

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 017 133**

51 Int. Cl.:

H04B 10/00

(2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.07.2023** **E 23186293 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.11.2024** **EP 4322425**

54 Título: **Modulador de polarización autocompensante**

30 Prioridad:

29.07.2022 DE 102022119077

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

12.05.2025

73 Titular/es:

**TESAT SPACECOM GMBH & CO. KG (100.00%)
Gerberstrasse 49
71522 Backnang, DE**

72 Inventor/es:

STRUCK, JULIAN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 3 017 133 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

Modulador de polarización autocompensante

Campo técnico

5 La presente descripción se refiere a la generación de señales ópticas y a la transmisión de señales, en particular a la transmisión de información mediante modulación de polarización. En particular, la descripción se refiere a una unidad moduladora para modular la polarización de una señal óptica, a una trayectoria de transmisión de señal óptica con dicha unidad moduladora y a un sistema con dicha unidad moduladora, por ejemplo en forma de un satélite.

Antecedentes técnicos

10 La información puede transmitirse por medios técnicos asignando una unidad de información a un estado específico de una señal portadora. La señal portadora suele ser una onda electromagnética de un rango espectral específico. Para imprimir información en la señal portadora, se cambia una propiedad de la señal portadora. El cambio en sí o el estado de la señal portadora después del cambio corresponde a la información a transmitir. Normalmente, la señal portadora se cambia en intervalos de tiempo para transmitir varias unidades de información.

15 Dependiendo de la señal portadora, varias características físicas de la señal portadora pueden considerarse como portadoras de información, por ejemplo: la amplitud, la frecuencia, la fase y/o la polarización. Si una de estas características cambia con el tiempo, este proceso se llama modulación.

Se utilizan varios componentes técnicos en la ruta de procesamiento de señal para procesar la señal portadora e incorporar la información deseada en la señal portadora antes de que la señal portadora se transmita a través de la trayectoria de transmisión (cableada o inalámbrica).

20 Los componentes utilizados en la preparación y procesamiento de la señal portadora sirven para modular la señal portadora en consecuencia, de modo que la información a transmitir se aplique correctamente a la señal portadora y se transmita a través de la trayectoria de transmisión con la menor interferencia y pérdida posible.

25 Sin embargo, puede suceder que además de la modulación prevista (cambio de la señal portadora), también se produzcan cambios no deseados en la señal portadora, por ejemplo debido a efectos parásitos u otras propiedades no deseadas de los componentes implicados en la preparación de la señal portadora. En este caso, no siempre es posible para un receptor de la señal portadora determinar qué cambio en la señal portadora se basa en la modulación deseada y qué cambio fue causado por efectos no deseados. Esto puede tener un impacto negativo en la calidad de la señal.

Descripción

30 En base a esto, se puede considerar una tarea reducir o eliminar la influencia de efectos no deseados de una unidad moduladora sobre una señal portadora modulada para transmisión. En particular, se puede considerar una tarea evitar errores de polarización en una señal óptica modulada por polarización.

Esta tarea se resuelve mediante el objeto de la reivindicación independiente. Otras formas de realización se desprenden de las reivindicaciones dependientes y de la siguiente descripción.

35 De acuerdo con un aspecto, se proporciona una unidad moduladora para modular la polarización de una señal óptica. La unidad moduladora comprende una fuente de luz, un modulador de fase dependiente de polarización y un reflector. La fuente de luz está diseñada para emitir una señal óptica y como señal de entrada en la dirección del modulador de fase dependiente de polarización, conteniendo la señal óptica una primera componente de polarización con una primera dirección de polarización y una segunda componente de polarización con una segunda dirección de polarización. El modulador de fase dependiente de polarización está diseñado para modular una primera fase de la primera componente de polarización de la señal de entrada en la primera dirección de polarización y para enviar la señal de entrada así
40 modulada al reflector. El reflector está diseñado para retroreflejar la señal óptica recibida en la dirección del modulador de fase dependiente de polarización y en el proceso para cambiar la polarización de la señal óptica (por ejemplo, en 90°) de modo que la primera componente de polarización con la primera dirección de polarización reciba la segunda dirección de polarización y la segunda componente de polarización con la segunda dirección de polarización reciba la primera dirección de polarización. El modulador de fase dependiente de polarización está configurado para modular una segunda fase de la segunda componente de polarización de la señal óptica retroreflejada en la primera dirección de polarización. La unidad moduladora está diseñada para emitir la señal óptica modulada de esta manera como una señal de salida modulada por
45 polarización.

La señal óptica representa una superposición de dos componentes de polarización ortogonales. El modulador de fase dependiente de polarización está diseñado para aplicar diferentes fases a ambas componentes de polarización.

5 En principio, la fuente de luz puede ser un emisor de luz (por ejemplo un láser) o la salida de un elemento guía de luz. En un ejemplo de realización, la señal óptica pasa a través de la misma ruta óptica de la unidad moduladora dos veces en direcciones opuestas. En el camino de ida, la señal óptica va desde la fuente de luz a través del modulador de fase dependiente de polarización hasta el reflector. El reflector retrorefleja la señal óptica y gira la fase de la señal óptica 90° (ya sea +90° o -90°). Por ejemplo, el reflector se implementa como un espejo de Faraday, que es un retroreflector basado de la dirección de propagación del campo magnético. Por ejemplo, cuando la luz polarizada horizontalmente llega al reflector, se retrorefleja como luz polarizada verticalmente. El reflector es por tanto una combinación de un rotador de Faraday y un espejo. La señal óptica pasa primero a través del rotador de Faraday y la polarización de la luz se gira 45° (+45° o -45°). Luego, la señal óptica se refleja y pasa nuevamente a través del rotador de Faraday, rotando su polarización otros 45° (en la misma dirección que en el primer paso). En total, la polarización de la luz retroreflejada difiere de la polarización de la luz incidente en 90°.

15 Precisamente porque la señal óptica pasa dos veces por la misma ruta óptica con direcciones de polarización intercambiadas, se eliminan las influencias parásitas de la unidad moduladora sobre la fase de la señal óptica y las fases de error, en particular los errores de fase que se producen debido a fluctuaciones térmicas y mecánicas lentas de la unidad moduladora, en particular en el camino desde e incluyendo el modulador de fase dependiente de polarización hasta e incluyendo el reflector, pero también antes del modulador de fase dependiente de polarización.

20 En el camino de ida, por ejemplo, la componente de la señal óptica con polarización horizontal (supuestamente la primera dirección de polarización para el ejemplo) se modula (se modula una primera fase sobre esta componente) y la componente con polarización vertical (supuestamente la segunda dirección de polarización para el ejemplo) pasa a través del modulador de fase dependiente de polarización sin que se produzca un cambio en la fase de este componente. Ahora la señal óptica es retroreflejada por el reflector y la polarización se gira 90°, la componente con polarización horizontal ahora está polarizada verticalmente, la componente con polarización vertical ahora está polarizada horizontalmente. En el camino de retorno, la señal óptica pasa nuevamente a través del modulador de fase dependiente de polarización, y ahora la componente (ahora) polarizada horizontalmente (que corresponde a la componente polarizada verticalmente del camino de ida) se modula en su fase y la componente (ahora) polarizada verticalmente pasa el modulador de fase dependiente de polarización sin más cambios en su fase. Esto significa que el modulador de fase dependiente de polarización tiene un solo eje de modulación, que permanece igual en los caminos de ida y de retorno, es decir, actúa en la misma dirección de polarización.

35 Si se introduce una fase de error (o un desplazamiento de fase de error) en la señal óptica en el camino de ida, por ejemplo influyendo de forma parásita en la fase de la componente polarizada horizontalmente de una manera diferente a la fase de la componente polarizada verticalmente, esta fase de error se cancela en el camino de retorno porque la señal óptica pasa a través del mismo camino óptico con una polarización girada 90° y la misma fase de error ahora se aplica al otro eje de polarización. Esto significa que todos los errores de fase relativos se introducen por igual en ambos ejes de polarización.

La fase aplicada a la componente polarizada horizontalmente del camino de retorno se denomina segunda fase porque en el camino de retorno la primera fase está contenida en la componente polarizada verticalmente de la señal óptica y la primera fase puede ser diferente de la segunda fase.

40 En el ejemplo aquí reproducido se hace referencia de manera específica a componentes polarizadas horizontal y verticalmente de la señal óptica, es decir que en los caminos de ida y de retorno a través del modulador de fase dependiente de polarización, la componente polarizada horizontalmente está modulada en fase. Debe entenderse, sin embargo, que este ejemplo no es limitativo y el modulador de fase dependiente de polarización puede modular en fase la componente polarizada verticalmente o cualquier otra componente de la señal óptica en lugar de la componente polarizada horizontalmente. Lo crucial es que entre los dos procesos en los que se modula la fase de una componente de polarización de la señal óptica, la polarización de la señal óptica se gira 90°.

50 Como resultado, en esta estructura, tanto la componente polarizada verticalmente como la componente polarizada horizontalmente de la señal óptica se modulan en una unidad moduladora con una única ruta óptica. La señal óptica resultante ha recibido una modulación de polarización deseada porque la primera componente de polarización con una primera dirección de polarización en el camino de ida y la segunda componente de polarización, que tiene la primera dirección de polarización en el camino de retorno, están moduladas en fase en el camino de retorno, con lo que la polarización de la señal óptica en el camino de retorno se cambia en 90° en comparación con el camino de ida.

55 El modulador de fase dependiente de polarización utilizado aquí es un modulador de cambio de fase que actúa sobre una componente de polarización de una señal óptica, es decir, el modulador de fase dependiente de polarización cambia la fase de dos componentes de polarización mutuamente ortogonales de la luz óptica. Por ejemplo, el modulador de fase

dependiente de polarización es un modulador electroóptico, EOM. Se debe entender que cualquier referencia a un EOM en esta descripción es solo a modo de ejemplo y generalmente se aplica a un modulador de fase dependiente de polarización.

5 Por ejemplo, el modulador de fase dependiente de polarización tiene dos ejes ópticos alineados ortogonalmente entre sí. Mediante energía eléctrica, por ejemplo un voltaje aplicado a lo largo de uno de estos ejes ópticos, se modifica su índice de refracción, dando como resultado un cambio de fase de la componente de polarización de la señal óptica con respecto al otro eje óptico ortogonal.

10 Al utilizar un espejo de Faraday, el diseño de la unidad moduladora ahorra mucho espacio y es compacto. Un modulador de fase dependiente de polarización se puede conmutar muy rápidamente, de modo que la unidad moduladora aquí descrita se puede utilizar hasta rangos de frecuencia altos, por ejemplo varios 10 GHz, como hasta 30 a 40 GHz o rangos de frecuencia incluso superiores.

15 Con la unidad moduladora aquí descrita se pueden establecer diferentes estados de polarización de una señal óptica. Por ejemplo, se pueden establecer diferentes estados discretos de polarización cambiando la fase de la porción polarizada horizontalmente de la señal óptica con respecto a la fase de la porción polarizada verticalmente de la señal óptica. Sin embargo, en principio la polarización de la señal óptica se puede modificar de forma continua según se desee, sin limitarse a un número limitado de estados de polarización.

20 De acuerdo con una forma de realización, el modulador de fase dependiente de polarización comprende un cristal que está diseñado para ser sometido a un voltaje eléctrico y de ese modo cambiar su índice de refracción, cambiando de ese modo la fase de la primera componente de polarización de la señal óptica. Sin embargo, el índice de refracción también se puede modificar aplicando una tensión mecánica.

El modulador de fase dependiente de polarización puede, por ejemplo, contener un medio birrefringente que, cuando se aplica un voltaje, cambia la fase de una señal óptica que pasa a través del medio óptico.

De acuerdo con otra forma de realización, la unidad moduladora está diseñada para variar el voltaje eléctrico aplicado al cristal a lo largo del tiempo.

25 Por ejemplo, la unidad moduladora contiene una fuente de alimentación que proporciona un voltaje eléctrico predeterminable. Una unidad de control controla la fuente de alimentación para que ésta proporcione un voltaje eléctrico deseado al modulador de fase dependiente de polarización. El voltaje eléctrico en el modulador de fase dependiente de polarización varía con el tiempo y cambia la fase entre los componentes polarizados de forma diferente de la señal óptica.

30 De acuerdo con otra forma de realización, un importe de la primera fase de la primera componente de polarización de la señal de entrada en la primera dirección de polarización difiere de un importe de la segunda fase de la segunda componente de polarización de la señal óptica retroreflejada en la primera dirección de polarización.

35 En otras palabras, esto significa que el modulador de fase dependiente de polarización modula una fase en la componente polarizada horizontalmente de la señal óptica en el camino de ida diferente que en la componente polarizada horizontalmente de la señal retroreflejada en el camino de retorno. Esto cambia la polarización de la señal de salida de la unidad moduladora.

De acuerdo con otra forma de realización, el modulador de fase dependiente de polarización está diseñado para cambiar una diferencia entre la primera fase y la segunda fase a lo largo del tiempo.

A medida que el modulador de fase dependiente de polarización cambia la diferencia entre las fases en el camino de ida y el camino de retorno a lo largo del tiempo, la polarización de la señal de salida también cambia con el tiempo.

40 En general, la polarización de la señal de salida de la unidad moduladora se puede ajustar libremente entre dos polarizaciones lineales (horizontal, vertical) y dos polarizaciones circulares (Z+ y Z-). Sin embargo, la polarización también se puede ajustar de forma continua a todos los estados elípticos que se encuentran entre los estados discretos.

45 De acuerdo con otra forma de realización, la fuente de luz está diseñada para emitir o hacer salir luz con un modo óptico bien definido. En el presente contexto, las propiedades de polarización y coherencia de la señal óptica son importantes. Por ejemplo, la fuente de luz es un láser.

Los láseres se caracterizan por su capacidad de emitir señales ópticas con una polarización bien definida. Esto los hace especialmente adecuados para aplicaciones como las descritas aquí.

De acuerdo con otra forma de realización, la unidad moduladora está diseñada para controlar la fuente de luz de tal manera que la fuente de luz emita señales ópticas pulsadas.

5 Un pulso de luz pasa a través del modulador de fase dependiente de polarización y una primera componente de polarización se modula en su fase. Luego, el pulso de luz pasa al reflector, donde se modifica la polarización del pulso de luz y éste se refleja de nuevo al modulador de fase dependiente de polarización. En el camino de retorno, el modulador de fase dependiente de polarización modula nuevamente una fase de una componente de polarización del pulso de luz.

El pulso de luz está diseñado, por ejemplo, de tal manera que en el modulador de fase dependiente de polarización la luz en el camino hacia el reflector y la luz en el camino de retorno desde el reflector no se superponen.

10 Además del uso de señales de luz pulsada, la fuente de luz también puede emitir una señal de luz continua cuya polarización se cambia como se describe.

En otra forma de realización, la unidad moduladora puede estar configurada para modular y emitir señales ópticas pulsadas. En este ejemplo, la unidad moduladora puede recibir las señales ópticas pulsadas de otra fuente.

15 De acuerdo con otra forma de realización, la unidad moduladora comprende además un divisor de haz que está dispuesto entre la fuente de luz y el modulador de fase dependiente de polarización y está diseñado para desviar al menos una parte de la señal óptica retrorreflejada modulada en fase por el modulador de fase dependiente de polarización en una dirección predeterminada.

20 El divisor de haz está dispuesto para desviar estructuralmente al menos parcialmente la señal óptica emitida por el modulador de fase dependiente de polarización en una dirección deseada de modo que la señal óptica emitida por el modulador de fase dependiente de polarización no se emita exclusivamente en la dirección de la fuente de luz que emite la señal de entrada al modulador de fase dependiente de polarización. La señal de salida generada de esta manera porta información en su polarización que puede ser leída y procesada por un receptor.

En una variante, se puede utilizar un circulador en lugar del divisor de haz.

25 De acuerdo con un aspecto adicional, se proporciona una ruta de transmisión de señal óptica. La ruta de transmisión de señal óptica comprende una unidad moduladora como se describe en este documento y un receptor. La unidad moduladora funciona como una fuente de señal o parte de una unidad transmisora, que emite una señal óptica sobre la que se incorpora una información. La fuente de señal envía la señal óptica modulada hacia el receptor. El receptor está diseñado para recibir señales ópticas. La unidad moduladora está dispuesta para emitir la señal de salida hacia el receptor.

30 La ruta de transmisión de señal puede diseñarse para transmisión de señal unidireccional o bidireccional. En el caso de transmisión de señal bidireccional, hay al menos dos unidades de comunicación, ambas con una unidad moduladora y una unidad receptora.

35 La unidad moduladora descrita en este documento se implementa como parte de una ruta de transmisión de señal óptica. De esta forma, la ruta de transmisión de señal óptica está configurada para transmitir información mediante modulación de polarización de una señal portadora óptica. La modulación de polarización se introduce en la señal portadora óptica mediante la unidad moduladora. La unidad moduladora compensa intrínsecamente los errores de fase debidos a los componentes involucrados en la modulación, porque la señal óptica pasa por el mismo camino óptico dos veces y las componentes de polarización ortogonales una encima de otra de la señal óptica se modulan una tras otra.

De acuerdo con una realización, la unidad moduladora está dispuesta en un satélite. Sin embargo, la unidad moduladora se puede instalar en cualquier otro sistema de comunicación.

40 De acuerdo con otro aspecto, se proporciona un satélite que tiene una unidad moduladora como la especificada en este documento.

Una unidad moduladora como la descrita en este documento se puede utilizar, por ejemplo, en rutas de transmisión de señal ópticas que se utilizan entre dos unidades móviles (vehículos aéreos, acuáticos o terrestres o satélites), entre una unidad móvil y una contraparte en la superficie de la Tierra, o entre dos unidades estacionarias.

Breve descripción de las figuras

A continuación, se analizan los ejemplos de realización con más detalle con referencia a los dibujos adjuntos. Las representaciones son esquemáticas y no a escala. Los símbolos de referencia iguales se refieren a elementos iguales o similares. Muestran:

- La Fig. 1 una representación esquemática de una unidad moduladora.
- 5 La Fig. 2 una representación esquemática de la ruta óptica a través de una unidad moduladora.
- La Fig. 3 una representación esquemática de una unidad moduladora.
- La Fig. 4 una representación esquemática de una ruta de transmisión de señal óptica.

Descripción detallada de ejemplos de realización

10 La Fig. 1 muestra el diseño estructural de una unidad moduladora 100. La unidad moduladora 100 contiene una fuente de luz 110, un divisor de haz 120, un absorbedor de haz 125, un modulador de fase dependiente de polarización en forma de un modulador electroóptico, EOM, 130, y un reflector en forma de un espejo de Faraday 140. El EOM 130 y el espejo de Faraday 140 pueden denominarse colectivamente modulador de polarización 105. Aunque aquí se hace referencia, por ejemplo, a un espejo de Faraday 140, las explicaciones correspondientes se aplican generalmente a un reflector mencionado en este documento.

15 La fuente de luz 110, que es por ejemplo un láser, emite una señal óptica en forma de señal de entrada 111. Esta señal de entrada se alimenta a los demás componentes y su polarización se modula para transmitir información a través de la señal óptica.

La información a transmitir se modula en la señal de salida 118 en la polarización de la señal óptica.

20 A continuación se describirá cómo se modula la polarización de la señal óptica con referencia a la Fig. 2, que debe considerarse complementaria a la Fig. 1.

En la Fig. 2, se describe el camino de la señal óptica a través de la unidad moduladora 100. Se hace referencia al estado de la señal óptica en diferentes momentos o en diferentes puntos en la unidad moduladora 100.

25 En primer lugar, la señal de entrada 111 llega al divisor de haz 120. En este ejemplo, el divisor de haz 120 está diseñado como un divisor de haz no polarizante. Una parte de la señal de entrada 111 se desvía hacia el absorbedor de haz 125 como la primera parte 112 de la señal de entrada dividida, y otra parte de la señal de entrada 111 pasa a través del divisor de haz 120 como la segunda parte 113 de la señal de entrada dividida hacia el EOM 130.

30 El EOM 130 ahora modula una componente de polarización de la segunda parte 113 de la señal óptica cambiando la fase de la porción de la señal 113 con una polarización. En la salida del EOM, la señal óptica está ahora presente como una señal modulada individualmente 114, es decir, como una señal óptica en la que una componente de polarización está modulado en fase.

El espejo de Faraday 140 retrorrefleja la señal modulada individualmente 114 y cambia su polarización en 90°, de modo que la señal óptica se refleja nuevamente al EOM 130 como una señal reflejada 115.

35 Si, por ejemplo, la porción polarizada horizontalmente de la señal óptica fue modulada por el EOM en el camino de ida entre las señales 113 y 114, entonces en el camino de retorno esta modulación está ahora en la porción polarizada verticalmente de la señal óptica 115 porque el espejo de Faraday 140 ha cambiado la polarización en 90°. Si la señal óptica 115 pasa ahora de nuevo a través del EOM 130 en el camino de retorno, la porción ahora polarizada horizontalmente (que corresponde a la porción polarizada verticalmente en el camino de ida, que no experimentó un cambio de fase en el camino de ida) cambia de fase.

40 La longitud óptica entre el EOM 130 y el espejo de Faraday 140 está dimensionada de tal manera que una señal óptica en el camino de retorno no superponga una señal óptica en el camino de ida dentro del EOM. En términos generales, la longitud de la ruta óptica entre el EOM y el espejo de Faraday es tal que un pulso de luz en el camino de retorno no se superpone a un pulso de luz en el camino de ida. En particular, la longitud de la ruta óptica se adapta a la duración de un pulso de luz y a la velocidad de transmisión.

De este modo, el EOM aplica una fase a ambas componentes de polarización de la señal óptica en la misma ruta óptica. Especificando la fase correspondiente en los caminos de ida y de retorno, se puede variar la polarización de la señal óptica.

La señal óptica 116 ahora está modulada en fase en ambas componentes de polarización. La superposición de estas dos modulaciones da como resultado la polarización de la señal óptica 116, que contiene la información a transmitir.

- 5 Ahora la señal óptica 116 llega de nuevo al divisor de haz 120, una parte 117 de la señal óptica pasa a través del divisor de haz y otra parte 118 es desviada en otra dirección y corresponde a la señal de salida a transmitir, en cuya polarización está contenida la información a transmitir. Alternativamente, es concebible que la señal de salida pase a través del divisor de haz y la señal desviada se descarte.

- 10 La Fig. 3 muestra cómo se controlan los componentes de la unidad moduladora 100 para introducir la información a transmitir en la polarización de la señal óptica.

La unidad moduladora 100 incluye una fuente de alimentación 160 y una unidad de control 150. Tanto la fuente de alimentación 160 como la unidad de control 150 están conectadas a la fuente de luz 110, al EOM 130 y al espejo de Faraday 140. Sin embargo, la unidad de control 150 también se puede conectar directamente a la fuente de alimentación 160 para especificar un voltaje eléctrico entregado por la fuente de alimentación 160 en la conexión respectiva.

- 15 La fuente de alimentación 160 suministra energía eléctrica a la fuente de luz 110 para que la fuente de luz genere la señal óptica que actúa como señal de entrada. Además, la fuente de alimentación 160 suministra al EOM 130 energía eléctrica, por ejemplo un voltaje eléctrico que se aplica a un cristal 135. Este voltaje eléctrico influye en el cristal 135 de tal manera que se cambia la fase de una porción de una señal óptica que pasa y que está polarizada de una determinada manera. Por ejemplo, las variaciones en el voltaje eléctrico pueden cambiar la fase en distintos grados. La unidad de control 150 y la fuente de alimentación 160 controlan el EOM de modo que actúe sobre la señal óptica que pasa a través del EOM de la manera deseada en los caminos de ida y de retorno de la señal óptica y cambie la fase de la componente de polarización influenciada en consecuencia y como se desee. La unidad de control y la fuente de alimentación deben conmutar rápidamente y controlar el EOM.

- 20 La polarización de una señal óptica que pasa se cambia en el rotador de Faraday 143, en el presente ejemplo en 45°. La señal óptica llega entonces al espejo 145, se refleja en él y pasa de nuevo a través del rotador de Faraday 143. Ahora la polarización de la señal óptica se cambia nuevamente en 45° en la misma dirección, de modo que la polarización de la señal óptica incidente en el espejo de Faraday y la polarización de la señal óptica emitida por el espejo de Faraday difieren en 90°.

- 25 La unidad de control 150 está diseñada para controlar la fuente de alimentación 160 y/o cada uno de los componentes 110, 130, 140 individuales, de tal manera que estos componentes sean suministrados con la energía requerida para su función. Para este fin, la unidad de control 150 puede enviar comandos de control a los componentes 110, 130, 140 y/o comandos de control a la fuente de alimentación 160.

- 30 La Fig. 4 muestra una trayectoria de transmisión de señal óptica 200. Una unidad moduladora 100 actúa como fuente de señal o transmisor. La unidad moduladora 100 modula la polarización de una señal óptica como se describió anteriormente y transmite la señal óptica modulada a través de una ruta de transmisión 210. La ruta de transmisión 210 es, por ejemplo, una ruta óptica inalámbrica.

La señal óptica modulada es recibida y procesada por una estación remota. La contraparte es el receptor 220. La unidad moduladora 100 puede estar dispuesta a bordo de un satélite. El receptor 220 puede estar situado en la superficie de la Tierra o a bordo de otro satélite.

- 35 Además, debe tenerse en cuenta que "que comprende" o "que tiene" no excluye otros elementos o pasos y "un" o "una" no excluye una pluralidad. Además, debe tenerse en cuenta que las características o pasos descritos con referencia a uno de los ejemplos de realización anteriores también pueden usarse en combinación con otras características o pasos de otros ejemplos de realización descritos anteriormente. Los símbolos de referencia en las reivindicaciones no deben considerarse como una limitación.

- 45

Lista de símbolos de referencia

	100	unidad moduladora
	105	modulador de polarización
	110	fuentes de luz
5	111	señal de entrada
	112	primera parte de la señal de entrada dividida
	113	segunda parte de la señal de entrada dividida
	114	señal modulada individualmente
	115	señal reflejada
10	116	señal modulada doblemente
	117	señal ramificada
	118	señal de salida
	120	divisor de haz
	125	absorbedor de haz
15	130	modulador de fase dependiente de polarización, modulador electroóptico
	135	cristal
	140	reflector, espejo de Faraday
	143	rotador de Faraday
	145	espejo
20	150	unidad de control
	160	fuentes de alimentación
	200	trayectoria de transmisión de señal óptica
	210	ruta de transmisión, señal óptica
	220	receptor
25	300	satélite

REIVINDICACIONES

1. Unidad moduladora (100) para modular la polarización de una señal óptica, que comprende:

una fuente de luz (110);

un modulador de fase dependiente de polarización (130);

5 un reflector (140);

en donde la fuente de luz (110) está diseñada para emitir una señal óptica y para emitirla como señal de entrada (111) en la dirección del modulador de fase dependiente de polarización (130), en donde la señal óptica contiene una primera componente de polarización con una primera dirección de polarización y una segunda componente de polarización con una segunda dirección de polarización;

10 en donde el modulador de fase dependiente de polarización (130) está diseñado para modular una primera fase de la primera componente de polarización de la señal de entrada (111) en la primera dirección de polarización y para enviar la señal de entrada así modulada al reflector (140);

caracterizada por que

15 el reflector (140) está diseñado para retroreflejar la señal óptica recibida en la dirección del modulador de fase dependiente de polarización (130) y en el proceso cambiar su polarización de manera que la primera componente de polarización con la primera dirección de polarización reciba la segunda dirección de polarización y la segunda componente de polarización con la segunda dirección de polarización reciba la primera dirección de polarización;

en donde el modulador de fase dependiente de polarización (130) está configurado para modular una segunda fase de la segunda componente de polarización de la señal óptica retroreflejada en la primera dirección de polarización;

20 en donde la unidad moduladora (100) está diseñada para emitir la señal óptica así modulada como una señal de salida modulada por polarización (118).

2. Unidad moduladora (100) según la reivindicación 1,

25 en donde el modulador de fase dependiente de polarización (130) comprende un cristal (135) que está diseñado para ser sometido a un voltaje eléctrico y de ese modo cambiar su índice de refracción, cambiando así la fase de la primera componente de polarización de la señal óptica.

3. Unidad moduladora (100) según la reivindicación 2,

en donde la unidad moduladora (100) está diseñada para variar el voltaje eléctrico aplicado al cristal (135) a lo largo del tiempo.

4. Unidad moduladora (100) según de las reivindicaciones anteriores,

30 en donde un importe de la primera fase de la primera componente de polarización de la señal de entrada (111) en la primera dirección de polarización difiere de un importe de la segunda fase de la segunda componente de polarización de la señal óptica retroreflejada en la primera dirección de polarización.

5. Unidad moduladora (100) según la reivindicación 4,

35 en donde el modulador de fase dependiente de polarización (130) está configurado para variar una diferencia entre la primera fase y la segunda fase a lo largo del tiempo.

6. Unidad moduladora (100) según una de las reivindicaciones anteriores,

en donde la fuente de luz (110) está configurada para emitir luz con un modo óptico definido.

7. Unidad moduladora (100) según una de las reivindicaciones anteriores,

en donde la unidad moduladora (100) está diseñada para controlar la fuente de luz (110) de manera que la fuente de luz (110) emita señales ópticas pulsadas.

8. Unidad moduladora (100) según una de las reivindicaciones anteriores,

5 que comprende además un divisor de haz (120) que está dispuesto entre la fuente de luz (110) y el modulador de fase dependiente de polarización (130) y está diseñado para desviar al menos una parte de la señal óptica retrorreflejada modulada en fase por el modulador de fase dependiente de polarización (130) en una dirección predeterminada.

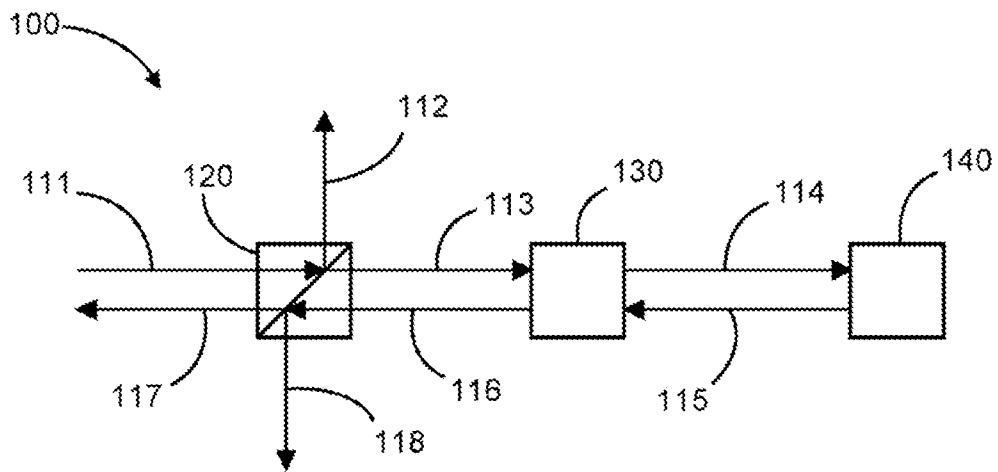
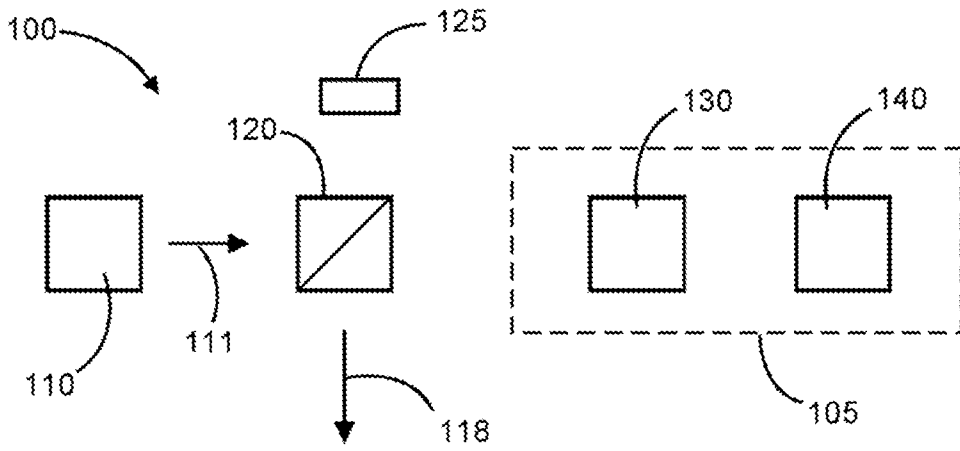
9. Trayectoria de transmisión de señal óptica (200), que comprende

una unidad moduladora (100) según una de las reivindicaciones 1 a 8;

10 un receptor (220) configurado para recibir señales ópticas;

en donde la unidad moduladora (100) está dispuesta para emitir la señal de salida (118) en la dirección del receptor (220).

10. Satélite (300) con una unidad moduladora (100) según una de las reivindicaciones 1 a 8.



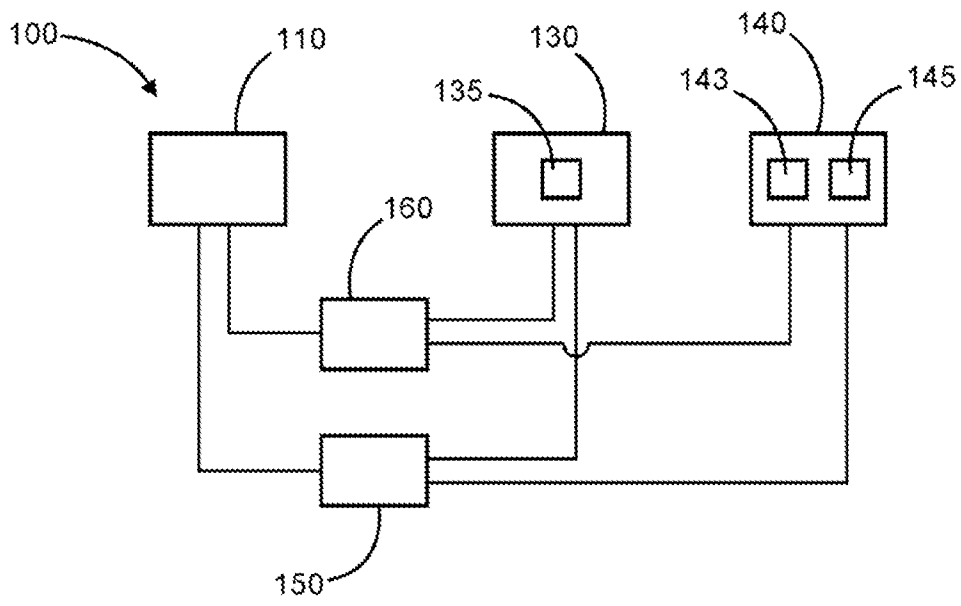


Fig. 3

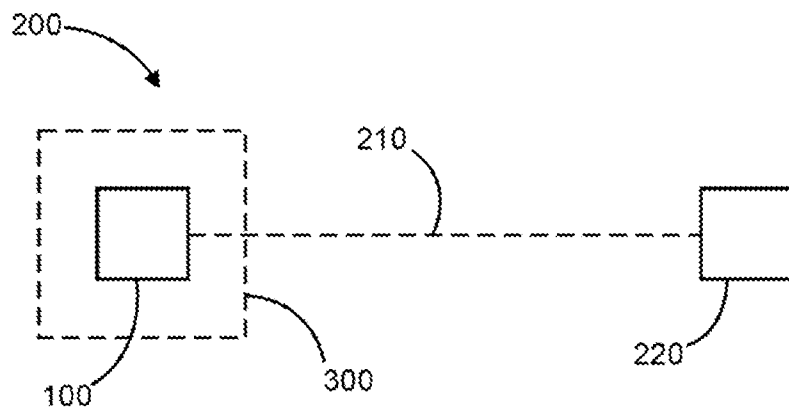


Fig. 4