos 112 en su totalidad, en donde un espectro que corresponde a las señales ópticas ocupa al menos dos ranuras OFSs y existe una ranura OFS libre entre las dos OFSs.

Además, el primer controlador 115 está configurado para adquirir una instrucción de control procedente de una interfaz de un plano de control/gestión, controlar la fuente de portadora óptica 111 para seleccionar una portadora óptica, y controlar y/o configurar el módulo combinador de señal óptica multicanal 113. El primer controlador 115 puede interactuar, además, con el plano de control/gestión utilizando la interfaz del plano de control/gestión, que incluye la realización de una aplicación, la respuesta de señalización, y así sucesivamente. Información sobre la interfaz del plano de control/gestión se puede modular junto con información de datos que necesita transmitirse, en una portadora, o se puede utilizar una portadora independiente.

El módulo de envío 114 está configurado para enviar la salida de señales ópticas combinadas por el módulo combinador de señal óptica multicanal 113.

La Figura 12 ilustra un diagrama estructural esquemático de un nodo intermedio 12 de conformidad con una forma de realización de la presente invención. Como puede observarse a partir de la figura, el nodo intermedio 12 incluye al menos un módulo de transmisión cruzada 121, en donde el módulo de transmisión cruzada 121 está configurado para extraer un canal de señales ópticas, en su totalidad, a partir de una fibra óptica de entrada en una capa óptica y/o planificar el canal de señales ópticas, en su totalidad, a partir de una fiabilidad de entrada a una fibra óptica de salida en la capa óptica, y/o combinar el canal de señales ópticas, en su totalidad, en la fibra óptica de salida en la capa óptica, ocupando un espectro que corresponde al canal de señales ópticas al menos dos ranuras de frecuencia óptica OFSs, y existiendo una ranura OFS libre entre las dos ranuras OFSs. Además, el nodo intermedio incluye, además, un segundo controlador 122, configurado para controlar y/o configurar el módulo de transmisión cruzada 121 de conformidad con un requisito de un plano de control/gestión. Mientras tanto, el segundo controlador 122 puede interactuar, además, con el plano de control/gestión utilizando una interfaz del plano de control/gestión, que incluye la realización de una aplicación, la respuesta de señalización, etc. Información sobre la interfaz del plano de control/gestión se puede modular, junto con información de datos que necesitan transmitirse, en una portadora, o se puede utilizar una portadora independiente.

La Figura 13 ilustra un diagrama estructural esquemático de un módulo de transmisión cruzada 121 de conformidad con una forma de realización de la presente invención. Como puede observarse a partir de esta figura, el módulo de transmisión cruzada 121 incluye un sub-módulo de supresión en sentido oeste LCoS WSS 1211, un sub-módulo de adición en sentido oeste LCoS WSS 1212, un sub-módulo de supresión en sentido este LCoS WSS 1213 y un sub-módulo de adición en sentido este LCoS WSS 1214.

El sub-módulo de supresión en sentido oeste LCoS WSS 1211 está configurado para dividir las señales ópticas locales suprimidas en sentido oeste a partir de una fibra de línea de entrada en sentido oeste y transmitir las señales ópticas restantes al sub-módulo de adición en sentido este LCoS WSS 1214.

El sub-módulo de adición en sentido este LCoS WSS 1214 está configurado para combinar señales ópticas locales añadidas en sentido este y las señales ópticas transmitidas por el sub-módulo de supresión en sentido oeste LCoS WSS 1211 y transmitir las señales ópticas combinadas a una fibra óptica de salida en sentido este.

El sub-módulo de supresión en sentido este LCoS WSS 1213 está configurado para dividir señales ópticas locales

suprimidas en sentido este a partir de una fibra de línea de entrada en sentido este y transmitir las señales ópticas restantes al sub-módulo de adición en sentido oeste LCoS WSS 1212.

5 El sub-módulo de adición en sentido oeste LCoS WSS 1212 está configurado para combinar señales ópticas locales añadidas en sentido oeste y las señales ópticas transmitidas por el sub-módulo de supresión en sentido este LCoS WSS 1213 y transmitir las señales ópticas combinadas a una fibra óptica de salida en sentido oeste.

10 Estos sub-módulos LCoS WSS son capaces de conmutar dichas señales ópticas, en su totalidad, de conformidad con señales de control del segundo controlador 122; un espectro que corresponde a las señales ópticas ocupa al menos dos ranuras de frecuencia óptica OFSs y existe una ranura OFS libre entre las dos ranuras OFSs. Además, el segundo controlador 122 puede controlar y/o configurar, utilizando una interfaz de un plano de control/gestión, los sub-módulos LCoS WSS de conformidad con un requisito del plano de control/gestión.

15 Un experto en esta técnica debe saber que en la presente invención, se puede seleccionar un módulo de transmisión cruzada 121, o de conformidad con un requisito de ingeniería práctica, se pueden establecer sub-módulos de transmisión en otras direcciones, tales como un sub-módulo de agregación en sentido sur LCoS WSS, un sub-módulo de caída en sentido sur LCoS WSS, un sub-módulo de agregación en sentido norte LCoS WSS y un sub-módulo de caída en sentido norte LCoS WSS, y sus funciones son similares a las de los sub-módulos en esta forma de realización, ilustrada en la Figura 13. No se proporcionan aquí detalles adicionales.

20 La Figura 14 ilustra un diagrama estructural esquemático de un nodo de recepción 13 de conformidad con un ejemplo que no forma parte de la idea inventiva de la presente invención. Este ejemplo corresponde al ejemplo del nodo de envío ilustrado en la Figura 9, y el nodo de recepción 13 está diseñado para una situación de recepción incoherente. El nodo de recepción 13 incluye: un módulo de recepción 131, configurado para recibir un canal de señales ópticas, en donde el canal de señales ópticas ocupa al menos dos ranuras de frecuencia óptica, y existe una ranura de frecuencia óptica libre entre las dos ranuras de frecuencia óptica; un sub-módulo de generación de sub-señal óptica 132, configurado para generar múltiples canales de sub-señales ópticas desde el canal de señales ópticas de conformidad con las ranuras de frecuencia óptica ocupadas por el canal de señales ópticas; y un módulo de recuperación de datos 133, configurado para demodular información de datos procedente de los múltiples canales de sub-señales ópticas.

25 Como puede observarse a partir de la Figura 14, en la situación de recepción incoherente, el módulo de generación de sub-señal óptica 132 incluye, además, un segundo módulo de selección de portadora óptica 1321, configurado para dividir, de conformidad con ranuras de frecuencia óptica única, ocupada por el canal de señales ópticas, el canal de señales ópticas en múltiples canales de sub-señales ópticas que ocupan, cada uno de ellos, una ranura de frecuencia óptica, o configurado para dividir el canal de señales ópticas en múltiples canales de sub-señales ópticas de conformidad con bloques de ranura de frecuencia óptica consecutivos y concatenados, ocupada por el canal de señales ópticas. El canal de señales ópticas ocupa al menos dos ranuras OFSs de frecuencia óptica, y existe una ranura OFS libre entre las dos ranuras OFSs. Una forma de dividir utilizada para la división del canal de señales ópticas recibidas en múltiples canales de sub-señales ópticas, de conformidad con las ranuras OFSs ocupadas por el canal de señales ópticas, es la misma que la forma de división ilustrada en la Figura 8a o la Figura 8b. No se proporcionan aquí detalles adicionales.

40 La Figura 15 ilustra un diagrama estructural esquemático de un nodo de recepción 13 de conformidad con un ejemplo que no forma parte de la idea inventiva de la presente invención. Este ejemplo corresponde al ejemplo del nodo de envío ilustrado en la Figura 9, y el nodo de recepción 13 está diseñado para una situación de recepción coherente.

45 Como puede observarse a partir de la Figura 15, una diferencia entre esta situación y la situación de recepción incoherente radica en que, en la situación de recepción coherente, un módulo de generación de sub-señal óptica 132 incluye, además, un módulo de selección de fuente de luz de oscilador local 1322 y un módulo de mezcla 1323. El módulo de selección de fuente de luz de oscilador local 1322 está configurado para seleccionar al menos una fuente de luz de oscilador local de conformidad con ranuras de frecuencia óptica única ocupadas por el canal de señales ópticas, y el módulo de mezcla 1323 está configurado para mezclar la al menos una fuente de luz de oscilador local y el canal de señales ópticas con el fin de generar múltiples canales de sub-señales ópticas mezcladas. Como alternativa, el módulo de selección de fuente de luz de oscilador local 1322 está configurado para seleccionar al menos una fuente de luz de oscilador local de conformidad con bloques de ranura de frecuencia óptica consecutivos y concatenados, que se ocupan por el canal de señales ópticas, y el módulo de mezcla 1323 está configurado para mezclar la al menos una fuente de luz de oscilador local y el canal de señales ópticas con el fin de generar señales ópticas mezcladas.

50 La Figura 16 ilustra un diagrama estructural esquemático de un nodo de recepción 13 de conformidad con un ejemplo de la presente invención. El nodo de recepción en este ejemplo corresponde al nodo de envío en el ejemplo ilustrado en la Figura 10. Como puede observarse a partir de esta Figura, el nodo de recepción 13 incluye un módulo de recepción 131, un módulo de división de señal óptica multicanal 134, un módulo de generación de sub-señal óptica 132, un módulo de recuperación de datos 133, y un tercer controlador 135.

El módulo de división de señal óptica multicanal 134 está configurado para dividir múltiples canales de señales ópticas, después de la recepción de las señales ópticas, en donde al menos un canal de señales ópticas ocupa al menos dos ranuras de frecuencia óptica OFSs, y existe una ranura OFS libre entre las dos OFSs. El módulo de división de señal óptica multicanal 134 es capaz de dividir el canal de señales ópticas, en su totalidad, y a continuación, envía el canal de señales ópticas al módulo de generación de sub-señal óptica 132. Las funciones del módulo de generación de sub-señal óptica 132 y del módulo de recuperación de datos 133 son las mismas que las funciones que se ilustran en los ejemplos de la Figura 14 y la Figura 15. No se proporcionan aquí detalles adicionales. El tercer controlador 135 controla las operaciones del módulo de generación de sub-señal óptica 132 y del módulo de división de señal óptica multicanal 134, de conformidad con una instrucción de control procedente de una interfaz de un plano de control/gestión. Información sobre la interfaz del plano de control/gestión se puede modular, junto con información de datos que necesita transmitirse, en una portadora, o se puede utilizar una portadora independiente.

Un experto en esta técnica debe entender que una parte de puertos de salida del módulo de división de señal óptica multicanal 134 pueden estar conectados, directamente, al módulo de recuperación de datos 133, y el módulo de división de señal óptica multicanal 134 puede transmitir, de forma directa, la división en al menos un canal de señales ópticas al módulo de recuperación de datos 133 con el fin de recuperar la información de datos.

La Figura 17 ilustra una aplicación específica del nodo de recepción 13 en el ejemplo ilustrado en la Figura 14, en donde el nodo de recepción 13 se utiliza, además, en una situación de recepción incoherente.

Se puede realizar un módulo de división de señal óptica multicanal 134 mediante un módulo de DeMUX ajustable, y puede realizarse, específicamente, por un demultiplexor DeMUX basado en una tecnología LCoS, y su función es la misma que la función del módulo de división de señal óptica multicanal 134 que se describe con referencia a la Figura 16.

Un segundo módulo de selección de portadora óptica 131 se puede realizar por un módulo de demultiplexor DeMUX ajustable y puede, concretamente, realizarse por un DeMUX basado en la tecnología LCoS (Liquid Crystal on Silicon, cristal líquido en silicio) o un interruptor de longitud de onda selectivo (Wavelength Selective Switch, WSS) de sistemas micro-electromecánicos (Micro-electromechanical Systems, MEMS), y su función es la misma que la función del segundo módulo de selección de portadora óptica 1321, descrito con referencia a la Figura 14.

Un módulo de recuperación de datos 133 incluye un sub-módulo de conversión de óptica a eléctrica 1331, un sub-módulo de conversión analógica a digital 1332, y un sub-módulo de procesamiento digital 1333. El sub-módulo de conversión óptica a eléctrica 1331 incluye múltiples circuitos O/E y está configurado para convertir múltiples canales de sub-señales ópticas en múltiples canales de señales eléctricas analógicas. Un módulo de O/E pone en práctica una conversión óptica a eléctrica. Más concretamente, el módulo de O/E puede ser un fotodiodo positivo intrínsecamente negativo (Positive Intrinsic-Negative, PIN) o un fotodiodo de avalancha (Avalanche Photodiode, APD).

El sub-módulo de conversión analógica a digital 1332 incluye múltiples circuitos convertidores analógica a digital (Analog to Digital Converter, ADC) y está configurado para convertir señales analógicas en señales digitales. El sub-módulo de procesamiento digital 1333 está configurado para extraer información de datos procedente de las señales digitales.

La Figura 18 ilustra una aplicación específica del nodo de recepción 13 en el ejemplo ilustrado en la Figura 15, en donde el nodo de recepción 13 se utiliza, además, en una situación de recepción coherente.

Según puede observarse en esta Figura, un módulo de generación de sub-señal óptica 132 incluye, además, un módulo de selección de fuente de luz de oscilador local 1322 y un módulo de mezcla 1323. Sus funciones son las mismas que las funciones descritas con referencia a la Figura 15. No se proporcionan aquí detalles adicionales.

Un módulo de recuperación de datos 133 incluye un sub-módulo de conversión óptica a eléctrica 1331, un sub-módulo de conversión analógica a digital 1332 y un sub-módulo de procesamiento digital 1333, en donde el sub-módulo de conversión óptica a eléctrica 1331 está configurado para convertir los múltiples canales de señales ópticas mezcladas en múltiples canales de señales eléctricas analógicas, el sub-módulo de conversión analógica a digital 1332 está configurado para convertir los múltiples canales de señales eléctricas analógicas en señales digitales, y el sub-módulo de procesamiento digital 1333 está configurado para extraer información de datos procedente de las señales digitales.

En la Figura 18, el módulo de selección de fuente de luz de oscilador local 1322 está configurado para seleccionar un parámetro tal como una longitud de onda de una fuente de luz de oscilador local que corresponde a cada dispositivo mezclador. Para una configuración flexible, la fuente de luz de oscilador local puede ser una fuente óptica cuya longitud de onda es ajustable. En la Figura 18, después de su salida desde un módulo de división de señal óptica multicanal 134, un canal de señales ópticas pasa a través de un divisor 1:m y se divide en  $m$  canales, en

5 donde  $m$  se puede determinar de conformidad con el número de ranuras OFSs o bloques de OFS separados uno a uno, y un modo de recepción. En una situación simple, un número correspondiente de fuentes de luz de oscilador local se puede seleccionar, en una correspondencia de una a una, para cada ranura OFS de las señales ópticas, o una fuente de luz de oscilador local se puede seleccionar, en correspondencia, para cada uno de entre los bloques de ranura OFS consecutivos y concatenados. Indudablemente, de conformidad con un algoritmo de recepción y un requisito sobre rendimiento de recepción, varias ranuras OFSs pueden compartir una fuente de luz de oscilador local, o varios bloques de ranura OFS consecutivos y concatenados pueden compartir una fuente de luz de oscilador local. A continuación, el dispositivo mezclador se utiliza para mezclar cada canal de señales ópticas, y se pone en práctica la conversión óptica a eléctrica y la conversión analógica a digital, etc.  $k$  dispositivos convertidores óptica a eléctrica y ADCs se utilizan para cada canal de señales mezcladas, en donde  $k$  es relativo a un formato de modulación.

15 La Figura 19 ilustra un sistema para transmitir información de datos utilizando señales ópticas de conformidad con un ejemplo de la presente invención. Como puede observarse a partir de esta Figura, el sistema incluye un nodo de envío 11 y un nodo de recepción 13, y de forma opcional incluye, además, un nodo intermedio 12. El contenido específico del nodo de envío 11, el nodo de recepción 13 y el nodo intermedio 12 han sido descritos con detalle anteriormente. No se proporcionan aquí detalles adicionales.

20 De conformidad con el sistema en este ejemplo de la presente invención, al menos un canal de señales ópticas ocupa al menos dos ranuras de frecuencia óptica (OFS), y existe una ranura OFS libre entre las dos OFSs. Por lo tanto, durante la transmisión, se puede realizar una disposición flexible de conformidad con el tamaño de un bloque de OFS en el canal de señales ópticas, de modo que los espectros de las señales ópticas, en una fibra óptica, estén dispuestos próximos, con lo que se aumenta la utilización de los espectros en la fibra óptica.

25 Un experto en esta técnica debe entender que la división de los aparatos y módulos en las formas de realización de la presente invención son divisiones funcionales y sus estructuras específicas prácticas pueden ser una división o combinación de los módulos funcionales anteriores.

30 Los números de secuencia de las formas de realización precedentes de la presente invención, son simplemente para fines de descripción, pero no indican la preferencia de las formas de realización.

Las soluciones descritas en las reivindicaciones caen también dentro del alcance de protección de las formas de realización de la presente invención.

35 Un experto en esta técnica debe entender que la totalidad o una parte de los procesos de los métodos, en las formas de realización, pueden ponerse en práctica por un programa que proporcione las pertinentes instrucciones de hardware. El programa se puede memorizar en un soporte de memorización legible por ordenador.

40 Lo que antecede describe solamente formas de realización a modo de ejemplo de la presente invención y no está previsto para limitar el alcance de protección de la presente invención. Cualquier modificación, sustitución equivalente, o mejora, realizada dentro del principio de la presente invención, deberá caer dentro del alcance de protección de la presente invención.

45

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para transmitir información de datos, que comprende:
  - 5 • seleccionar, por un primer nodo (A), al menos dos portadoras ópticas, en donde las al menos dos portadoras ópticas corresponden a al menos dos ranuras de frecuencia óptica, de modo que exista una ranura de frecuencia óptica libre entre dos ranuras de frecuencia óptica de las al menos dos ranuras de frecuencia (etapa 41);
  - 10 • modular, por el primer nodo (A), información de datos en las al menos dos portadoras ópticas con el fin de formar un canal de señales ópticas, de modo que el canal de señales ópticas ocupe las al menos dos ranuras de frecuencia óptica, en donde al menos una de entre las al menos dos portadoras ópticas se transmite a través de una ruta óptica diferente de las otras portadoras de entre las al menos dos portadoras ópticas (etapa 42);
  - 15 • proporcionar, por un segundo nodo (B), un canal de otras señales ópticas que se forman por portadoras de señal óptica y modular otra información de datos en las portadoras de señal óptica, y siendo transmitido el canal a través de al menos una ranura de frecuencia óptica; determinar, por un nodo adicional (12), si al menos una ranura de frecuencia óptica, utilizada por las otras señales ópticas del segundo nodo (B), puede insertarse entre las dos ranuras de frecuencia óptica que se utilizan por las señales ópticas del primer nodo (A);
  - 20 • combinar, por el nodo adicional (12), el canal de otras señales ópticas con el canal que consiste en las al menos dos portadoras ópticas con el fin de generar una señal combinada, de modo que la al menos una ranura de frecuencia óptica, determinada en la etapa de determinación, se inserte entre las dos ranuras de frecuencia óptica utilizadas por las señales ópticas del primer nodo (A), y proporcionar ranuras de frecuencia óptica
  - 25 restantes, utilizadas por las otras señales ópticas del segundo nodo (B) en secuencia a las ranuras de frecuencia óptica utilizadas por las señales ópticas del primer nodo (A); y enviar la señal combinada.
2. El método según la reivindicación 1, en donde existen bloques de ranura de frecuencia óptica consecutivos y concatenados en las ranuras de frecuencia óptica en la señal combinada.
- 30 3. Un sistema que comprende un primer nodo (A), un segundo nodo (B) y un nodo adicional (12), en donde el sistema está configurado para realizar cualquiera de los métodos de conformidad con las reivindicaciones 1-2.

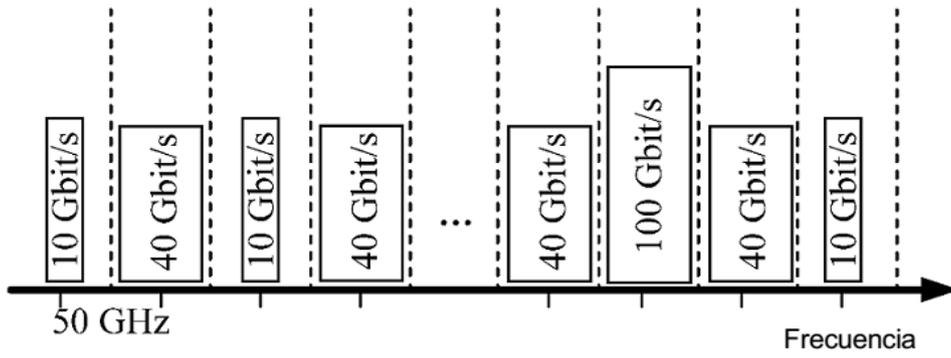


FIG. 1

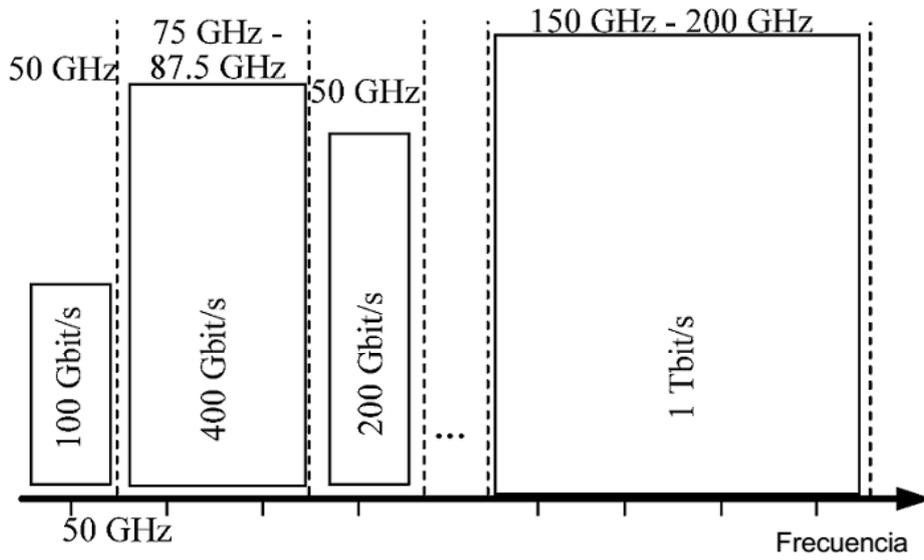


FIG. 2

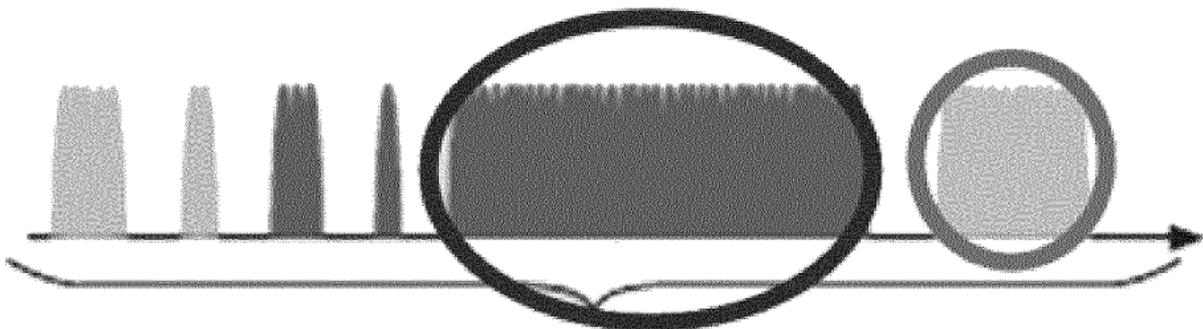


FIG. 3

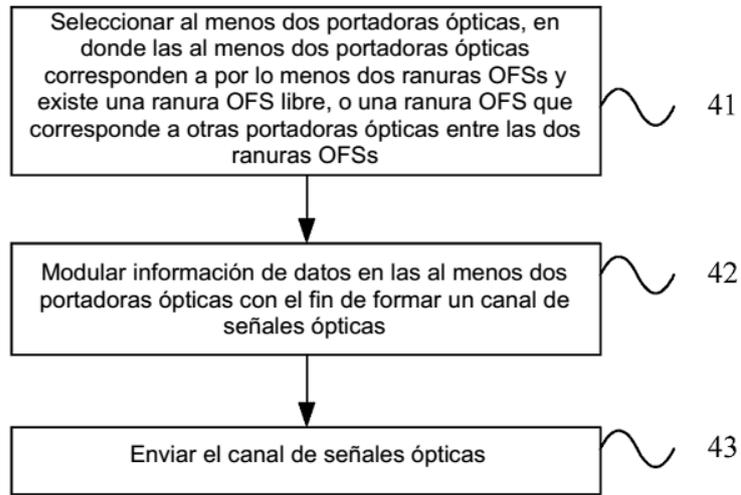


FIG. 4

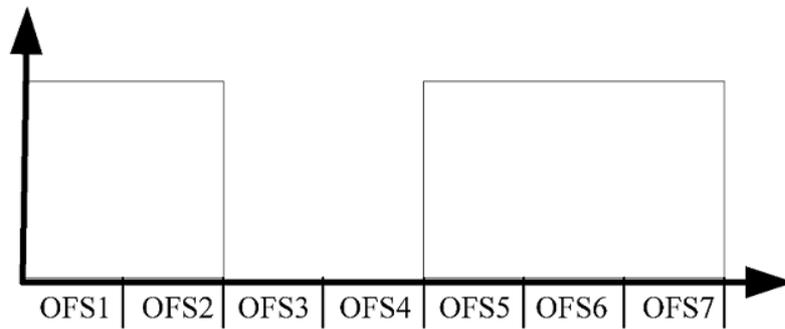


FIG. 5

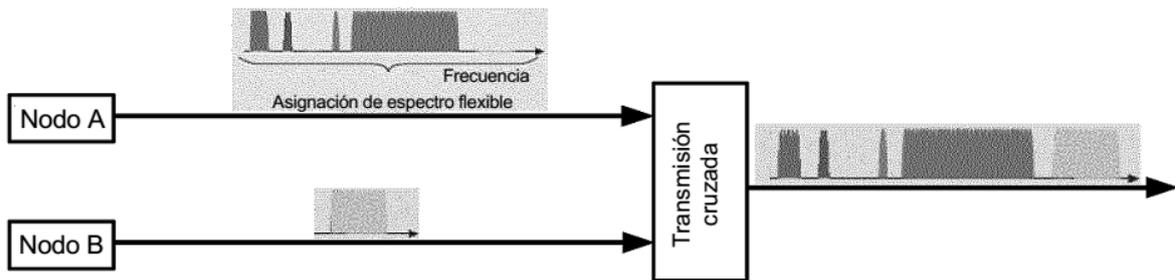


FIG. 6a

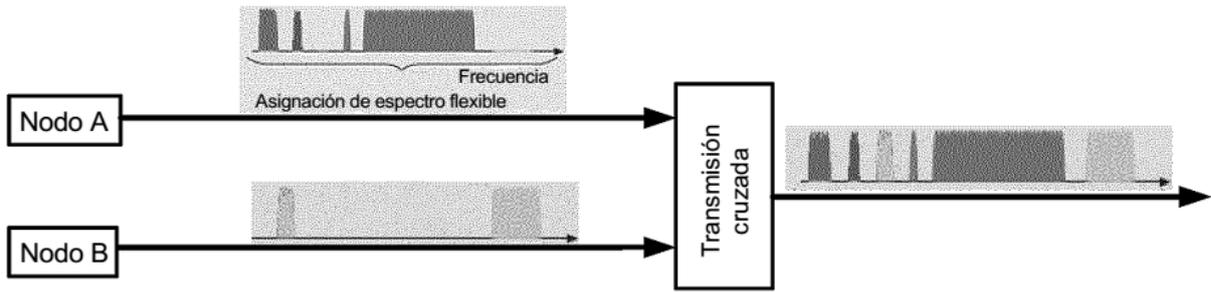


FIG. 6b

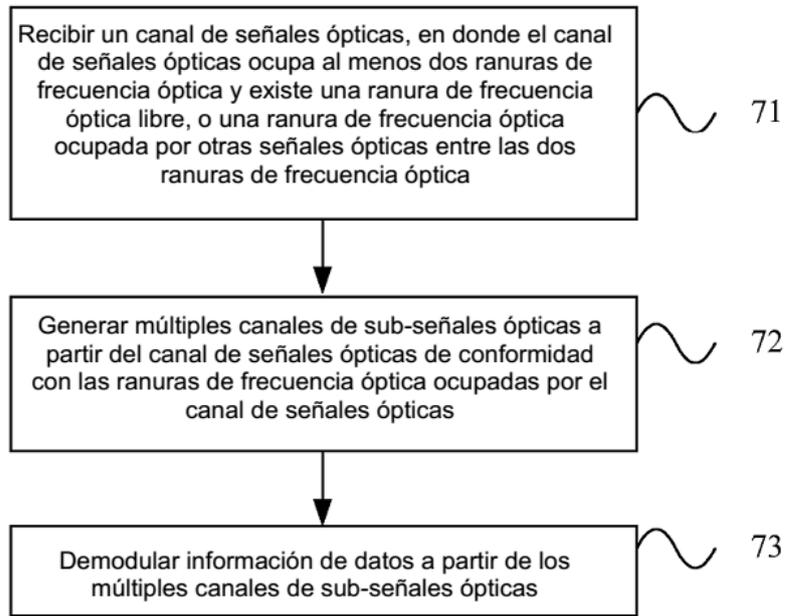


FIG. 7

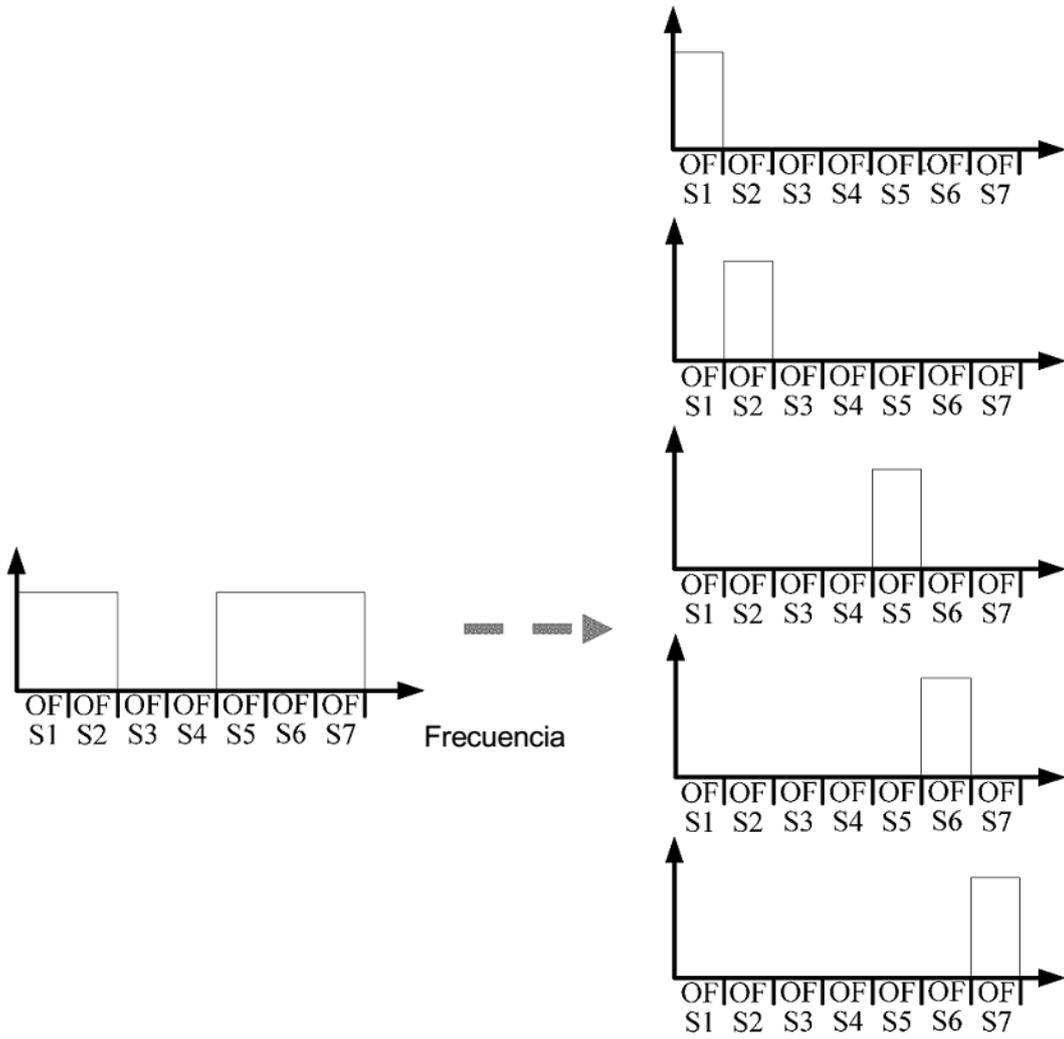


FIG. 8a

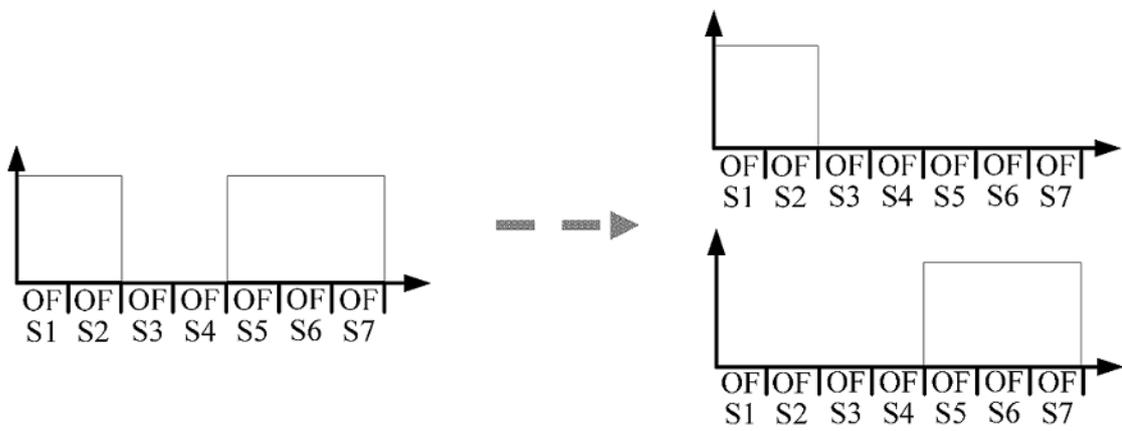


FIG. 8b

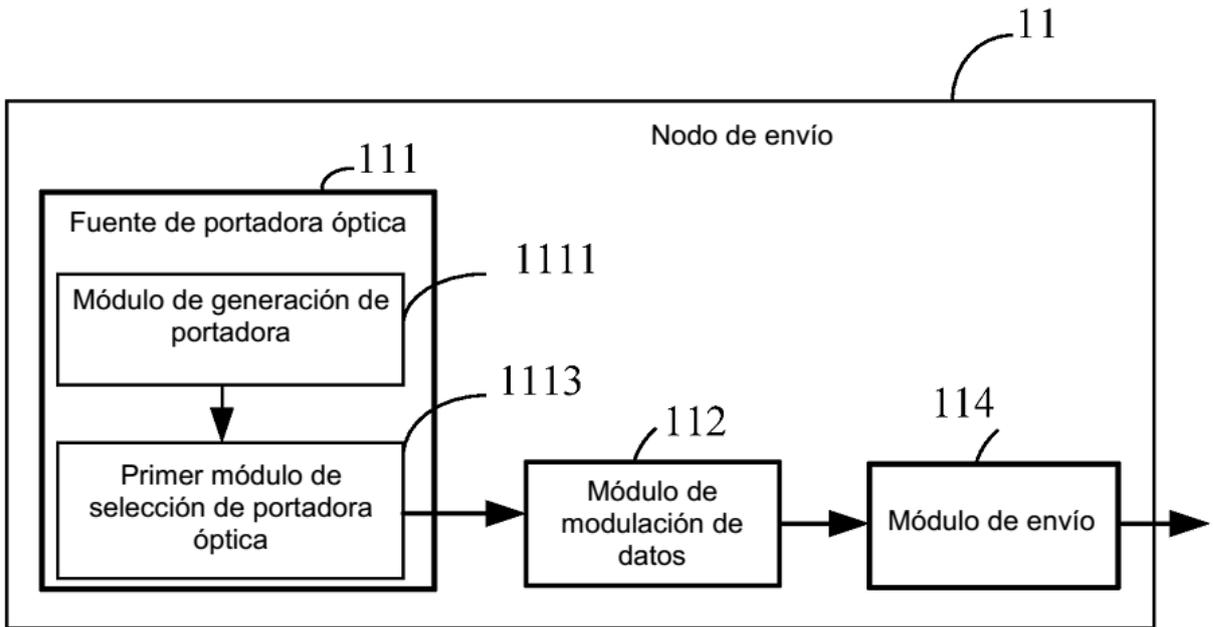


FIG. 9

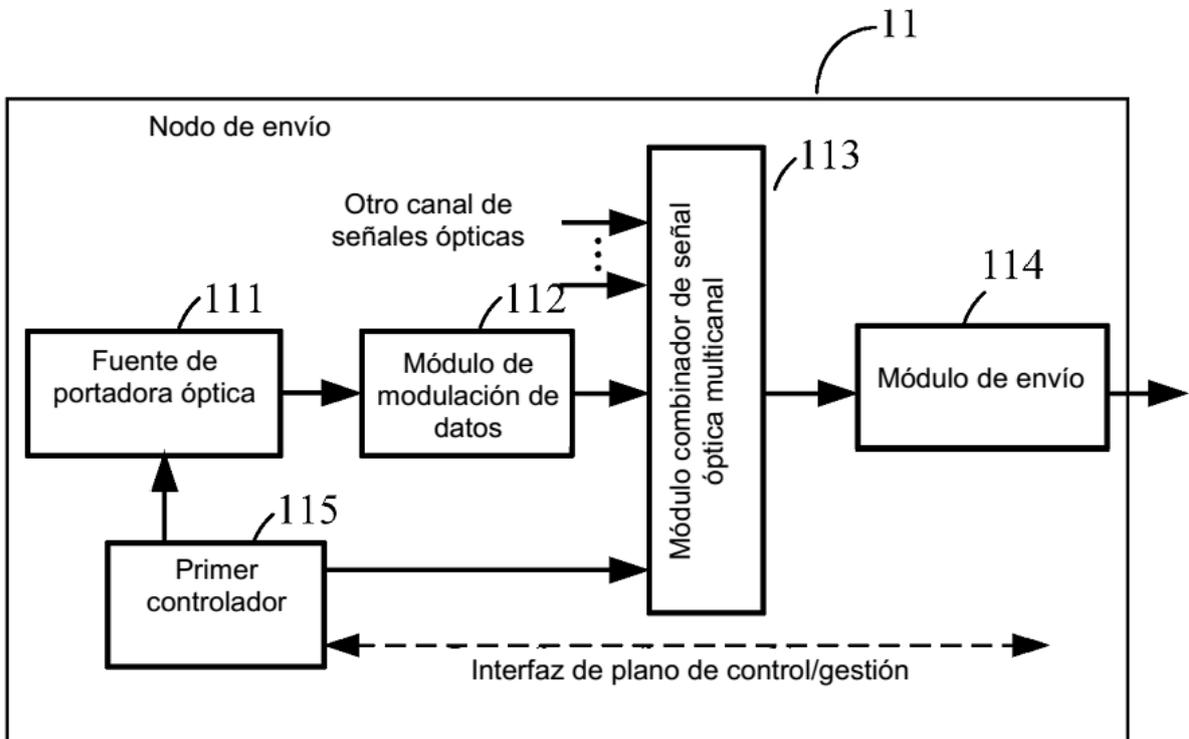


FIG. 10

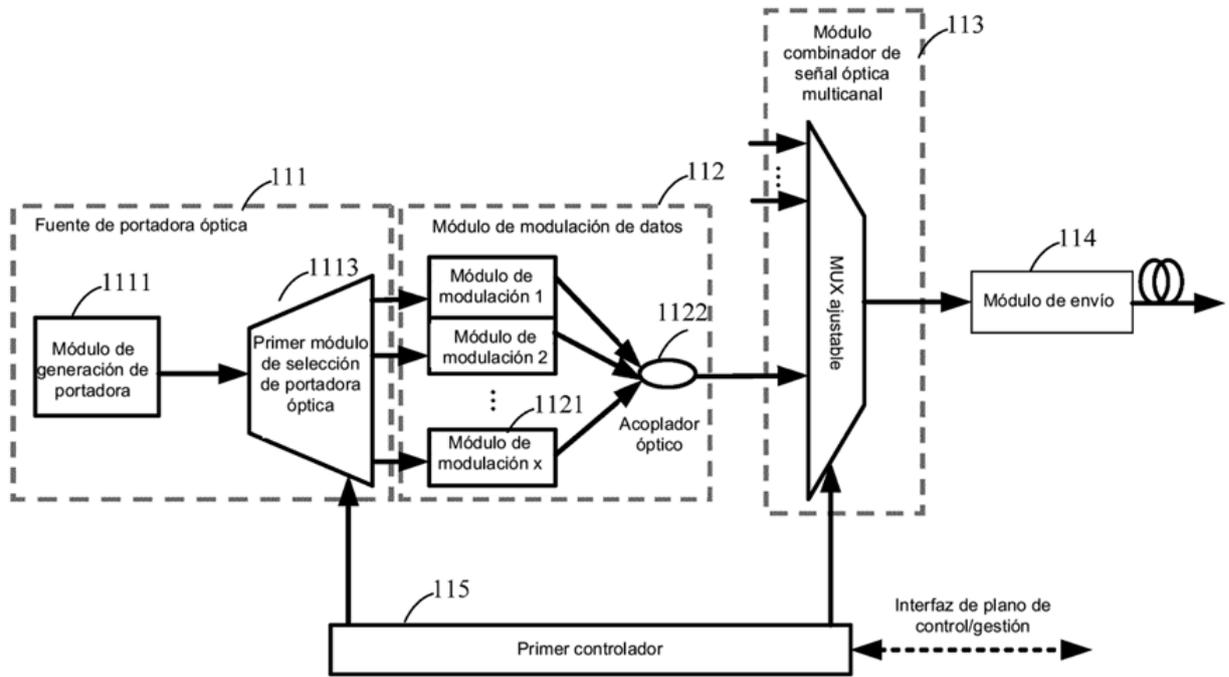


FIG. 11

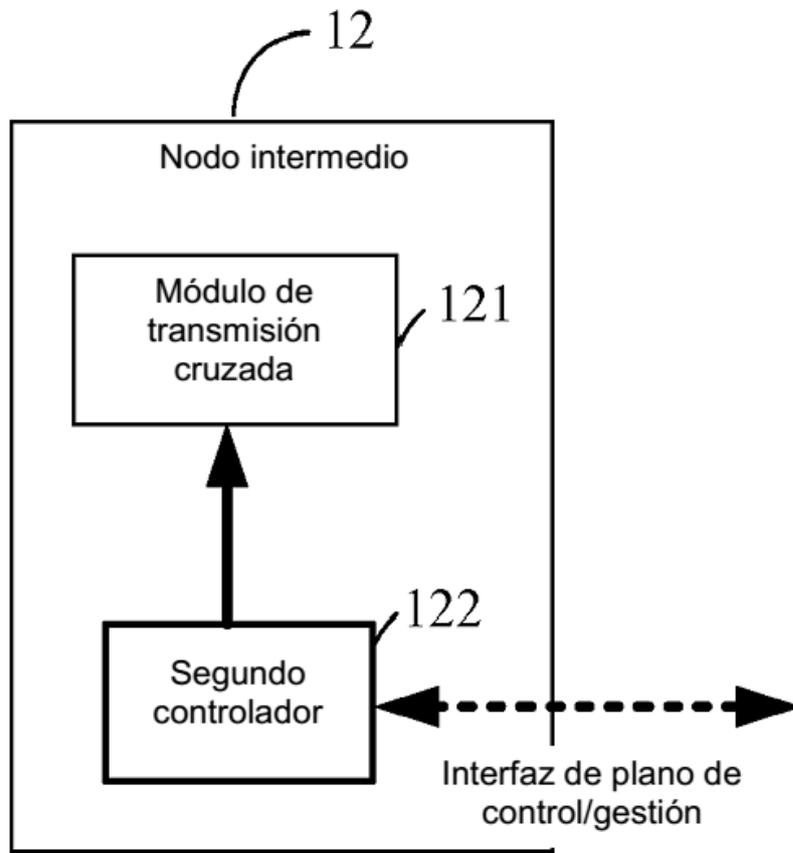


FIG. 12

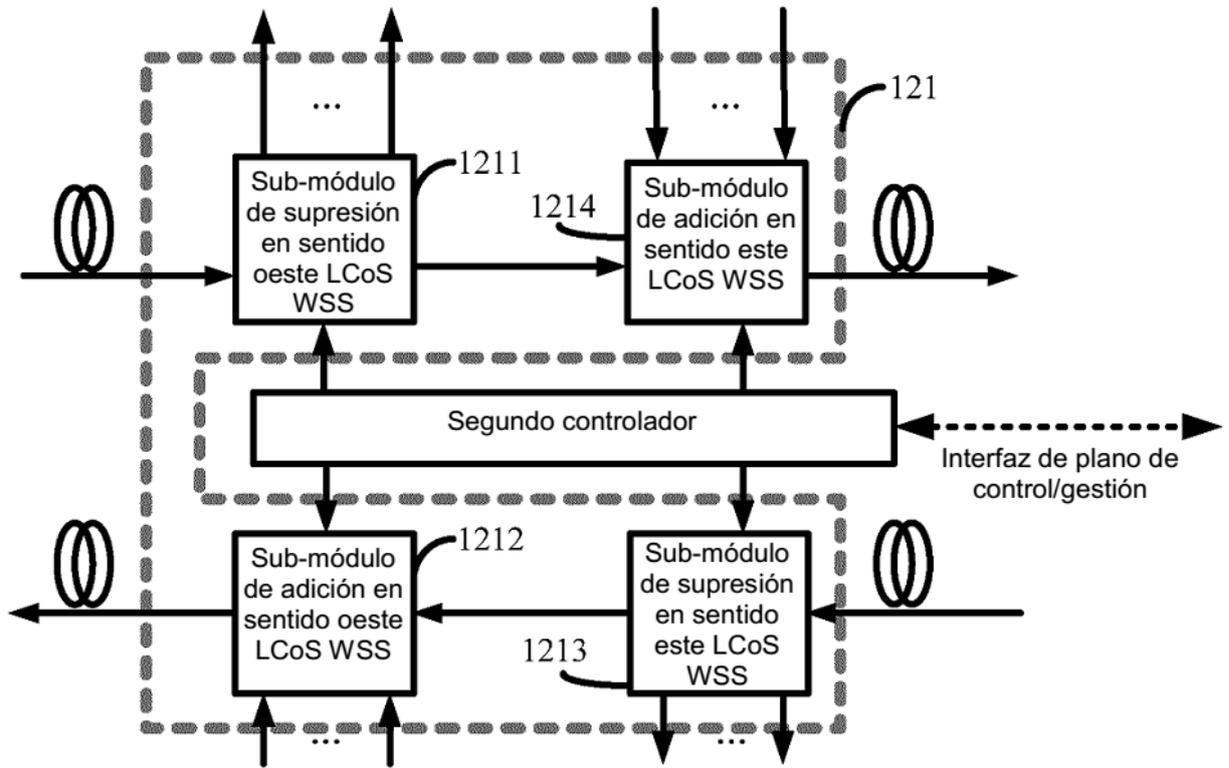


FIG. 13

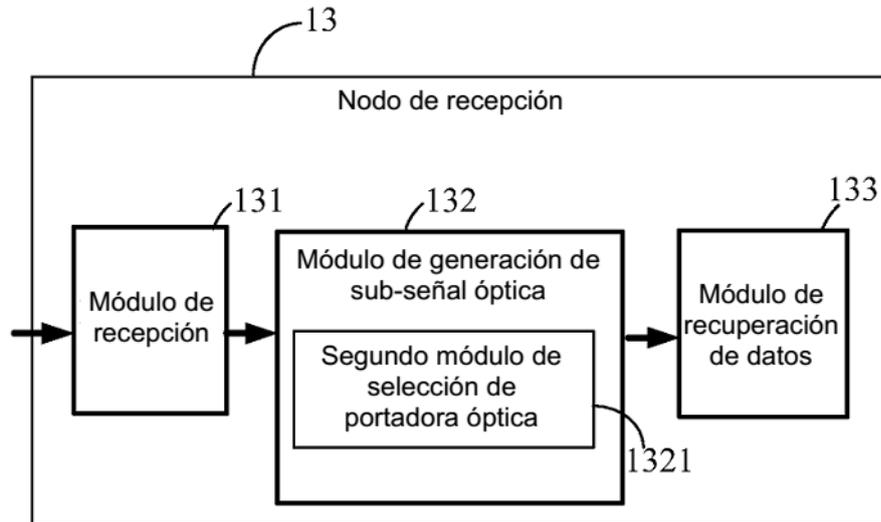


FIG. 14

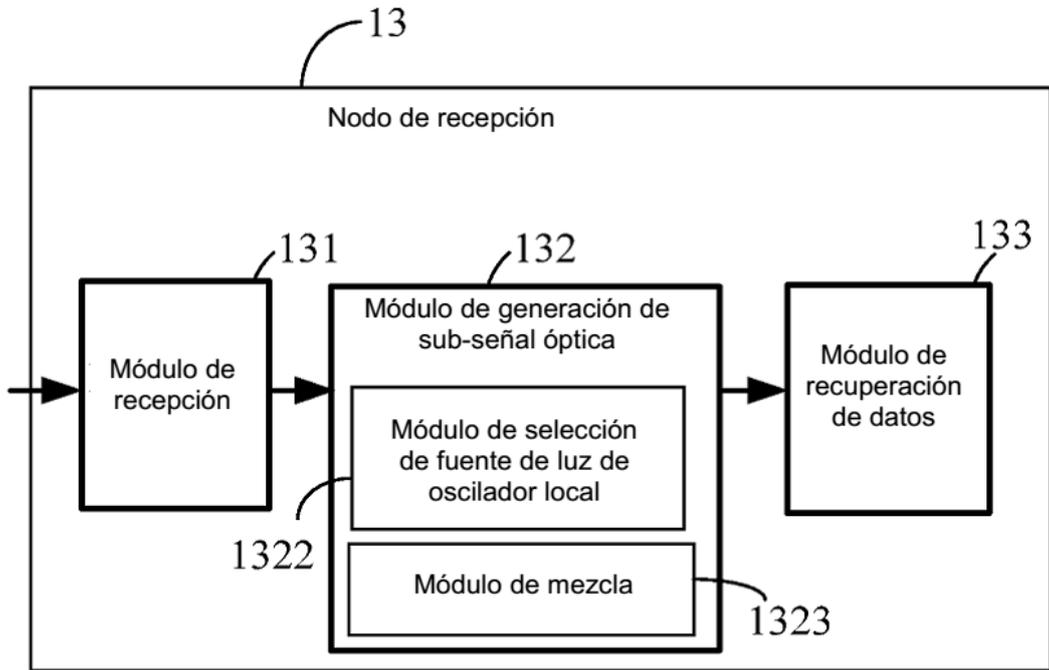


FIG. 15

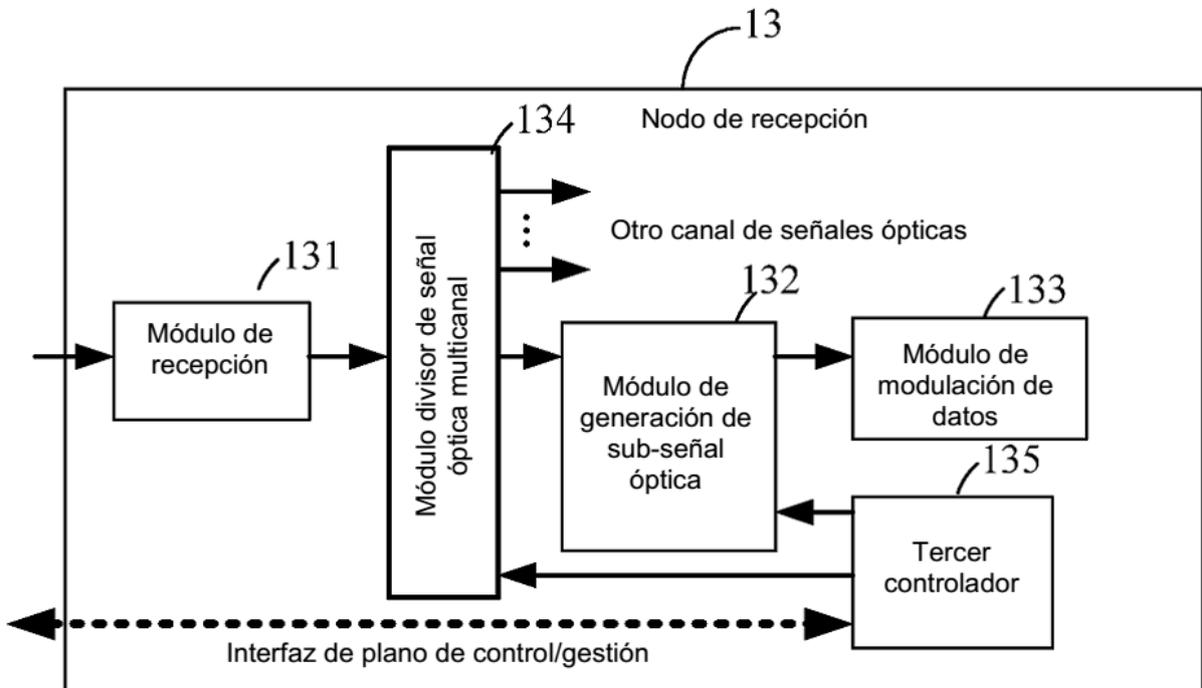


FIG. 16

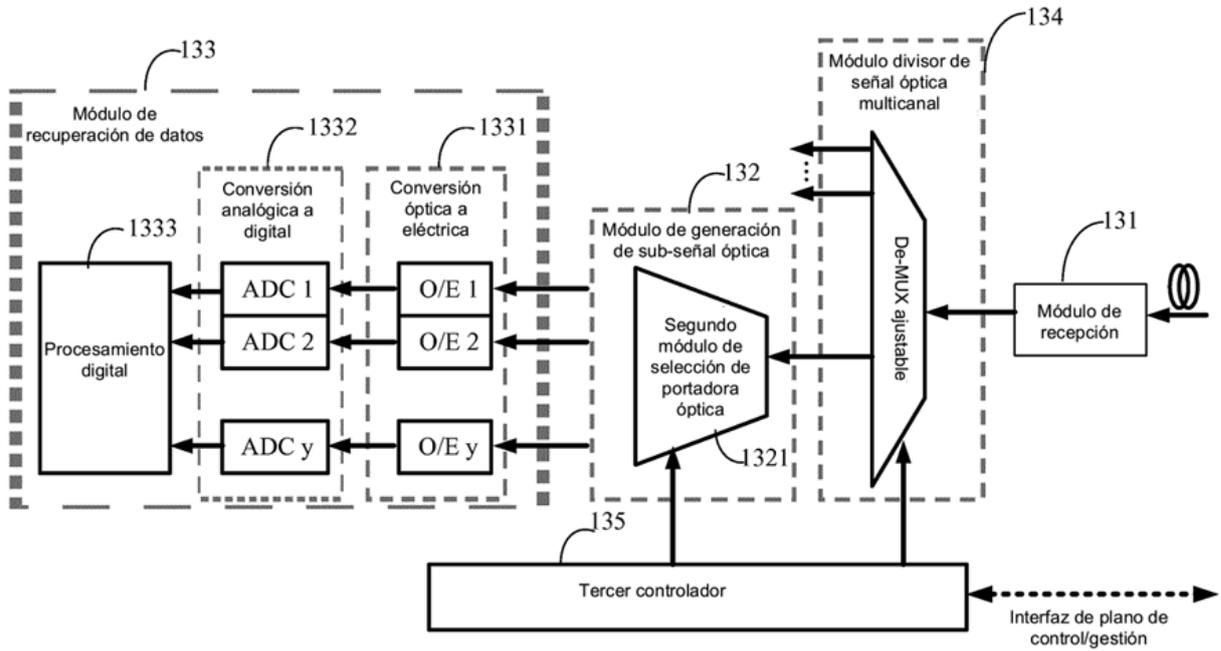


FIG. 17

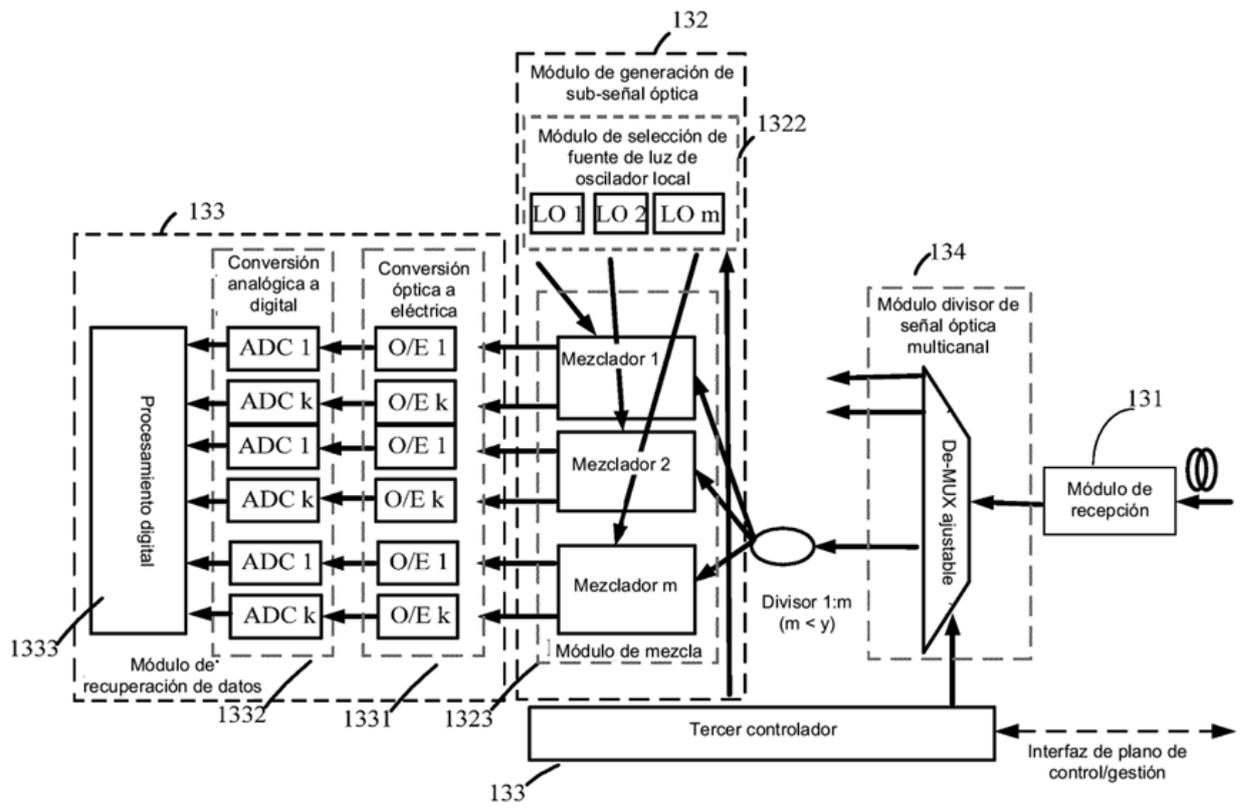


FIG. 18

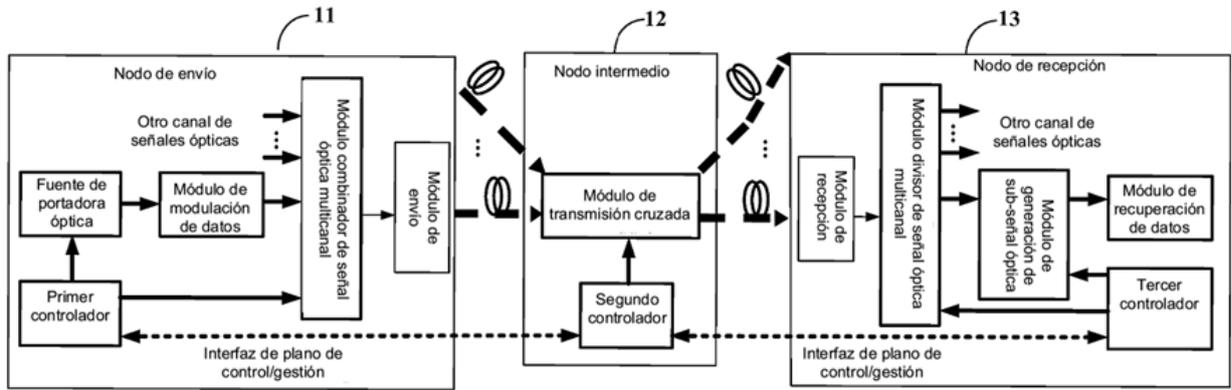


FIG. 19