

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 616 564**

51 Int. Cl.:

H04L 27/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.01.2010 PCT/CN2010/070193**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.07.2011 WO2011085552**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.01.2010 E 10842836 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.12.2016 EP 2495925**

54 Título: **Procedimiento y aparato para realizar de manera compatible una modulación PDM-BPSK y QPSK**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.06.2017

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

72 Inventor/es:
**YANG, YANFU;
LU, CHAO;
ZENG, LI;
LI, ZHAOHUI;
CHENG, LINGHAO y
LIU, LEI**

74 Agente/Representante:
LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 616 564 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

Procedimiento y aparato para realizar de manera compatible una modulación PDM-BPSK y QPSK

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere al campo de la tecnología de modulación óptica y, en particular, a un procedimiento y un aparato para implementar de manera compatible una modulación PDM-BPSK y una modulación QPSK.

10 Antecedentes de la invención

En los últimos años, debido al gran aumento de la capacidad de los servicios de transmisión, la capacidad de longitud de onda única de una red principal DWDM (multiplexación por división de longitud de onda densa) ha pasado de ser de 10 Gb/s a 40 Gb/s. Al mismo tiempo, el siguiente objetivo de las portadoras es conseguir una velocidad de longitud de onda única de 100 Gb/s. Las tecnologías más importantes para conseguir esta mejora técnica son diversas tecnologías de modulación avanzadas, por ejemplo la tecnología de modulación PDM-BPSK (modulación por desplazamiento de fase binaria mediante multiplexación por división en polarización) y la tecnología de modulación QPSK (modulación por desplazamiento de fase en cuadratura).

20 En la técnica anterior es necesario diseñar diferentes aparatos con diferentes modos de modulación para implementar la modulación PDM-BPSK y la modulación QPSK.

La técnica anterior presenta al menos los siguientes problemas:

25 El mismo tipo de aparato solo puede implementar un modo de modulación. Por lo tanto, para implementar la modulación PDM-BPSK y la modulación QPSK es necesario diseñar dos tipos diferentes de aparatos, lo que aumenta los costes de diseño.

30 El documento US 2008/0145052 A1 describe una disposición POLMUX en lado transmisor para generar una señal POLMUX con capacidad para regular el estado de polarización. La disposición comprende un divisor de haz ST1, un primer modulador MOD1, un segundo modulador MOD2, un elemento de control de polarización POLC, un modulador de fase y un combinador de polarización PBS. Una señal de portadora óptica continua TS_n (n=1, 2, 3,...) de una longitud de onda de emisión predeterminada de un láser se suministra a un divisor de haz ST1 y después se divide en dos subseñales CW TS_{nx} y TS_{ny}. Las señales TS_{nx} y TS_{ny} se modulan mediante los modulares MOD1 y MOD2 en una señal de datos óptica PS_{nx} y PS_{ny} respectivamente, donde la señal PS_{nx} se suministra al POLC, el cual ajusta su polarización en 90°, la fase de la señal PS_{ny} se fija a un desplazamiento de 180° con respecto a la señal de datos óptica PS_{nx} mediante el PMOD y después el PBS combina la señal PS_{nx} con la señal PS_{ny} para formar una señal múltiplex de polarización POLMUX.

40 El documento US 2007/0297796 A1 describe que dos señales de datos se someten a una modulación en fase diferencial binaria y se transmiten como señales múltiplex POLMUX. Los tipos de modulación se seleccionan de manera que sean ortogonales entre sí y no interfieran entre sí durante la desmodulación de las señales.

45 El documento US 2009/0257755 A1 describe un procedimiento de modulación para comunicaciones ópticas que comprende la etapa de generar una señal óptica modulada entre una pluralidad de diferentes estados de polarización y entre diferentes estados de fase. La pluralidad de estados de polarización comprende primeros estados de polarización. Los primeros estados de polarización definen un gran círculo único en la esfera de Poincaré. El procedimiento se caracteriza por que la pluralidad de estados de polarización comprende además uno o más segundos estados de polarización situados fuera del gran círculo.

50 El documento XP031381347 describe un procedimiento para la transmisión de 81 canales a 40 Gbit/s a través de un enlace fabricado solamente con erbio que se usa en distancias transpacíficas. El procedimiento se implementa utilizando modulación PDM-BPSK, detección coherente y una nueva fibra de gran área efectiva.

55 Resumen de la invención

Las formas de realización de la presente invención proporcionan un procedimiento y un aparato para implementar la modulación PDM-BPSK y la modulación QPSK de manera compatible, donde los dos tipos de modos de modulación, PDM-BPSK y QPSK, pueden implementarse de manera compatible, lo que reduce los costes de diseño.

60 Las soluciones técnicas utilizadas en las formas de realización de la presente invención son:

un aparato para implementar la modulación PDM-BPSK y la modulación QPSK de manera compatible, que incluye:

65

un módulo divisor, configurado para dividir una luz DC en un primer canal de luz y un segundo canal de luz con la misma potencia;
 un primer módulo de modulación, configurado para realizar una modulación optoelectrónica en el primer canal de luz y para proporcionar una primera señal óptica en un formato BPSK;
 un segundo módulo de modulación, configurado para realizar una modulación optoelectrónica en el segundo canal de luz y para proporcionar una segunda señal óptica en el formato BPSK;
 un módulo de control de estado de polarización;
 un módulo de desplazamiento de fase;
 y un módulo de combinación.

El módulo de control de estado de polarización está configurado para controlar el estado de polarización de la primera señal óptica para controlar que un estado de polarización de la primera señal óptica sea perpendicular o idéntico a un estado de polarización de la segunda señal óptica.

El módulo de desplazamiento de fase está configurado para realizar un desplazamiento de fase en la primera señal óptica o en la segunda señal óptica para hacer que una diferencia de fase entre la primera señal óptica y la segunda señal óptica sea de $\pi/2$ o permanezca invariable.

El módulo de combinación, que combina dos haces de luz de entrada en un haz de luz mediante reflexión o penetración, está configurado para recibir la primera señal óptica y la segunda señal óptica después del control de estado de polarización y el desplazamiento de fase, y está configurado además para proporcionar:

- una señal óptica de modulación PDM-BPSK cuando el módulo de control de estado de polarización (84) controla que el estado de polarización de la primera señal óptica es perpendicular al estado de polarización de la segunda señal óptica; y
- una señal óptica de modulación QPSK cuando el módulo de control de estado de polarización (84) controla que el estado de polarización de la primera señal óptica es idéntico al estado de polarización de la segunda señal óptica, y cuando el módulo de desplazamiento de fase (85) controla que la diferencia de fase entre la primera señal óptica y la segunda señal óptica es $\pi/2$ realizando un desplazamiento de fase en la primera señal óptica o en la segunda señal óptica.

Según el aparato para implementar la modulación PDM-BPSK y la modulación QPSK de manera compatible según las formas de realización de la presente invención, el control de estado de polarización se realiza en la primera señal óptica, el desplazamiento de fase se realiza en la primera señal óptica o en la segunda señal óptica, y la combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado se realiza en la primera señal óptica y en la segunda señal óptica tras el control de estado de polarización y el desplazamiento de fase. De esta manera, la señal óptica de modulación PDM-BPSK o la señal óptica de modulación QPSK pueden proporcionarse en función de una relación entre el estado de polarización de la primera señal óptica y el de la segunda señal óptica y la diferencia de fase entre la primera señal óptica y la segunda señal óptica. En comparación con la técnica anterior, la presente invención puede implementar los dos tipos de modos de modulación, PDM-BPSK y QPSK, de manera compatible, lo que reduce los costes de diseño y aumenta la flexibilidad de la modulación.

Breve descripción de los dibujos

Para entender mejor las soluciones técnicas de las formas de realización de la presente invención o de la técnica anterior, a continuación se describe brevemente los dibujos adjuntos a los que se hace referencia en la descripción de las formas de realización o de la técnica anterior. Evidentemente, los dibujos adjuntos descritos a continuación solo ilustran algunas formas de realización de la presente invención, y los expertos en la técnica pueden obtener otros dibujos adjuntos a partir de estos dibujos adjuntos sin realizar investigaciones adicionales.

- La FIG. 1 es un diagrama de flujo de un procedimiento según una primera forma de realización de la presente invención.
- La FIG. 2 es un diagrama de flujo de un procedimiento según una segunda forma de realización de la presente invención.
- La FIG. 3 es un diagrama de flujo de un procedimiento según una tercera forma de realización de la presente invención.
- La FIG. 4 es un diagrama de flujo de un procedimiento según una cuarta forma de realización de la presente invención.
- La FIG. 5 es un diagrama de flujo de un procedimiento según una quinta forma de realización de la presente invención.
- La FIG. 6 es un diagrama de flujo de un procedimiento según una sexta forma de realización de la presente invención.
- La FIG. 7 es un diagrama de flujo de un procedimiento según una séptima forma de realización de la presente invención.
- La FIG. 8 es un diagrama estructural esquemático de un aparato según una octava forma de realización de la presente invención.

La FIG. 9 es un diagrama estructural esquemático de un aparato según una novena forma de realización de la presente invención.

La FIG. 9a es un diagrama esquemático que proporciona una señal óptica de modulación QPSK usando el aparato según la novena forma de realización de la presente invención.

5 La FIG. 9b es un diagrama esquemático que proporciona una señal óptica de modulación PDM-BPSK usando el aparato según la novena forma de realización de la presente invención.

La FIG. 10 es un diagrama estructural esquemático de un aparato según una décima forma de realización de la presente invención.

10 La FIG. 11 es un diagrama estructural esquemático de un aparato según una décimo primera forma de realización de la presente invención.

Descripción detallada de las formas de realización

15 A continuación se describe de manera clara y completa las soluciones técnicas de las formas de realización de la presente invención haciendo referencia a los dibujos adjuntos. Evidentemente, las formas de realización descritas son simplemente una parte de las formas de realización de la presente invención y no todas las formas de realización de la presente invención. Las formas de realización restantes, que pueden obtener los expertos en la técnica a partir de las formas de realización proporcionadas en el presente documento sin realizar investigaciones adicionales, estarán dentro del alcance de protección de la presente invención.

20 Para entender mejor las soluciones técnicas de la presente invención, a continuación se describe en detalle la presente invención haciendo referencia a los dibujos adjuntos y a las formas de realización.

Forma de realización 1

25 Una forma de realización de la presente invención proporciona un procedimiento para implementar la modulación PDM-BPSK y la modulación QPSK de manera compatible. Como se muestra en la FIG. 1, el procedimiento incluye:

101. Dividir una luz DC en un primer canal de luz y un segundo canal de luz con la misma potencia.

30 102. Realizar por separado una modulación optoelectrónica en el primer canal de luz y en el segundo canal de luz y proporcionar, de manera correspondiente, una primera señal óptica y una segunda señal óptica en un formato BPSK (modulación por desplazamiento de fase binaria).

103. Realizar un control de estado de polarización en la primera señal óptica, donde un estado de polarización de la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización es perpendicular a o compatible con un estado de polarización de la segunda señal óptica.

35 104. Realizar un desplazamiento de fase en la primera señal óptica o en la segunda señal óptica, donde una diferencia de fase entre la primera señal óptica y la segunda señal óptica en las que se realiza el desplazamiento de fase es $\pi/2$ o permanece invariable.

40 105. Realizar una combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado en la primera señal óptica y en la segunda señal óptica después del control de estado de polarización y el desplazamiento de fase y proporcionar una señal óptica de modulación PDM-BPSK o una señal óptica de modulación QPSK.

45 En el procedimiento para implementar la modulación PDM-BPSK y la modulación QPSK de manera compatible según esta forma de realización de la presente invención, el control de estado de polarización se realiza en la primera señal óptica, el desplazamiento de fase se realiza en la primera señal óptica o en la segunda señal óptica, y la combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado se realiza en la primera señal óptica y en la segunda señal óptica tras el control de estado de polarización y el desplazamiento de fase. De esta manera, la señal óptica de modulación PDM-BPSK o la señal óptica de modulación QPSK pueden proporcionarse en función de una relación entre el estado de polarización de la primera señal óptica y el de la segunda señal óptica y la diferencia de fase entre la primera señal óptica y la segunda señal óptica. En comparación con la técnica anterior, la presente invención puede implementar los dos tipos de modos de modulación, PDM-BPSK y QPSK, de manera compatible, lo que reduce los costes de diseño y aumenta la flexibilidad de la modulación.

Forma de realización 2

55 Esta forma de realización toma como ejemplo la generación de una señal óptica QPSK de 40 Gb/s y de una señal óptica PDM-BPSK de 40 Gb/s a partir de una modulación compatible. En caso de otras velocidades binarias, hágase referencia a esta forma de realización. Un modo de transmisión de luz puede usar un procedimiento de acoplamiento óptico espacial o un procedimiento de PLC (circuito de onda de luz plana) basado en silicio.

60 Como se muestra en la FIG. 2, un procedimiento para implementar la modulación PDM-BPSK y la modulación QPSK de manera compatible incluye:

201. Dividir una luz DC en un primer canal de luz y en un segundo canal de luz con la misma potencia, donde el primer canal de luz y el segundo canal de luz presentan un primer estado de polarización.

La luz DC puede proporcionarse por, pero sin limitarse a, un LD (diodo láser).

5 En esta forma de realización, un PS (divisor de potencia) puede usarse para dividir la luz DC. Cuando se usa el procedimiento de acoplamiento óptico espacial, una luz de entrada es reflejada e introducida mediante un espejo y se divide en dos haces de luces de salida; cuando se usa el procedimiento de PLC basado en silicio, la luz se proporciona a través de una guía de ondas óptica de tipo Y basada en silicio. Evidentemente, esto no está limitado a los modos anteriores.

10 202. Realizar una modulación optoelectrónica en el primer canal de luz y proporcionar una primera señal óptica que está en un formato BPSK y que presenta el primer estado de polarización; y realizar una modulación optoelectrónica en el segundo canal de luz y proporcionar una segunda señal óptica que está en el formato BPSK y que presenta el primer estado de polarización.

15 Específicamente, la modulación optoelectrónica puede realizarse del siguiente modo:

20 Inyectar el primer canal de luz en un primer MZM (modulador de MachZender) y fijar un desfase DC del primer MZM como el punto más bajo de una curva de transmisión. Usar dos canales de señales eléctricas de 20 Gb/s para hacer que el primer MZE pase respectivamente a un modo de diferenciación para realizar una modulación de fase en el primer canal de luz y proporcionar la primera señal óptica de 20 Gb/s, que está en el formato BPSK y que presenta el primer estado de polarización. El MZM puede implementarse utilizando, pero sin limitarse a, materiales de niobato de litio.

25 Inyectar el segundo canal de luz en un segundo MZM (modulador de MachZender) y fijar un desfase DC del segundo MZM como el punto más bajo de una curva de transmisión. Usar dos canales de señales eléctricas de 20 Gb/s para hacer que el segundo MZE pase respectivamente a un modo de diferenciación para realizar una modulación de fase en el segundo canal de luz y proporcionar la segunda señal óptica de 20Gb/s, que está en el formato BPSK y que presenta el primer estado de polarización. El MZM puede implementarse utilizando, pero sin limitarse a, materiales de niobato de litio.

30 Los modos de modulación optoelectrónica no están limitados a lo descrito anteriormente y la modulación optoelectrónica puede realizarse de otra manera.

35 203. Controlar la primera señal óptica entre el primer estado de polarización y un segundo estado de polarización, donde el primer estado de polarización y el segundo estado de polarización tienen una relación perpendicular.

En la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización hay dos casos:

40 caso 1: La primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización presenta el primer estado de polarización; y
caso 2: La primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización presenta el segundo estado de polarización.

Específicamente, el control de estado de polarización puede realizarse del siguiente modo:

45 Controlar el estado de polarización fijando un estado de trabajo de un OPC (controlador de polarización óptica). Cuando se use el procedimiento de acoplamiento óptico espacial, insertar una placa de media onda en un canal óptico espacial y hacer girar una posición axial de la placa de media onda. Cuando una dirección axial de la placa de media onda es la misma que el estado de polarización óptica, un estado de polarización de salida y un estado de polarización de entrada son idénticos; cuando un ángulo incluido entre la dirección axial de la placa de media onda y el estado de polarización óptica es de 45 grados, el estado de polarización de salida y el estado de polarización de entrada tienen una relación perpendicular. Cuando se use el procedimiento de PLC basado en silicio, implementar el control de estado de polarización integrando en un sustrato de silicio una placa de ondas en cascada de control eléctrico basada en niobato de litio y suministrando la potencia adecuada a la placa de ondas.

55 Los modos de control de estado de polarización no están limitados a lo descrito anteriormente y el control del estado de polarización puede realizarse de otra manera.

60 204. Realizar un desplazamiento de fase en la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización.

65 Con respecto al caso 1, cuando la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización presenta el primer estado de polarización, realizar el desplazamiento de fase en la primera señal óptica de manera que una diferencia de fase entre la primera señal óptica y la segunda señal óptica sea $\pi/2$.

Con respecto al caso 2, cuando la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización presenta el segundo estado de polarización, una fase de portadora óptica de la primera señal óptica puede ser un valor arbitrario. Es decir, el desplazamiento de fase puede no realizarse en la primera señal óptica. Es decir, la diferencia de fase entre la segunda señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase y la primera señal óptica permanece invariable.

Específicamente, el desplazamiento de fase puede realizarse del siguiente modo:

Cambiar una fase de portadora de una señal óptica ajustando un OPS (desplazador de fase óptica). Cuando se use el procedimiento de acoplamiento óptico espacial, cambiar la fase de portadora de la señal óptica realizando un ajuste preciso en una trayectoria óptica del canal óptico espacial; cuando se use el procedimiento de PLC basado en silicio, calentar la guía de onda óptica basada en silicio para cambiar el índice de refracción del material de la guía de onda óptica y, por lo tanto, cambiar la fase de portadora de la señal óptica.

Los modos de desplazamiento de fase no están limitados a lo descrito anteriormente y el desplazamiento de fase puede realizarse de otra manera.

205. Realizar una combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado en la primera señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase y la segunda señal óptica, y proporcionar una señal óptica de modulación QPSK o de modulación PDM-BPSK.

La combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado se refiere a que dos canales de señal óptica pueden combinarse independientemente del estado de polarización que tengan los dos canales de señal óptica y, durante la combinación de señales ópticas, los dos canales de señal óptica pueden transmitirse de manera estable y los estados de polarización de los dos canales de señal óptica permanecen invariables.

Con respecto al caso 1, cuando la primera señal óptica y la segunda señal óptica presentan el primer estado de polarización y la diferencia de fase entre la primera señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase y la segunda señal óptica es $\pi/2$, proporcionar una señal óptica de modulación QPSK de 40 Gb/s que presenta el primer estado de polarización tras realizar la combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado en la primera señal óptica y en la segunda señal óptica.

Con respecto al caso 2, cuando la primera señal óptica presenta el segundo estado de polarización, la segunda señal óptica presenta el primer estado de polarización, y la diferencia de fase entre la primera señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase y la segunda señal óptica es un valor arbitrario, proporcionar una señal óptica de modulación PDM-BPSK de 40 Gb/s tras realizar la combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado en la primera señal óptica y en la segunda señal óptica.

Específicamente, la combinación de señales ópticas puede realizarse del siguiente modo:

Usar un PC (combinador de potencia) con una función de conservación de polarización y una función de acoplamiento. Cuando se use el procedimiento de acoplamiento óptico espacial, combinar dos haces de luz de entrada en un haz de luz mediante reflexión o penetración; cuando se use un procedimiento de acoplamiento de guía de onda plana, combinar las señales ópticas usando el modo de guía de onda plana en un componente de guía de onda de tipo Y basada en silicio.

Los modos de combinación de señales ópticas no están limitados a lo descrito anteriormente y la combinación de señales ópticas puede realizarse de otra manera.

En el procedimiento para implementar la modulación PDM-BPSK y la modulación QPSK de manera compatible según esta forma de realización de la presente invención, el control de estado de polarización se realiza en la primera señal óptica, el desplazamiento de fase se realiza en la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización, y la combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado se realiza en la primera señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase y en la segunda señal óptica. De esta manera, la señal óptica de modulación PDM-BPSK o la señal óptica de modulación QPSK pueden proporcionarse en función de una relación entre el estado de polarización de la primera señal óptica y el de la segunda señal óptica y la diferencia de fase entre la primera señal óptica y la segunda señal óptica. En comparación con la técnica anterior, la presente invención puede implementar los dos tipos de modos de modulación, PDM-BPSK y QPSK, de manera compatible, lo que reduce los costes de diseño y aumenta la flexibilidad de la modulación.

Forma de realización 3

Esta forma de realización toma como ejemplo la generación de una señal óptica QPSK de 40 Gb/s y de una señal óptica PDM-BPSK de 40 Gb/s a partir de una modulación compatible. En caso de otras velocidades binarias, hágase referencia a esta forma de realización.

Como se muestra en la FIG. 3, un procedimiento para implementar la modulación PDM-BPSK y la modulación QPSK de manera compatible incluye:

5 301. Dividir una luz DC en un primer canal de luz y un segundo canal de luz con la misma potencia, donde el primer canal de luz presenta un primer estado de polarización y el segundo canal de luz presenta un segundo estado de polarización, y el primer estado de polarización y el segundo estado de polarización tienen una relación perpendicular.

10 La luz DC puede proporcionarse mediante, pero sin limitarse a, un LD.

En esta forma de realización, un PBS (divisor de haz de polarización) puede usarse para dividir la luz DC. Evidentemente, esto no está limitado al PBS.

15 302. Realizar una modulación optoelectrónica en el primer canal de luz y proporcionar una primera señal óptica que está en un formato BPSK y que presenta el primer estado de polarización; y realizar una modulación optoelectrónica en el segundo canal de luz y proporcionar una segunda señal óptica que está en el formato BPSK y que presenta el segundo estado de polarización.

20 Con respecto al modo de realizar la modulación optoelectrónica, se hace referencia a la descripción de la etapa 202.

303. Controlar la primera señal óptica entre el primer estado de polarización y el segundo estado de polarización.

En la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización hay dos casos:

25 caso 1: La primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización presenta el primer estado de polarización; y
caso 2: La primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización presenta el segundo estado de polarización.

30 Con respecto al modo de controlar el estado de polarización, se hace referencia a la descripción de la etapa 203.

304. Realizar un desplazamiento de fase en la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización.

35 Con respecto al caso 1, cuando la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización presenta el primer estado de polarización, una fase de portadora óptica de la primera señal óptica puede ser un valor arbitrario. Es decir, el desplazamiento de fase puede no realizarse en la primera señal óptica. Es decir, la diferencia de fase entre la segunda señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase y la primera señal óptica permanece invariable.

40 Con respecto al caso 2, cuando la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización presenta el segundo estado de polarización, realizar el desplazamiento de fase en la primera señal óptica de manera que una diferencia de fase entre la primera señal óptica y la segunda señal óptica sea $\pi/2$.

45 Con respecto al modo de realizar el desplazamiento de fase, se hace referencia a la descripción de la etapa 204.

50 305. Realizar una combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado en la primera señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase y la segunda señal óptica, y proporcionar una señal óptica de modulación QPSK o una señal óptica de modulación PDM-BPSK.

55 Con respecto al caso 1, cuando la primera señal óptica presenta el primer estado de polarización, la segunda señal óptica presenta el segundo estado de polarización, y la diferencia de fase entre la primera señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase y la segunda señal óptica es un valor arbitrario, proporcionar una señal óptica de modulación PDM-BPSK de 40 Gb/s tras realizar la combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado en la primera señal óptica y en la segunda señal óptica.

60 Con respecto al caso 2, cuando la primera señal óptica y la segunda señal óptica presentan el segundo estado de polarización y la diferencia de fase entre la primera señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase y la segunda señal óptica es $\pi/2$, proporcionar una señal óptica de modulación QPSK de 40 Gb/s que presenta el segundo estado de polarización tras realizar la combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado en la primera señal óptica y en la segunda señal óptica.

65 Con respecto al modo de realizar la combinación de señales ópticas, se hace referencia a la descripción de la etapa 205.

En el procedimiento para implementar la modulación PDM-BPSK y la modulación QPSK de manera compatible según esta forma de realización de la presente invención, el control de estado de polarización se realiza en la primera señal óptica, el desplazamiento de fase se realiza en la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización, y la combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado se realiza en la primera señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase y en la segunda señal óptica. De esta manera, la señal óptica de modulación PDM-BPSK o la señal óptica de modulación QPSK pueden proporcionarse en función de una relación entre el estado de polarización de la primera señal óptica y el de la segunda señal óptica y la diferencia de fase entre la primera señal óptica y la segunda señal óptica. En comparación con la técnica anterior, la presente invención puede implementar los dos tipos de modos de modulación, PDM-BPSK y QPSK, de manera compatible, lo que reduce los costes de diseño y aumenta la flexibilidad de la modulación.

Forma de realización 4

Esta forma de realización toma como ejemplo la generación de una señal óptica QPSK de 40 Gb/s y de una señal óptica PDM-BPSK de 40 Gb/s a partir de una modulación compatible. En caso de otras velocidades binarias, hágase referencia a esta forma de realización.

Como se muestra en la FIG. 4, un procedimiento para implementar la modulación PDM-BPSK y la modulación QPSK de manera compatible incluye:

Con respecto a las etapas 401 y 402 se hace referencia a las etapas 201 y 202, que no se describen aquí.

403. Realizar un desplazamiento de fase en la primera señal óptica.

En la primera señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase hay dos casos:

caso 1: La diferencia de fase entre la primera señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase y la segunda señal óptica es $\pi/2$; y

caso 2: La diferencia de fase entre la primera señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase y la segunda señal óptica es un valor arbitrario. Es decir, el desplazamiento de fase puede no realizarse en la primera señal óptica. Es decir, la diferencia de fase entre la segunda señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase y la primera señal óptica permanece invariable.

Con respecto al modo de realizar el desplazamiento de fase, se hace referencia a la descripción de la etapa 204.

404. Controlar la primera señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase entre un primer estado de polarización y un segundo estado de polarización, donde el primer estado de polarización y el segundo estado de polarización tienen una relación perpendicular.

Con respecto al caso 1, cuando la diferencia de fase entre la primera señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase y la segunda señal óptica es $\pi/2$, controlar que la primera señal óptica presente el primer estado de polarización.

Con respecto al caso 2, cuando la diferencia de fase entre la primera señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase y la segunda señal óptica es un valor arbitrario, controlar que la primera señal óptica presente el segundo estado de polarización.

Con respecto al modo de controlar el estado de polarización, se hace referencia a la descripción de la etapa 203.

405. Realizar una combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado en la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización y la segunda señal óptica, y proporcionar una señal óptica de modulación QPSK o una señal óptica de modulación PDM-BPSK.

Con respecto al caso 1, cuando la primera señal óptica y la segunda señal óptica presentan el primer estado de polarización y la diferencia de fase entre la primera señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase y la segunda señal óptica es $\pi/2$, proporcionar una señal óptica de modulación QPSK de 40 Gb/s que presenta el primer estado de polarización tras realizar la combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado en la primera señal óptica y en la segunda señal óptica.

Con respecto al caso 2, cuando la primera señal óptica presenta el segundo estado de polarización, la segunda señal óptica presenta el primer estado de polarización, y la diferencia de fase entre la primera señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase y la segunda señal óptica es un valor arbitrario, proporcionar una señal óptica de modulación PDM-BPSK de 40 Gb/s tras realizar la combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado en la primera señal óptica y en la segunda señal óptica.

Con respecto al modo de realizar la combinación de señales ópticas, se hace referencia a la descripción de la etapa 205.

5 En el procedimiento para implementar la modulación PDM-BPSK y la modulación QPSK de manera compatible según esta forma de realización de la presente invención, el desplazamiento de fase se realiza en la primera señal óptica, el control de estado de polarización se realiza en la primera señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase, y la combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado se realiza en la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización y en la segunda señal óptica. De esta manera, la señal óptica de modulación PDM-BPSK o la señal óptica de modulación QPSK pueden
10 proporcionarse en función de una relación entre el estado de polarización de la primera señal óptica y el de la segunda señal óptica y la diferencia de fase entre la primera señal óptica y la segunda señal óptica. En comparación con la técnica anterior, la presente invención puede implementar los dos tipos de modos de modulación, PDM-BPSK y QPSK, de manera compatible, lo que reduce los costes de diseño y aumenta la flexibilidad de la modulación.

15 Forma de realización 5

Esta forma de realización toma como ejemplo la generación de una señal óptica QPSK de 40 Gb/s y de una señal óptica PDM-BPSK de 40 Gb/s a partir de una modulación compatible. En caso de otras velocidades binarias, hágase referencia a esta forma de realización.

20 Como se muestra en la FIG. 5, un procedimiento para implementar la modulación PDM-BPSK y la modulación QPSK de manera compatible incluye:

Con respecto a las etapas 501 y 502 se hace referencia a las etapas 301 y 302, que no se describen aquí.

25 503. Realizar un desplazamiento de fase en la primera señal óptica.

En la primera señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase hay dos casos:

30 caso 1: La diferencia de fase entre la primera señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase y la segunda señal óptica es $\pi/2$; y
caso 2: La diferencia de fase entre la primera señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase y la segunda señal óptica es un valor arbitrario. Es decir, el desplazamiento de fase puede no realizarse en la primera señal óptica. Es decir, la diferencia de fase entre la segunda señal óptica en la que se realiza el
35 desplazamiento de fase y la primera señal óptica permanece invariable.

Con respecto al modo de realizar el desplazamiento de fase, se hace referencia a la descripción de la etapa 204.

40 504. Controlar la primera señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase entre un primer estado de polarización y un segundo estado de polarización.

Con respecto al caso 1, cuando la diferencia de fase entre la primera señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase y la segunda señal óptica es $\pi/2$, controlar que la primera señal óptica presente el segundo estado de polarización.

45 Con respecto al caso 2, cuando la diferencia de fase entre la primera señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase y la segunda señal óptica es un valor arbitrario, controlar que la primera señal óptica presente el primer estado de polarización.

50 Con respecto al modo de controlar el estado de polarización, se hace referencia a la descripción de la etapa 203.

505. Realizar una combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado en la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización y la segunda señal óptica, y proporcionar una señal óptica de modulación QPSK o una señal óptica de modulación PDM-BPSK.

55 Con respecto al caso 1, cuando la primera señal óptica y la segunda señal óptica presentan el segundo estado de polarización y la diferencia de fase entre la primera señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase y la segunda señal óptica es $\pi/2$, proporcionar una señal óptica de modulación QPSK de 40 Gb/s que presenta el segundo estado de polarización tras realizar la combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado en la primera señal óptica y en la segunda señal óptica.
60

Con respecto al caso 2, cuando la primera señal óptica presenta el primer estado de polarización, la segunda señal óptica presenta el segundo estado de polarización, y la diferencia de fase entre la primera señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase y la segunda señal óptica es un valor arbitrario, proporcionar una señal óptica de modulación PDM-BPSK de 40 Gb/s tras realizar la combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado en la primera señal óptica y en la segunda señal óptica.
65

Con respecto al modo de realizar la combinación de señales ópticas, se hace referencia a la descripción de la etapa 205.

5 En el procedimiento para implementar la modulación PDM-BPSK y la modulación QPSK de manera compatible según esta forma de realización de la presente invención, el desplazamiento de fase se realiza en la primera señal óptica, el control de estado de polarización se realiza en la primera señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase, y la combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado se realiza en la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización y en la segunda señal óptica. De esta manera, la señal óptica de modulación PDM-BPSK o la señal óptica de modulación QPSK pueden proporcionarse en función de una relación entre el estado de polarización de la primera señal óptica y el de la segunda señal óptica y la diferencia de fase entre la primera señal óptica y la segunda señal óptica. En comparación con la técnica anterior, la presente invención puede implementar los dos tipos de modos de modulación, PDM-BPSK y QPSK, de manera compatible, lo que reduce los costes de diseño y aumenta la flexibilidad de la modulación.

15 Forma de realización 6

Esta forma de realización toma como ejemplo la generación de una señal óptica QPSK de 40 Gb/s y de una señal óptica PDM-BPSK de 40 Gb/s a partir de una modulación compatible. En caso de otras velocidades binarias, hágase referencia a esta forma de realización.

20 Como se muestra en la FIG. 6, un procedimiento para implementar la modulación PDM-BPSK y la modulación QPSK de manera compatible incluye:

25 Con respecto a las etapas 601 y 602 se hace referencia a las etapas 201 y 202, que no se describen aquí.

603. Controlar la primera señal óptica entre un primer estado de polarización y un segundo estado de polarización, donde el primer estado de polarización y el segundo estado de polarización tienen una relación perpendicular.

30 En la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización hay dos casos:

- caso 1: La primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización presenta el primer estado de polarización; y
- caso 2: La primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización presenta el segundo estado de polarización.

Con respecto al modo de controlar el estado de polarización, se hace referencia a la descripción de la etapa 203.

40 604. Realizar un desplazamiento de fase en la segunda señal óptica.

Con respecto al caso 1, cuando la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización presenta el primer estado de polarización, realizar el desplazamiento de fase en la segunda señal óptica de manera que una diferencia de fase entre la segunda señal óptica y la primera señal óptica sea $\pi/2$.

45 Con respecto al caso 2, cuando la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización presenta el segundo estado de polarización, una fase de portadora óptica de la segunda señal óptica puede ser un valor arbitrario. Es decir, el desplazamiento de fase puede no realizarse en la segunda señal óptica. Es decir, la diferencia de fase entre la segunda señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase y la primera señal óptica permanece invariable.

50 Con respecto al modo de realizar el desplazamiento de fase, se hace referencia a la descripción de la etapa 204.

605. Realizar una combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado en la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización y la segunda señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase, y proporcionar una señal óptica de modulación QPSK o una señal óptica de modulación PDM-BPSK.

60 Con respecto al caso 1, cuando la primera señal óptica y la segunda señal óptica presentan el primer estado de polarización y la diferencia de fase entre la segunda señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase y la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización es $\pi/2$, proporcionar una señal óptica de modulación QPSK de 40 Gb/s que presenta el primer estado tras realizar la combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado en la primera señal óptica y en la segunda señal óptica.

65 Con respecto al caso 2, cuando la primera señal óptica presenta el segundo estado de polarización, la segunda señal óptica presenta el primer estado de polarización, y la diferencia de fase entre la segunda señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase y la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de

polarización es un valor arbitrario, proporcionar una señal óptica de modulación PDM-BPSK de 40 Gb/s tras realizar la combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado en la primera señal óptica y en la segunda señal óptica.

- 5 Con respecto al modo de realizar la combinación de señales ópticas, se hace referencia a la descripción de la etapa 205.

10 En el procedimiento para implementar la modulación PDM-BPSK y la modulación QPSK de manera compatible según esta forma de realización de la presente invención, el control de estado de polarización se realiza en la primera señal óptica, el desplazamiento de fase se realiza en la segunda señal óptica, y la combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado se realiza en la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización y en la segunda señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase. De esta manera, la señal óptica de modulación PDM-BPSK o la señal óptica de modulación QPSK pueden proporcionarse en función de una relación entre el estado de polarización de la primera señal óptica y el de la segunda señal óptica y la diferencia de fase entre la primera señal óptica y la segunda señal óptica. En comparación con la técnica anterior, la presente invención puede implementar los dos tipos de modos de modulación, PDM-BPSK y QPSK, de manera compatible, lo que reduce los costes de diseño y aumenta la flexibilidad de la modulación.

20 Forma de realización 7

Esta forma de realización toma como ejemplo la generación de una señal óptica QPSK de 40 Gb/s y de una señal óptica PDM-BPSK de 40 Gb/s a partir de una modulación compatible. En caso de otras velocidades binarias, hágase referencia a esta forma de realización.

- 25 Como se muestra en la FIG. 7, un procedimiento para implementar la modulación PDM-BPSK y la modulación QPSK de manera compatible incluye:

Con respecto a las etapas 701 y 702 se hace referencia a las etapas 301 y 302, que no se describen aquí.

- 30 703. Controlar la primera señal óptica entre un primer estado de polarización y un segundo estado de polarización.

En la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización hay dos casos:

- 35 caso 1: La primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización presenta el primer estado de polarización; y
 caso 2: La primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización presenta el segundo estado de polarización.

Con respecto al modo de controlar el estado de polarización, se hace referencia a la descripción de la etapa 203.

- 40 704. Realizar un desplazamiento de fase en la segunda señal óptica.

45 Con respecto al caso 1, cuando la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización presenta el primer estado de polarización, una fase de portadora óptica de la segunda señal óptica puede ser un valor arbitrario. Es decir, el desplazamiento de fase puede no realizarse en la segunda señal óptica. Es decir, una diferencia de fase entre la segunda señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase y la primera señal óptica permanece invariable.

- 50 Con respecto al caso 2, cuando la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización presenta el segundo estado de polarización, realizar el desplazamiento de fase en la segunda señal óptica de manera que la diferencia de fase entre la segunda señal óptica y la primera señal óptica sea $\pi/2$.

Con respecto al modo de realizar el desplazamiento de fase, se hace referencia a la descripción de la etapa 204.

- 55 705. Realizar una combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado en la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización y la segunda señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase, y proporcionar una señal óptica de modulación QPSK o una señal óptica de modulación PDM-BPSK.

- 60 Con respecto al caso 1, cuando la primera señal óptica presenta el primer estado de polarización, la segunda señal óptica presenta el segundo estado de polarización, y la diferencia de fase entre la segunda señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase y la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización es un valor arbitrario, proporcionar una señal óptica de modulación PDM-BPSK de 40 Gb/s tras realizar la combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado en la primera señal óptica y en la segunda
 65 señal óptica.

Con respecto al caso 2, cuando la primera señal óptica y la segunda señal óptica presentan el segundo estado de polarización y la diferencia de fase entre la segunda señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase y la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización es $\pi/2$, proporcionar una señal óptica de modulación QPSK de 40 Gb/s que presenta el primer modo de polarización tras realizar la combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado en la primera señal óptica y en la segunda señal óptica.

Con respecto al modo de realizar la combinación de señales ópticas, se hace referencia a la descripción de la etapa 205.

En el procedimiento para implementar la modulación PDM-BPSK y la modulación QPSK de manera compatible según esta forma de realización de la presente invención, el control de estado de polarización se realiza en la primera señal óptica, el desplazamiento de fase se realiza en la segunda señal óptica, y la combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado se realiza en la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización y en la segunda señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase. De esta manera, la señal óptica de modulación PDM-BPSK o la señal óptica de modo de modulación QPSK pueden proporcionarse en función de una relación entre el estado de polarización de la primera señal óptica y el estado de polarización de la segunda señal óptica y la diferencia de fase entre la primera señal óptica y la segunda señal óptica. En comparación con la técnica anterior, la presente invención puede implementar los dos tipos de modos de modulación, PDM-BPSK y QPSK, de manera compatible, lo que reduce los costes de diseño y aumenta la flexibilidad de la modulación.

Forma de realización 8

En esta forma de realización pueden conectarse módulos usando un procedimiento de acoplamiento óptico espacial o un procedimiento de PLC basado en silicio.

Esta forma de realización proporciona un aparato para implementar la modulación PDM-BPSK y la modulación QPSK de manera compatible. Como se muestra en la FIG. 8, el aparato incluye un módulo divisor 81, un primer módulo de modulación 82, un segundo módulo de modulación 83, un módulo de control de estado de polarización 84, un módulo de desplazamiento de fase 85 y un módulo de combinación 86.

El módulo divisor 81 está configurado para dividir una luz DC en un primer canal de luz y un segundo canal de luz con la misma potencia.

La luz DC puede proporcionarse mediante, pero sin limitarse a, un LD.

El módulo divisor 81 puede implementarse usando un PS. Cuando se usa el procedimiento de acoplamiento óptico espacial, una luz de entrada es reflejada e introducida mediante un espejo y se divide en dos haces de luz; cuando se usa el procedimiento de PLC basado en silicio, la luz se proporciona a través de una guía de ondas óptica de tipo Y basada en silicio. Evidentemente, el módulo divisor 81 también puede implementarse usando otro componente.

El primer módulo de modulación 82 está configurado para realizar una modulación optoelectrónica en el primer canal de luz y para proporcionar una primera señal óptica en un formato BPSK.

El primer módulo de modulación 82 puede implementarse usando un MZM. Un desfase DC del MZM se fija como el punto más bajo de una curva de transmisión. Dos canales de señal eléctrica con la misma velocidad binaria se usan para hacer que el MZE pase respectivamente a un modo de diferenciación para realizar la modulación de fase en el primer canal de luz y para proporcionar la primera señal óptica, que está en el formato BPSK y admite la velocidad binaria, y cuyo estado de polarización no varía. El MZM puede implementarse utilizando, pero sin limitarse a, materiales de niobato de litio. Evidentemente, el primer módulo de modulación 82 también puede implementarse usando otro componente.

El segundo módulo de modulación 83 está configurado para realizar una modulación optoelectrónica en el segundo canal de luz y para proporcionar una segunda señal óptica en el formato BPSK.

El segundo módulo de modulación 83 puede implementarse usando un MZM. Un desfase DC del MZM se fija como el punto más bajo de una curva de transmisión. Dos canales de señal eléctrica con la misma velocidad binaria se usan para hacer que el MZE pase respectivamente al modo de diferenciación para realizar la modulación de fase en el segundo canal de luz y para proporcionar la segunda señal óptica, que está en el formato BPSK y admite la velocidad binaria, y cuyo estado de polarización no varía. El MZM puede implementarse utilizando, pero sin limitarse a, materiales de niobato de litio. Evidentemente, el segundo módulo de modulación 83 también puede implementarse usando otro componente.

El módulo de control de estado de polarización 84 está configurado para controlar el estado de polarización en la primera señal óptica, donde un estado de polarización de la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización es perpendicular o compatible con un estado de polarización de la segunda señal óptica.

El módulo de control de estado de polarización 84 puede implementarse usando un OPC. El control de estado de polarización se realiza fijando el estado de trabajo del OPC. Cuando se usa el procedimiento de acoplamiento óptico espacial, se inserta una placa de media onda en un canal óptico espacial y se hace girar una posición axial de la placa de media onda. Cuando una dirección axial de la placa de media onda es la misma que el estado de polarización óptica, un estado de polarización de salida y un estado de polarización de entrada son idénticos; cuando un ángulo incluido entre la dirección axial de la placa de media onda y el estado de polarización óptica es de 45 grados, el estado de polarización de salida y el estado de polarización de entrada tienen una relación perpendicular. Cuando se usa el procedimiento de PLC basado en silicio, se implementa el control de estado de polarización de salida integrando en un sustrato de silicio una placa de ondas en cascada de control eléctrico basada en niobato de litio y suministrando la potencia adecuada a la placa de ondas. Evidentemente, el módulo de control de estado de polarización 84 también puede implementarse usando otro componente.

El módulo de desplazamiento de fase 85 está configurado para realizar un desplazamiento de fase en la primera señal óptica o en la segunda señal óptica, donde una diferencia de fase entre la primera señal óptica y la segunda señal óptica en las que se realiza el desplazamiento de fase es $\pi/2$ o permanece invariable.

El módulo de desplazamiento de fase 85 puede implementarse usando un OPS. Cuando se usa el procedimiento de acoplamiento óptico espacial, se cambia una fase de portadora de una señal óptica realizando un ajuste preciso en una trayectoria óptica del canal óptico espacial; cuando se usa el procedimiento de PLC basado en silicio, se calienta una guía de onda óptica basada en silicio para cambiar el índice de refracción del material de la guía de onda óptica y, por lo tanto, para cambiar la fase de portadora de la señal óptica. Evidentemente, el módulo de desplazamiento de fase 85 también puede implementarse usando otro componente.

El módulo de combinación 86 está configurado para realizar una combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado en la primera señal óptica y en la segunda señal óptica tras el control de estado de polarización y el desplazamiento de fase, y para proporcionar una señal óptica de modulación PDM-BPSK o una señal óptica de modulación QPSK.

El módulo de combinación 86 puede implementarse utilizando un PC con una función de conservación de polarización y una función de acoplamiento. Cuando se usa el procedimiento de acoplamiento óptico espacial, se combinan dos haces de luz de entrada en un haz de luz mediante reflexión o penetración; cuando se usa el procedimiento de PLC basado en silicio, se combinan las señales ópticas usando la guía de onda de tipo Y basada en silicio. Evidentemente, el módulo de combinación 86 también puede implementarse usando otro componente.

El aparato para implementar la modulación PDM-BPSK y la modulación QPSK de manera compatible según esta forma de realización de la presente invención realiza el control de estado de polarización en la primera señal óptica, realiza el desplazamiento de fase en la primera señal óptica o en la segunda señal óptica, y realiza la combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado en la primera señal óptica y en la segunda señal óptica tras el control de estado de polarización y el desplazamiento de fase. De esta manera, la señal óptica de modulación PDM-BPSK o la señal óptica de modulación QPSK pueden proporcionarse en función de una relación entre el estado de polarización de la primera señal óptica y el estado de polarización de la segunda señal óptica y la diferencia de fase entre la primera señal óptica y la segunda señal óptica. En comparación con la técnica anterior, la presente invención puede utilizar un aparato para implementar los dos tipos de modulación, PDM-BPSK y QPSK, de manera compatible, lo que reduce los costes de diseño y aumenta la flexibilidad de la modulación.

Forma de realización 9

Esta forma de realización proporciona un aparato para implementar la modulación PDM-BPSK y la modulación QPSK de manera compatible. Como se muestra en la FIG. 9, el aparato incluye:

- un módulo divisor 81, configurado para dividir una luz DC en un primer canal de luz y un segundo canal de luz con la misma potencia;
- un primer módulo de modulación 82, configurado para realizar una modulación optoelectrónica en el primer canal de luz y proporcionar una primera señal óptica en un formato BPSK;
- un segundo módulo de modulación 83, configurado para realizar una modulación optoelectrónica en el segundo canal de luz y proporcionar una segunda señal óptica en el formato BPSK;
- un módulo de control de estado de polarización 84, configurado para controlar el estado de polarización en la primera señal óptica, donde un estado de polarización de la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización es perpendicular o compatible con un estado de polarización de la segunda señal óptica;
- un módulo de desplazamiento de fase 85, configurado para realizar un desplazamiento de fase en la segunda señal óptica, donde una diferencia de fase entre la segunda señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase y la primera señal óptica es $\pi/2$ o permanece invariable; y
- un módulo de combinación 86, configurado para realizar una combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado en la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de

polarización y en la segunda señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase, y para proporcionar una señal óptica de modulación PDM-BPSK o una señal óptica de modulación QPSK.

5 Como se muestra en la FIG. 9a, el módulo de control de estado de polarización 84 está configurado específicamente para controlar el estado de polarización en la primera señal óptica con el formato BPSK hasta que el estado de polarización de la primera señal óptica y el de la segunda señal óptica sean compatibles.

10 El módulo de desplazamiento de fase 85 está configurado específicamente para realizar el desplazamiento de fase en la segunda señal óptica con el formato BPSK hasta que la diferencia de fase entre la primera señal óptica y la segunda señal óptica sea $\pi/2$.

15 En este caso, el módulo de combinación 86 realiza la combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado en el primer módulo óptico que pasa a través del módulo de control de estado de polarización 84 y en la segunda señal óptica que pasa a través del módulo de desplazamiento de fase 85, y proporciona la señal óptica de modulación QPSK.

20 Como se muestra en la FIG. 9b, el módulo de control de estado de polarización 84 está configurado específicamente para controlar el estado de polarización en la primera señal óptica con el formato BPSK hasta que el estado de polarización de la primera señal óptica sea perpendicular al de la segunda señal óptica.

25 El módulo de desplazamiento de fase 85 está configurado específicamente para realizar el desplazamiento de fase en la segunda señal óptica con el formato BPSK mediante un valor arbitrario. Como alternativa, el módulo de desplazamiento de fase 85 no realiza el desplazamiento de fase en la segunda señal óptica; es decir, la diferencia de fase entre la segunda señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase y la primera señal óptica permanece invariable.

30 En este caso, el módulo de combinación 86 realiza la combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado en el primer módulo de señales ópticas que pasa a través del módulo de control de estado de polarización 84 y en la segunda señal óptica que pasa a través del módulo de desplazamiento de fase 85, y proporciona la señal óptica de modulación PDM-BPSK.

En lo que respecta a la manera de implementar cada módulo, se hace referencia a cada módulo correspondiente en la octava forma de realización.

35 El aparato para implementar la modulación PDM-BPSK y la modulación QPSK de manera compatible según esta forma de realización de la presente invención realiza el control de estado de polarización en la primera señal óptica, realiza el desplazamiento de fase en la segunda señal óptica, y realiza la combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado en la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización y en la segunda señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase. De esta manera, la señal óptica de modulación PDM-BPSK o la señal óptica de modulación QPSK pueden proporcionarse en función de una relación entre el estado de polarización de la primera señal óptica y el estado de polarización de la segunda señal óptica y la diferencia de fase entre la primera señal óptica y la segunda señal óptica. En comparación con la técnica anterior, la presente invención puede utilizar un aparato para implementar los dos tipos de modos de modulación, PDM-BPSK y QPSK, de manera compatible, lo que reduce los costes de diseño y aumenta la flexibilidad de la modulación.

Forma de realización 10

50 Esta forma de realización proporciona un aparato para implementar la modulación PDM-BPSK y la modulación QPSK de manera compatible. Como se muestra en la FIG. 10, el aparato incluye:

- un módulo divisor 81, configurado para dividir una luz DC en un primer canal de luz y un segundo canal de luz con la misma potencia;
- 55 un primer módulo de modulación 82, configurado para realizar una modulación optoelectrónica en el primer canal de luz y proporcionar una primera señal óptica en un formato BPSK;
- un segundo módulo de modulación 83, configurado para realizar una modulación optoelectrónica en el segundo canal de luz y proporcionar una segunda señal óptica en el formato BPSK;
- un módulo de desplazamiento de fase 85, configurado para realizar un desplazamiento de fase en la primera señal óptica, donde una diferencia de fase entre la primera señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase y la segunda señal óptica es $\pi/2$ o permanece invariable;
- 60 un módulo de control de estado de polarización 84, configurado para controlar el estado de polarización en la primera señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase, donde un estado de polarización de la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización es perpendicular a o compatible con un estado de polarización de la segunda señal óptica; y
- 65 un módulo de combinación 86, configurado para realizar una combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado en la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de

polarización y en la segunda señal óptica, y para proporcionar una señal óptica de modulación PDM-BPSK o una señal óptica de modulación QPSK.

5 En lo que respecta a un proceso de implementación específico para proporcionar la señal óptica de modulación QPSK o la señal óptica de modulación PDM-BPSK usando el aparato proporcionado en esta forma de realización, se hace referencia a la descripción de la novena forma de realización, la cual no se describe aquí.

10 En lo que respecta a la manera de implementar cada módulo, se hace referencia a cada módulo correspondiente en la octava forma de realización.

15 El aparato para implementar la modulación PDM-BPSK y la modulación QPSK de manera compatible según esta forma de realización de la presente invención realiza el desplazamiento de fase en la primera señal óptica, realiza el control de estado de polarización en la primera señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase, y realiza la combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado en la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización y en la segunda señal óptica. De esta manera, la señal óptica de modulación PDM-BPSK o la señal óptica de modulación QPSK pueden proporcionarse en función de una relación entre el estado de polarización de la primera señal óptica y el de la segunda señal óptica y la diferencia de fase entre la primera señal óptica y la segunda señal óptica. En comparación con la técnica anterior, la presente invención puede utilizar un aparato para implementar los dos tipos de modos de modulación, PDM-BPSK y QPSK, de manera compatible, lo que reduce los costes de diseño y aumenta la flexibilidad de la modulación.

Forma de realización 11

25 Esta forma de realización proporciona un aparato para implementar la modulación PDM-BPSK y la modulación QPSK de manera compatible. Como se muestra en la FIG. 11, el aparato incluye:

- un módulo divisor 81, configurado para dividir una luz DC en un primer canal de luz y un segundo canal de luz con la misma potencia;
- 30 un primer módulo de modulación 82, configurado para realizar una modulación optoeléctrica en el primer canal de luz y proporcionar una primera señal óptica en un formato BPSK;
- un segundo módulo de modulación 83, configurado para realizar una modulación optoeléctrica en el segundo canal de luz y proporcionar una segunda señal óptica en el formato BPSK;
- 35 un módulo de control de estado de polarización 84, configurado para controlar el estado de polarización en la primera señal óptica, donde un estado de polarización de la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización es perpendicular a o compatible con un estado de polarización de la segunda señal óptica;
- un módulo de desplazamiento de fase 85, configurado para realizar un desplazamiento de fase en la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización, donde una diferencia de fase entre la primera señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase y la segunda señal óptica es $\pi/2$ o permanece invariable; y
- 40 un módulo de combinación 86, configurado para realizar una combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado en la primera señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase y la segunda señal óptica, y para proporcionar una señal óptica de modulación PDM-BPSK o una señal óptica de modulación QPSK.

45 En lo que respecta a un proceso de implementación específico para proporcionar la señal óptica de modulación QPSK o la señal óptica de modulación PDM-BPSK usando el aparato proporcionado en esta forma de realización, se hace referencia a la descripción de la novena forma de realización, la cual no se describe aquí.

50 En lo que respecta a la manera de implementar cada módulo, se hace referencia a cada módulo correspondiente en la octava forma de realización.

55 El aparato para implementar la modulación PDM-BPSK y la modulación QPSK de manera compatible según esta forma de realización de la presente invención realiza el control de estado de polarización en la primera señal óptica, realiza el desplazamiento de fase en la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización, y realiza la combinación de señales ópticas con el estado de polarización conservado en la primera señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase y en la segunda señal óptica. De esta manera, la señal óptica de modulación PDM-BPSK o la señal óptica de modulación QPSK pueden proporcionarse en función de una relación entre el estado de polarización de la primera señal óptica y el de la segunda señal óptica y la diferencia de fase entre la primera señal óptica y la segunda señal óptica. En comparación con la técnica anterior, la presente invención puede utilizar un aparato para implementar los dos tipos de modos de modulación, PDM-BPSK y QPSK, de manera compatible, lo que reduce los costes de diseño y aumenta la flexibilidad de la modulación.

65 El aparato para implementar la modulación PDM-BPSK y la modulación QPSK de manera compatible según esta forma de realización de la presente invención puede implementar las formas de realización de procedimiento anteriores. El procedimiento y el aparato para implementar la modulación PDM-BPSK y la modulación QPSK de

manera compatible según las formas de realización de la presente invención pueden aplicarse a, pero sin limitarse a, la modulación compatible de PDM-BPSK y QPSK.

5 Los expertos en la técnica deben entender que todos o parte de los procesos de los procedimientos proporcionados en las anteriores formas de realización pueden implementarse mediante un programa que controla un hardware pertinente. El programa puede almacenarse en un medio de almacenamiento legible por ordenador. Cuando el programa se ejecuta, los procesos de los procedimientos de cada una de las anteriores formas de realización pueden llevarse a cabo. El medio de almacenamiento puede ser un disco magnético, un CD-ROM, una memoria de solo lectura (ROM), una memoria de acceso aleatorio (RAM), etc.

10 Lo expuesto anteriormente solo describe modos de implementación específicos de la presente invención, pero el alcance de protección de la presente invención no está limitado a lo expuesto anteriormente. Cualquier modificación o sustitución que pueda concebir fácilmente un experto en la técnica en el alcance de la tecnología dada a conocer en el presente documento estará dentro del alcance de protección de la presente invención. Por lo tanto, el alcance de protección de la presente invención está sujeto a las reivindicaciones adjuntas.

15

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para implementar la modulación PDM-BPSK y la modulación QPSK de manera compatible, que comprende:

- 5 un módulo divisor (81), configurado para dividir una luz DC en un primer canal de luz y un segundo canal de luz con la misma potencia;
- un primer módulo de modulación (82), configurado para realizar una modulación optoelectrica en el primer canal de luz y proporcionar una primera señal óptica en un formato BPSK;
- 10 un segundo módulo de modulación (83), configurado para realizar una modulación optoelectrica en el segundo canal de luz y proporcionar una segunda señal óptica en el formato BPSK;
- un módulo de control de estado de polarización (84);
- un módulo de desplazamiento de fase (85);
- 15 y un módulo de combinación (86), caracterizado por que:

el módulo de control de estado de polarización (84) está configurado para controlar el estado de polarización en la primera señal óptica para controlar que un estado de polarización de la primera señal óptica sea perpendicular o idéntico a un estado de polarización de la segunda señal óptica;

20 el módulo de desplazamiento de fase (85) está configurado para realizar un desplazamiento de fase en la primera señal óptica o en la segunda señal óptica para hacer que una diferencia de fase entre la primera señal óptica y la segunda señal óptica sea $\pi/2$ o permanezca invariable; y

el módulo de combinación (86), que combina dos haces de luz de entrada en un haz de luz mediante reflexión o penetración, está configurado para recibir la primera señal óptica y la segunda señal óptica tras el control de estado de polarización y el desplazamiento de fase, y está configurado además para

25 proporcionar:

una señal óptica de modulación PDM-BPSK cuando el módulo de control de estado de polarización (84) controla que el estado de polarización de la primera señal óptica es perpendicular al estado de polarización de la segunda señal óptica; y

30 una señal óptica de modulación QPSK cuando el módulo de control de estado de polarización (84) controla que el estado de polarización de la primera señal óptica es idéntico al estado de polarización de la segunda señal óptica, y cuando el módulo de desplazamiento de fase (85) controla que la diferencia de fase entre la primera señal óptica y la segunda señal óptica es $\pi/2$ realizando un desplazamiento de fase en la primera señal óptica o en la segunda señal óptica.

2. El aparato según la reivindicación 1, en el que el módulo de desplazamiento de fase está configurado específicamente para realizar el desplazamiento de fase en la primera señal óptica;

40 el módulo de control de estado de polarización está configurado específicamente para controlar el estado de polarización en la primera señal óptica en la que se realiza el desplazamiento de fase.

3. El aparato según la reivindicación 1, en el que el módulo de desplazamiento de fase está configurado específicamente para realizar el desplazamiento de fase en la primera señal óptica en la que se realiza el control de estado de polarización.

45 4. El aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el módulo divisor, el módulo de control de estado de polarización y el módulo de desplazamiento de fase se implementan usando un procedimiento de acoplamiento óptico espacial o un procedimiento de guía de onda óptica plana.

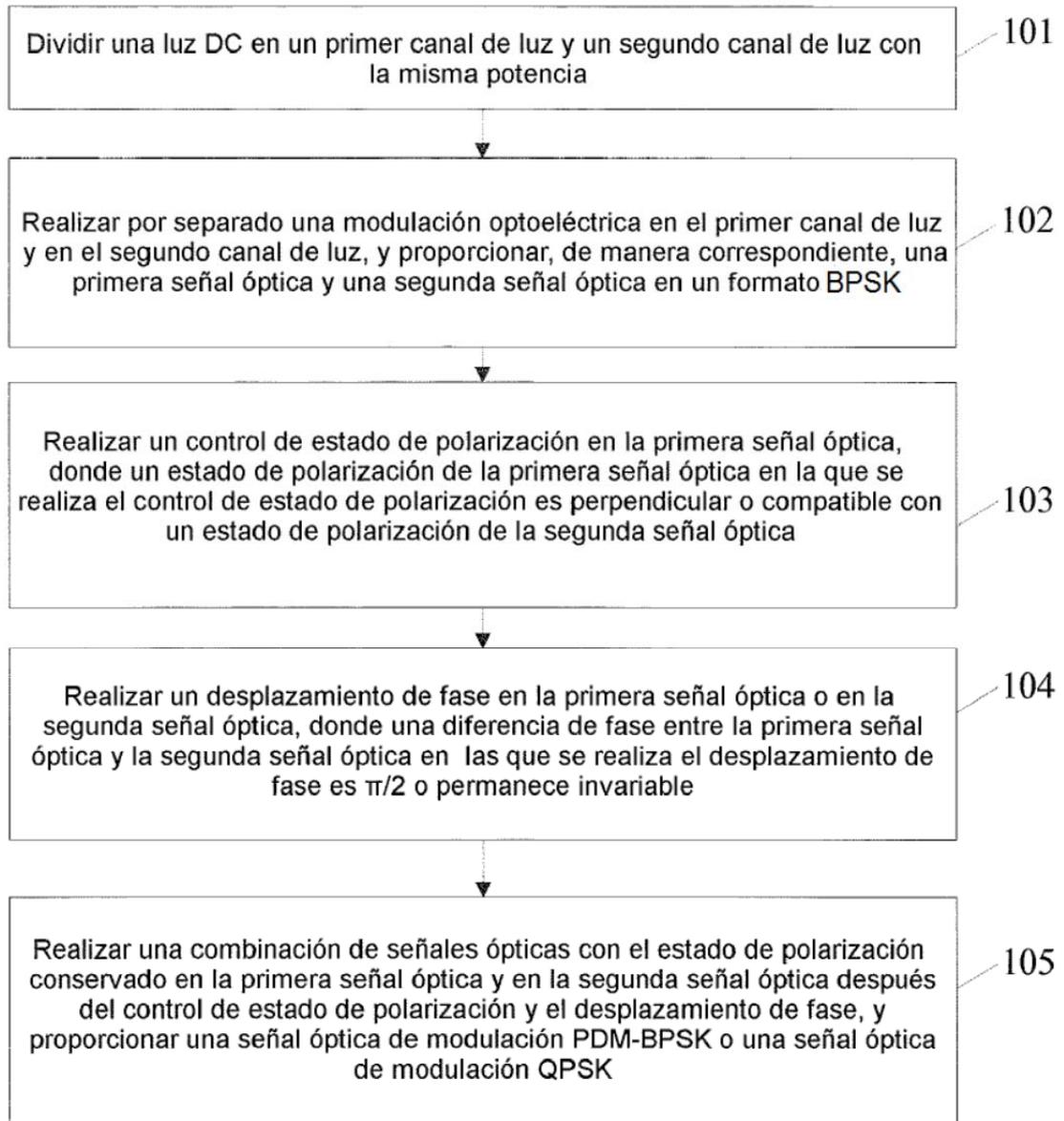


FIG. 1

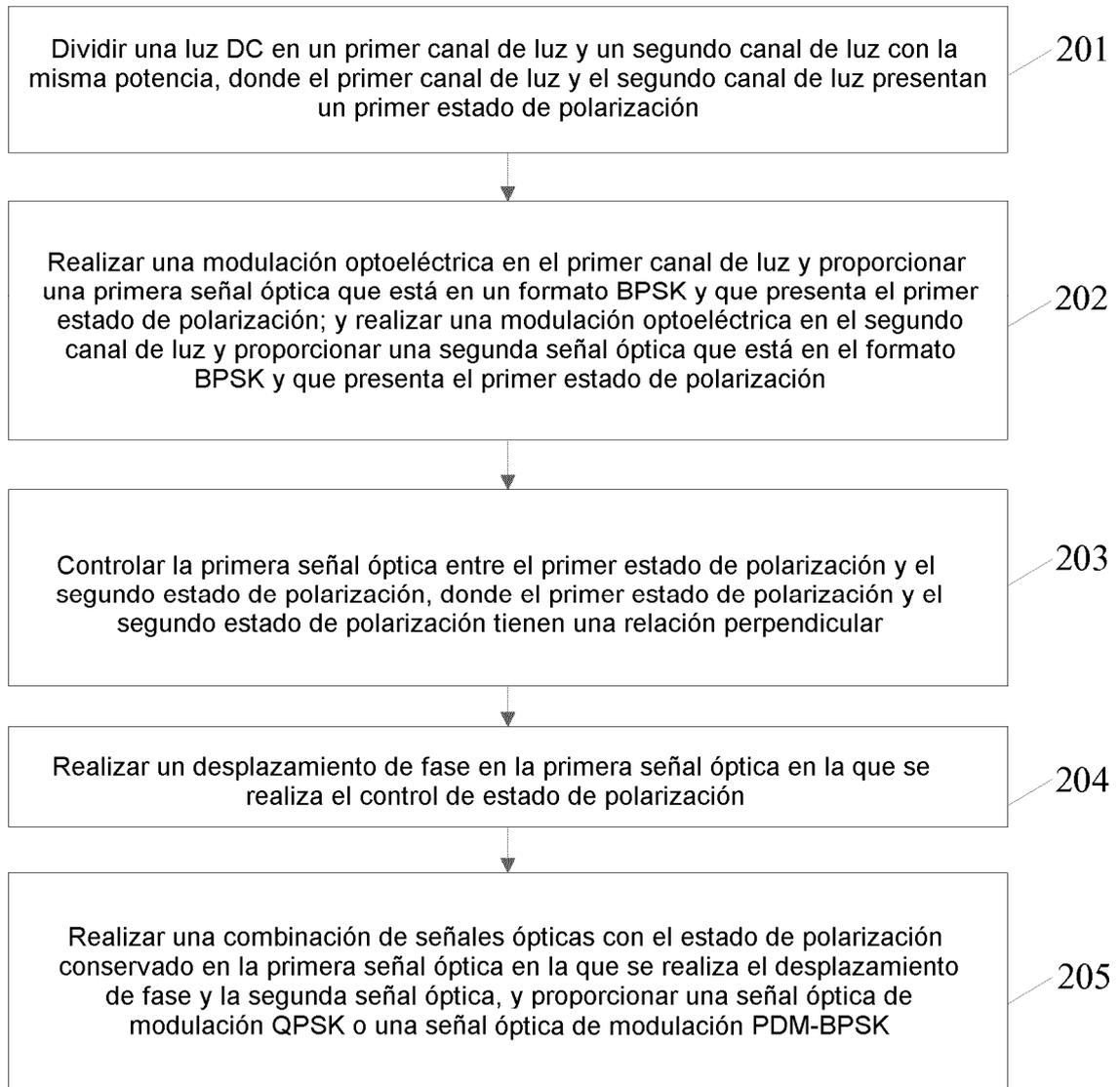


FIG. 2

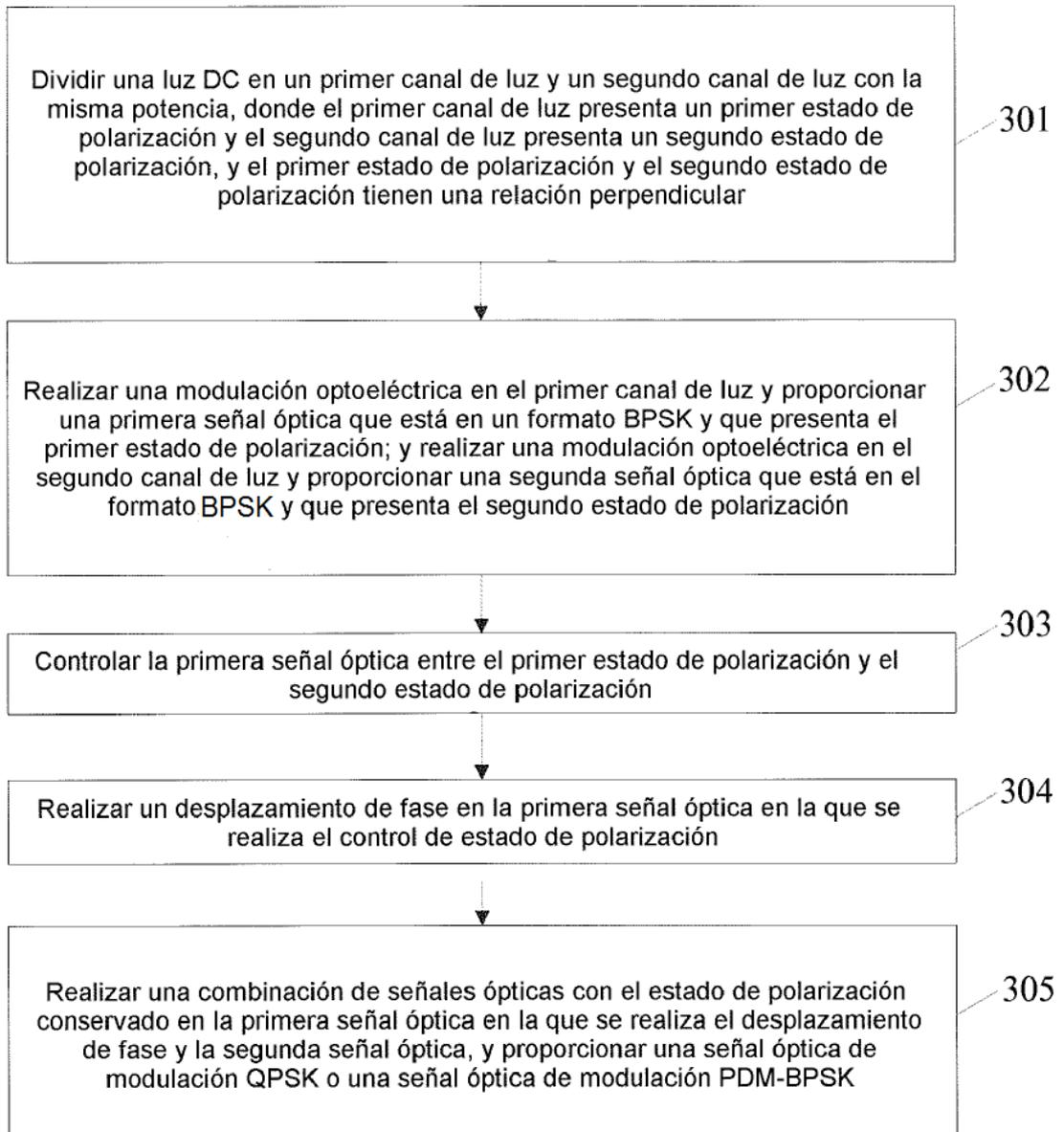


FIG. 3

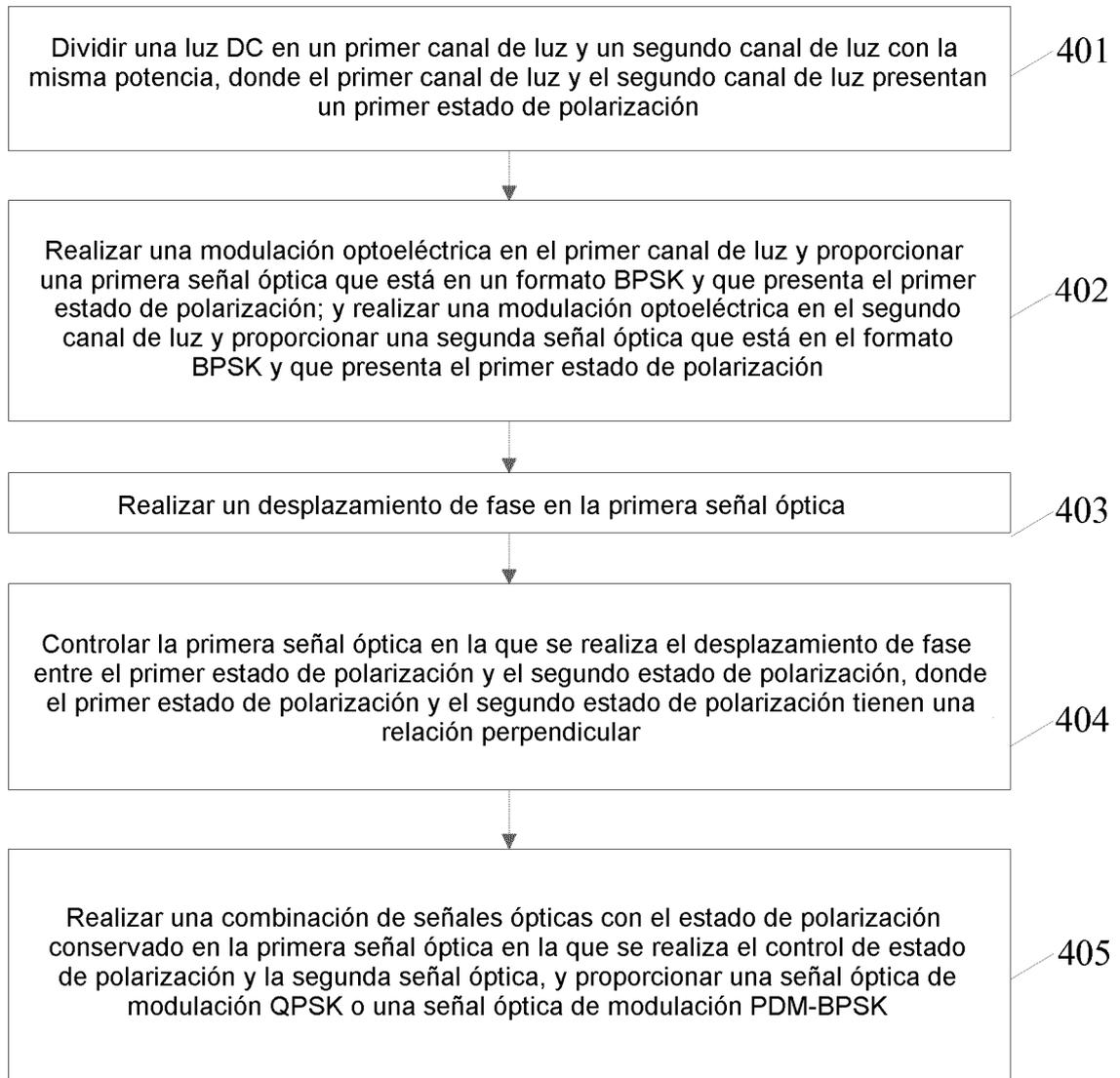


FIG. 4

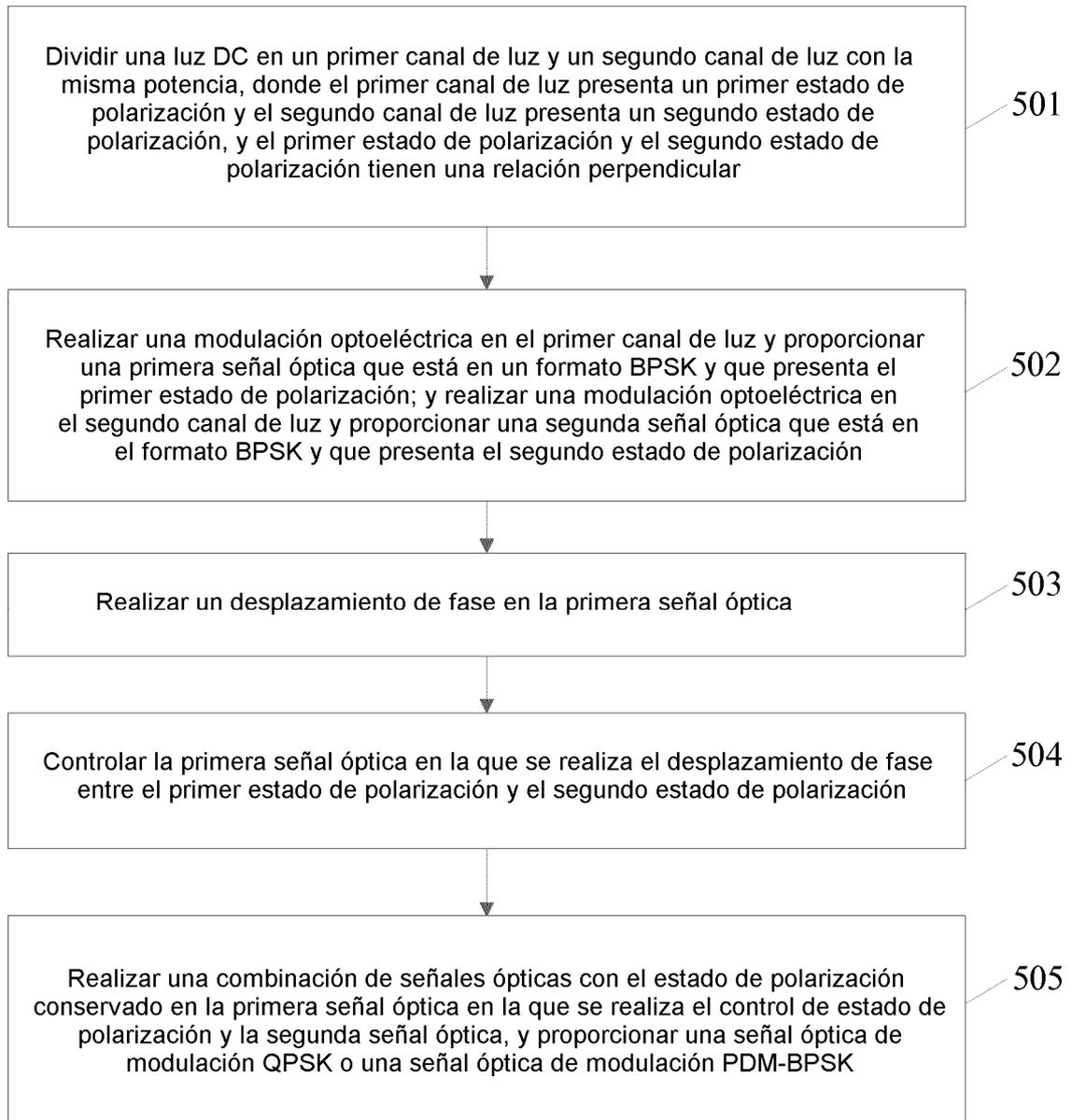


FIG. 5

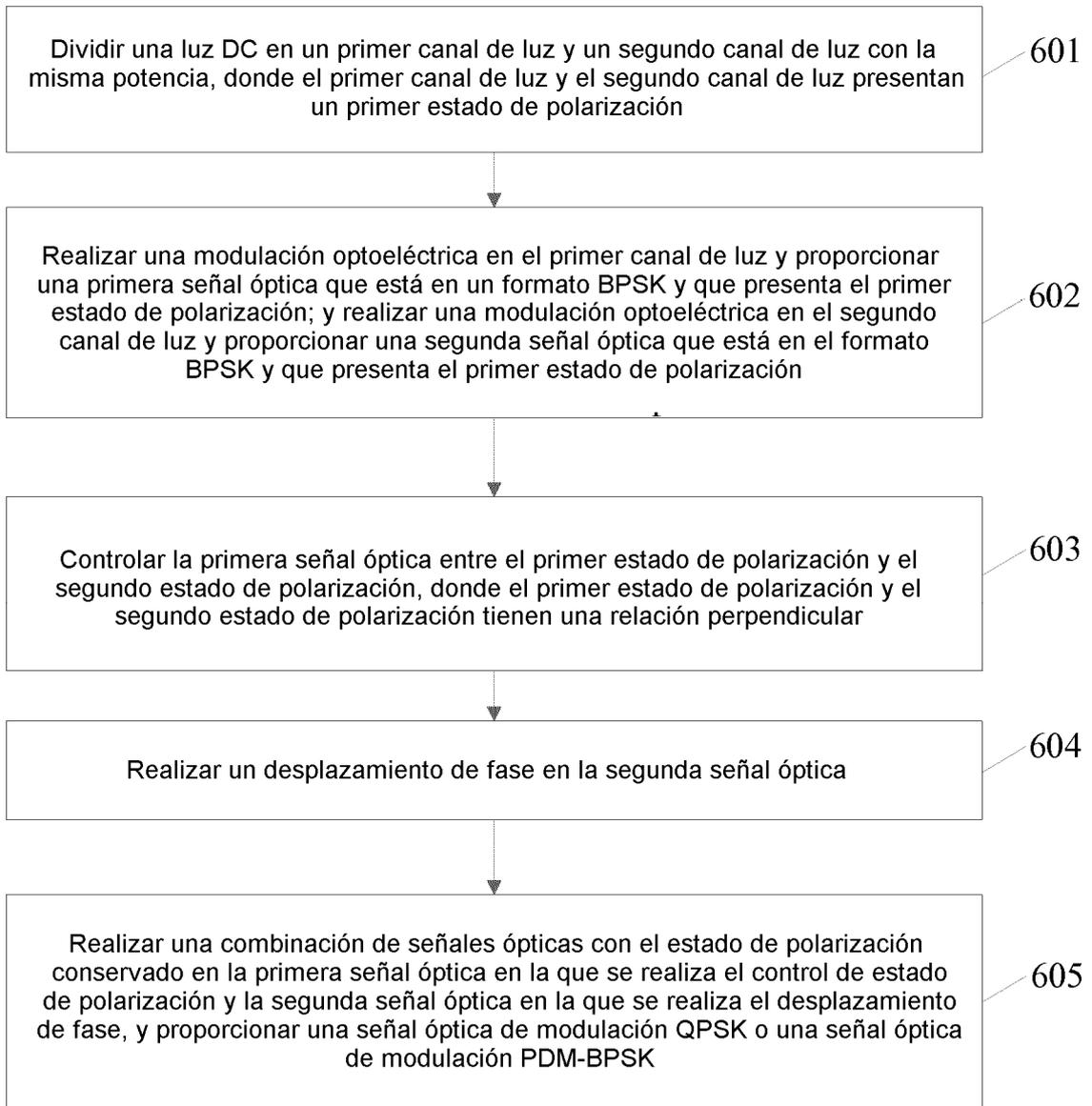


FIG. 6

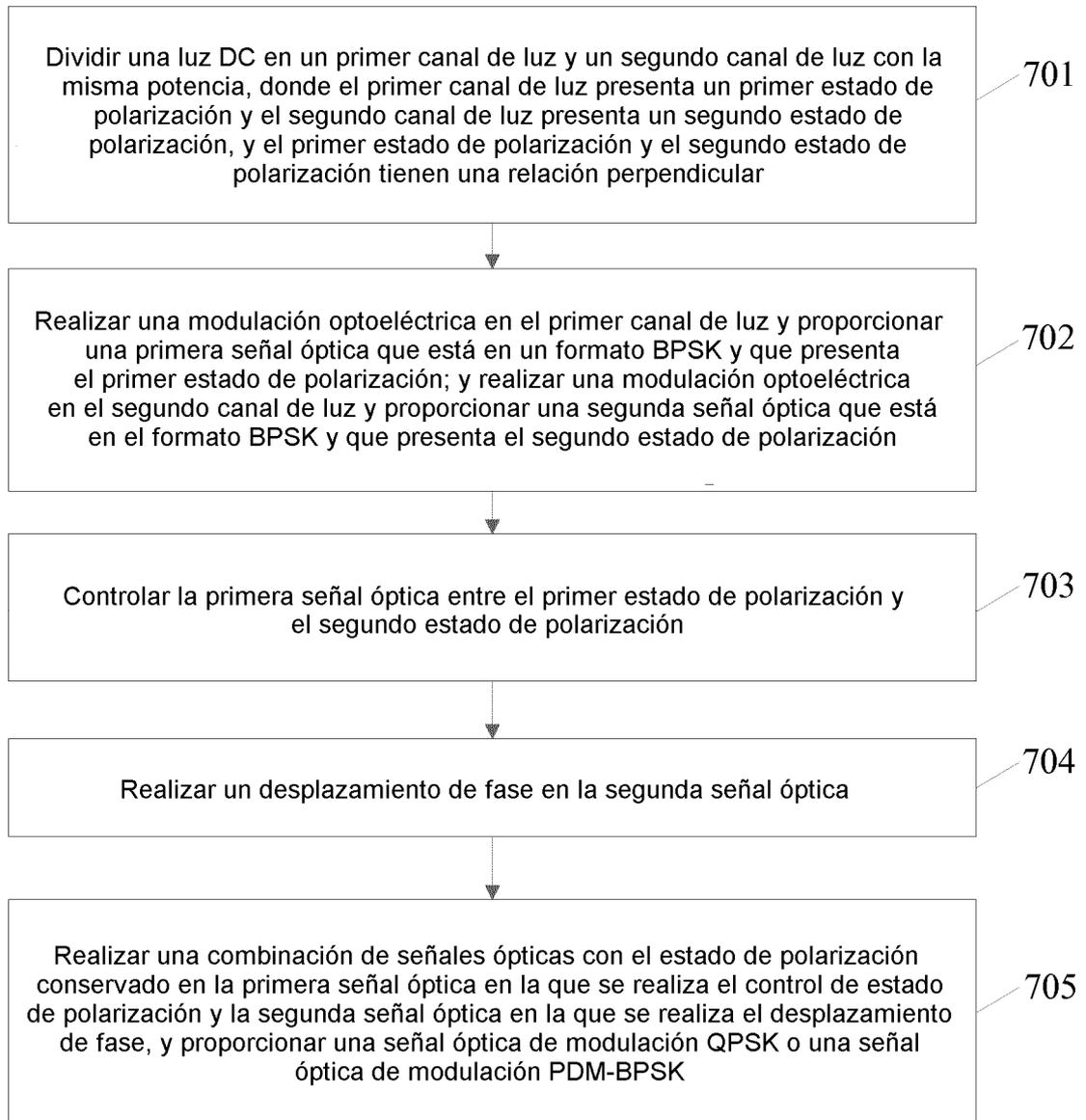


FIG. 7

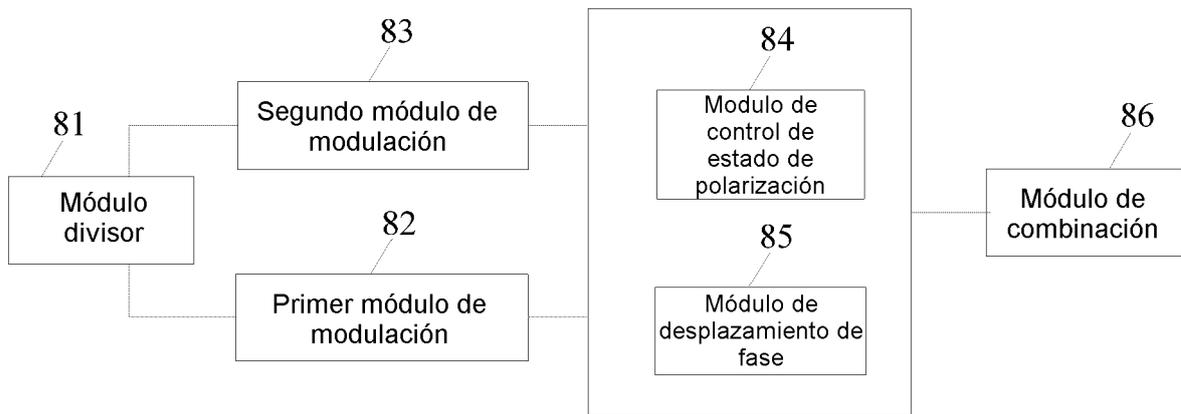


FIG. 8

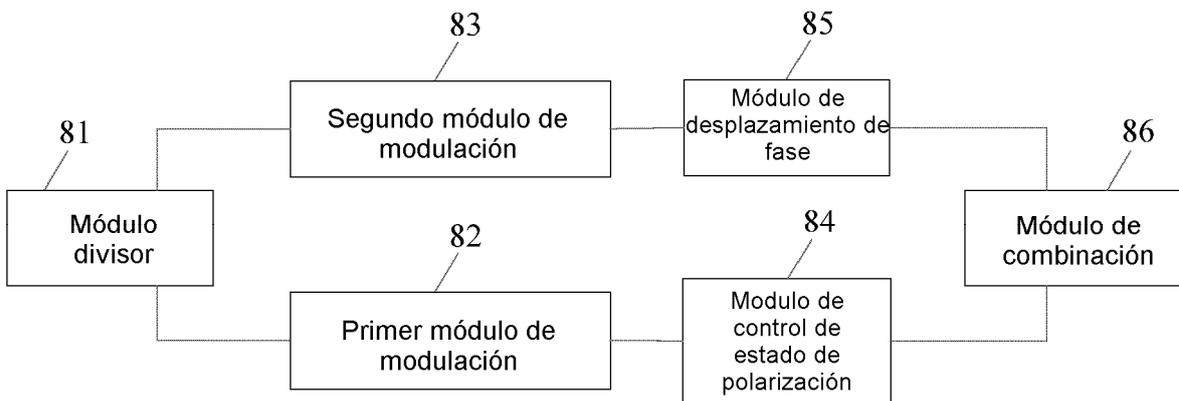


FIG. 9

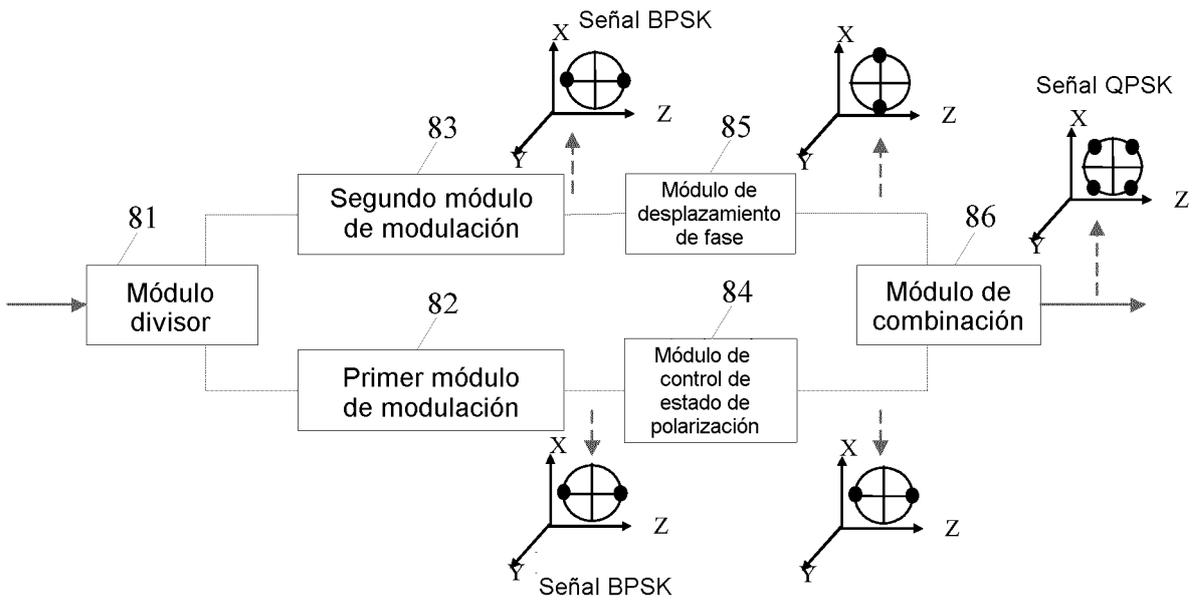


FIG. 9a

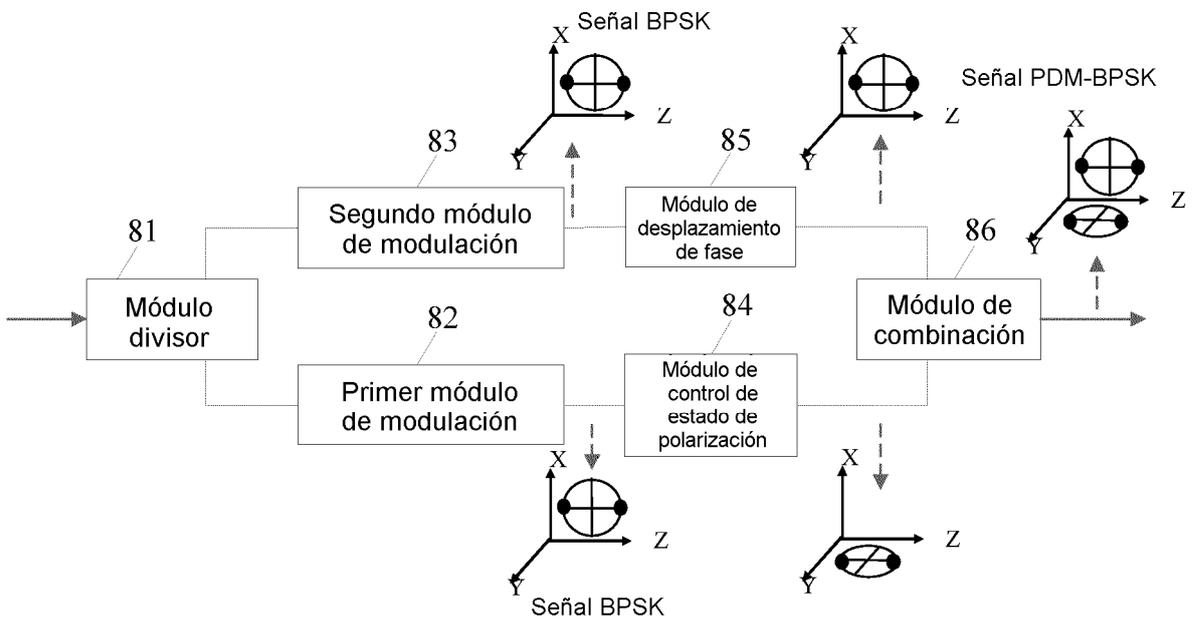


FIG. 9b

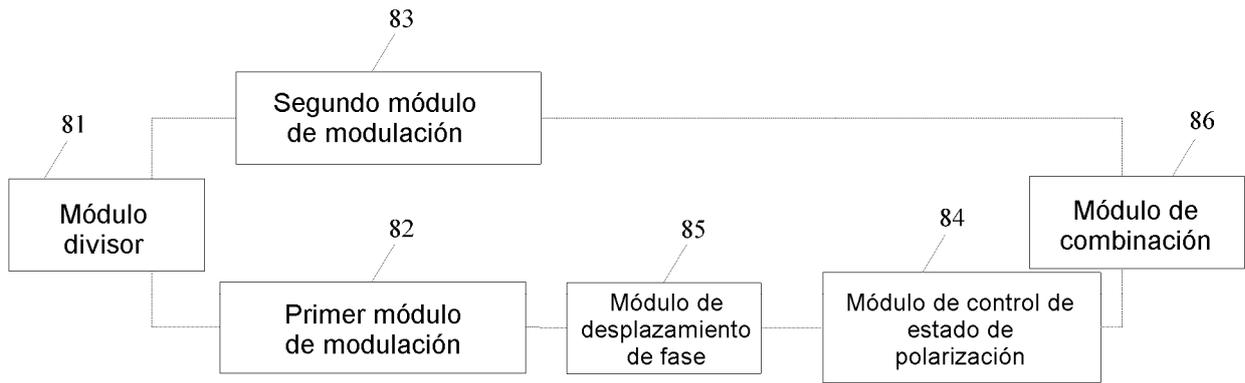


FIG. 10

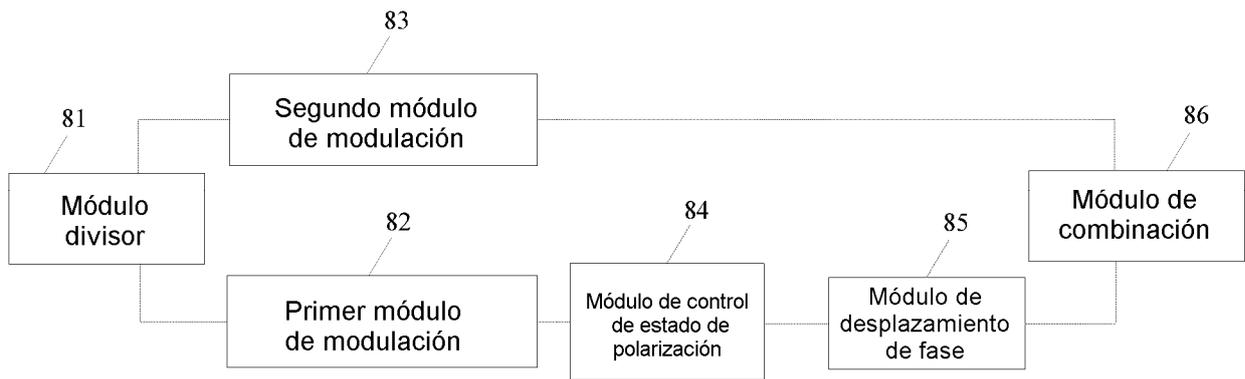


FIG. 11