

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 396 185**

51 Int. Cl.:

H04J 14/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.08.2009 E 09010758 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.10.2012 EP 2288063**

54 Título: **Procesamiento de datos en una red óptica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.02.2013

73 Titular/es:

**NOKIA SIEMENS NETWORKS OY (100.0%)
Karaportti 3
02610 Espoo, FI**

72 Inventor/es:

**ROHDE, HARALD y
TREYER, THOMAS**

74 Agente/Representante:

ZUAZO ARALUZE, Alexander

ES 2 396 185 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

Procesamiento de datos en una red óptica

- 5 La invención se refiere a un método y a un dispositivo para el procesamiento de datos en una red óptica y a una red óptica que comprende un dispositivo de este tipo.

10 Una red óptica pasiva (PON) es un enfoque prometedor con respecto a los escenarios de fibra hasta el hogar (FTTH), fibra hasta el negocio (FTTB) y fibra hasta la acera (FTTC), en particular cuando supera las limitaciones económicas de soluciones de punto a punto tradicionales.

15 La PON se ha normalizado y está implementándose actualmente por proveedores de servicio de red en todo el mundo. Las PON convencionales distribuyen tráfico aguas abajo del terminal de línea óptica (OLT) a las unidades de red óptica (ONU) por difusión mientras que las ONU envían paquetes de datos aguas arriba multiplexados en el tiempo a la OLT. Por tanto, es necesario que se transfiera una comunicación entre las ONU a través de OLT que implica un procesamiento electrónico tal como almacenamiento en memoria intermedia y/o planificación, lo que da como resultado una latencia y degrada el rendimiento global de la red.

20 En comunicaciones de fibra óptica, la multiplexación por división de longitud de onda (WDM) es una tecnología que multiplexa múltiples señales de portadoras ópticas en una única fibra óptica usando diferentes longitudes de onda (colores) de luz láser para llevar señales diferentes. Esto permite una multiplicación en capacidad, además de permitir comunicaciones bidireccionales por un hilo de fibra.

25 Los sistemas de WDM se dividen en diferentes patrones de longitud de onda, WDM convencional o gruesa y densa. Los sistemas de WDM proporcionan, por ejemplo, hasta 16 canales en la 3ª ventana de transmisión (banda C) de fibras de sílice de aproximadamente 1550 nm. La WDM densa usa la misma ventana de transmisión pero con un espaciado de canal más denso. Los planes de canal varían, pero un sistema típico puede usar 40 canales con un espaciado de 100 GHz u 80 canales con un espaciado de 50 GHz. Algunas tecnologías pueden tener un espaciado de 25 GHz. Las opciones de amplificación permiten la extensión de las longitudes de onda que pueden utilizarse a la banda L, más o menos duplicando estos números.

30 Se considera que las redes de acceso óptico, por ejemplo, una red de multiplexación por división de longitud de onda ultradensa (UDWDM) coherente, son la tecnología de acceso de datos futura.

35 Dentro del concepto de UDWDM, se encaminan potencialmente todas las longitudes de onda a cada ONU. Se selecciona la longitud de onda respectiva mediante la sintonización del láser de oscilador local (LO) en la ONU.

40 La figura 1 muestra un sistema de acceso óptico UDWDM implementado con un terminal 115 de línea óptica (OLT). La OLT 115 comprende tres tarjetas 101, 102, 103 de línea (también denominadas tarjeta de interfaz de línea, LIC). La tarjeta 101 de línea comprende dos grupos 104, 105 de transmisión óptica (OTG) que están conectados a un divisor 106 y la salida del divisor 106 está conectada a un divisor 113 de potencia. Por consiguiente, los OTG 107, 108 de la LIC 102 se combinan a través de un divisor 109 hacia dicho divisor 113 de potencia y los OTG 110, 111 de la LIC 103 se combinan a través de un divisor 112 hacia dicho divisor 113 de potencia. El divisor 113 de potencia está conectado a una PON 114.

45 Cada OTG genera varias longitudes de onda. La figura 2 muestra un diagrama de un espectro óptico que comprende una combinación de OTG, donde se genera un conjunto de longitudes 201 de onda por un primer OTG, se genera un conjunto de longitud 202 de onda por un segundo OTG y se genera un conjunto de longitudes 203 de onda por un tercer OTG. Las longitudes de onda de varios OTG pueden combinarse en una única fibra. Además, pueden combinarse las longitudes de onda de varias LIC en una única fibra. Las longitudes de onda de los OTG se separan por bandas 204, 205 de protección que permiten desviaciones de frecuencia de cada conjunto de longitudes 201, 202, 203 de onda sin interferencia con su grupo adyacente de longitudes de onda.

50 Un único sistema de UDWDM puede dar servicio a más de 1000 abonados, pero debido a la tecnología actual, un OTG en una OLT puede manejar sólo una cantidad significativamente más pequeña de abonados. Por tanto, se requiere que los múltiples OTG afronten un número más grande de abonados en una PON. Tal como se indica en la figura 1, los OTG se combinan por el divisor 113 de potencia.

55 Las longitudes de onda procesadas por un OTG pueden no solapar las longitudes de onda de otro OTG en la misma PON. Por tanto, cada OTG necesita un láser con una longitud de onda diferente. Por tanto, o bien son necesarias tarjetas de línea sintonizables (es decir tarjetas de línea con láseres sintonizables) o bien se requieren diferentes tipos de tarjetas de línea para cumplir este requisito. Las tarjetas de línea sintonizables son una opción prometedor, ya que evitan un alto gasto operativo (OPEX): por tanto, no es necesario gestionar múltiples tipos de tarjetas de línea con un tipo de tarjeta de línea particular para cada gama de longitud de onda.

60 Podrían usarse láseres sintonizables de bajo coste en las tarjetas de línea para poder ajustarlos a las longitudes de

5 onda y al mismo tiempo cumplir el requisito para una eficacia de coste global de tales tarjetas de línea. Sin embargo, tales láseres sintonizables de bajo coste muestran un grado significativo de desviación y tolerancias. Tal desviación puede dar como resultado un OTG que colisiona con la gama de longitud de onda de otro OTG (colisión de gamas de longitud de onda de diferentes OTG) y, por tanto, las señales de ambos OTG se degradarían conduciendo a una perturbación de servicio que puede percibirse para los abonados.

10 El documento de Kim *et al.* (KIM S-Y *ET. AL.*: "Simultaneous beat-frequency locking of conventional and ultra-dense WDM channels using a modulated tunable-laser source" ELECTRONICS LETTERS, IEE STEVENAGE, GB, vol. 40, n.º 13, 24 de junio de 2004 (24-06-2004), páginas 828-830, XP006022190 ISSN: 0013-5194) da a conocer un método de bloqueo de frecuencia acústica para alinear simultáneamente canales de multiplexación por división de longitud de onda (WDM) convencional y ultradensa. De esta manera, las redes de WDM convencionales pueden evolucionar de manera suave a redes de WDM ultradensa.

15 El documento de Sourani *et al.* (US 2003/072060 A1) da a conocer un método y un aparato para transmitir y recibir señales ópticas que comprenden al menos un receptor óptico heterodino independiente de polarización. Esta descripción aborda en particular los problemas asociados con la coincidencia de polarización.

20 El problema que va a resolverse es superar las desventajas mencionadas anteriormente y, en particular, proporcionar una solución económica para compensar (al menos parcialmente) tolerancias y desviaciones de un láser en un componente óptico.

Este problema se resuelve según las características de las reivindicaciones independientes. Realizaciones adicionales resultan de las reivindicaciones dependientes.

25 Con el fin de superar este problema, se proporciona un método para el procesamiento de datos en una red óptica,

- en el que se asignan dos conjuntos de longitudes de onda;
- en el que al menos se monitoriza un conjunto de longitudes de onda;
- en el que se evita o compensa una colisión entre los dos conjuntos de longitudes de onda ajustando al menos un láser de un componente óptico.

35 Se observa que el ajuste del láser puede incluir en particular un ajuste de una longitud de onda de dicho láser. El láser puede usarse como láser de oscilador local, en particular un láser de CW, del componente óptico.

40 Se observa además que puede monitorizarse un conjunto de longitudes de onda monitorizando una gama de longitud de onda o banda de frecuencia alrededor de este conjunto de longitudes de onda. La amplitud de tal banda puede definirse según una banda prohibida que se requiere para evitar cualquier colisión entre varios conjuntos de longitudes de onda. Por ejemplo, si la amplitud de la banda se establece en un tamaño particular, puede detectarse una colisión inminente una vez que los conjuntos de longitudes de onda se acercan entre sí y el espacio entre esos conjuntos está por debajo de dicho tamaño.

45 Un conjunto de longitudes de onda puede comprender al menos una gama o banda de longitud de onda que puede usarse para propósitos de comunicación. En particular, en UDWDM, pueden usarse varias longitudes de onda como un conjunto de longitudes de onda de este tipo, en el que se generan todas las longitudes de onda de este grupo por un único láser. Por tanto, el desplazamiento de la longitud de onda del láser da como resultado el desplazamiento de todas las longitudes de onda de este conjunto de longitudes de onda. El conjunto de longitudes de onda puede proporcionarse en particular por un grupo de transmisión óptica (OTG), en el que al menos un OTG de este tipo puede implementarse con una tarjeta de línea de una ONU o una OLT.

Se observa que una gama de longitud de onda puede referirse a cualquier banda continua o no continua de longitudes de onda o frecuencias que pueden utilizarse para propósitos de comunicación.

55 Ventajosamente, antes de una colisión real, puede detectarse una desviación de los conjuntos de longitudes de onda uno hacia otro (o alejándose entre sí). Si éste es el caso, la colisión puede evitarse sintonizando uno de los láseres ajustando así las longitudes de onda del conjunto de longitudes de onda que está asociado con este láser. La colisión puede detectarse, por ejemplo, si la distancia entre dos conjuntos de longitud de onda cae por debajo de un umbral predeterminado (banda prohibida).

60 Se observa que este enfoque evita colisiones de manera eficaz antes de que en realidad puedan producirse. Además, puede reducirse o compensarse de manera eficaz una colisión que en realidad se produce ajustando dicho al menos un láser. Por tanto, la colisión que se evita se refiere al escenario cuando no se produce la colisión ya que el ajuste se realiza a tiempo antes de la colisión así como al escenario en el que se produce la colisión, pero se reduce o compensa (rápidamente) ajustando el al menos un láser del componente óptico.

Por tanto, no es necesario que los componentes adicionales proporcionen un control de temperatura o control de longitud de onda del láser. También es ventajoso que no sean necesarias bandas de protección más grandes que la suma de todas las tolerancias y desviaciones, por tanto se reduce significativamente un desperdicio global de ancho de banda.

5 Se observa además que las ONU pueden seguir las longitudes de onda aguas abajo.

En una realización, el componente óptico es o está asociado con uno de los siguientes:

10 - una OLT;

- una ONU;

15 - un OTG.

En otra realización, cada conjunto de longitudes de onda está asociado con un láser de un componente óptico, en particular con un grupo de transmisión óptica (OTG).

20 En una realización adicional, se evita o compensa la colisión determinando un espacio óptico entre los al menos dos conjuntos de longitudes de onda y ajustando al menos un láser de un componente óptico cuando el espacio óptico alcanza un umbral predeterminado.

25 Por tanto, cuando el espacio óptico (también denominado banda prohibida entre los conjuntos de longitudes de onda) cae por debajo de este umbral predeterminado, se sintoniza el láser del componente óptico de manera que se cumpla un espacio óptico mínimo entre los conjuntos de longitudes de onda.

Ventajosamente, puede detectarse una colisión de antemano y puede tomarse una contramedida antes de la colisión real. Esto evita de manera eficaz que se produzca cualquier colisión entre conjuntos de longitudes de onda.

30 En una siguiente realización, una señal de láser aguas abajo del componente óptico se mezcla con una luz aguas arriba de al menos un componente óptico adyacente y se determina una señal de detección de colisión mediante el componente óptico basándose en esta señal mezclada.

35 Por tanto, la señal de detección de colisión permite una detección de luz a una longitud de onda más grande que la gama de longitud de onda ocupada por el conjunto de longitudes de onda del componente óptico y puede indicar una colisión (o una colisión inminente) cuando un conjunto de longitudes de onda adicional se acerca a este conjunto de longitudes de onda.

40 La señal de láser aguas abajo es en particular una señal de láser no modulada.

También es una realización que se mezclen señales de láser aguas abajo de varios componentes ópticos para dar una señal de detección de colisión.

45 Según otra realización, se alimenta dicha señal de detección de colisión a un dispositivo de detección de colisión centralizado. Según una realización, se proporcionan en paralelo varios dispositivos de detección de colisión centralizados, en particular para propósitos de procesamiento compartido y/o redundancia.

50 Siempre que dos conjuntos de longitudes de onda (por ejemplo proporcionados por dos OTG) colisionen (o tal colisión sea inminente), la señal de detección de colisión indica una frecuencia intermedia que corresponde a una distancia óptica de ambos conjuntos de longitudes de onda. La colisión puede detectarse y señalizarse por el dispositivo de detección de colisión.

55 Según otra realización, una unidad de red óptica explora señales aguas abajo de varios conjuntos de longitudes de onda y determina una señal de detección de colisión.

Se observa que tal ONU puede interpretarse y/o configurarse para explorar una señal aguas abajo.

60 Todavía en otra realización, la unidad de red óptica determina una distancia entre dos longitudes de onda adyacentes de un conjunto de longitudes de onda y una distancia entre dos conjuntos de longitudes de onda y determina una colisión si la distancia entre los dos conjuntos de longitudes de onda es menor que la distancia entre dos longitudes de onda adyacentes del conjunto de longitudes de onda.

65 De nuevo, también puede detectarse una colisión inminente, por ejemplo, incluyendo una banda prohibida de protección (añadida a la distancia entre dos conjuntos de longitudes de onda) y activando así una secuencia de evitación de colisión antes de que se produzca la colisión real.

Según una siguiente realización, la unidad de red óptica transmite la señal de detección de colisión aguas arriba a un punto de acceso óptico, en particular a una terminación de línea óptica.

5 Hay varias posibilidades para transferir dicha señal de detección de colisión hacia el punto de acceso óptico: La ONU puede utilizar una longitud de onda libre o reservada o puede usar un canal separado, por ejemplo, una conexión sobre una red diferente como Ethernet.

10 Según todavía una realización, se mezcla una señal de láser aguas abajo del componente óptico con una luz aguas abajo de al menos un componente óptico adyacente y en la que se determina una señal de detección de colisión mediante el componente óptico basándose en esta señal mezclada.

15 La señal de detección de colisión puede comprender una intermodulación entre la señal de láser y las señales aguas abajo del al menos un componente óptico adyacente. Como alternativa, la señal de detección de colisión puede comprender una intermodulación entre diferentes conjuntos de longitudes de onda del al menos un componente óptico adyacente (u otro).

20 Según todavía una realización, los dos conjuntos de longitudes de onda comprenden un primer conjunto de longitudes de onda que está asociado con un primer láser y un segundo conjunto de longitudes de onda que está asociado con un segundo láser; y se sintoniza el segundo conjunto de longitudes de onda a través del segundo láser hacia el primer conjunto de longitudes de onda.

25 Por tanto, puede sintonizarse el segundo láser para mover de manera iterativa o continua el segundo conjunto de longitudes de onda hacia el primer conjunto de longitudes de onda. Esto tiene la ventaja de que el conjunto de longitudes de onda permitirá una utilización compacta y eficaz de la gama de longitud de onda que mantiene al menos una banda prohibida predeterminada entre el primer conjunto de longitudes de onda y el segundo conjunto de longitudes de onda, evitando dicha banda prohibida cualquier colisión.

30 El problema mencionado anteriormente también se resuelve por un dispositivo que comprende y/o que está asociado con una unidad de procesamiento y/o un circuito cableado y/o un dispositivo lógico que está dispuesto de manera que el método tal como se describe en el presente documento pueda ejecutarse sobre el mismo.

Además, el problema mencionado anteriormente puede resolverse por un componente óptico que comprende

- 35
- un láser de oscilador local que emite un conjunto de longitudes de onda;
 - una unidad de procesamiento que está dispuesta
 - 40 - para monitorizar el conjunto de longitudes de onda;
 - para ajustar el láser de oscilador local en caso de que el conjunto de longitudes de onda colisione o esté a punto de colisionar con otro conjunto de longitudes de onda.

45 Se observa que dicha monitorización del conjunto de longitudes de onda puede comprender la monitorización de una gama de longitud de onda alrededor de este conjunto de longitudes de onda para conocer una colisión inminente antes de que se produzca en realidad esta colisión.

Las realizaciones descritas anteriormente se aplican también para este componente óptico.

50 El problema mencionado anteriormente se resuelve además por un sistema de comunicación óptica que comprende al menos un componente óptico tal como se describe en el presente documento.

Las realizaciones de la invención se muestran e ilustran en las siguientes figuras:

55 la figura 3 muestra un diagrama de bloques esquemático de un OTG que está conectado a una PON;

la figura 4 muestra un diagrama de bloques que visualiza una OLT que comprende tres tarjetas de línea combinadas por un divisor de potencia y dos módulos de dispositivo de detección de colisión;

60 la figura 5 muestra un diagrama de bloques esquemático de un OTG que está conectado a una PON, donde el OTG tiene un fotodiodo separado que se alimenta por el láser del OTG y la PON recibiendo así todas las señales aguas arriba de diversos OTG;

65 la figura 6 muestra etapas de un método que pueden aplicarse para utilizar de manera eficaz una gama de ancho de banda por varios componentes ópticos, por ejemplo, OTG.

El enfoque proporcionado permite usar láseres sintonizables en una tarjeta de línea óptica sin ninguna necesidad de

un control de temperatura. El mecanismo descrito en este caso permite que los láseres de tarjeta de línea se desvíen siempre que una gama de longitud de onda de un OTG específico no alcance o interfiera con una gama de longitud de onda de un OTG adyacente. En el caso de que las gamas de longitud de onda de OTG se desvíen unas hacia otras, puede detectarse una colisión inminente y al menos puede sintonizarse ligeramente un OTG para evitar tal colisión.

Se sugieren varios enfoques a modo de ejemplo para detectar la colisión de antemano. Estos enfoques pueden resumirse tal como sigue y se describirán en más detalle a continuación en el presente documento.

(a) Una señal de láser aguas abajo no modulada de un OTG se mezcla con una luz aguas arriba de al menos un OTG vecino para detectar una colisión.

(b) Una señal de láser aguas abajo no modulada de varios (en particular de todos los) OTG se combinan o mezclan en un detector de colisión centralizado.

(c) Una ONU dedicada explora (todas) las señales aguas abajo de (todos) los OTG y detecta la posición relativa de los OTG.

(d) Una señal de láser aguas abajo no modulada de un OTG se mezcla con una luz aguas abajo de al menos un OTG vecino para detectar una colisión.

Se observa que los enfoques (a) a (d) pueden aplicarse por separado o en combinación(es) entre sí.

Enfoque (a)

Este mecanismo supone que cualquier tarjeta de línea tiene o bien al menos un abonado activo o bien está apagado.

Un OTG puede dar servicio a k longitudes de onda, es decir k abonados. Si están activos menos de k abonados en una PON específica, se enciende un único OTG. En este caso, no se produce ninguna colisión con OTG adicionales y el láser de la tarjeta de línea puede sintonizarse con un extremo superior (o inferior) de su gama de sintonización de longitud de onda.

Cuando un abonado ocupa la última longitud de onda disponible del primer OTG, la OLT activa el siguiente OTG. Este nuevo OTG puede utilizar longitudes de onda en el extremo opuesto de la gama de sintonización de longitud de onda y puede sintonizarse hacia el primer OTG.

El nuevo OTG puede monitorizar colisiones de manera continua y puede detener la sintonización cuando se detecta una colisión o es inminente. En esta gama de longitud de onda (antes de que se produzca una colisión de este tipo), el nuevo OTG ha hallado su gama de longitud de onda y comienza a aceptar eventos de registro de las ONU.

Para tal propósito, cada OTG comprende un dispositivo de detección de colisión (CDD), que puede formar parte del receptor multicanal del OTG.

La figura 6 muestra etapas de un método que pueden aplicarse para utilizar de manera eficaz una gama de ancho de banda por varios componentes ópticos, por ejemplo, OTG.

En una etapa 601, se enciende el primer OTG. Este primer OTG asigna un conjunto de longitudes de onda (una gama o banda de longitud de onda) en o cerca de un extremo de una gama de sintonización (etapa 602). Esto podría estar en el extremo superior o inferior de la banda disponible. El primer OTG puede utilizar entonces este conjunto de longitudes de onda permitiendo que las ONU se registren en el mismo. En una etapa 603, se enciende un OTG siguiente (en este caso: segundo OTG). Con el fin de evitar inicialmente cualquier solapamiento del conjunto de longitudes de onda usado por este segundo OTG con el conjunto de longitudes de onda ya asignado por el primer OTG, el segundo OTG asigna un conjunto de longitudes de onda en o cerca de un lado opuesto de la gama de sintonización (etapa 604). El segundo OTG puede desviar entonces el conjunto de longitudes de onda (sintonizando su láser) hacia el otro extremo de la gama de sintonización (etapa 605). Antes de colisionar realmente con el conjunto de longitudes de onda asignado por el primer OTG, el segundo OTG (por ejemplo, a través de su CDD) detecta una colisión inminente (por ejemplo, acercando el conjunto de longitudes de onda del primer OTG cayendo por debajo de una banda prohibida de 3 GHz). Por tanto, puede usarse la banda prohibida predeterminada entre los conjuntos de longitudes de onda para utilizar de manera eficaz la gama de sintonización. El segundo OTG utiliza estas longitudes de onda que están cerca del conjunto de longitudes de onda del primer OTG, pero lo suficientemente lejos para evitar cualquier interferencia o colisión. Por tanto, el segundo OTG puede permitir que las ONU se registren en las longitudes de onda asignadas (etapa 606).

La figura 3 muestra un diagrama de bloques esquemático de un OTG que está conectado a una PON.

5 En un OTG 301, se combinan varios canales 303 a 306 a través de un combinador 302 y se alimentan a un modulador 307. Un láser 308 transporta su señal al modulador 307 y se usa como oscilador local para modular las señales del combinador 302. La salida del modulador 307 se alimenta a un circulador 309 que transporta las señales salientes hacia una PON 318. Las señales entrantes se alimentan de la PON 318 al circulador 309 y además junto con la señal del láser 308 a un fotodiodo 310. La señal se separa por un filtro 311, en particular por un conjunto de filtros paso banda eléctricos en varios canales 312 a 315, donde se determina una señal como señal 316 de detección de colisión, que se alimenta a y evalúa por un dispositivo 317 de detección de colisión.

10 El láser 308 puede ser un láser de onda continua (CW) no modulada. La señal del láser 308 se usa como oscilador local para el receptor heterodino por el fotodiodo 310. El fotodiodo 310 convierte la señal óptica en una señal eléctrica que comprende una suma de todas las señales aguas arriba, en este ejemplo la señal de los canales 312 a 315. El filtro (eléctrico) separa las señales aguas arriba diferentes entre sí.

15 El CDD 317 reacciona a la luz aguas arriba que se proporciona por al menos una ONU, que se registra en una tarjeta de línea vecina. Por ejemplo, si la gama de longitud de onda de una tarjeta de línea asciende a +/- 10 GHz, el CDD 317 puede detectar la luz en +/- 12 GHz. Por tanto, el CDD 317 puede activar una señal de 2 GHz antes de que se produzca una colisión real.

20 Durante la operación, pueden desviarse las tarjetas de línea tanto primera como segunda. Si se produce una nueva colisión o es inminente, la segunda tarjeta de línea puede sintonizarse lejos de la primera tarjeta de línea (es decir puede ajustarse un segundo conjunto de longitudes de onda utilizado por la segunda tarjeta de línea de manera que se mantenga una banda prohibida predeterminada para un primer conjunto de longitudes de onda utilizado por la primera tarjeta de línea; como cada conjunto de longitudes de onda está asociado con un ajuste de láser, este láser puede sintonizarse para ajustar la banda prohibida entre dos conjuntos de longitudes de onda). Puede no ser posible
25 sintonizar la primera tarjeta de línea, porque la primera tarjeta de línea puede utilizar las longitudes de onda al final de una gama de sintonización, tal como se indicó anteriormente.

30 Cuando la gama de longitud de onda de la segunda tarjeta de línea está ajustándose, las ONU que se registran en esta segunda tarjeta de línea pueden seguir la tarjeta de línea y no se produce ninguna perturbación de tráfico. Por tanto, la sintonización o ajuste de la gama de longitud de onda debe conducirse a una velocidad baja para permitir que las ONU sigan tal ajuste.

35 Cuando se agotan los canales disponibles de la segunda tarjeta de línea, la OLT puede activar la siguiente tarjeta de línea siguiendo el mismo esquema.

40 Si se activan más de dos tarjetas de línea y se produce una colisión entre la primera y la segunda tarjeta de línea, la sintonización de la segunda tarjeta de línea puede provocar una colisión entre la segunda y una tercera tarjeta de línea, lo que también puede dar como resultado una sintonización de la tercera tarjeta de línea. En tal caso, la OLT puede dejar de sintonizar el número inferior de la(s) tarjeta(s) de línea hasta que se complete la sintonización del número superior de la(s) tarjeta(s) de línea.

45 Durante la operación normal, dos tarjetas de línea pueden desviarse una de otra. Por tanto, periódicamente, la OLT puede sintonizar las tarjetas de línea entre sí hasta que sea inminente o se detecte una colisión. Esto garantiza un espaciado optimizado, por ejemplo, mínimo, entre los conjuntos de longitudes de onda usados por las tarjetas de línea.

50 Preferiblemente, se ocupan las longitudes de onda más alta y más baja de una tarjeta de línea para permitir que las tarjetas de línea vecinas detecten la colisión, porque el detector de colisión necesita la luz aguas arriba para detectar una colisión. Si un abonado se desconecta de una longitud de onda externa de este tipo, otro abonado puede moverse por tanto ventajosamente a esta longitud de onda externa para garantizar la operación eficaz de los detectores de colisión. Este abonado que va a moverse puede tomarse de la tarjeta de línea con el número más alto. Si esta tarjeta de línea está "vacía", es decir sin ningún abonado registrado en la misma, puede desactivarse la tarjeta de línea con el número más alto.

55 El CDD puede implementarse de diversas maneras. Una realización a modo de ejemplo comprende un detector de señal de pico.

60 Debido a la naturaleza de un receptor heterodino el mismo canal de detección de colisión puede detectar una colisión con una tarjeta de línea vecina superior e inferior. Puede ser que el CDD no pueda decidir por sí mismo si la colisión se produce en el extremo superior o inferior de la gama de longitud de onda. Por tanto, la OLT puede combinar las señales de detección de colisión a partir de varios de (todos) sus OTG para tomar una decisión de este tipo. Si, por ejemplo, se señaliza una colisión tanto por OTG4 como por OTG5, se produce la colisión entre OTG4 y OTG5.

Enfoque (b)

Un método alternativo es usar un receptor heterodino que mezcla señales aguas abajo de diferentes OTG.

- 5 Por tanto, cada OTG tiene una salida separada para la señal de láser no modulada. Todas estas salidas se combinan con divisores de potencia y se guían a un CDD separado.

10 El CDD comprende un fotodiodo, un filtro, un rectificador y un detector de umbral. Siempre que los conjuntos de longitudes de onda de dos OTG colisionen, el fotodiodo mezcla las señales de láser de OTG correspondientes y produce una frecuencia intermedia correspondiente a la distancia óptica de ambos OTG. El CDD detecta esta frecuencia intermedia y señala una colisión.

Hay dos maneras para que la OLT determine qué OTG colisionan:

- 15 - la OLT puede sintonizar un OTG arbitrario; si esta sintonización es visible en el CDD, este OTG forma parte de la colisión.

20 - Los láseres de OTG pueden modularse con un tono piloto de baja frecuencia. Cada OTG tiene un tono piloto diferente. En el CDD, los tonos piloto de ambos OTG que colisionan son visibles y pueden detectarse fácilmente con un procesamiento de señales de baja frecuencia.

El CDD es una única fuente de fallo para la OLT. Para mejorar la fiabilidad, la OLT puede estar equipada con dos o más CDD.

25 La figura 4 muestra un diagrama de bloques que visualiza una OLT 404 que comprende tres tarjetas 101, 102 y 103 de línea combinadas por un divisor de potencia tal como se muestra y describe en la figura 1. Además, la OLT 404 comprende dos CDD 401, 402. Se proporciona un CDD para propósitos de redundancia. Los CDD 401, 402 se combinan a través de un divisor 403; las tarjetas 101 a 103 de línea y los CDD se combinan a través de un divisor 406 y se conectan a una PON 405.

30

Enfoque (c)

35 En este caso, puede usarse una ONU para explorar (de manera iterativa, repetida y/o permanente) la gama de longitud de onda completa. Cada ONU puede actuar como analizador de espectro debido a su láser sintonizable y receptor heterodino. El láser de la ONU puede tener la misma desviación o incluso una desviación más grande o tolerancias más altas que el láser del OTG. Por tanto, la ONU puede no determinar la posición absoluta de las señales aguas abajo del OTG. No obstante, la ONU puede determinar la posición relativa entre los OTG.

40 La ONU puede explorar la gama de longitud de onda completa a una velocidad de sintonización constante. Siempre que explore el haz de longitudes de onda de un OTG, calibra su posición de sintonización registrando los ID de longitud de onda, que están contenidos en las señales almanaque de cada longitud de onda aguas abajo. Adicionalmente, conoce la distancia fija entre dos longitudes de onda adyacentes de un OTG (por ejemplo 3 GHz) y puede comparar de manera sencilla una distancia de este tipo dentro de un OTG con la distancia entre dos OTG. Siempre que la distancia entre dos OTG sea más grande que la distancia dentro de un OTG, no se produce ninguna colisión.

45 Esta ONU dedicada puede tener que transferir sus resultados del proceso de exploración a la OLT, que puede realizarse utilizando al menos uno de los siguientes mecanismos:

- 50 1) siempre que la ONU explore una longitud de onda libre que no está ocupada por un abonado, la ONU se registra y usa esta longitud de onda para transportar sus datos aguas arriba a la OLT.

55 2) La ONU dedicada tiene una longitud de onda reservada, dedicada. Siempre que la ONU explore esta longitud de onda reservada, se registra en la OLT y transfiere los datos aguas arriba a la OLT.

3) La ONU está ubicada físicamente cerca de la OLT y tiene una conexión directa, por ejemplo por Ethernet. Usa su canal de mantenimiento para comunicarse con la OLT, por ejemplo, de manera permanente.

Enfoque (d)

60 En este caso, una señal aguas abajo no modulada del OTG se alimenta a un receptor heterodino adicional. Se alimenta un puerto tributario de la PON al mismo receptor; por tanto, un fotodiodo de este receptor obtiene todas las señales aguas abajo de todos los OTG así como una señal de su propio láser.

65 La figura 5 muestra un diagrama de bloques esquemático de un OTG 504 que está conectado a una PON 318. El OTG 504 se basa en el OTG 301 tal como se muestra en la figura 3 y explicó anteriormente. Sin embargo, al

contrario de la figura 3, la figura 5 muestra un fotodiodo 501 separado que se alimenta por el láser 308 y a través de la PON 318 recibiendo así todas las señales aguas arriba de diversos OTG. La salida 502 del fotodiodo 501 se alimenta a un CDD 503.

5 Las frecuencias intermedias que son visibles en el puerto eléctrico del fotodiodo 502 pueden basarse en una de las siguientes:

1) en una intermodulación entre el láser 308 de OTG local y la señal aguas abajo de otros OTG.

10 2) En una intermodulación entre las diferentes subportadoras de otro OTG.

Ambos tipos de intermodulación tienen intervalos de frecuencia solapados y no pueden diferenciarse por frecuencia. Por tanto, el láser 308 puede tener una amplitud significativamente más alta en el fotodiodo 501 que cualquier señal aguas abajo de un OTG. Esto puede conseguirse por la atenuación inherente de la PON. Si la relación de división de la PON es muy baja, el nivel de potencia en la entrada 505 de colisión de OTG puede reducirse por un atenuador.

15

Por tanto, la intermodulación entre el láser 308 local y la señal de OTG de la PON tiene una amplitud más alta que cualquier intermodulación entre las señales de OTG recibidas en el fotodiodo 501. Por tanto, la intermodulación entre el láser 308 local y la señal de OTG puede detectarse en el CDD 503.

20

Hay múltiples intermodulaciones entre la señal del láser 308 local y las señales de OTG:

- intermodulación con señales aguas abajo de este OTG;

25 - intermodulación con señales del siguiente OTG;

- intermodulación con OTG distantes.

Puede conseguirse una diferenciación entre estas intermodulaciones a través de una frecuencia: la intermodulación con las propias señales aguas abajo se produce a frecuencias fijas. Por ejemplo, si el OTG tiene un ancho de banda de +/- 10 GHz, todas estas intermodulaciones tienen una frecuencia inferior a 10 GHz.

30

Cualquier colisión con un OTG vecino podría definirse como un evento, cuando se reduce una banda de protección entre dos OTG a 3 GHz o menos. En este caso, la frecuencia de intermodulación es de 13 GHz en el caso de una colisión.

35

Todas las intermodulaciones con OTG más distantes (con respecto a una distancia en la banda de frecuencia) tienen frecuencias mucho más altas. Como resultado, puede usarse un filtro paso banda con una frecuencia media de 13 GHz en el CDD para detectar la colisión.

40

Lista de siglas:

CD *Collision Detection*; detección de colisión

45 CDD *Collision Detection Device*; dispositivo de detección de colisión

CW *Continuous Wave*; onda continua

50 LIC *Linecard (also: Line Interface Card)*; tarjeta de línea (también: tarjeta de interfaz de línea)

LO *Local Oscillator*; oscilador local

NGOA *Next Generation optical access*; acceso óptico de siguiente generación

55 NGOA *Next Generation Optical Access*; acceso óptico de siguiente generación

OAM *Operation, Administration and Maintenance*; operación, administración y mantenimiento

OLT *Optical Line Termination (carrier side)*; terminación de línea óptica (lado de portadora)

60

ONU *Optical Network Unit (subscriber side)*; unidad de red óptica (lado de abonado)

OTG *Optical Transmission Group*; grupo de transmisión óptica

65 PON *Passive optical network*; red óptica pasiva

UDWDM *ultra-dense WDM*; WDM ultradensa

WDM *wavelength division multiplex*; multiplexación por división de longitud de onda

REIVINDICACIONES

1. Método para procesamiento de datos en una red óptica,
 - 5 - en el que se asignan dos conjuntos de longitudes de onda a dos componentes ópticos;
 - en el que se monitoriza la distancia entre los dos conjuntos de longitudes de onda mediante una unidad de procesamiento;
 - 10 - en el que se comprueba la distancia entre los dos conjuntos de longitudes de onda mediante la unidad de procesamiento si cae por debajo de un umbral predeterminado;
 - en el que, si la distancia entre los dos conjuntos de longitudes de onda cae por debajo del umbral predeterminado, se ajusta al menos un láser de un componente óptico con el control de la longitud de procesamiento de manera que se evite o compense una colisión entre los dos conjuntos de longitudes de onda.
2. Método según la reivindicación 1, en el que el componente óptico es o está asociado con uno de los siguientes:
 - 20 - una OLT;
 - una ONU;
 - 25 - un OTG.
3. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada conjunto de longitudes de onda está asociado con un láser de un componente óptico, en particular con un grupo de transmisión óptica.
- 30 4. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se evita o compensa la colisión determinando un espacio óptico entre los al menos dos conjuntos de longitudes de onda y ajustando al menos un láser de un componente óptico cuando el espacio óptico alcanza un umbral predeterminado.
- 35 5. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que una señal de láser aguas abajo del componente óptico se mezcla con una luz aguas arriba de al menos un componente óptico adyacente y en el que se determina una señal de detección de colisión mediante el componente óptico basándose en esta señal mezclada.
- 40 6. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que se mezclan señales de láser aguas abajo de varios componentes ópticos para dar una señal de detección de colisión.
7. Método según la reivindicación 6, en el que se alimenta dicha señal de detección de colisión a un dispositivo de detección de colisión centralizado.
- 45 8. Método según la reivindicación 7, en el que se proporcionan en paralelo varios dispositivos de detección de colisión centralizados.
9. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que una unidad de red óptica explora señales aguas abajo de varios conjuntos de longitudes de onda y determina una señal de detección de colisión.
- 50 10. Método según la reivindicación 9, en el que la unidad de red óptica determina una distancia entre dos longitudes de onda adyacentes de un conjunto de longitudes de onda y una distancia entre dos conjuntos de longitudes de onda y determina una colisión si la distancia entre los dos conjuntos de longitudes de onda es menor que la distancia entre dos longitudes de onda adyacentes del conjunto de longitudes de onda.
- 55 11. Método según cualquiera de las reivindicaciones 9 ó 10, en el que la unidad de red óptica transmite la señal de detección de colisión aguas arriba a un punto de acceso óptico, en particular a una terminación de línea óptica.
- 60 12. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que se mezcla una señal de láser aguas abajo del componente óptico con una luz aguas abajo de al menos un componente óptico adyacente y en el que se determina una señal de detección de colisión mediante el componente óptico basándose en esta señal mezclada.
- 65 13. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,

- en el que los dos conjuntos de longitudes de onda comprenden un primer conjunto de longitudes de onda que está asociado con un primer láser y un segundo conjunto de longitudes de onda que está asociado con un segundo láser;
- 5
- en el que se sintoniza el segundo conjunto de longitudes de onda a través del segundo láser hacia el primer conjunto de longitudes de onda.
14. Componente óptico que comprende
- 10
- un láser de oscilador local que emite un conjunto de longitudes de onda;
 - una unidad de procesamiento que está dispuesta
- 15
- para monitorizar la distancia entre el conjunto de longitudes de onda en cuestión y cualquier otro conjunto de longitudes de onda emitido por cualquier otro componente óptico;
 - para comprobar la distancia entre dicho par de conjunto de longitudes de onda si cae por debajo de un umbral predeterminado
- 20
- para ajustar el láser de oscilador local, si la distancia entre dicho par de conjunto de longitudes de onda cae por debajo del umbral predeterminado, de manera que se evite o compense una colisión entre dicho par de conjunto de longitudes de onda.
- 25
15. Sistema de comunicación óptica que comprende al menos un componente óptico según la reivindicación 14.

Fig.1

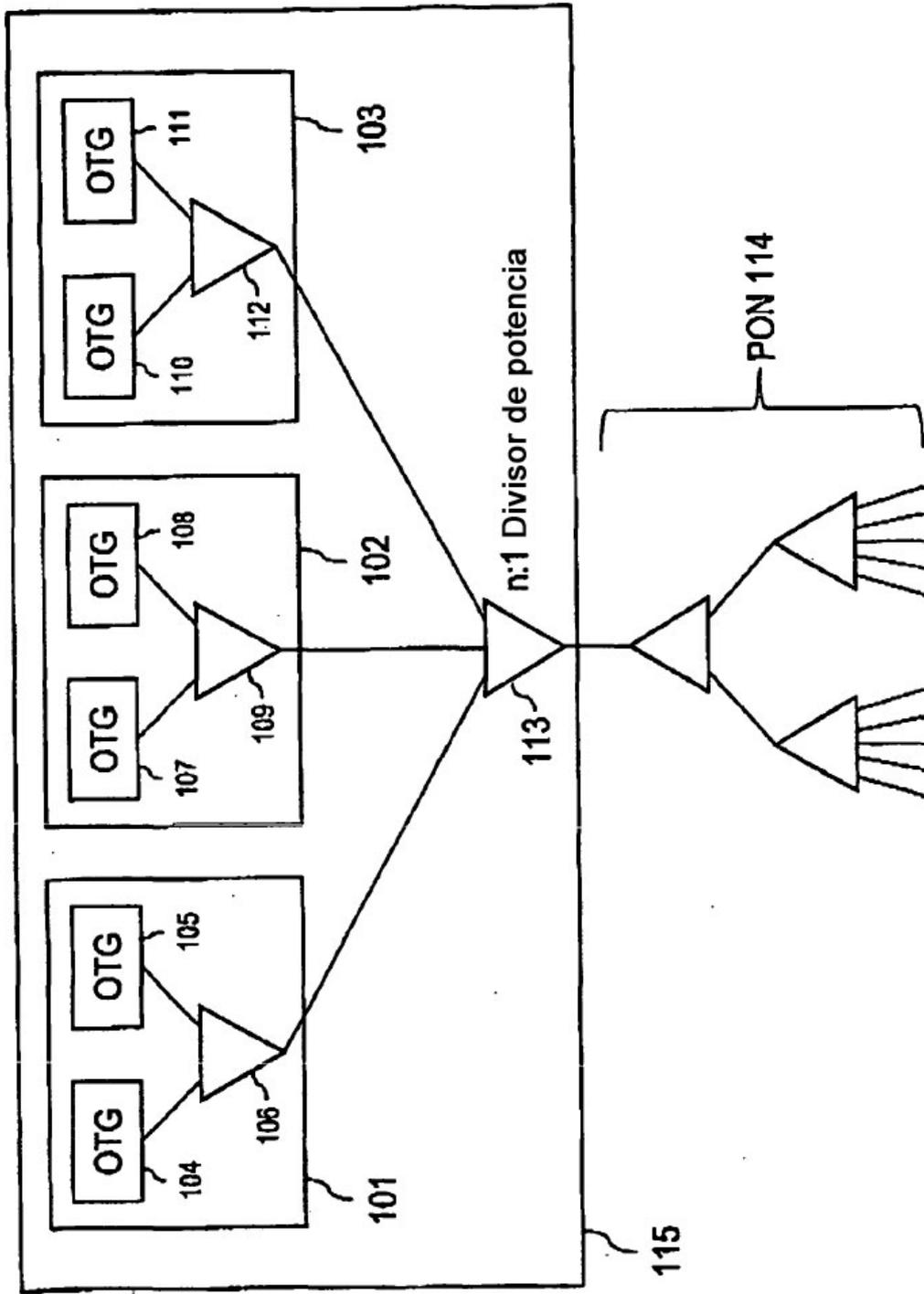
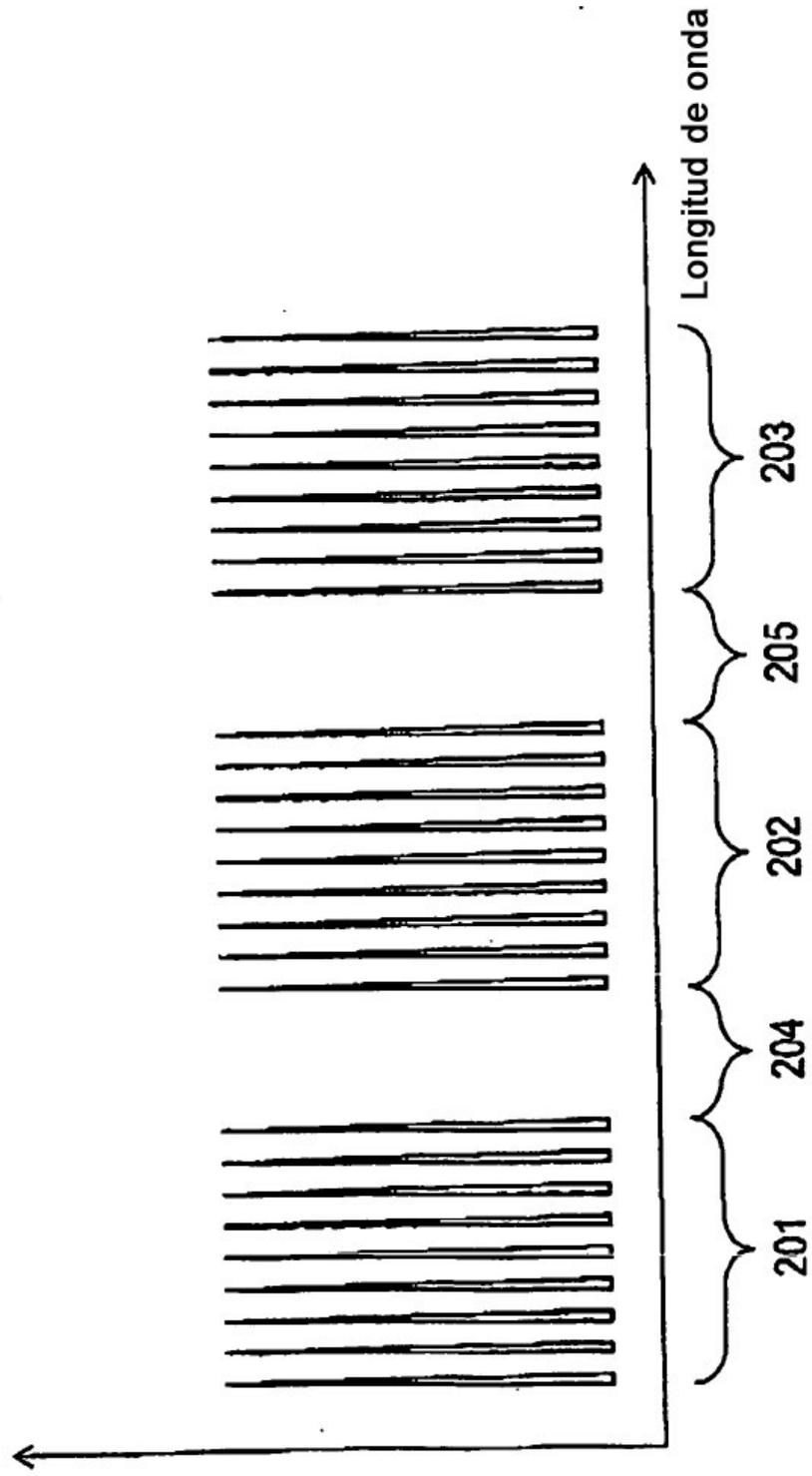


Fig.2



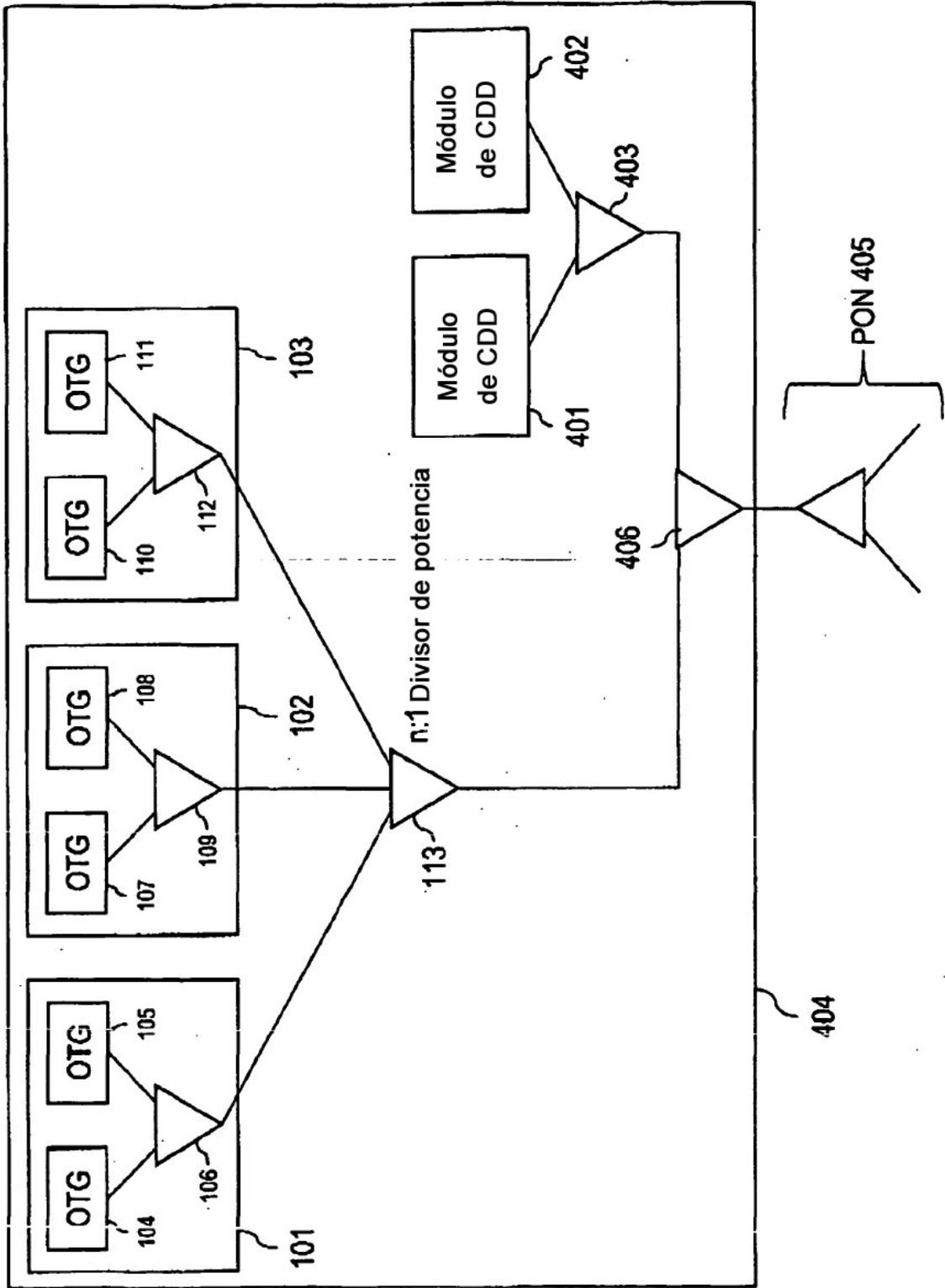


Fig.4

Fig.5

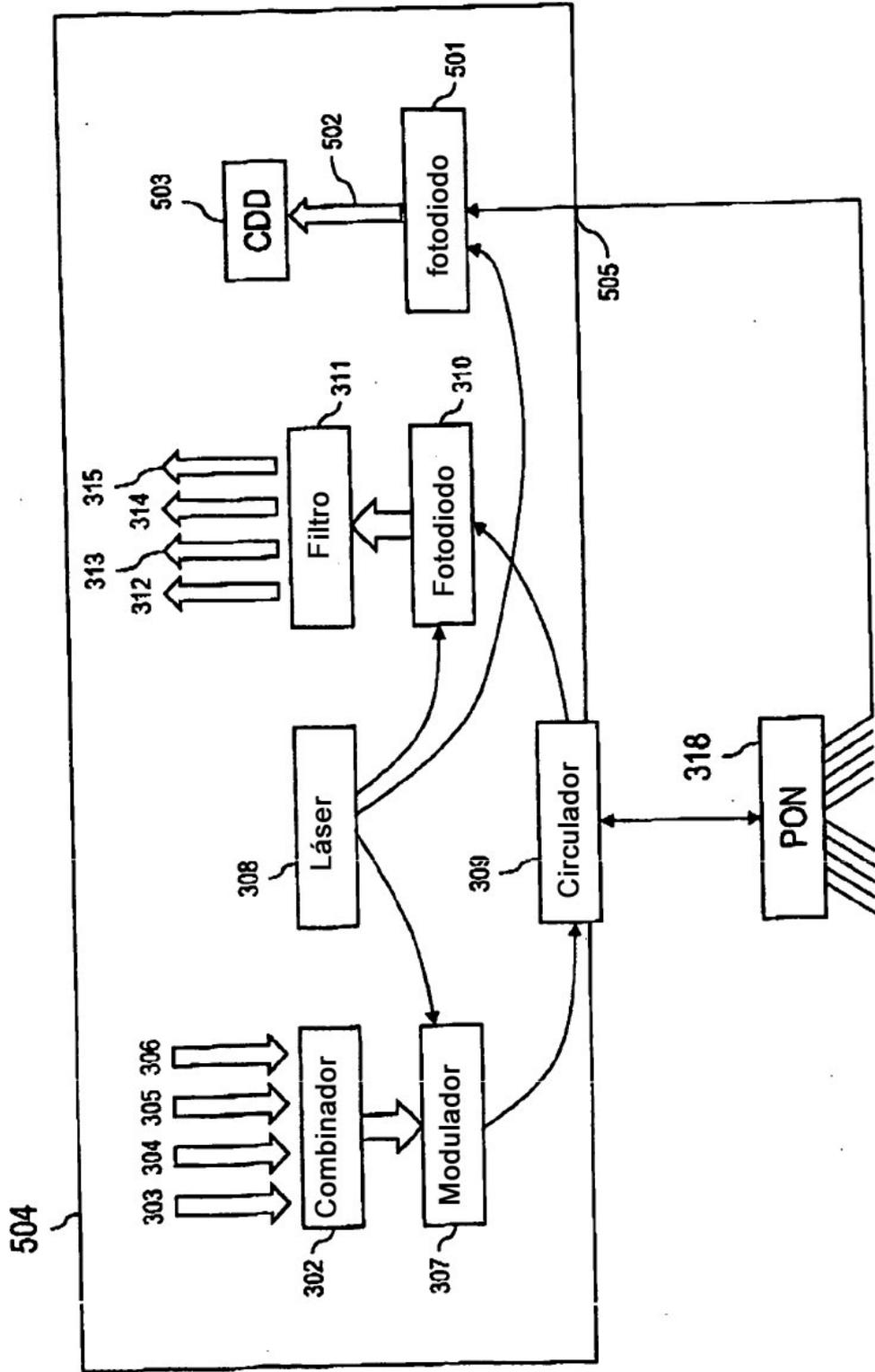


Fig.6

