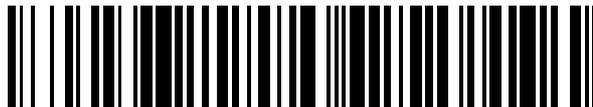


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 726 624**

51 Int. Cl.:

**H04B 10/07** (2013.01)

**H04B 10/548** (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.07.2013 PCT/CN2013/080026**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.01.2015 WO15010283**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.07.2013 E 13889847 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2019 EP 3016303**

54 Título: **Método, dispositivo y sistema para el envío y la recepción de una señal**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**08.10.2019**

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

72 Inventor/es:  
**ZHOU, LEI;  
PENG, GUIKAI;  
WANG, ZHENPING y  
ZHAN, YONGJIAN**

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

ES 2 726 624 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, dispositivo y sistema para el envío y la recepción de una señal

## 5 Campo técnico

La presente invención se refiere al campo de tecnologías de comunicaciones y, en particular, a métodos y aparatos para el envío y recepción de una señal, y un sistema.

## 10 Antecedentes

Con el desarrollo de tecnologías de comunicaciones, puesto que un sistema PON (Red Óptica Pasiva) tiene ventajas de ancho de banda amplio, buena adaptabilidad, economía de fibras de alimentación, omitiendo el mantenimiento y el consumo de energía de los componentes activos, y una amplia cobertura, el sistema PON es cada vez más ampliamente aplicado en el campo del acceso de banda ancha.

15 Con el fin de dividir las señales, que están en direcciones de ida y retorno y a través de una misma fibra óptica, de múltiples usuarios, el sistema PON utiliza las siguientes dos tecnologías de multiplexación para transmitir una señal digital, que son concretamente, como sigue:

20 en una dirección de transmisión de enlace descendente (es decir, desde un terminal de línea óptica a una unidad de red óptica): el OLT (terminal de línea óptica) envía una señal digital en forma de transmisión continua, y puede enviar una señal digital a la ONU (Optical Network Unit, unidad de red óptica)/un ONT (Optical Network Terminal, terminal de red óptica) en cualquier momento, todas las unidades ONUs pueden recibir las mismas señales digitales, pero cada ONU recibe su propia señal digital por medio del filtrado; y

25 en una dirección de transmisión de enlace ascendente (es decir, desde una unidad de red óptica a un terminal de línea óptica): una fibra óptica se ocupa, por separado, en diferentes períodos de tiempo de conformidad con una determinada longitud de tiempo; en cada período de tiempo, solamente una ONU puede ocupar la fibra óptica para enviar una señal digital al OLT, y las otras unidades ONUs desactivan los láseres, es decir, el OLT puede recibir una señal digital que se envía por solamente una ONU en un mismo período de tiempo; si dos ONUs envían, de forma simultánea, señales digitales al OLT, el OLT no puede recibir correctamente las señales digitales, y se produce un conflicto entre las señales digitales de enlace ascendente enviadas por diferentes ONUs.

30 Con el desarrollo de tecnologías de comunicaciones, una alta tasa de transmisión es de gran importancia, y la actualización del sistema aumenta una tasa de transmisión; sin embargo, un aumento en la tasa de transmisión indica la ocupación de un ancho de banda más amplio y, en un caso de ancho de banda más amplio, los componentes optoelectrónicos tienen costos relativamente altos. Actualmente, con el fin de reducir los altos costos de puesta en práctica que conlleva el ancho de banda grande después del aumento de la tasa de transmisión, es necesario, en condiciones normales, comprimir el ancho de banda.

35 En una solución de actualización de alta tasa existente, se debe utilizar una tecnología de procesamiento de conversión ascendente en un proceso de realización de compresión de ancho de banda en un canal de fibra óptica en un sistema PON, y el procesamiento específico es: un OLT convierte una señal digital recibida en una señal digital en fase y una señal digital en cuadratura, procesa la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura en una señal digital mediante el uso de un modulador I/Q, carga la señal digital obtenida después del procesamiento a una señal óptica y, a continuación, realiza el procesamiento de conversión ascendente en la señal óptica y envía la señal óptica a una ONU.

40 Sin embargo, después de procesar una señal digital utilizando la tecnología de conversión ascendente, una tasa de la señal digital es muy alta, lo que conduce a una distorsión relativamente grave de la señal digital, y una calidad relativamente baja de la señal digital transmitida para un lado de ONU; además, un dispositivo de procesamiento de conversión ascendente tiene costos relativamente altos. Por lo tanto, durante la transmisión de la señal, la técnica anterior tiene un problema de calidad de señal digital relativamente deficiente y costos de puesta en práctica relativamente elevados.

45 El documento US2013071119A1 da a conocer convertidores de digital a analógico (DACs) 118<sub>1</sub> y 118<sub>2</sub> transforman las señales digitales 114<sub>1</sub> y 114<sub>2</sub> en una forma analógica para generar señales de control I<sub>x</sub> y Q<sub>x</sub>, respectivamente.

50 El documento US 2011310951A1 da a conocer un algoritmo de ecualización MIMO informáticamente eficiente para la transmisión OFDM de alta tasa, en tiempo real, con polarización adaptativa multiplexada (POLMUX) con detección directa. Más en concreto, "después de la conversión analógica a digital (ADC), cada componente se procesa mediante un receptor de OFDM y se envía al receptor PoDeMux MIMO.

55 El documento CN 101640820 A se refiere a: "El módulo de procesamiento de señal digital de enlace descendente de OLT comprende un modulador m-QAM, un módulo de transformada de Fourier rápida inversa, conversión serie-

paralelo, 90. El módulo de cambio de fase y el módulo mezclador de IQ están conectados, a su vez, al modulador m-QAM, un módulo de transformada de Fourier rápida inversa, módulos de cambio de fase y de transformada y cadena así como un módulo mezclador de IQ que constituyen el módulo de procesamiento de señal digital de enlace descendente de OLT; en donde, dicha conversión serie-paralelo y el módulo de cambio de fase digital, para el  
5 módulo de transformada de Fourier rápida inversa convierte la señal de salida en dos señales I,Q en cuadratura”.

El documento CN 101043269 A, da a conocer: "La Figura 2 muestra que la presente invención contiene, entre la fase de construcción de ruta IQ un dispositivo de supervisión del transmisor DQPSK 2, una señal óptica de entrada no modulada 101 que está dividida en la ruta de canales I y Q 102 103. Cada uno tiene un modulador 106/107. Un  
10 modulador de fase 0 o  $\pi$  modula, de conformidad con la señal de entrada 104/105 los datos de canales I/Q. En la ruta existe una polarización de fase Q 108, la fase debe ser  $\pi/2$ , de no ser así, introducirá una relación de señal óptica a ruido (OSNR) con coste adicional”.

El documento CN 101807955 A, da a conocer: "La presente invención se refiere a una modulación IQ entre un transmisor y un dispositivo de polarización de fase IQ de circuito de control, que pertenece al campo de las comunicaciones ópticas”. El transmisor de modulación IQ comprende: un demultiplexor I, un modulador de Ruta Q, un módulo de desplazamiento de fase, combinadores, así como dispositivos de supervisión de fase y muestreo.

#### Sumario de la invención

Formas de realización de la presente invención dan a conocer métodos y aparatos para enviar y recibir una señal, y un sistema, que se utilizan para resolver un problema en la técnica anterior de que, durante la transmisión de señal, en una red PON, la calidad de la señal digital es relativamente deficiente y los costos de su puesta en práctica son relativamente altos.

De conformidad con un primer aspecto de la idea inventiva, se da a conocer un método para enviar una señal, que incluye:

la división de una señal digital recibida en una primera señal digital y en una segunda señal digital;

la conversión, de forma respectiva, de la primera señal digital, y la segunda señal digital, en una señal analógica en fase y en una señal analógica en cuadratura;

la modulación respectiva de la señal analógica en fase, y la señal analógica en cuadratura para dos señales ópticas que son perpendiculares entre sí, y están en un estado de polarización; y

una vez que las dos señales ópticas que se han obtenido a través de la modulación, son perpendiculares entre sí, y están en un estado de polarización, se combinan en una señal óptica, enviando la señal óptica a una unidad de red óptica ONU.

En donde, la conversión, respectivamente, de la primera señal digital, y la segunda señal digital, en una señal analógica en fase y en una señal analógica en cuadratura, concretamente incluye:

el procesamiento, por separado, de la primera señal digital, y la segunda señal digital, utilizando de filtros cuyas respuestas de impulso son ortogonales, para convertir, respectivamente, la primera señal digital y la segunda señal digital en la señal digital en fase y en la señal digital en cuadratura, y convertir, respectivamente, la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura en la señal analógica en fase, y la señal analógica en cuadratura, utilizando un convertidor digital a analógico; o

la conversión respectivamente de la primera señal digital, y la segunda señal digital, en una primera señal analógica y en una segunda señal analógica, utilizando un convertidor digital a analógico y procesando, por separado, la primera señal analógica y la segunda señal analógica, utilizando filtros cuyas respuestas de impulso son ortogonales, para convertir respectivamente, la primera señal analógica y la segunda señal analógica en la señal analógica en fase y en la señal analógica en cuadratura.

De conformidad con un segundo aspecto de la idea inventiva, se da a conocer un método para recibir una señal, que incluye:

la recepción de una señal óptica enviada por un terminal de línea óptica, OLT;

la conversión de la señal óptica recibida en una señal eléctrica, y la división de la señal eléctrica en una señal analógica en fase y en una señal analógica en cuadratura;

la conversión respectiva de la señal analógica en fase, y la señal analógica en cuadratura, en una primera señal digital y en una segunda señal digital; y

una vez que la primera señal digital y la segunda señal digital se combinan en una sola señal digital, el envío de la señal digital a un terminal de usuario.

5 En donde, convertir, respectivamente, la señal analógica en fase, y la señal analógica en cuadratura, en una primera señal digital y en una segunda señal digital, específicamente incluye:

10 el procesamiento, por separado, de la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, utilizando filtros cuyas respuestas de impulso son ortogonales, para convertir la señal analógica en fase, y la señal analógica en cuadratura, en la primera señal analógica y en la segunda señal analógica, y para convertir, respectivamente, la primera señal analógica y la segunda señal analógica, en la primera señal digital y en la segunda señal digital utilizando un convertidor analógico a digital; o

15 la conversión respectiva de la señal analógica en fase, y la señal analógica en cuadratura, en una señal digital en fase, y una señal digital en cuadratura, utilizando un convertidor analógico a digital, y procesando, por separado, la primera señal analógica y la segunda señal analógica utilizando filtros cuyas respuestas de impulso son ortogonales, para convertir respectivamente la primera señal analógica, y la segunda señal analógica, en la señal analógica en fase y en la señal analógica en cuadratura.

20 De conformidad con un tercer aspecto de la idea inventiva, se da a conocer un aparato para enviar una señal, que incluye:

un receptor, configurado para dividir una señal digital recibida, en una primera señal digital y en una segunda señal digital;

25 un convertidor ortogonal digital a analógico, configurado para convertir, respectivamente, la primera señal digital y la segunda señal digital, en una señal analógica en fase y en una señal analógica en cuadratura;

30 un modulador óptico, configurado para modular, respectivamente, la señal analógica en fase, y la señal analógica en cuadratura, para dos señales ópticas que son perpendiculares entre sí y están en un estado de polarización; y

un combinador de haz de polarización, configurado para: después de combinar las dos señales ópticas que se obtienen a través de la modulación, son perpendiculares entre sí, y están en un estado de polarización, en una señal óptica, enviar la señal óptica a una unidad de red óptica ONU.

35 En donde el convertidor ortogonal digital a analógico está configurado, específicamente, para procesar por separado la señal analógica en fase, y la señal analógica en cuadratura, utilizando filtros cuyas respuestas de impulso son ortogonales, para convertir la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, en la primera señal analógica y en la segunda señal analógica, y para convertir, respectivamente la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura en la señal analógica en fase y en la señal analógica en cuadratura; o

40 la conversión respectiva de la primera señal digital, y la segunda señal digital, en una primera señal analógica y en una segunda señal analógica, y el procesamiento, por separado, de la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura, utilizando filtros cuyas respuestas de impulso son ortogonales, para convertir la señal digital en fase, y la señal digital en cuadratura, en la primera señal digital y en la segunda señal digital.

45 De conformidad con un cuarto aspecto de la idea inventiva, se da a conocer un aparato para recibir una señal, que incluye:

50 un detector fotónico, configurado para recibir una señal óptica enviada por un terminal de línea óptica OLT, convertir la señal óptica recibida en una señal eléctrica, y para dividir la señal eléctrica en una señal analógica en fase y en una señal analógica en cuadratura;

55 un convertidor no ortogonal analógico a digital, configurado para convertir, respectivamente, la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, en una primera señal digital y en una segunda señal digital; y

un transmisor, configurado para: después de combinar la primera señal digital y la segunda señal digital en una sola señal digital, el envío de la señal digital a un terminal de usuario.

60 En donde el convertidor no ortogonal analógico a digital está configurado, concretamente para procesar, por separado, la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, utilizando filtros cuyas respuestas de impulso son ortogonales, para convertir la señal analógica en fase, y la señal analógica en cuadratura en la primera señal analógica y en la segunda señal analógica, y para convertir, respectivamente, la primera señal analógica y la segunda señal analógica en la primera señal digital y en la segunda señal digital, utilizando un convertidor analógico a digital; o bien, para convertir, respectivamente, la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, en una señal digital en fase y en una señal digital en cuadratura, utilizando un convertidor analógico a digital, y procesando, por separado, la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura, utilizando filtros cuyas respuestas

de impulso son ortogonales, para convertir la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura, en la primera señal digital y en la segunda señal digital.

5 De conformidad con un quinto aspecto de la idea inventiva, se da a conocer un sistema de red óptica pasiva, PON, que incluye: un terminal de línea óptica OLT, una unidad de red óptica ONU y un divisor óptico pasivo configurado para conectar el OLT y la ONU, en donde

10 el OLT incluye el aparato de conformidad con uno cualquiera de entre el tercer aspecto y las formas de puesta en práctica posibles del tercer aspecto, y la ONU incluye el aparato de conformidad con uno cualquiera de entre el cuarto aspecto y las formas de puesta en práctica posibles del cuarto aspecto.

Una solución técnica específica, dada a conocer por las formas de realización de la presente invención, es la siguiente:

15 En la presente invención, se presenta un método para enviar una señal. Una señal digital recibida se divide en una primera señal digital, y una segunda señal digital, la primera señal digital y la segunda señal digital se convierten, respectivamente, en una señal analógica en fase y en una señal analógica en cuadratura, después de la señal analógica en fase, y la señal analógica en cuadratura, se modulan, respectivamente, para dos señales ópticas que son perpendiculares entre sí y están en un estado de polarización, las dos señales ópticas que son perpendiculares  
20 entre sí y están en un estado de polarización, se combinan en una señal óptica, y la señal óptica se envía a una ONU. Se presenta un método para recibir una señal. Se recibe una señal óptica, enviada por un terminal de línea óptica OLT, la señal óptica recibida se convierte, a continuación, en una señal eléctrica, la señal eléctrica se divide en una señal analógica en fase y en una señal analógica en cuadratura, la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura se convierten, respectivamente, en una primera señal digital y en una segunda señal digital  
25 y por último, una vez que la primera señal digital, y la segunda señal digital, se combinan en una sola señal digital, la señal digital se envía a un terminal de usuario. De esta forma, en un proceso de transmisión de señal, no es necesario utilizar una tecnología de procesamiento de conversión ascendente, y una señal óptica recibida por una ONU no se distorsiona. Por lo tanto, se mejora la calidad de una señal transmitida a la ONU. Además, no es necesario utilizar un dispositivo de procesamiento de conversión ascendente con lo que se reducen, aún más, los  
30 costos de puesta en práctica.

Breve descripción de los dibujos

35 La Figura 1 es un diagrama de flujo del control del envío de señales de conformidad con una forma de realización de la presente invención;

La Figura 2A es un diagrama de flujo de un ejemplo de un primer escenario operativo de aplicación del envío de señales, de conformidad con una forma de realización de la presente invención;

40 La Figura 2B es un diagrama esquemático de la transmisión de luz por un láser de conformidad con una forma de realización de la presente invención;

La Figura 3 es un diagrama de flujo de un ejemplo de un segundo escenario operativo de aplicación del envío de señales de conformidad con una forma de realización de la presente invención;

45 La Figura 4 es un diagrama de flujo de un ejemplo de un tercer escenario operativo de aplicación del envío de señales de conformidad con una forma de realización de la presente invención;

50 La Figura 5 es un diagrama de flujo de un ejemplo de un cuarto escenario operativo de aplicación del envío de señales de conformidad con una forma de realización de la presente invención;

La Figura 6 es un diagrama de flujo del control de la recepción de señales de conformidad con una forma de realización de la presente invención;

55 La Figura 7 es un diagrama de flujo de un ejemplo de un primer escenario operativo de aplicación de la recepción de señales de conformidad con una forma de realización de la presente invención;

La Figura 8 es un diagrama de flujo de un ejemplo de un segundo escenario operativo de aplicación de la recepción de señales de conformidad con una forma de realización de la presente invención;

60 La Figura 9 es un diagrama de flujo de un ejemplo de un tercer escenario operativo de aplicación de la recepción de señales de conformidad con una forma de realización de la presente invención;

65 La Figura 10 es un diagrama de flujo de un ejemplo de un cuarto escenario operativo de aplicación de la recepción de señales de conformidad una forma de realización de la presente invención;

La Figura 11 es un diagrama estructural esquemático de una función de un aparato para el envío de una señal de conformidad con una forma de realización de la presente invención;

5 La Figura 12 es un diagrama estructural esquemático de una función de un aparato para la recepción de una señal de conformidad con una forma de realización de la presente invención; y

La Figura 13 es un diagrama estructural esquemático de una función de un sistema PON, de conformidad con una forma de realización de la presente invención.

10 Descripción de formas de realización

Con el fin de hacer más claros los objetivos, las soluciones técnicas y las ventajas de las formas de realización de la presente invención, a continuación, se describen, de forma clara y completa, las soluciones técnicas en las formas de realización de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos en las formas de realización de la presente invención. Evidentemente, las formas de realización descritas son algunas, pero no la totalidad, de las formas de realización de la presente invención. Todas las demás formas de realización obtenidas por expertos en la técnica, basadas en las formas de realización de la presente invención, sin necesidad de esfuerzos creativos deberán caer dentro del alcance de protección de la presente invención.

20 Además, los términos "sistema" y "red" se pueden utilizar indistintamente en esta especificación. El término "y/o" en esta especificación describe solamente una relación de asociación con el fin de describir objetos asociados, y representa que pueden existir tres relaciones. A modo de ejemplo, A y/o B puede representar los siguientes tres casos: Solamente existe A, tanto A como B existen, y solamente existe B. Además, el carácter "/", en este documento, generalmente indica una relación de "o" entre los objetos asociados.

25 Para poder resolver un problema en la técnica anterior de que durante la transmisión de la señal, la calidad de señal digital es relativamente baja y los costos de puesta en práctica son relativamente altos, en las formas de realización de la presente invención, cuando se envía una señal digital, la señal digital se divide en una primera señal digital y en una segunda señal digital, convirtiéndose la primera señal digital y la segunda señal digital, respectivamente, en una señal analógica en fase y en una señal analógica en cuadratura, la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura son moduladas respectivamente para dos señales ópticas que son perpendiculares entre sí y están en un estado de polarización, las dos señales ópticas que son perpendiculares entre sí, y están en un estado de polarización, se combinan en una sola señal óptica, y la señal óptica se envía a una ONU; después de que se reciba una señal óptica enviada por un OLT, la señal óptica recibida se convierte en una señal eléctrica, la señal eléctrica se divide en una señal analógica en fase y una señal analógica de cuadratura, la señal analógica en fase y la cuadratura analógica la señal se convierten, respectivamente, en una primera señal digital y en una segunda señal digital, y una vez que la primera señal digital y la segunda señal digital se combinan en una sola señal digital, la señal digital se envía a un terminal de usuario. De esta forma, no es necesario utilizar una tecnología de conversión ascendente, lo que mejora, por lo tanto, la calidad de una señal digital transmitida a una ONU, y reduce, aún más, los costos de puesta en práctica.

A continuación, se describen, en detalle, formas de puesta en práctica opcionales de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos.

45 Tal como se ilustra en la Figura 1, en una forma de realización de la presente invención, un procedimiento específico de envío de señales es como sigue, existen múltiples tipos de entidades para ejecutar el envío de señales, y las descripciones se realizan, a continuación, utilizando un ejemplo en el que una entidad para ejecutar el envío de señales es un terminal OLT.

50 Etapa 100: Un OLT divide una señal digital recibida en una primera señal digital y en una segunda señal digital.

Etapa 110: El OLT convierte la primera señal digital y la segunda señal digital, respectivamente, en una señal analógica en fase y una señal analógica de cuadratura.

55 Etapa 120: El OLT modula la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, respectivamente, para dos señales ópticas que son perpendiculares entre sí y están en un estado de polarización.

60 Etapa 130: Después de la combinación, en una sola señal óptica, las dos señales ópticas que se obtienen a través de la modulación, son perpendiculares entre sí, y están en un estado de polarización, el OLT envía la señal óptica a una ONU.

En esta forma de realización de la presente invención, existen múltiples tipos de fuentes de una señal digital recibida por el OLT, a modo de ejemplo, el OLT recibe una señal digital que se envía por una red central.

65 En esta forma de realización de la presente invención, el OLT tiene múltiples formas de dividir una señal digital recibida en una primera señal digital y en una segunda señal digital. Como opción, el OLT puede dividir la señal

digital recibida en la primera señal digital y en la segunda señal digital utilizando un sistema QAM (Modulación de Amplitud en Cuadratura), o puede dividir la señal digital recibida en la primera señal digital y en la segunda señal digital utilizando un sistema PAM (Pulse Amplitude Modulation, modulación por amplitud de pulso).

5 Cuando el OLT divide la señal digital recibida en la primera señal digital y en la segunda señal digital utilizando el sistema QAM, la señal digital se divide primero en múltiples señales digitales de baja tasa binaria en paralelo utilizando un módulo de conversión en serie/paralelo, y la modulación QAM de orden  $m$  se realiza en cada señal digital de baja tasa con el fin de reducir una tasa nuevamente, en donde la modulación QAM de orden  $m$  es la conversión de los bits  $\log_2(m)$  en un solo símbolo para transmisión, lo que es equivalente a reducir una tasa en  $\log_2(m)$  veces. A continuación, se realiza el procesamiento del algoritmo de la transformación de Fourier inversa rápida (IFFT) en cada señal digital utilizando un módulo IFFT, para convertir los datos del dominio de la frecuencia en una forma de onda en el dominio de tiempo y, por último, las múltiples señales digitales de baja tasa binaria en paralelo se multiplexan en dos señales digitales de alta tasa binaria, es decir, se emiten la primera señal digital y en la segunda señal digital.

15 A modo de ejemplo, una señal digital que se recibe por el OLT y se envía por una red central tiene una tasa de 40 Gb/s, y la señal digital se divide en cuatro señales digitales de baja tasa binaria en paralelo utilizando el módulo de conversión en serie/paralelo, en donde cada señal digital tiene una tasa de 10 Gb/s, la modulación QAM de orden 16 se realiza, por separado, en las cuatro señales digitales en paralelo que tienen una tasa de 10 Gb/s, y las cuatro señales digitales en paralelo se convierten en cuatro señales digitales que tienen una tasa de 2.5 G/s, lo que reduce, de nuevo, la tasa. A continuación, se realiza, por separado, el procesamiento del algoritmo de transformada de Fourier rápida inversa en las cuatro señales digitales en paralelo que tienen una tasa de 2.5 G/s mediante el uso del módulo IFFT y, por último, las cuatro señales digitales en paralelo se multiplexan en dos señales digitales en paralelo que tienen una tasa de 10 Gb/s utilizando un módulo en paralelo/serie, es decir, se emite una primera señal digital que tiene una tasa de 10 Gb/s y una segunda señal digital que tiene una tasa de 10 Gb/s.

20 Por ejemplo, una señal digital que es recibida por el OLT, y enviada por una red central, tiene una tasa de 40 Gb/s, y la señal digital se divide en dos señales digitales de baja tasa binaria en paralelo utilizando un módulo de conversión en serie/paralelo, en donde cada señal digital tiene una tasa de 20 Gb/s, se realiza, por separado, la modulación PAM de orden 16 en las dos señales digitales en paralelo que tienen una tasa de 20 Gb/s con el fin de reducir, de nuevo, una tasa y las dos señales digitales en paralelo se convierten en dos señales digitales en paralelo que tienen una tasa de 2.5 G/s, es decir, tanto una primera señal digital de salida, como una segunda señal digital de salida, tienen una tasa de 2.5 G/s.

30 En esta forma de realización de la presente invención, cuando la primera señal digital y la segunda señal digital se convierten, respectivamente, en la señal analógica en fase y en la señal analógica en cuadratura, la primera señal digital y la segunda señal digital se pueden convertir primero en una primera señal analógica y en una segunda señal analógica, y a continuación, la primera señal analógica y la segunda señal analógica se convierten en la señal analógica en fase y en la señal analógica en cuadratura; o bien, la primera señal digital y la segunda señal digital se pueden convertir, en primer lugar, en una señal digital en fase y en una señal digital en cuadratura, y a continuación, la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura se convierten en la señal analógica en fase y en la señal analógica en cuadratura.

45 En esta forma de realización de la presente invención, existen múltiples formas para convertir la primera señal analógica y la segunda señal analógica, en la señal analógica en fase y en la señal analógica en cuadratura, o para convertir la primera señal digital y la segunda señal digital en la señal digital en fase y en la señal digital en cuadratura. De forma opcional, al utilizar la modulación CDM (Multiplexación por División de Código), la primera señal analógica y la segunda señal analógica se pueden convertir en la señal analógica en fase y en la señal analógica en cuadratura, o la primera señal digital y la segunda señal digital pueden convertirse en la señal digital en fase y en la señal digital en cuadratura; o bien, utilizando la modulación CAP (Carrierless amplitude and phase, amplitud y fase sin portadora), la primera señal analógica y la segunda señal analógica se pueden convertir en la señal analógica en fase y en la señal analógica en cuadratura, o la primera señal digital y la segunda señal digital se puede convertir en la señal digital en fase y en la señal digital en cuadratura. Además, también existen múltiples formas para convertir la primera señal digital y la segunda señal digital en la primera señal analógica y en la segunda señal analógica, o para convertir la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura en la señal analógica en fase y en la señal analógica en cuadratura. De forma opcional, utilizando un DAC (Digital to Analog Converter, convertidor digital a analógico), la primera señal digital y la segunda señal digital se pueden convertir, respectivamente, en la primera señal analógica y en la segunda señal analógica, o la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura se pueden convertir en la señal analógica en fase y en la señal analógica en cuadratura.

60 Existen múltiples maneras para que el OLT convierta la primera señal digital y la segunda señal digital en la señal digital en fase y en la señal digital en cuadratura, utilizando un sistema de modulación CDM. Como opción, el OLT multiplica la primera señal digital por una primera palabra de código, y multiplica la segunda señal digital por una segunda palabra de código, con el fin de obtener la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura, en donde la primera palabra de código y la segunda palabra de código son palabras de código que son mutuamente ortogonales.

El código ortogonal se refiere a dos palabras de código distintas cuyo resultado acumulado por multiplicación es 0, y la longitud de un código ortogonal puede ser arbitraria, a modo de ejemplo, 2 bits (byte), 3 bits o 4 bits.

5 A modo de ejemplo, un grupo de secuencias son (c1, c2, c3, c4), en donde  $c1 = [1 \ 1 \ 1 \ 1]$  y  $c2 = [1 \ -1 \ 1 \ -1]$ ; puesto que  $c1 \times c2 = 1 \times 1 + 1 \times (-1) + 1 \times 1 + 1 \times (-1) = 0$ , c1 y c2 son códigos ortogonales. La señal digital en fase y la señal digital en cuadratura se multiplican, respectivamente, por los códigos ortogonales c1 y c2 para completar la modulación CDM, y las señales moduladas son  $I1 = I \times c1$  y  $Q1 = Q \times c2$ .

10 De forma similar, existen múltiples maneras para que el OLT convierta la primera señal analógica y la segunda señal analógica en la señal analógica en fase y en la señal analógica en cuadratura utilizando un sistema de modulación CDM. Opcionalmente, el OLT multiplica la primera señal analógica por una primera palabra de código, y multiplica la segunda señal analógica por una segunda palabra de código, con el fin de obtener la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura, en donde la primera palabra de código y la segunda palabra de código son palabras de código que son mutuamente ortogonales.

15 En esta forma de realización de la presente invención, cuando la señal digital en fase, y la señal digital en cuadratura, se hacen ortogonales utilizando la modulación CDM, de forma opcional, la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura se procesan, por separado, utilizando códigos ortogonales para la ortogonalización. Los códigos ortogonales se refieren a dos palabras de código diferentes cuyo resultado acumulado por multiplicación es 0, y una longitud de un código ortogonal puede ser arbitraria, a modo de ejemplo, 2 bits (byte), 3 bits o 4 bits.

20 Existen múltiples maneras para que el OLT convierta la primera señal digital y la segunda señal digital en la señal digital en fase y en la señal digital en cuadratura utilizando un sistema de modulación CAP. De forma opcional, el OLT procesa, por separado, la primera señal digital y la segunda señal digital utilizando filtros cuyas respuestas de impulso son ortogonales, con el fin de convertir la primera señal digital y la segunda señal digital en la señal digital en fase y en la señal digital en cuadratura.

25 De forma similar, existen múltiples maneras para que el OLT convierta la primera señal analógica y la segunda señal analógica, en la señal analógica en fase y en la señal analógica en cuadratura, utilizando un sistema de modulación CAP. Opcionalmente, el OLT procesa por separado la primera señal analógica y la segunda señal analógica utilizando filtros cuyas respuestas de impulso son ortogonales, para convertir la primera señal analógica, y la segunda señal analógica, en la señal analógica en fase y en la señal analógica en cuadratura.

30 En esta forma de realización de la presente invención, cuando el OLT divide la señal digital recibida en la primera señal digital y en la segunda señal digital, utilizando un sistema de modulación QAM, la primera señal digital y la segunda señal digital, que se obtienen mediante división, son convertidas, con posterioridad, en la señal digital en fase y en la señal digital en cuadratura mediante el uso de modulación CDM, o la primera señal analógica y la segunda señal analógica que se obtienen mediante división se convierten, posteriormente, en la señal analógica en fase y en la señal analógica en cuadratura utilizando la modulación CDM; cuando el OLT divide la señal digital recibida en la primera señal digital y en la segunda señal digital, utilizando un sistema de modulación PAM, la primera señal digital y la segunda señal digital, que se obtienen mediante la división, se convierten, después, en la señal digital en fase y en la señal digital en cuadratura, utilizando la modulación CAP, o la primera señal analógica y la segunda señal analógica, que se obtienen a través de la división se convierten, posteriormente, en la señal analógica en fase y en la señal analógica en cuadratura mediante el uso de la modulación CAP.

35 En esta forma de realización de la presente invención, cuando el OLT modula la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, respectivamente, a las dos señales ópticas que son perpendiculares entre sí, y están en un estado de polarización, una señal óptica enviada por un láser (láser) se convierte en las dos señales ópticas que son perpendiculares entre sí y están en un estado de polarización un PBS (Polarization Beam Splitter, divisor de haz de polarización), y el OLT, modula, respectivamente, la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura a las dos señales ópticas que son perpendiculares entre sí y están en un estado de polarización, utilizando un PBC (Polarization Beam Combiner, combinador de haz de polarización), combina, en una sola señal óptica, las dos señales ópticas que son perpendiculares a entre sí, y están en un estado de polarización, y envía la señal óptica a la ONU.

40 Con el fin de comprender mejor esta forma de realización de la presente invención, a continuación, se dan a conocer escenarios operativos de aplicación específicos, y se describe, con más detalle, un procedimiento de envío de señales.

60 Forma de realización 1 (según se ilustra, de forma específica, en la Figura 2A)

Etapa 200: Un OLT divide una señal digital en cuatro señales digitales de baja tasa binaria en paralelo utilizando un módulo de conversión en serie/paralelo.

65 Etapa 210: El OLT realiza una modulación QAM de orden m en cada señal digital con el fin de reducir, de nuevo, una tasa.

## ES 2 726 624 T3

Etapa 220: El OLT realiza, utilizando un módulo IFFT, el procesamiento del algoritmo de transformación inversa rápida de Fourier en cada señal digital cuya tasa se ha reducido nuevamente.

5 Etapa 230: El OLT multiplexa las cuatro señales digitales en una primera señal digital y en una segunda señal digital.

Etapa 240: El OLT convierte la primera señal digital y la segunda señal digital en una primera señal analógica y en una segunda señal analógica utilizando un convertidor DA (digital-analógico).

10 Etapa 250: El OLT multiplica, respectivamente, mediante códigos ortogonales, la primera señal analógica y la segunda señal analógica, que se obtienen a través de la conversión, y convierte la primera señal analógica y la segunda señal analógica en una señal analógica en fase y en una señal analógica en cuadratura.

15 Etapa 260: El OLT modula, respectivamente, la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura a una señal óptica x, y una señal óptica y, que son perpendiculares entre sí y están en un estado de polarización.

En esta etapa, un divisor PBS divide, en una señal óptica x, y una señal óptica y, que son perpendiculares entre sí y están en un estado de polarización, una señal óptica enviada por un láser (tal como se ilustra en la Figura 2B). Con el fin de hacer que la potencia óptica de la señal óptica x, en un estado de polarización, y la potencia óptica de la señal óptica y, en un estado de polarización, sea idéntica, una dirección de vibración de un estado de polarización de la señal óptica enviada por el láser se encuentra en un ángulo de 45 grados con respecto al eje principal del PBS. A continuación, el OLT carga respectivamente, utilizando un modulador óptico (Mod), la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, a la señal óptica x, y la señal óptica y, que son perpendiculares entre sí y están en un estado de polarización.

25 Etapa 270: Después de la combinación, en una sola señal óptica, la señal óptica X y la señal óptica Y que incluyen, respectivamente, la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, y están en un estado de polarización, el OLT envía la señal óptica a una ONU.

30 En esta etapa, la señal óptica X y la señal óptica Y, que son perpendiculares entre sí y están en un estado de polarización, se combinan en la única señal óptica utilizando un PBC.

Forma de realización 2 (tal como se ilustra, de forma específica, en la Figura 3)

35 Etapa 300: Un OLT divide una señal digital en cuatro señales digitales de baja tasa binaria en paralelo mediante el uso de un módulo de conversión en serie/paralelo.

Etapa 310: El OLT realiza una modulación QAM de orden m en cada señal digital para reducir, de nuevo, una tasa.

40 Etapa 320: El OLT realiza, utilizando un módulo IFFT, el procesamiento del algoritmo de transformación inversa rápida de Fourier en cada señal digital cuya tasa se reduce de nuevo.

Etapa 330: El OLT multiplexa las cuatro señales digitales en una primera señal digital y en una segunda señal digital.

45 Etapa 340: El OLT multiplica, respectivamente, la primera señal digital y la segunda señal digital mediante códigos ortogonales para el procesamiento de ortogonalización, con el fin de obtener una señal digital en fase, y una señal digital en cuadratura.

50 Etapa 350: El OLT convierte la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura, en una señal analógica en fase y en una señal analógica en cuadratura utilizando un convertidor DAC.

Etapa 360: La modulación de la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, respectivamente, a una señal óptica X y una señal óptica Y, que son perpendiculares entre sí y están en un estado de polarización.

55 De forma idéntica a la etapa 260, en esta etapa, un PBS divide, en una señal óptica x, y una señal óptica y, que son perpendiculares entre sí y están en un estado de polarización, una señal óptica enviada por un láser. Para hacer que la potencia óptica de la señal óptica x en un estado de polarización, y la potencia óptica de la señal óptica y en un estado de polarización, sea idéntica, una dirección de vibración de un estado de polarización de la señal óptica, que se envía por el láser, se encuentra en un ángulo de 45 grados con respecto al eje principal del PBS. A continuación, el OLT carga, respectivamente, utilizando un modulador óptico (Mod), la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura a la señal óptica x, y la señal óptica y, que son perpendiculares entre sí, y están en un estado de polarización.

65 Etapa 370: Después de combinar, en una sola señal óptica, la señal óptica X, y la señal óptica Y, que incluyen respectivamente la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, y están en un estado de polarización, el OLT envía la señal óptica a una ONU.

## ES 2 726 624 T3

En esta etapa, la señal óptica X y la señal óptica Y, que son perpendiculares entre sí y están en un estado de polarización, se combinan en la única señal óptica utilizando un PBC.

5 Forma de realización 3 (tal como se ilustra, de forma específica, en la Figura 4)

Etapa 400: Un OLT divide una señal digital en dos señales digitales de baja tasa binaria en paralelo utilizando un módulo de conversión en serie/paralelo.

10 Etapa 410: Después de realizar, por separado, el procesamiento de modulación PAM de orden m en las dos señales digitales, el OLT genera una primera señal digital y una segunda señal digital.

Etapa 420: El OLT realiza, por separado, el procesamiento de ortogonalización en la primera señal digital y en la segunda señal digital, utilizando filtros cuyas respuestas de impulso son ortogonales, con el fin de obtener una señal digital en fase y una señal digital en cuadratura.

15 Etapa 430: El OLT convierte la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura en una señal analógica en fase y en una señal analógica en cuadratura, utilizando un DAC.

20 Etapa 440: El OLT modula, respectivamente, la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, a una señal óptica X y una señal óptica Y, que son perpendiculares entre sí y están en un estado de polarización.

25 De forma idéntica a la etapa 260, en esta etapa, un PBS divide, en una señal óptica x, y una señal óptica y, que son perpendiculares entre sí y están en un estado de polarización, una señal óptica enviada por un láser. Para poder hacer que la potencia óptica de la señal óptica x, en un estado de polarización, y la potencia óptica de la señal óptica y, en un estado de polarización, sea idéntica, una dirección de vibración de un estado de polarización de la señal óptica enviada por el láser se encuentra en un ángulo de 45 grados con respecto al eje principal del PBS. A continuación, el OLT carga respectivamente, utilizando un modulador óptico (Mod), la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, a la señal óptica x, y la señal óptica y, que son perpendiculares entre sí y están en un estado de polarización.

30 Etapa 450: Después de la combinación, en una sola señal óptica, de la señal óptica X y la señal óptica Y, que incluyen, respectivamente, la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, y están en un estado de polarización, el OLT envía la señal óptica a una ONU.

35 En esta etapa, la señal óptica X y la señal óptica Y, que son perpendiculares entre sí y están en un estado de polarización, se combinan en la única señal óptica utilizando un PBC.

40 Forma de realización 4 (tal como se ilustra, de forma específica, en la Figura 5)

Etapa 500: Un OLT divide una señal digital en una primera señal digital de baja tasa binaria en paralelo, y una segunda señal digital, utilizando un módulo de conversión en serie/paralelo.

45 Etapa 510: El OLT realiza, por separado, la modulación PAM de orden m en la primera señal digital y en la segunda señal digital, para reducir una tasa.

Etapa 520: El OLT convierte la primera señal digital y la segunda señal digital en una primera señal analógica y en una segunda señal analógica, utilizando un DAC.

50 Etapa 530: El OLT realiza el procesamiento de ortogonalización en la primera señal analógica, y la segunda señal analógica, utilizando filtros cuyas respuestas de impulso son ortogonales, de modo que obtenga una señal analógica en fase y una señal analógica en cuadratura.

55 Etapa 540: El OLT modula, respectivamente, la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, a una señal óptica X, y una señal óptica Y, que son perpendiculares entre sí y están en un estado de polarización.

60 De forma idéntica a la etapa 260, en esta etapa, un PBS divide, en una señal óptica x, y una señal óptica y, que son perpendiculares entre sí y están en un estado de polarización, una señal óptica enviada por un láser. Para poder hacer que la potencia óptica de la señal óptica x, en un estado de polarización, y la potencia óptica de la señal óptica y, en un estado de polarización, sea idéntica, una dirección de vibración de un estado de polarización de la señal óptica enviada por el láser se encuentra en un ángulo de 45 grados con respecto al eje principal del PBS. A continuación, el OLT carga respectivamente, utilizando un modulador óptico (Mod), la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, a la señal óptica x, y la señal óptica y, que son perpendiculares entre sí y están en un estado de polarización.

65

Etapa 550: Después de combinar, en una sola señal óptica, la señal óptica X y la señal óptica Y, que incluyen, respectivamente, la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, y están en un estado de polarización, el OLT envía la señal óptica a una ONU.

- 5 En esta etapa, la señal óptica X, y la señal óptica Y, que son perpendiculares entre sí y están en un estado de polarización, se combinan en la única señal óptica utilizando un PBC.

La presente invención da a conocer, además, un método para recibir una señal. Tal como se ilustra en la Figura 6, un procedimiento específico de recepción de señales es el siguiente, existen múltiples tipos de entidades para ejecutar la recepción de señales, y las descripciones se realizan, a continuación, utilizando un ejemplo en donde una entidad para ejecutar la recepción de señales es una ONU.

Etapa 600: Una ONU recibe una señal óptica enviada por un terminal de línea óptica, OLT.

- 15 Etapa 610: La ONU convierte la señal óptica recibida en una señal eléctrica, y divide la señal eléctrica en una señal analógica en fase y en una señal analógica en cuadratura.

Etapa 620: La ONU convierte la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, respectivamente, en una primera señal digital y en una segunda señal digital.

- 20 Etapa 630: Después de combinar la primera señal digital y la segunda señal digital en una sola señal digital, la ONU envía la señal digital a un terminal de usuario.

En esta forma de realización de la presente invención, cuando la ONU convierte la señal óptica en la señal eléctrica, la señal óptica recibida, que se envía por el OLT, se convierte primero en la señal eléctrica utilizando un PD (Photonic Detector, detector fotónico), y la señal eléctrica se divide, entonces, en la señal analógica en fase y en la señal analógica en cuadratura.

En esta forma de realización de la presente invención, existen múltiples maneras para que la ONU convierta la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, respectivamente, en la primera señal digital y en la segunda señal digital. A modo de ejemplo, la no ortogonalización se puede realizar en la señal analógica en fase y en la señal analógica en cuadratura en primer lugar, la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura se convierten en una primera señal analógica y en una segunda señal analógica, y la primera la señal analógica, y la segunda señal analógica, se convierten, entonces, en la primera señal digital y en la segunda señal digital; o bien, la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura se pueden convertir primero en una señal digital en fase y en una señal digital en cuadratura, y la señal digital en fase, y la señal digital en cuadratura, se convierten luego en la primera señal digital y en la segunda señal digital.

En esta forma de realización de la presente invención, existen múltiples maneras para que la ONU realice la no ortogonalización en la señal analógica en fase y en la señal analógica en cuadratura, y convierta la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, en la primera señal analógica y en la segunda señal analógica, o convierta la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura, en la primera señal digital y en la segunda señal digital. Preferentemente la ONU realiza la no ortogonalización en la señal analógica en fase utilizando una demodulación de CDM, o utilizando una demodulación de CPA con el fin de convertir la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, en la primera señal analógica y en la segunda señal analógica, o convierta la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura, en la primera señal digital y en la segunda señal digital utilizando una demodulación CDM o utilizando una demodulación CPA.

De forma similar, existen múltiples maneras para que la ONU convierta la primera señal analógica y la segunda señal analógica, en la primera señal digital y en la segunda señal digital, o convierta la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, en la señal digital en fase y en la señal digital en cuadratura. De forma opcional, al utilizar un ADC (Analog to Digital Converter, convertidor analógico a digital), la primera señal analógica y la segunda señal analógica se convierten, respectivamente, en la primera señal digital y en la segunda señal digital, o la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura se convierte en la señal digital en fase y en la señal digital en cuadratura.

Cuando la ONU realiza una no ortogonalización en la señal analógica en fase, y en la señal analógica en cuadratura, utilizando una demodulación CDM, para convertir la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, en la primera señal analógica y en la segunda señal analógica, o convertir la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura en la primera señal digital y en la segunda señal digital, utilizando una demodulación CDM, opcionalmente, la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura se pueden procesar, por separado, utilizando los códigos ortogonales correspondientes para la no ortogonalización, y la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, se convierten en la primera señal analógica y en la segunda señal analógica, o la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura, se procesan utilizando códigos ortogonales correspondientes, y la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura se convierten en la primera señal digital y en la segunda señal digital.

5 Cuando la ONU realiza una no ortogonalización en la señal analógica en fase y en la señal analógica en cuadratura, utilizando una demodulación CAP para convertir la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, en la primera señal analógica y en la segunda señal analógica, o convierte la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura, en la primera señal digital y en la segunda señal digital, utilizando una demodulación CAP; de forma  
 10 opcional, el procesamiento de filtrado se puede realizar, por separado, en la señal analógica en fase y en la señal analógica en cuadratura para la no ortogonalización, y la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, se convierten en la primera señal analógica y en la segunda señal analógica, o el procesamiento de filtrado se puede realizar, por separado, en la señal digital en fase y en la señal digital en cuadratura, para la no ortogonalización, y la  
 15 señal digital en fase y la señal digital en cuadratura se convierten en la primera señal digital y en la segunda señal digital.

A modo de ejemplo, si una señal digital en fase necesita obtenerse mediante la decodificación de una señal eléctrica  $R = (I \times c1) + (Q \times c2)$ , R se multiplica por c1, y si necesita obtenerse una señal digital en cuadratura, R se multiplica por c2.

20 En esta forma de realización de la presente invención, existen múltiples maneras para que la ONU convierta la primera señal digital y la segunda señal digital. De forma opcional, la ONU convierte la primera señal digital y la segunda señal digital, en la única señal digital, utilizando un sistema de demodulación QAM, o puede convertir la primera señal digital y la segunda señal digital en la única señal digital, utilizando un sistema de demodulación PAM.

25 Cuando la ONU convierte la primera señal digital y la segunda señal digital, en la señal digital utilizando el sistema de demodulación QAM, la primera señal digital y la segunda señal digital se convierten, en primer lugar, en múltiples señales digitales de alta tasa binaria en paralelo utilizando el módulo de conversión en serie/paralelo, una forma de onda en el dominio del tiempo se convierte en datos del dominio de la frecuencia a través de FFT (transformación rápida de Fourier), se realiza la demodulación QAM en cada señal digital con el fin de aumentar la tasa y por último, se multiplexan las múltiples señales digitales de alta tasa binaria en paralelo en una señal digital de alta tasa, es decir, se completa la conversión de la primera señal digital y la segunda señal digital en la única señal digital.

30 En esta forma de realización de la presente invención, cuando la ONU convierte la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, en la primera señal analógica y en la segunda señal analógica, utilizando un sistema de demodulación CDM, o convierte la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura, en la primera señal digital y en la segunda señal digital, utilizando un sistema de demodulación CDM, en un proceso posterior, la ONU convierte la primera señal digital recibida y la segunda señal digital en al menos una señal digital utilizando un sistema de demodulación QAM; de forma similar, cuando la ONU convierte la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, en la primera señal analógica y en la segunda señal analógica, utilizando un sistema de demodulación CAP, o convierte la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura en la primera señal digital y en la segunda señal digital, mediante el uso de un sistema de demodulación CAP, en un proceso posterior, la ONU convierte la primera señal digital recibida y la segunda señal digital en una señal digital utilizando un sistema de demodulación PAM.

35 En esta forma de realización de la presente invención, cuando el OLT divide la señal digital en la primera señal digital y en la segunda señal digital, utilizando un sistema de modulación QAM, y realiza un procesamiento de ortogonalización en la primera señal digital y en la segunda señal digital, o la primera señal analógica y la segunda señal analógica, utilizando un sistema de modulación CDM, la ONU realiza la no ortogonalización de la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura, o la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, utilizando un sistema de demodulación CDM, y a continuación, combina la primera señal digital y la segunda señal digital, en una señal digital utilizando un sistema de demodulación QAM.

40 De forma similar, cuando el OLT divide la señal digital en la primera señal digital y en la segunda señal digital, utilizando un sistema de modulación PAM, y realiza un procesamiento de ortogonalización en la primera señal digital y en la segunda señal digital, o la primera señal analógica y la segunda señal analógica, utilizando un sistema de modulación CAP, la ONU realiza la no ortogonalización de la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura, o la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, utilizando un sistema de demodulación CAP y, a continuación, convierte la primera señal digital y la segunda señal digital en una señal digital utilizando un sistema de demodulación PAM.

45 Con el fin de entender mejor esta forma de realización de la presente invención, a continuación, se dan a conocer escenarios operativos de aplicación específicos, y se describe, con más detalle, un procedimiento de recepción de señal.

50 Forma de realización 5 (tal como se ilustra, de forma específica, en la Figura 7)

55 Etapa 700: Una ONU convierte, en una señal eléctrica, una señal óptica recibida enviada por un OLT, y divide la señal eléctrica obtenida para obtener una señal analógica en fase y una señal analógica en cuadratura.

La señal óptica en esta etapa se combina cargando, respectivamente, una señal analógica en fase y una señal analógica en cuadratura para dos señales ópticas que son perpendiculares entre sí y están en un estado de polarización.

5 Etapa 710: La ONU realiza la no ortogonalización, en la señal analógica en fase y en la señal analógica en cuadratura, en una forma de CDM, y convierte la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, en una primera señal analógica y en una segunda señal analógica.

10 En esta etapa, cuando la ONU realiza una no ortogonalización en la señal analógica en fase y en la señal analógica en cuadratura, en una forma de CDM, y convierte la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura en la primera señal analógica y en la segunda señal analógica, como opción, la ONU multiplica, respectivamente, la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura por los códigos ortogonales correspondientes, hace que la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura no sean objeto de ortogonalización, y convierte la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, en la primera señal analógica y en la segunda señal analógica.

15 Etapa 720: la ONU convierte la primera señal analógica y la segunda señal analógica en una primera señal digital y en una segunda señal digital utilizando un ADC.

20 Etapa 730: La ONU divide la primera señal digital y la segunda señal digital en cuatro señales digitales de baja tasa binaria en paralelo, utilizando un módulo de conversión en serie/paralelo.

25 Etapa 740: la ONU realiza la demodulación QAM de orden  $m$  en cada señal digital de modo que aumente, de nuevo, la tasa.

30 Etapa 750: La ONU realiza, utilizando un módulo FFT, el procesamiento del algoritmo de transformación rápida de Fourier en cada señal digital cuya tasa aumenta de nuevo.

35 Etapa 760: La ONU multiplexa las cuatro señales digitales en una sola señal digital.

Evidentemente, la ONU puede convertir, en primer lugar, la señal analógica en fase obtenida y la señal analógica en cuadratura, en la señal digital en fase, y la señal digital en cuadratura, realizar la no ortogonalización en la señal digital en fase y en la señal digital en cuadratura, y convertir la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura en la primera señal digital y en la segunda señal digital, tal como se ilustra en la Forma de realización 6.

40 Forma de realización 6 (tal como se ilustra, de forma específica, en la Figura 8)

45 Etapa 800: Una ONU convierte, en una señal eléctrica, una señal óptica recibida que se envía por un OLT, y divide la señal eléctrica obtenida para obtener una señal analógica en fase y una señal analógica en cuadratura.

50 La señal óptica en esta etapa se combina cargando, respectivamente, una señal analógica en fase y una señal analógica en cuadratura, en dos señales ópticas que son perpendiculares entre sí y están en un estado de polarización.

55 Etapa 810: La ONU convierte la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, en una señal digital en fase y en una señal digital en cuadratura, utilizando un ADC.

60 Etapa 820: La ONU realiza una no ortogonalización en la señal digital en fase y en la señal digital en cuadratura, en una forma de CDM, y convierte la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura en una primera señal digital y en una segunda señal digital.

65 En esta etapa, cuando la ONU realiza la no ortogonalización en la señal digital en fase y en la señal digital en cuadratura, en una forma de CDM, opcionalmente, la ONU multiplica, respectivamente, la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura por correspondientes códigos ortogonales, hace que la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura no sean objeto de ortogonalización, y convierte la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura, en la primera señal digital y en la segunda señal digital.

70 Etapa 830: La división de la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura, en cuatro señales digitales de baja tasa binaria en paralelo utilizando un módulo de conversión en serie/paralelo.

75 Etapa 840: La realización de la demodulación QAM de orden  $m$  en cada señal digital para aumentar, de nuevo, una tasa.

80 Etapa 850: La realización, utilizando un módulo FFT, del procesamiento del algoritmo de transformación rápida de Fourier en cada señal digital cuya tasa vuelva a aumentar.

Etapa 860: La multiplexación de las cuatro señales digitales en una sola señal digital.

En esta forma de realización de la presente invención, la ONU puede realizar una ortogonalización en la señal digital en fase y en la señal digital en cuadratura, o la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, utilizando un sistema de demodulación CAP, tal como se ilustra, de forma específica, en la forma de realización 7.

Forma de realización 7 (según se ilustra, específicamente, en la Figura 9)

Etapa 900: Una ONU convierte, en una señal eléctrica, una señal óptica recibida que se envía por un OLT, y divide la señal eléctrica obtenida con el fin de obtener una señal analógica en fase y una señal analógica en cuadratura.

La señal óptica en esta etapa se combina cargando, respectivamente, una señal analógica en fase y una señal analógica en cuadratura en dos señales ópticas que son perpendiculares entre sí y están en un estado de polarización.

Etapa 910: La ONU convierte la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, en una señal digital en fase y en una señal digital en cuadratura, utilizando un ADC.

Etapa 920: La ONU realiza la no ortogonalización en la señal digital en fase, y la señal digital en cuadratura, en una forma de CAP, y convierte la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura, en una primera señal digital y en una segunda señal digital.

En esta etapa, cuando la ONU realiza una no ortogonalización en la señal digital en fase y en la señal digital en cuadratura, en una forma de CAP, opcionalmente, la ONU realiza, por separado, el procesamiento de filtrado en la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura, hace que la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura no sean ortogonalizadas, y convierte la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura en la primera señal digital y en la segunda señal digital.

Etapa 930: La realización, por separado, de la demodulación PAM de orden  $m$  en la primera señal digital y en la segunda señal digital para aumentar, de nuevo, una tasa.

Etapa 940: La multiplexación de la primera señal digital y la segunda señal digital, en una señal digital utilizando un módulo de conversión en paralelo/serie.

Forma de realización 8 (tal como se ilustra, específicamente, en la Figura 10)

Etapa 1000: Una ONU convierte, en una señal eléctrica, una señal óptica recibida que se envía por un OLT, y divide la señal eléctrica obtenida para obtener una señal analógica en fase y una señal analógica en cuadratura.

La señal óptica, en esta etapa, se combina cargando, respectivamente, una señal analógica en fase y una señal analógica en cuadratura, para dos señales ópticas que son perpendiculares entre sí y están en un estado de polarización.

Etapa 1010: La ONU realiza una no ortogonalización en la señal analógica en fase y en la señal analógica en cuadratura, en una forma de CAP, y convierte la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura en una primera señal analógica y una segunda señal analógica.

En esta etapa, cuando la ONU realiza una no ortogonalización en la señal analógica en fase y en la señal analógica en cuadratura, en una forma de CAP, opcionalmente, la ONU realiza, por separado, el procesamiento de filtrado en la señal analógica en fase y en la señal analógica en cuadratura, hace que la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura no sean ortogonalizadas, y convierte la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura en la primera señal analógica y en la segunda señal analógica.

Etapa 1020: La ONU convierte la primera señal analógica y la segunda señal analógica en una primera señal digital y en una segunda señal digital, utilizando un ADC.

Etapa 1030: La ONU realiza, por separado, una demodulación PAM de orden  $m$  en la primera señal digital y en la segunda señal digital con el fin de aumentar, de nuevo, una tasa.

Etapa 1040: La ONU multiplexa la primera señal digital y la segunda señal digital en una señal digital utilizando un módulo de conversión en paralelo/serie.

Tal como se ilustra en la Figura 11, una forma de realización de la presente invención da a conocer un aparato para enviar una señal, en donde el aparato incluye, principalmente:

- un receptor 1100, configurado para dividir una señal digital recibida en una primera señal digital y en una segunda señal digital;
- 5 un convertidor ortogonal digital a analógico 1110, configurado para convertir, respectivamente, la primera señal digital y la segunda señal digital en una señal analógica en fase y una señal analógica de cuadratura;
- un modulador óptico 1120, configurado para modular, respectivamente, la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura para dos señales ópticas que son perpendiculares entre sí y están en un estado de polarización; y
- 10 un combinador de haz de polarización 1130, configurado para: después de combinar las dos señales ópticas, que se obtienen a través de la modulación, son perpendiculares entre sí, y están en un estado de polarización, en una señal óptica, enviar la señal óptica a una ONU.
- 15 De forma opcional, en esta forma de realización de la presente invención, el receptor 1100 está concretamente configurado para dividir la señal digital recibida en la primera señal digital y en la segunda señal digital, utilizando un sistema de modulación QAM, o un sistema de modulación PAM.
- Opcionalmente, en esta forma de realización de la presente invención, el convertidor ortogonal digital a analógico 1110 está configurado, específicamente, para convertir la primera señal digital y la segunda señal digital, respectivamente, en una señal digital en fase y en una señal digital en cuadratura, utilizando un sistema de modulación CDM, o un sistema de modulación CAP, y convierte la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura, respectivamente, en la señal analógica en fase y en la señal analógica en cuadratura; o
- 20 convierte la primera señal digital y la segunda señal digital, respectivamente, en una primera señal analógica y en una segunda señal analógica, y convierte, respectivamente, la primera señal analógica y la segunda señal analógica en la señal analógica en fase y en la señal analógica en cuadratura, utilizando un sistema de modulación de multiplexación por división de código, CDM, o un sistema de modulación de amplitud y fase sin portadora, CAP.
- 25 Opcionalmente, en esta forma de realización de la presente invención, el convertidor ortogonal digital a analógico 1110 está configurado, concretamente, para multiplicar la primera señal digital por una primera palabra de código, y multiplicar la segunda señal digital por una segunda palabra de código, con el fin de obtener la señal digital de fase y la señal digital en cuadratura, en donde la primera palabra de código, y la segunda palabra de código, son palabras de código que son mutuamente ortogonales; o para multiplicar la primera señal analógica por una primera palabra de código, y multiplicar la segunda señal analógica por una segunda palabra de código, para obtener la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura, en donde la primera palabra de código, y la segunda palabra de código, son palabras de código que son mutuamente ortogonales.
- 30 Como opción, en esta forma de realización de la presente invención, el convertidor ortogonal digital a analógico 1110 está configurado, específicamente, para procesar, por separado, la primera señal digital y la segunda señal digital utilizando filtros cuyas respuestas de impulso son ortogonales, para convertir, respectivamente, la primera señal digital y la segunda señal digital, en la señal digital en fase y en la señal digital en cuadratura; o, para procesar, por separado, la primera señal analógica y la segunda señal analógica utilizando filtros cuyas respuestas de impulso son ortogonales, para convertir la primera señal analógica y la segunda señal analógica, respectivamente, en la señal analógica en fase y en la señal analógica en cuadratura.
- 35 Tal como se ilustra en la Figura 12, una forma de realización de la presente invención da a conocer un aparato para recibir una señal, en donde el aparato incluye, principalmente:
- 40 un detector fotónico 1200, configurado para recibir una señal óptica enviada por un OLT, convierte la señal óptica recibida en una señal eléctrica, y dividir la señal eléctrica en una señal analógica en fase y en una señal analógica en cuadratura;
- 45 un convertidor no ortogonal analógico a digital 1210, configurado para convertir, respectivamente, la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, en una primera señal digital y en una segunda señal digital; y
- un transmisor 1220, configurado para: después de combinar la primera señal digital y la segunda señal digital en una señal digital, enviar la señal digital a un terminal de usuario.
- 50 Opcionalmente, en esta forma de realización de la presente invención, el convertidor no ortogonal analógico a digital 1210 está configurado, específicamente, para convertir la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, respectivamente, en una primera señal analógica y en una segunda señal analógica, utilizando un sistema de demodulación CDM, o un sistema de demodulación CAP, y convertir, respectivamente, la primera señal analógica y la segunda señal analógica, en la primera señal digital y en la segunda señal digital utilizando un convertidor analógico a digital; o bien, para convertir la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, respectivamente, en una señal digital en fase y en una señal digital en cuadratura utilizando un convertidor analógico
- 55
- 60
- 65

a digital, y convertir la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura en el la primera señal digital y la segunda señal digital utilizando un sistema de demodulación CDM, o un sistema de demodulación CAP.

5 De forma opcional, en esta forma de realización de la presente invención, la señal analógica en fase se multiplica por una primera palabra de código, y la señal analógica en cuadratura se multiplica por una segunda palabra de código, con el fin de obtener, respectivamente, la primera señal analógica y la segunda señal analógica, en donde la primera palabra de código es una palabra de código incluida en la señal analógica en fase, y la segunda palabra de código es una palabra de código incluida en la señal analógica en cuadratura; o bien, la señal digital en fase se multiplica por una primera palabra de código, y la señal digital en cuadratura se multiplica por una segunda palabra de código, para obtener la primera señal digital y la segunda señal digital, en donde la primera palabra de código es una palabra de código incluida en la señal digital en fase, y la segunda palabra de código es una palabra de código incluida en la señal digital en cuadratura.

15 Opcionalmente, en esta forma de realización de la presente invención, la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura se procesan, por separado, utilizando filtros cuyas respuestas de impulso son ortogonales, para convertirse en la primera señal analógica y en la segunda señal analógica; o bien, la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura se procesan, por separado, utilizando filtros cuyas respuestas de impulso son ortogonales, con el fin de convertirse en la primera señal digital y en la segunda señal digital.

20 Como opción, en esta forma de realización de la presente invención, el transmisor 1220 está configurado, específicamente, para combinar la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura, en una señal digital utilizando un sistema de demodulación QAM, o un sistema de demodulación PAM.

25 Tal como se ilustra en la Figura 13, una forma de realización de la presente invención da a conocer un sistema PON, en donde el sistema incluye, principalmente: un OLT 1300, una ONU 1310 y un divisor (divisor óptico pasivo) 1320.

El OLT 1300 puede ser el aparato ilustrado en la Figura 11, y puede incluir:

30 un receptor, configurado para dividir una señal digital recibida en una primera señal digital y en una segunda señal digital;

un convertidor ortogonal digital a analógico, configurado para convertir, respectivamente, la primera señal digital y la segunda señal digital, en una señal analógica en fase y en una señal analógica en cuadratura;

35 un modulador óptico, configurado para modular la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, respectivamente, para dos señales ópticas que son perpendiculares entre sí y están en un estado de polarización; y

40 un combinador de haz de polarización, configurado para: después de combinar las dos señales ópticas que se obtienen a través de la modulación, son perpendiculares entre sí, y están en un estado de polarización, en una señal óptica enviar la señal óptica a la unidad de red óptica ONU.

La ONU 1310 puede ser el aparato ilustrado en la Figura 12, y puede incluir:

45 un detector fotónico, configurado para recibir una señal óptica enviada por el terminal de línea óptica OLT, convertir la señal óptica recibida en una señal eléctrica, y dividir la señal eléctrica en una señal analógica en fase y en una señal analógica en cuadratura;

50 un convertidor no ortogonal analógico a digital, configurado para convertir, respectivamente, la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, en una primera señal digital y en una segunda señal digital; y

un transmisor, configurado para: después de combinar la primera señal digital y la segunda señal digital en una sola señal digital, enviar la señal digital a un terminal de usuario.

55 En esta forma de realización de la presente invención, el OLT 1300 y la ONU 1310, que están incluidos en el sistema PON tienen, además, otras funciones. Para detalles, se puede hacer referencia, concretamente, a todas las funciones del aparato ilustrado en la Figura 11, y todas las funciones del aparato ilustrado en la Figura 12, y los detalles no se proporcionan aquí de nuevo.

60 En esta forma de realización de la presente invención, todos los divisores y todas las fibras ópticas que están en el sistema PON forman una ODN (Optical Distribution Network, red de distribución óptica). En un proceso de transmisión, el sistema PON transmite, en una fibra óptica, utilizando un mecanismo de transmisión bidireccional de fibra única, dos ondas que tienen direcciones opuestas y diferentes longitudes de onda, en donde cada onda transmite una señal digital en una dirección.

65 En resumen, en las formas de realización de la presente invención, se dan a conocer métodos para enviar y recibir una señal. Cuando se envía una señal, se recibe una señal digital, la señal digital se divide en una primera señal

digital y en una segunda señal digital, la primera señal digital y la segunda señal digital se convierten, respectivamente, en una señal analógica en fase y en una señal analógica en cuadratura, la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura se modulan, respectivamente, para dos señales ópticas que son perpendiculares entre sí y están en un estado de polarización, y después, las dos señales ópticas que son perpendiculares entre sí y están en un estado de polarización, se combina en una sola señal óptica, la señal óptica se envía a una ONU; cuando se recibe una señal, una señal óptica recibida enviada por un OLT se convierte en una señal eléctrica, la señal eléctrica se divide en una señal analógica en fase y en una señal analógica en cuadratura, una ONU divide la señal analógica en fase y señal analógica en cuadratura en una señal digital en fase y en una señal digital en cuadratura, y después de combinar la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura en una sola señal digital, envía la señal digital a un terminal de usuario. De esta forma, en un proceso de transmisión de señal, no es necesario utilizar una tecnología de procesamiento de conversión ascendente, y no se distorsiona la señal óptica recibida. En consecuencia, la calidad de una señal digital transmitida se mejora. Además, no es necesario utilizar un dispositivo de procesamiento de conversión ascendente, con lo que se reduce, aún más, los costos de puesta en práctica.

La presente invención se describe con referencia a los diagramas de flujo y/o diagramas de bloque del método, el dispositivo (sistema) y el producto de programa informático, de conformidad con las formas de realización de la presente invención. Ha de entenderse que las instrucciones del programa informático se pueden utilizar para poner en práctica cada proceso y/o cada bloque en los diagramas de flujo y/o los diagramas de bloque, y una combinación de un proceso y/o un bloque en los diagramas de flujo, y/o los diagramas de bloque. Estas instrucciones de programa informático pueden proporcionarse para un ordenador de utilidad general, un ordenador dedicado, o un procesador integrado o un procesador de cualquier otro dispositivo de procesamiento de datos programable para generar una máquina, de modo que las instrucciones ejecutadas por un ordenador, o un procesador de cualquier otro dispositivo de procesamiento de datos programable, genera un aparato para la puesta en práctica de una función en uno o más procesos en los diagramas de flujo, y/o en uno o más bloques en los diagramas de bloque.

Estas instrucciones de programa informático se pueden memorizar, además, en una memoria legible por ordenador, que puede proporcionar instrucciones al ordenador, o cualquier otro dispositivo de procesamiento de datos programable, que funcione de una manera específica, de modo que las instrucciones memorizadas en la memoria legible por ordenador generen un artefacto que incluye un aparato de instrucción. El aparato de instrucción realiza una función en uno o más procesos en los diagramas de flujo y/o en uno o más bloques, en los diagramas de bloque.

Estas instrucciones de programa informático se pueden cargar, además, en un ordenador u otro dispositivo de procesamiento de datos programable, de modo que se realicen una serie de operaciones y etapas en el ordenador, o el otro dispositivo programable generando, de este modo, el procesamiento realizado por ordenador. Por lo tanto, las instrucciones ejecutadas en el ordenador, o el otro dispositivo programable, proporcionan etapas para la puesta en práctica de una función en uno o más procesos en los diagramas de flujo y/o en uno o más bloques, en los diagramas de bloque.

Aunque las formas de realización anteriores de la presente invención han sido descritas, los expertos en la técnica pueden realizar cambios y modificaciones a estas formas de realización una vez que aprenden el concepto inventivo básico. Por lo tanto, las reivindicaciones siguientes están previstas para cubrir las formas de realización anteriores y todos los cambios y modificaciones que caigan dentro del alcance de la presente invención.

Evidentemente, los expertos en la técnica pueden realizar diversas modificaciones y variaciones a las formas de realización de la presente invención sin desviarse del alcance de las formas de realización de la presente invención. La presente invención está prevista para cubrir estas modificaciones y variaciones siempre que se encuentren dentro del alcance de protección definido por las siguientes reivindicaciones y sus tecnologías equivalentes.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para enviar una señal, que comprende:

- 5 dividir (100) una señal digital recibida en una primera señal digital y en una segunda señal digital;  
 convertir (110) la primera señal digital y la segunda señal digital, respectivamente, en una señal analógica en fase y en una señal analógica en cuadratura;
- 10 modular (120) la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, respectivamente, para dos señales ópticas que son perpendiculares entre sí y están en un estado de polarización;  
 después de que las dos señales ópticas (130) que se obtienen a través de la modulación, son perpendiculares entre sí, y están en un estado de polarización, se combinan en una sola señal óptica, el envío de la señal óptica a una  
 15 unidad de red óptica, ONU; y  
 en donde la conversión de la primera señal digital y de la segunda señal digital, respectivamente, en una señal analógica en fase y en una señal analógica en cuadratura comprende, concretamente:
- 20 el procesamiento, por separado, de la primera señal digital y de la segunda señal digital utilizando filtros cuyas respuestas de impulso son ortogonales, para convertir, respectivamente, la primera señal digital y la segunda señal digital en la señal digital en fase y en la señal digital en cuadratura, y para convertir, respectivamente, la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura en la señal analógica en fase y en la señal analógica en cuadratura utilizando un convertidor digital a analógico; o  
 25 la conversión de la primera señal digital y de la segunda señal digital, respectivamente, en una primera señal analógica y en una segunda señal analógica, utilizando un convertidor digital a analógico, y el procesamiento, por separado, de la primera señal analógica y de la segunda señal analógica, utilizando filtros cuyas respuestas de impulso son ortogonales, con el fin de convertir, respectivamente, la primera señal analógica y la segunda señal analógica en la señal analógica en fase y en la señal analógica en cuadratura.  
 30

2. Un método para recibir una señal, que comprende:

- 35 la recepción (600) de una señal óptica enviada por un terminal de línea óptica, OLT;  
 la conversión (610) de la señal óptica recibida en una señal eléctrica, y la división de la señal eléctrica en una señal analógica en fase y en una señal analógica en cuadratura;
- 40 la conversión (620) de la señal analógica en fase y de la señal analógica en cuadratura, respectivamente, en una primera señal digital y en una segunda señal digital;  
 una vez que (630) la primera señal digital y la segunda señal digital se combinan en una sola señal digital, enviar la señal digital a un terminal de usuario; y
- 45 en donde la conversión respectiva de la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, en una primera señal digital y en una segunda señal digital comprende, específicamente:  
 el procesamiento, por separado, de la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, utilizando filtros cuyas respuestas de impulso son ortogonales, para convertir la señal analógica en fase y la señal analógica en  
 50 cuadratura en la primera señal analógica y en la segunda señal analógica, y para convertir, respectivamente, la primera señal analógica y la segunda señal analógica en la primera señal digital y en la segunda señal digital, utilizando un convertidor analógico a digital; o  
 la conversión de la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, respectivamente, en una señal digital en fase y en una señal digital en cuadratura, utilizando un convertidor analógico a digital, y el procesamiento, por separado, de la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura utilizando filtros cuyas respuestas de impulso son ortogonales, con el fin de convertir la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura, en la primera señal digital y en la segunda señal digital.  
 55

60 3. Un aparato para enviar una señal, que comprende:

- un receptor (1100), configurado para dividir una señal digital recibida en una primera señal digital y en una segunda señal digital;
- 65 un convertidor ortogonal digital a analógico (1110), configurado para convertir, respectivamente, la primera señal digital y la segunda señal digital en una señal analógica en fase y en una señal analógica en cuadratura;

un modulador óptico (1120), configurado para modular, respectivamente, la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura para dos señales ópticas que son perpendiculares entre sí y están en un estado de polarización;

5 un combinador de haz de polarización (1130), configurado para: después de combinar las dos señales ópticas, que se obtienen a través de la modulación, son perpendiculares entre sí, y están en un estado de polarización, en una sola señal óptica, el envío de la señal óptica a una unidad de red óptica, ONU; y

10 en donde el convertidor ortogonal digital a analógico está configurado, concretamente, para procesar, por separado, la primera señal digital y la segunda señal digital, utilizando filtros cuyas respuestas de impulso son ortogonales, con el fin de convertir la primera señal digital y la segunda señal digital, respectivamente, en la señal digital en fase y en la señal digital en cuadratura, y para convertir, respectivamente, la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura en la señal analógica en fase y en la señal analógica en cuadratura; o

15 para convertir, respectivamente, la primera señal digital y la segunda señal digital en una primera señal analógica y en una segunda señal analógica, y para procesar, por separado, la primera señal analógica y la segunda señal analógica, utilizando filtros cuyas respuestas de impulso son ortogonales, para convertir, respectivamente, la primera señal analógica y la segunda señal analógica en la señal analógica en fase y en la señal analógica en cuadratura.

20 **4.** Un aparato para recibir una señal, que comprende:

un detector fotónico (1200), configurado para recibir una señal óptica enviada por un terminal de línea óptica, OLT, convirtiendo la señal óptica recibida en una señal eléctrica, y dividiendo la señal eléctrica en una señal analógica en fase y en una señal analógica en cuadratura;

un convertidor no ortogonal analógico a digital (1210), configurado para convertir, respectivamente, la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura en una primera señal digital y en una segunda señal digital; y

30 un transmisor (1220), configurado para: después de combinar la primera señal digital y la segunda señal digital en una sola señal digital, el envío de la señal digital a un terminal de usuario; y

en donde el convertidor no ortogonal analógico a digital está concretamente configurado para procesar, por separado, la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura, utilizando filtros cuyas respuestas de impulso son ortogonales, para convertir la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura en la primera señal analógica y en la segunda señal analógica y para convertir, respectivamente, la primera señal analógica y la segunda señal analógica en la primera señal digital y en la segunda señal digital, utilizando un convertidor analógico a digital; o bien, para convertir, respectivamente, la señal analógica en fase y la señal analógica en cuadratura en una señal digital en fase y en una señal digital en cuadratura utilizando un convertidor analógico a digital, y para procesar, por separado, la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura, utilizando filtros cuyas respuestas de impulso son ortogonales, para convertir la señal digital en fase y la señal digital en cuadratura en la primera señal digital y en la segunda señal digital.

45 **5.** Un sistema de red óptica pasiva, PON, que comprende: un terminal de línea óptica, OLT, una unidad de red óptica, ONU, y un divisor óptico pasivo configurado para conectar el OLT y la ONU, en donde

el OLT comprende el aparato según la reivindicación 3, y la ONU comprende el aparato según la reivindicación 4.

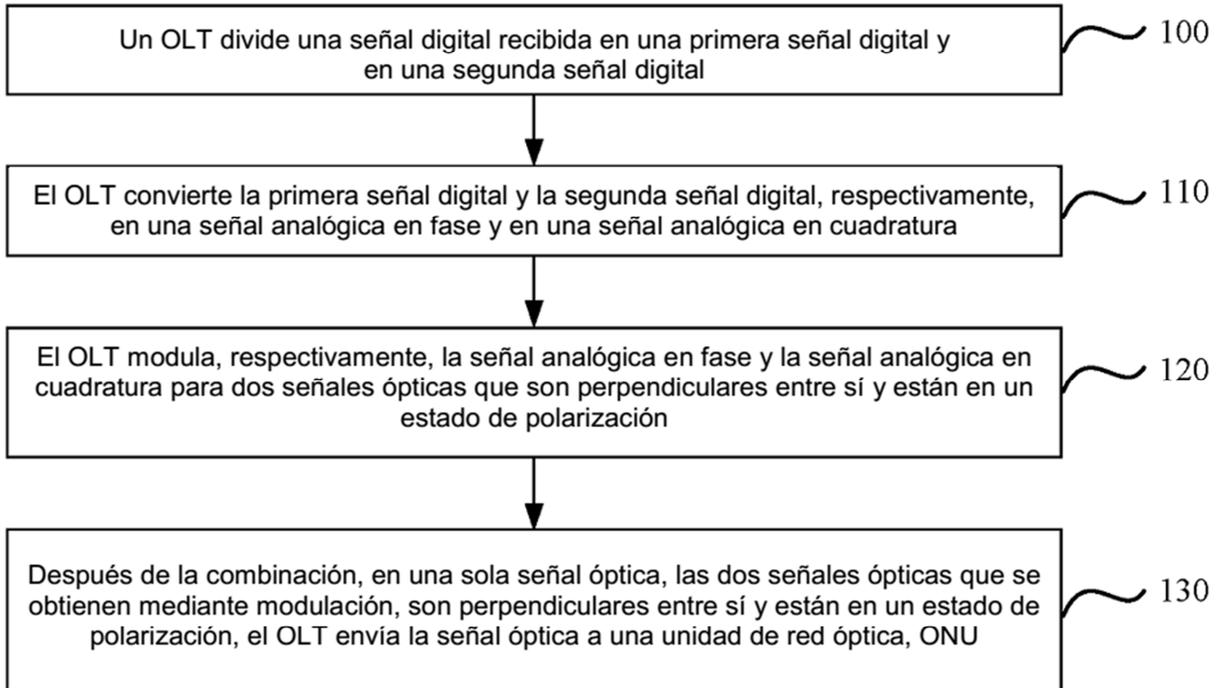


FIG. 1

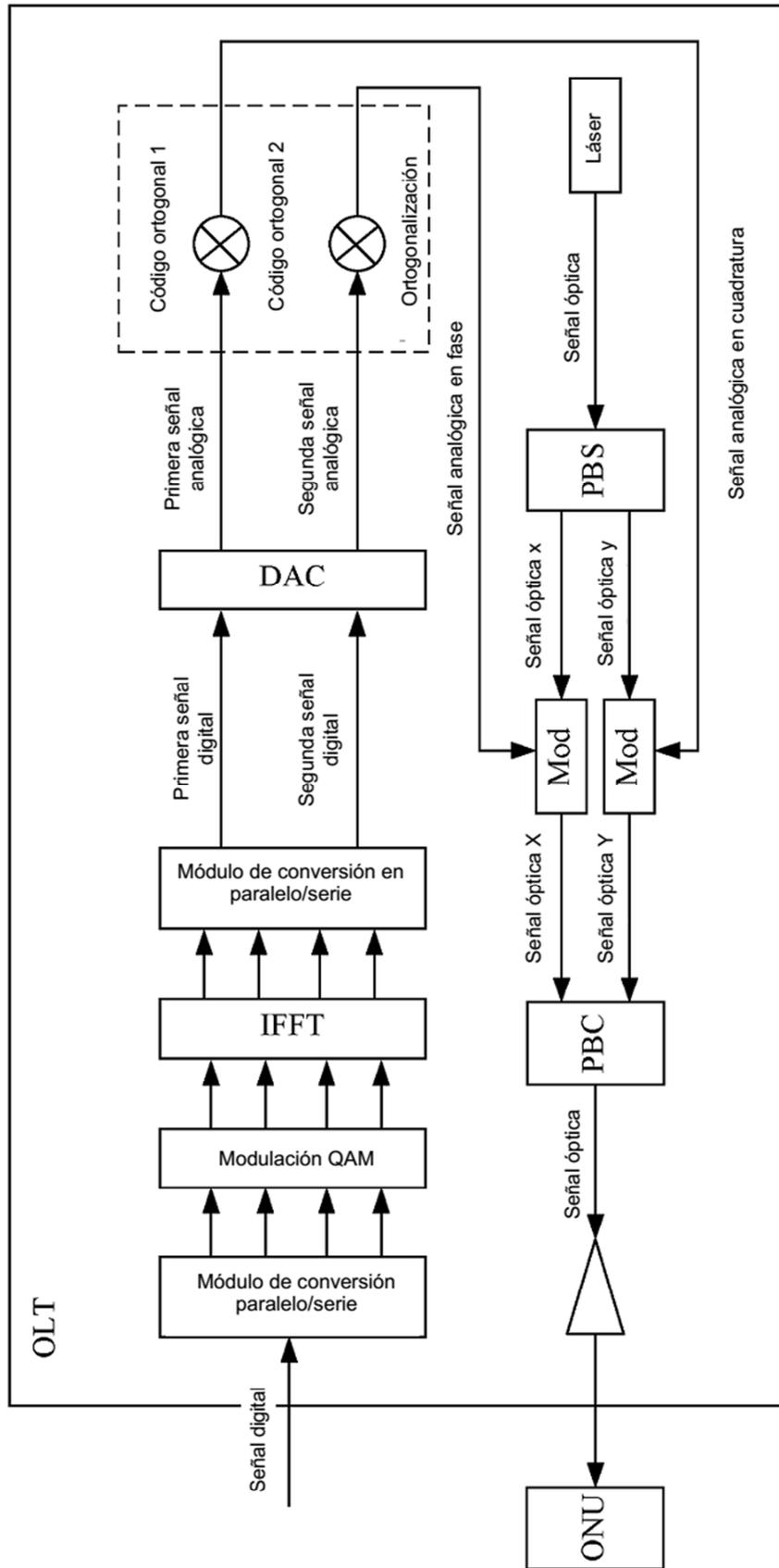


FIG. 2A

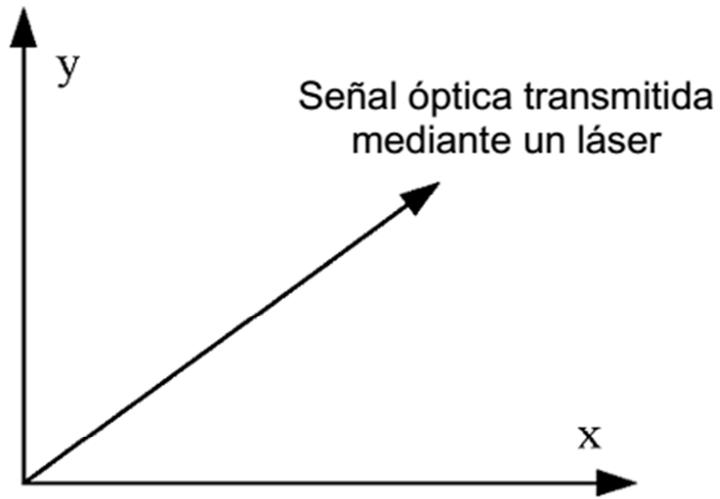


FIG. 2B

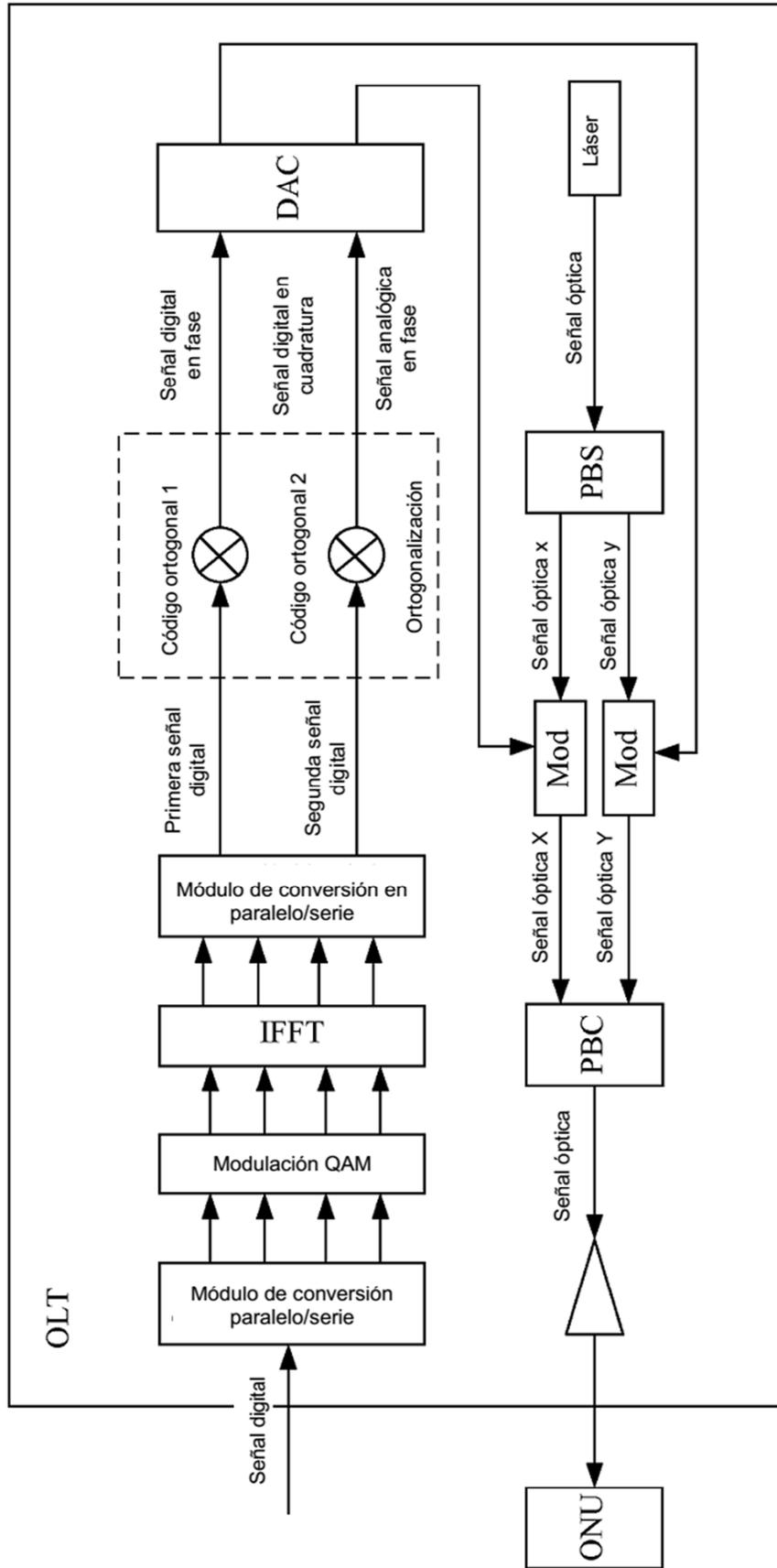


FIG. 3

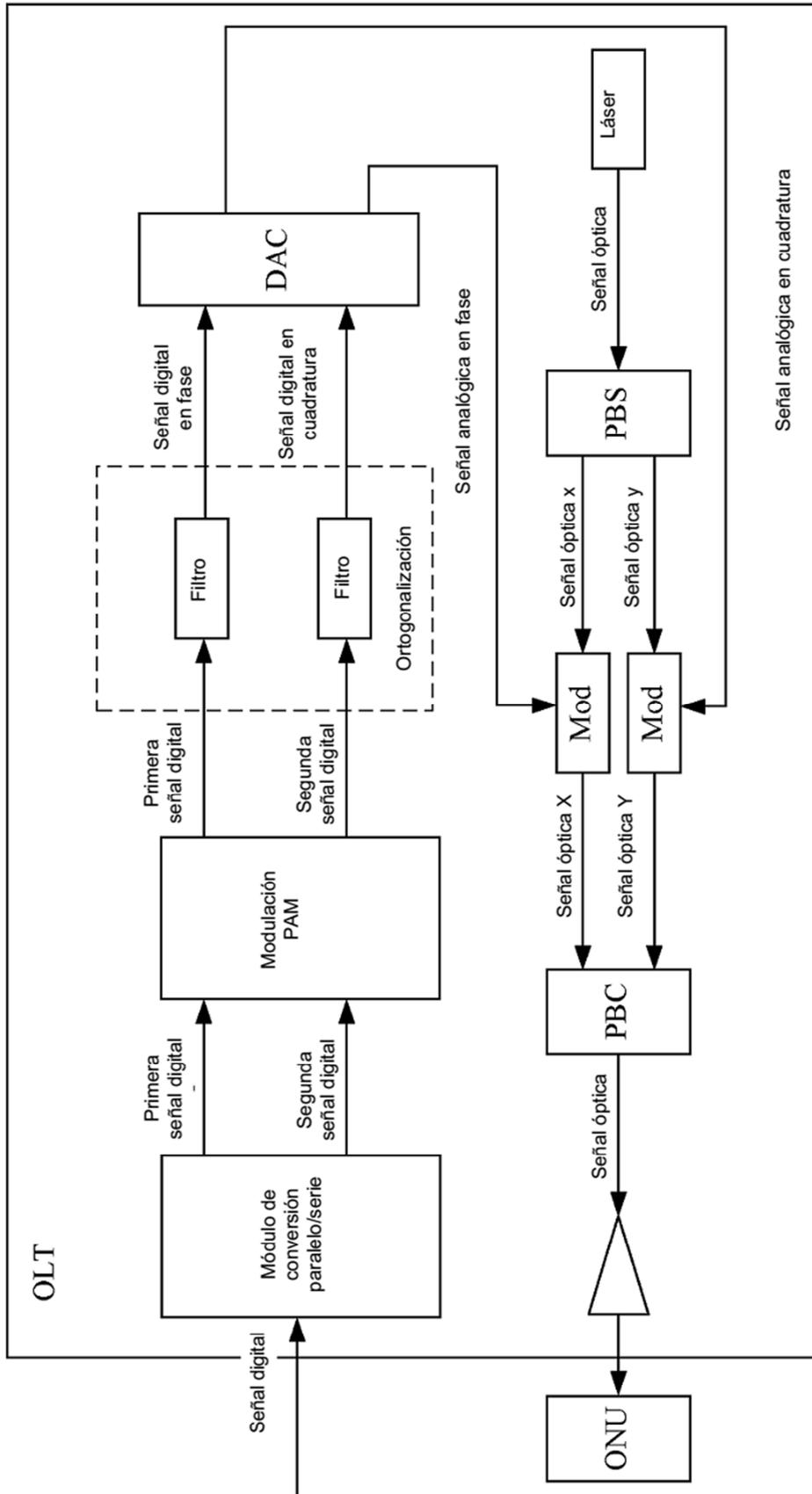


FIG. 4

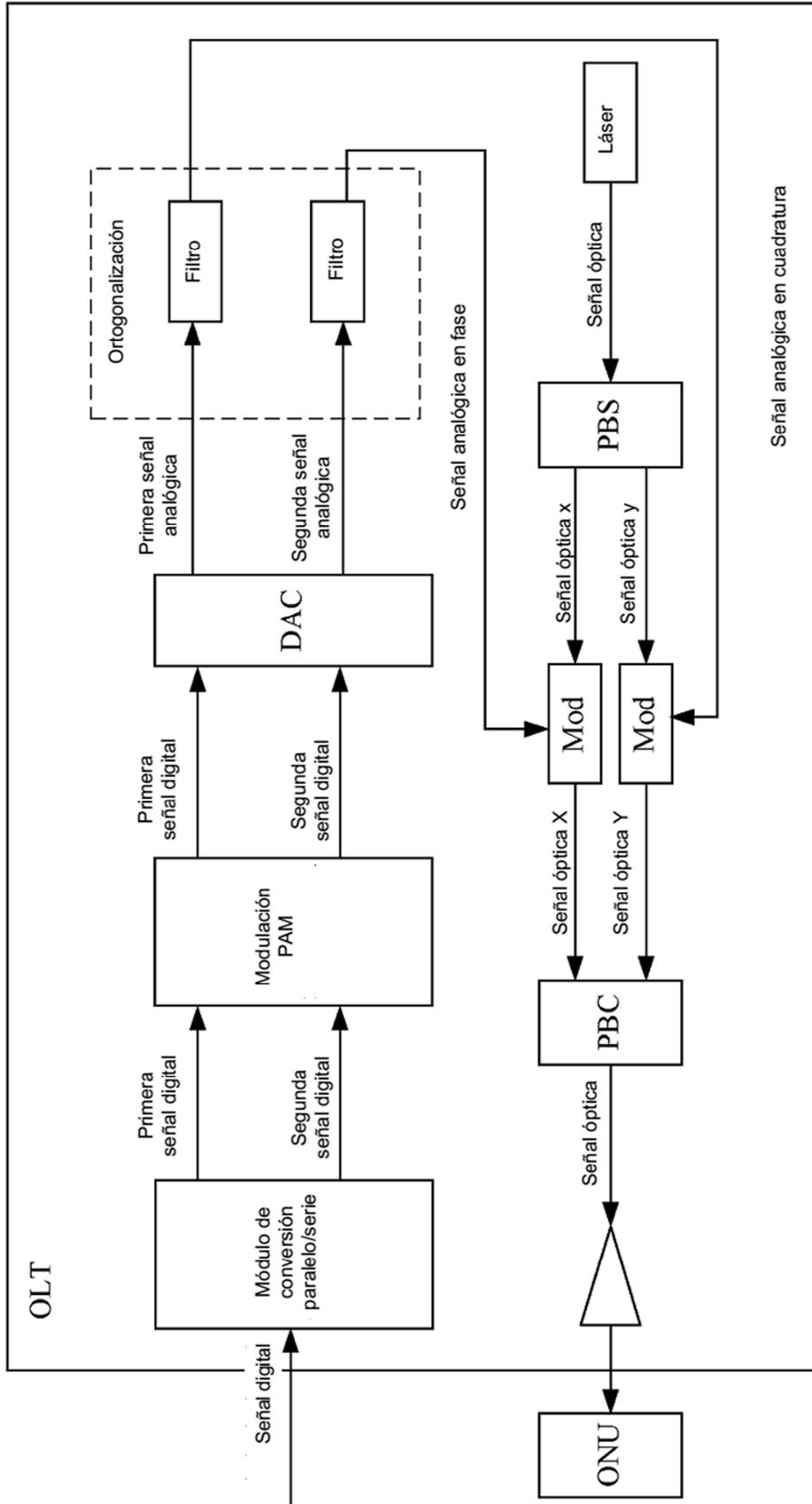


FIG. 5

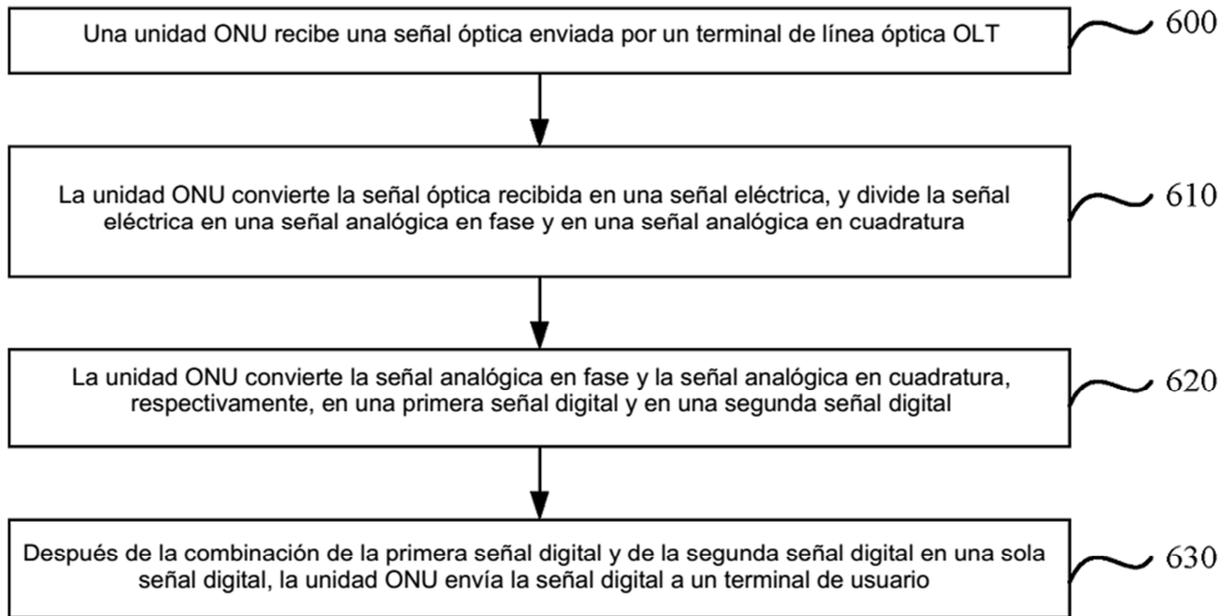


FIG. 6

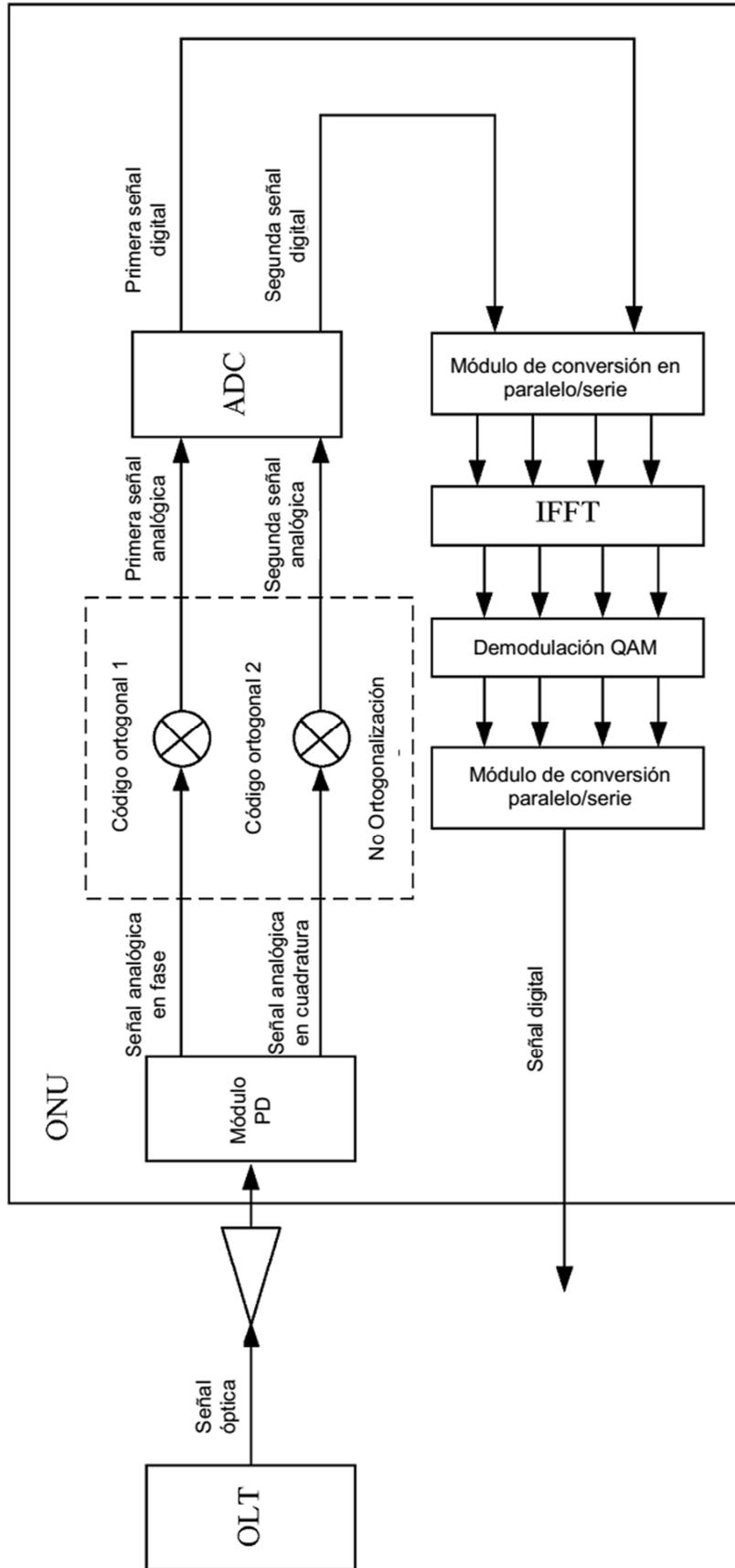


FIG. 7

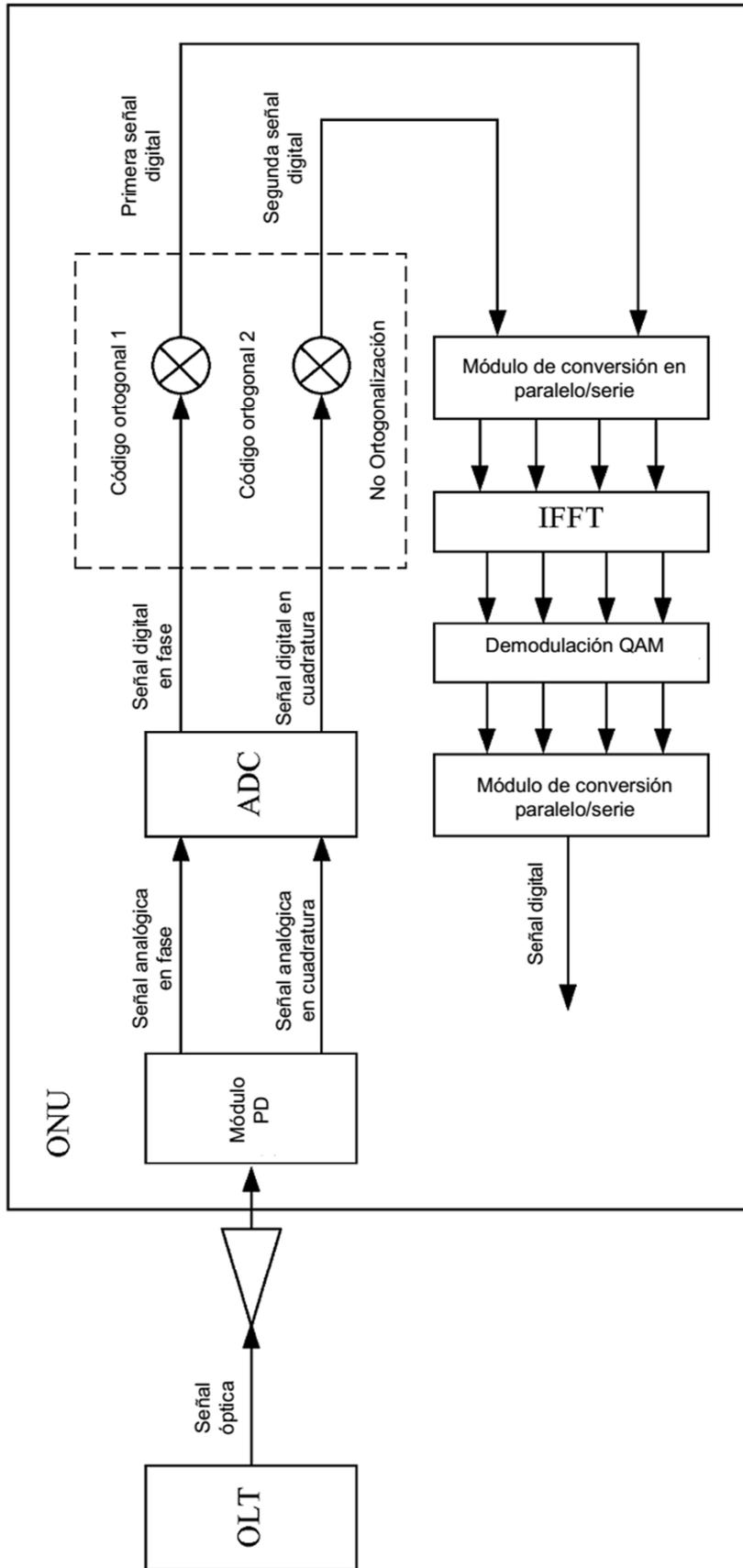


FIG. 8

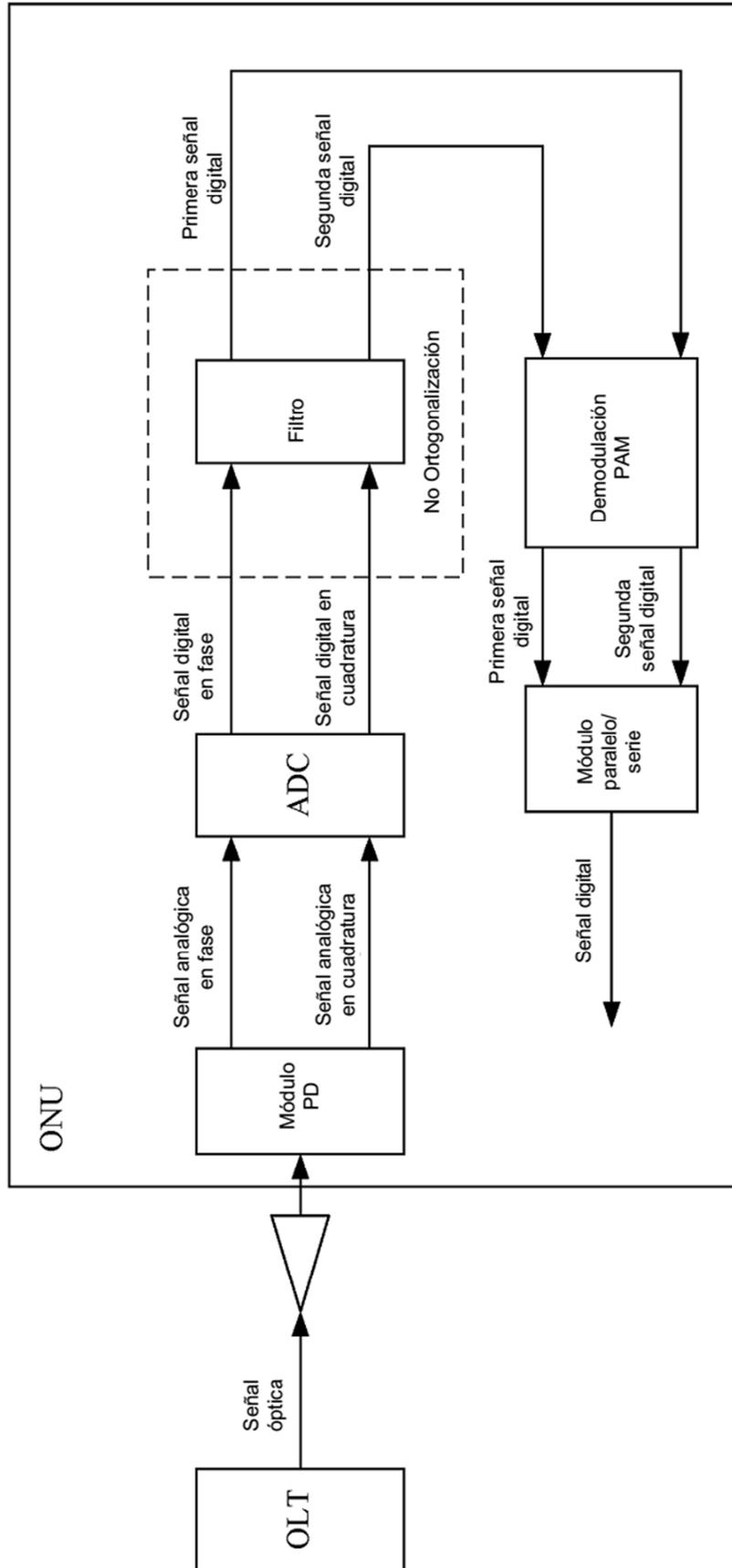


FIG. 9

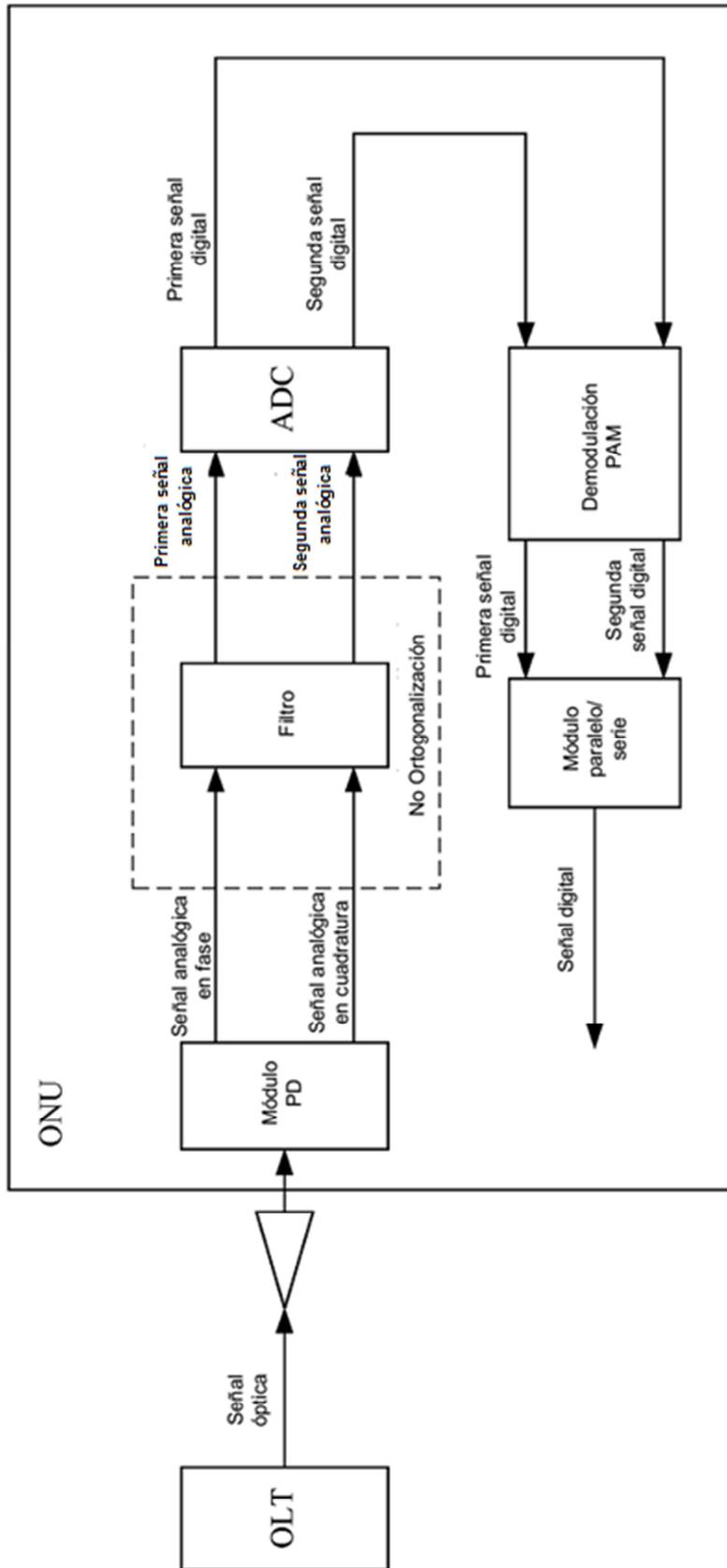


FIG. 10

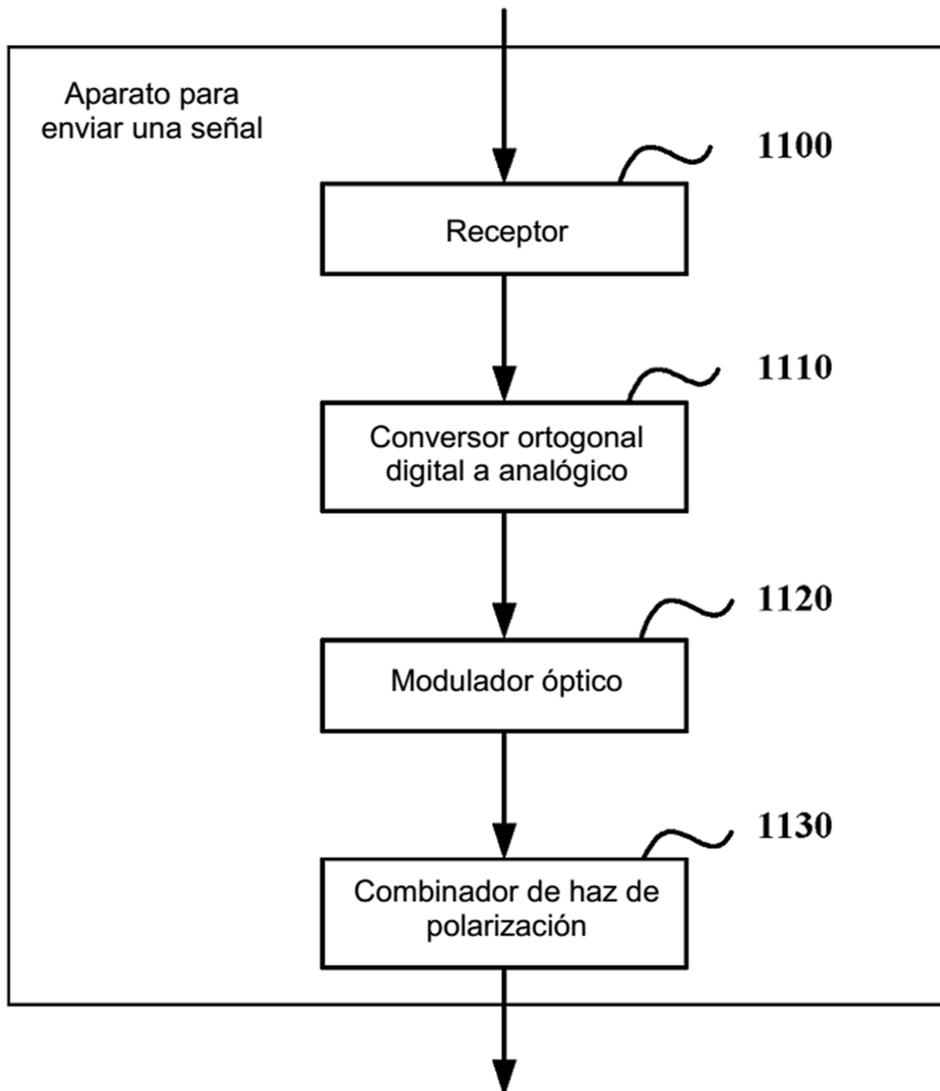


FIG. 11

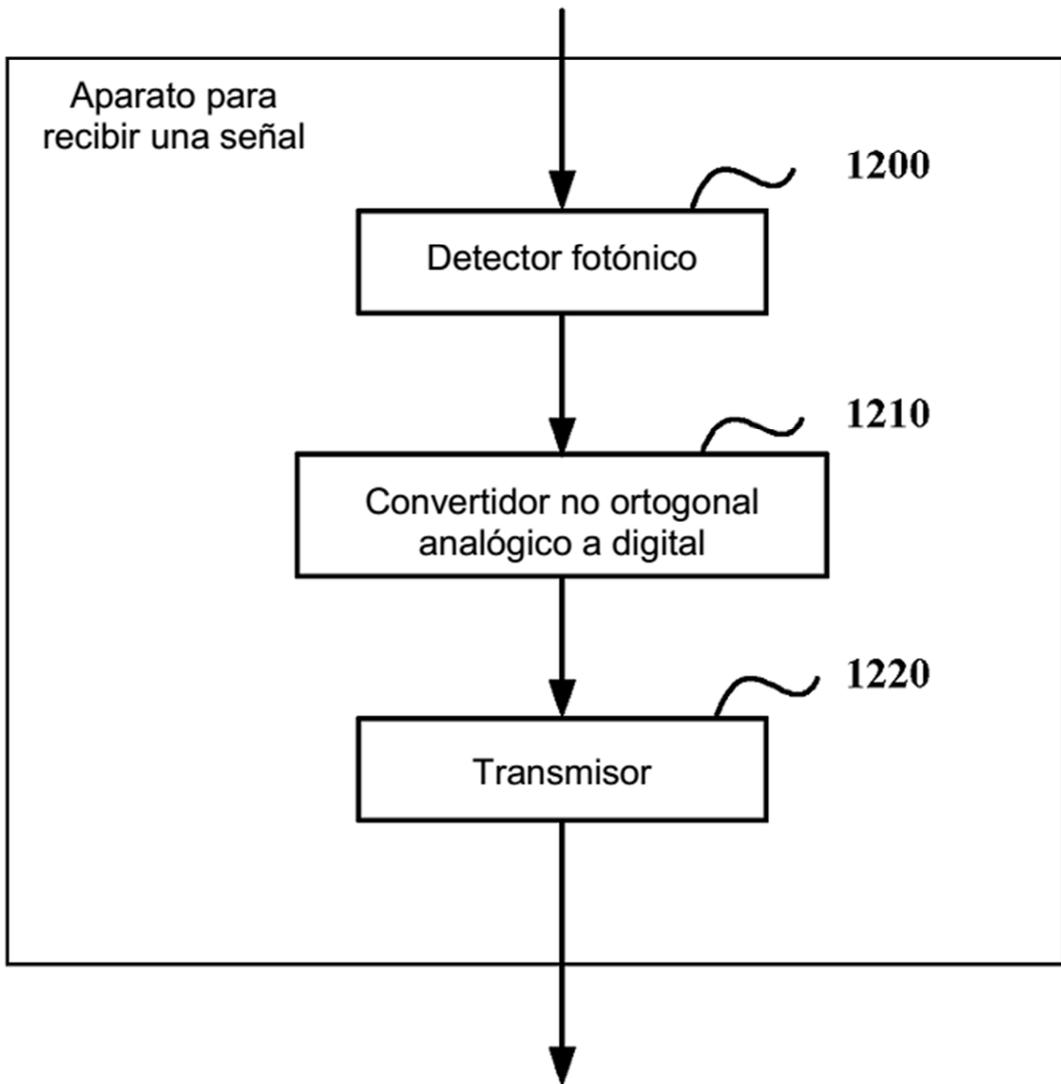


FIG. 12

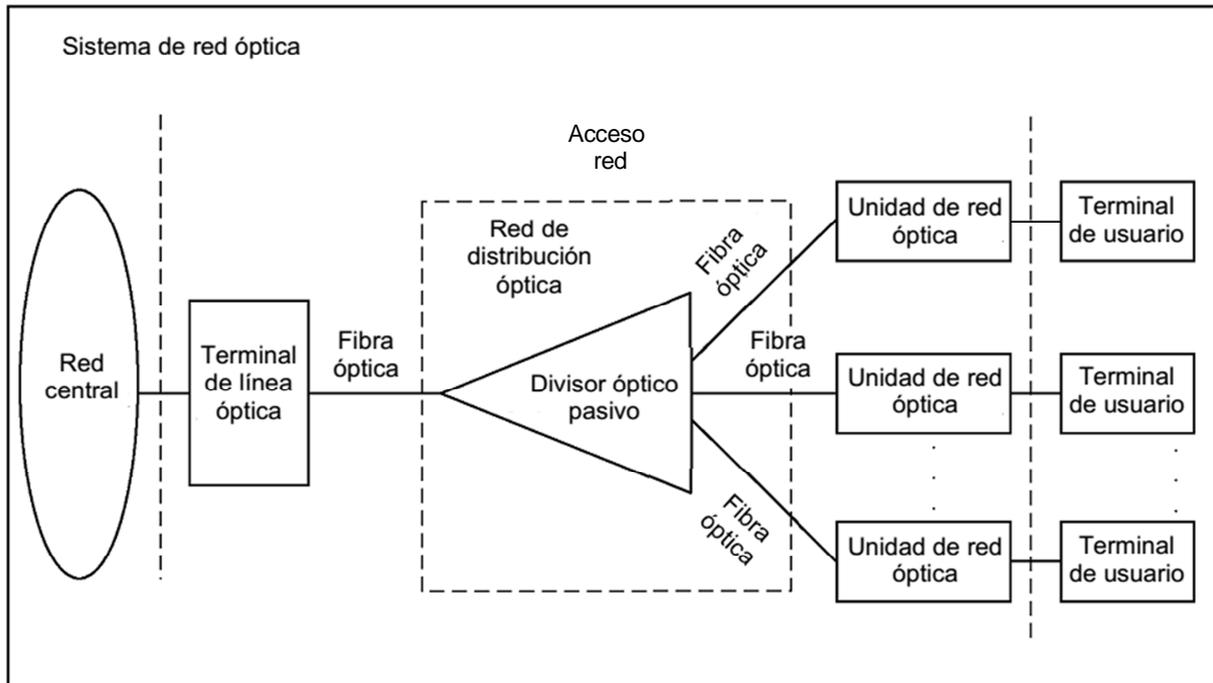


FIG. 13