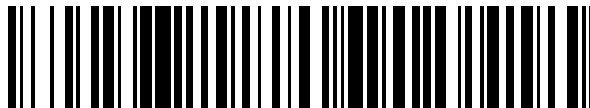


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 408 591**

51 Int. Cl.:

H04J 14/02 (2006.01)

H01S 5/0687 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.10.2009** **E 09823076 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2013** **EP 2346195**

54 Título: **Método, aparato y sistema de enclavamiento en longitud de onda**

30 Prioridad:

31.10.2008 CN 200810218820

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

21.06.2013

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**WU, SHUANGQI;
TANG, FEI y
ZHANG, HONGPING**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 408 591 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método, aparato y sistema de enclavamiento en longitud de onda

5

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere al campo de las tecnologías de las comunicaciones ópticas y más en particular, a un método, aparato y sistema de ajuste de la longitud de onda.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

A medida que se desarrollan continuamente los servicios de comunicaciones, una red de comunicación requiere mayor capacidad de transmisión y ancho de banda de transmisión. Por lo tanto, se utiliza ampliamente un sistema de Multiplexación por División de Longitud de Onda Densa (DWDM). Con el fin de impedir la diafonía óptica de múltiples longitudes de onda, la onda luminosa de salida de cada láser de módulo óptico debe funcionar a una longitud de onda particular. La longitud de onda de un láser varía con la temperatura y existe un sistema, en un módulo óptico común, para enclavar y controlar la longitud de onda, con el fin de controlar la longitud de onda en un margen deseado. La tecnología de cifrado se aplica en el proceso de enclavamiento y control de la longitud de onda y un modo de cifrado convencional ha de realizar el cifrado en cada láser, respectivamente. En la aplicación de DWDM de múltiples longitudes de onda, si se utiliza el modo convencional de cifrado en cada láser, el área de una placa de circuito impreso (PCB) y la complejidad de un circuito de control se aumentan en gran medida.

15

20

25

30

35

En la tecnología actual para controlar y enclavar múltiples longitudes de onda, el sistema de "cifrado" de múltiples canales se realiza para discriminar las longitudes de onda enclavadas y actualmente controladas y en un modo de recuperación de cifrado de cada onda, un convertidor analógico-digital (ADC) muestrea una señal digital y un microprocesador realiza la transformación de Fourier Rápida (FFT) sobre la señal digital, con el fin de recuperar diferentes frecuencias de cifrado de diferentes ondas, según se ilustra en la Figura 1. Sin embargo, cada onda debe añadirse con una frecuencia de cifrado única, siendo la sensibilidad de un dispositivo de enclavamiento de longitud de onda pequeña y una salida de señal del detector de fotoelectricidad (PD), desde el dispositivo de enclavamiento de longitud de onda, entra directamente en el ADC con el fin de su muestreo, lo que impone requisitos estrictos sobre la exactitud del convertidor ADC. A medida que aumenta el número de ondas, se incrementan, en gran medida, los recursos de hardware y de software requeridos y se necesitan también recursos críticos tales como número de vía operativa digital/analógica (DA) y capacidad de microprocesamiento.

40

El documento WO 2008/098457 A1 da a conocer un método, un aparato y un sistema para detectar el desplazamiento de longitud de onda y para enclavar longitudes de onda en un sistema de multiplexación por división de ondas densas. El documento WO 02/30015 A2 da a conocer un sistema de comunicación de WDM que utiliza una pluralidad de fuentes ópticas de WDM que tienen longitudes de onda estabilizadas y características de intensidad de luz.

SUMARIO DE LA INVENCION

45

Formas de realización de la presente invención dan un conocer un método, aparato y sistema de ajuste de longitud de onda, con el fin de ajustar las múltiples longitudes de onda inyectando una pluralidad de señales de cifrado con la misma frecuencia y diferentes fases en canales de longitudes de onda correspondientes a las fases.

50

Con el fin de resolver los problemas técnicos anteriores, un método de ajuste de longitud de onda, dado a conocer en una forma de realización de la presente invención, comprende:

la modulación, utilizando señales de cifrado con una misma frecuencia y diferentes fases, de señales en canales de longitudes de onda correspondientes a las fases;

55

la división óptica y enclavamiento de longitud de onda de las señales moduladas para adquirir señales de PD;

la realización de una discriminación de fase sobre las señales de PD, con el fin de adquirir información de cifrado de las diferentes fases, en donde la información de cifrado incluye información de longitud de onda de los canales de longitudes de onda;

60

la determinación del desplazamiento de longitud de onda de la información de cifrado de las diferentes fases, con el fin de adquirir diferentes valores de desplazamiento correspondientes a la información de longitud de onda en la información de cifrado de las diferentes fases y

65

el ajuste de longitudes de onda de los canales de longitudes de onda de las diferentes fases en función de los diferentes valores de desplazamiento.

En correspondencia, un aparato de ajuste de longitud de onda, dado a conocer en una forma de realización de la presente invención, comprende:

5 un módulo de inyección, configurado para inyectar señales de cifrado con una misma frecuencia y diferentes fases, respectivamente, en canales de longitudes de onda correspondientes a las fases;

10 un módulo de discriminación de fase, configurado para realizar la discriminación de fase sobre señales de PD, con el fin de adquirir información de cifrado de diferentes fases, en donde la información de cifrado incluye información de longitud de onda de los canales de longitudes de onda;

15 un módulo de discriminación de desplazamiento de longitud de onda, configurado para determinar el desplazamiento de longitud de onda de la información de cifrado de las diferentes fases que se adquiere por el módulo de descripción de fase con el fin de adquirir diferentes valores de desplazamiento correspondientes a la información de longitud de onda en la información de cifrado de las diferentes fases y

un módulo de control y ajuste de longitud de onda, configurado para ajustar longitudes de onda de los canales de longitudes de onda de las diferentes fases, en función de los diferentes valores del desplazamiento.

20 En correspondencia, un sistema de ajuste de longitud de onda, dado a conocer en una forma de realización de la presente invención, comprende:

25 un aparato de inyección de señal de cifrado, configurado para generar señales de cifrado con una misma frecuencia y diferentes fases e para inyectar las señales de cifrado, respectivamente, en canales de longitudes de onda correspondientes a las fases,

un aparato de transmisión de señales, configurado para modular y combinar las señales en los canales de longitudes de onda;

30 un aparato de división y enclavamiento de longitud de onda, configurado para una división óptica y enclavamiento de longitud de onda de las señales moduladas y combinadas por el aparato de transmisión de señales, con el fin de adquirir señales de PD;

35 un aparato de recuperación de perturbación configurado para realizar una discriminación de fase sobre las señales de PD, con el fin de adquirir información de cifrado de diferentes fases, en donde la información de cifrado incluye información de longitud de onda de los canales de longitudes de onda y para determinar el desplazamiento de longitud de onda de la información de cifrado de las diferentes fases, con el fin de adquirir diferentes valores de desplazamiento correspondientes a la información de longitud de onda en la información de cifrado de las diferentes fases y

40 un aparato de control y ajuste de longitud de onda, configurado para ajustar longitudes de onda de los canales de longitudes de onda de las diferentes fases en función de los diferentes valores del desplazamiento.

45 Según las formas de realización de la presente invención, una pluralidad de señales de cifrado, con la misma frecuencia y diferentes fases, se inyectan en canales de longitudes de onda correspondientes a las fases. De este modo, se consigue el ajuste de múltiples longitudes de onda, se reduce en gran medida el coste y el área de placa de circuito impreso PCB y se disminuye la complejidad de un circuito de control.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

50 Para ilustrar las soluciones técnicas según las formas de realización de la presente invención, o mayor claridad en la técnica anterior, los dibujos adjuntos para ilustrar las formas de realización, o la técnica anterior, se introducen brevemente a continuación. Evidentemente, los dibujos adjuntos en la siguiente descripción son solamente algunas formas de realización de la presente invención y los expertos en esta técnica pueden derivar otros dibujos a partir de los dibujos adjuntos sin esfuerzos creativos.

55 La Figura 1 es un diagrama estructural esquemático de un sistema de enclavamiento de longitud de onda en la técnica anterior;

60 La Figura 2 es un diagrama de flujo esquemático de un método de ajuste de longitud de onda según una forma de realización de la presente invención;

La Figura 3 es un diagrama esquemático de una secuencia de inyección por división de tiempo y por división de fase de señales de cifrado según una forma de realización de la presente invención;

65 La Figura 4 es un diagrama estructural esquemático de un aparato de ajuste de longitud de onda según una forma de realización de la presente invención;

La Figura 5 es un diagrama estructural esquemático de una primera forma de realización de un sistema de ajuste de longitud de onda según la presente invención y

5 La Figura 6 es un diagrama estructural esquemático de una segunda forma de realización de un sistema de ajuste de longitud de onda según la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN

10 Las soluciones técnicas de la presente invención se describirán, de forma clara y completa, a continuación haciendo referencia a los dibujos adjuntos. Es evidente que las formas de realización a describirse son solamente una parte y no la totalidad de las formas de realización de la presente invención. Todas las demás formas de realización, obtenidas por los expertos en esta técnica, sobre la base de las formas de realización de la presente invención, sin esfuerzos creativos, deberán entrar dentro del alcance de protección de la presente invención.

15 La Figura 2 es un diagrama de flujo esquemático de un método de ajuste de longitud de onda, según una forma de realización de la presente invención. Según se ilustra en la Figura 2, el método comprende las etapas siguientes.

20 Etapa 201: utilizar señales de cifrado con una misma frecuencia y diferentes fases para modular señales en canales de longitudes de onda correspondientes a las fases.

La etapa 201 comprende, además:

25 generar las señales del cifrado con la misma frecuencia y las diferentes fases;

inyectar las señales de cifrado, con la misma frecuencia y las diferentes fases, respectivamente, en los canales de longitudes de onda correspondientes a las fases y

30 modular las señales, en los canales de longitudes de onda, en función de las señales de cifrado.

En la puesta en práctica, las señales ópticas moduladas pueden combinarse además.

35 De forma opcional, en la puesta en práctica, las señales de cifrado con la misma frecuencia y las diferentes fases pueden inyectarse en los canales de longitudes de onda correspondientes a las fases en un modo de división de tiempos. En tal proceso, una secuencia de inyección de división por tiempo y división por fases de las señales de cifrado, según se ilustra en la Figura 3, se utiliza para inyectar las señales de cifrado con las diferentes fases en los canales de longitudes de onda correspondientes a las fases. La secuencia de control de división de tiempos asegura que las señales de cifrado se inyectan en intervalos de tiempo de alto nivel. Las señales de cifrado con las diferentes fases se inyectan, respectivamente, en los diferentes canales de longitud de onda, con el fin de modularse finalmente en señales eléctricas de alta velocidad. Si el número de ondas que necesita el enclavamiento de longitud de onda es N, la fase de la longitud de onda de cada canal debe espaciarse secuencialmente en $360^\circ/N$. Considerando la capacidad de discriminación de fase en un posterior proceso de recuperación de perturbación, cuando se aumenta el número de canales, la distribución de diferencias de fase adecuada necesita realizarse en función de la capacidad de discriminación de fase máxima. Cuando se supera la capacidad de discriminación de fase máxima, se puede utilizar el modo de división de tiempos, es decir, un primer grupo de longitudes de onda se ajustan y enclavan en un primer segmento temporal, un segundo grupo de longitudes de onda se ajustan y enclavan en un segundo segmento temporal y así sucesivamente.

45 Etapa 202: Efectuar la división óptica y enclavamiento de longitud de onda de las señales moduladas para adquirir señales de PD.

50 En la etapa 202, las señales ópticas, combinadas en la etapa 201, se dividen para adquirir una determinada proporción de señales ópticas, que son objeto de enclavamiento de longitud de onda para adquirir las señales de PD. Las señales de PD incluyen una señal PD1 y una señal PD2. En este caso, la señal de PD1 representa siempre una primera señal de PD y la señal PD2 representa siempre una segunda señal de PD. La señal PD1 no se procesa con un resonador óptico y la señal PD2 se procesa con el resonador óptico para adquirir la sensibilidad de longitud de onda de la señal. La sensibilidad de la longitud de onda de la señal se adquiere transmitiendo las señales cambiadas en la transmisión a través del resonador óptico después de que las señales, en los canales de longitudes de onda, se modulen utilizando las señales de cifrado. El resonador óptico es una matriz de rejilla, que es sensible a la longitud de onda de una señal y por intermedio de la que se puede derivar una curva de señal de longitud de onda.

De forma opcional, después de la etapa 202, el método puede incluir, además:

65 filtrar la salida de señales de PD desde un dispositivo de enclavamiento de longitud de onda que incluye el resonador óptico;

en donde las señales de PD incluyen la señal PD1 y la señal PD2, en donde la señal PD1 no se procesa con el resonador óptico y la señal PD2 se procesa con el resonador óptico para adquirir la sensibilidad de longitud de onda de la señal.

5 En este caso, el cifrado de la salida de las señales de PD, desde el dispositivo de enclavamiento de longitud de onda, que incluye el resonador óptico, puede comprender:

amplificar las señales de PD adquiriendo las señales PD amplificadas;

10 filtrar, mediante un filtro analógico, las señales de PD amplificadas;

convertir las señales de PD amplificadas filtradas en señales digitales y

15 filtrar, mediante un filtro digital, de nuevo las señales digitales.

Etapa 203: realizar la discriminación de fase sobre las señales de PD con el fin de adquirir información de cifrado de las diferentes fases, en donde la información de cifrado incluye información de longitud de onda de los canales de longitudes de onda y está contenida en las señales cambiadas en la transmisión, después de que las señales, en los canales de longitudes de onda, sean moduladas utilizando las señales de cifrado inyectadas.

20 Etapa 204: determinar el desplazamiento de longitud de onda de la información de cifrado de las diferentes fases, con el fin de adquirir diferentes valores del desplazamiento correspondientes a la información de longitud de onda en la información de cifrado de las diferentes fases;

25 La etapa 204 incluye, además:

comparar la sensibilidad de longitud de onda de la señal con la sensibilidad de longitud de onda de la señal pre-memorizada, con el fin de adquirir una diferencia de sensibilidad y

30 adquirir los diferentes valores de desplazamiento correspondientes a la información de longitud de onda en la información de cifrado de las diferentes fases en función de la diferencia de sensibilidad, en donde la sensibilidad de longitud de onda de la señal pre-memorizada puede memorizarse después de que las señales, en los canales de longitudes de onda, se modulen utilizando las señales de cifrado en la etapa 201 y de forma opcional, memorizando la sensibilidad de longitud de onda de la señal en una tabla predefinida para determinar el desplazamiento de longitud de onda en la forma de realización del método.

35 Etapa 205: ajustar las longitudes de onda de los canales de longitudes de onda de las diferentes fases en función de los diferentes valores de desplazamiento.

40 En la etapa 205, las longitudes de onda de los canales de longitudes de onda, correspondientes a las fases, se ajustan utilizando señales de realimentación de longitud de onda que transmiten los diferentes valores del desplazamiento.

45 Según la primera forma de realización que pone en práctica el método de la presente invención, una pluralidad de señales de cifrado, con la misma frecuencia y diferentes fases, se inyecta en canales de longitudes de onda correspondientes a las fases. De este modo, se consigue el ajuste de múltiples longitudes de onda, se reduce el coste y el área de PCB en gran medida y se disminuye la complejidad de un circuito de control.

50 La Figura 4 es un diagrama estructural esquemático de un aparato de ajuste de longitud de onda, según una forma de realización de la presente invención. Según se ilustra en la Figura 4, el aparato incluye un módulo de inyección 1, un módulo de discriminación de fase 2, un módulo de discriminación de desplazamiento de longitud de onda 3 y un módulo de control y ajuste de longitud de onda 4.

55 El módulo de inyección 1 está configurado para inyectar señales de cifrado con la misma frecuencia y diferentes fases, respectivamente, en canales de longitudes de onda en correspondencia con las fases. En esta forma de realización, las señales de cifrado, con la misma frecuencia y las diferentes fases, se generan por el módulo de inyección 1 y se inyectan, respectivamente, en los canales de longitudes de onda correspondientes a las fases de las señales de cifrado por el módulo de inyección 1. En la puesta en práctica, después de que el módulo de inyección 1 inyecte las señales de cifrado en los canales de longitud de onda correspondientes a las fases de las señales de cifrado, las señales en los canales de longitud de onda se modulan con un láser o un modulador y las señales moduladas se combinan por un combinador y luego, pasan a través de un divisor, mediante el que se introducen una determinada proporción de señales ópticas en un dispositivo de enclavamiento de longitud de onda que incluye un resonador óptico. Las entradas de señales ópticas en el dispositivo de enclavamiento de longitud de onda se dividen en dos rutas, una señal óptica no pasa a través del resonador óptico y la otra señal óptica pasa a través del resonador óptico, siendo las dos señales ópticas electro-ópticamente convertidas, a la salida, en señales de PD, en donde una de ellas es una señal eléctrica directamente proporcionada a la salida después de la

conversión electro-óptica, sin necesidad de procesamiento, que sirve como una señal de referencia en la posterior determinación del desplazamiento de longitud de onda y la otra es una señal eléctrica generada después de procesarse con el resonador óptico y convertirse en forma electro-óptica.

5 De forma opcional, las señales de cifrado con las diferentes fases pueden inyectarse en los canales de longitudes de onda correspondientes a las fases en un modo de división de tiempos. En tal proceso, una secuencia de inyección por división de tiempos y por división de fases, según se ilustra en la Figura 3, se utiliza para inyectar las señales de cifrado, con las diferentes fases, en los canales de longitudes de onda correspondientes a las fases. La secuencia de control de división de tiempos asegura que las señales del cifrado se inyecten en el intervalo de tiempo de alto nivel. Las señales de cifrado, con las diferentes fases, se inyectan, respectivamente, en los diferentes canales de longitud de onda, con el fin de modularse finalmente en señales eléctricas de alta velocidad. Si el número de ondas que necesita enclavamiento de longitud de onda es N, la fase de cada longitud de onda de canal debe espaciarse secuencialmente en $360^\circ/N$. En vista de la capacidad de discriminación de fase de un discriminador de fase en un posterior proceso de recuperación de perturbación cuando se aumenta el número de canales, la distribución de diferencias de fase adecuada necesita realizarse en función de una capacidad de discriminación de fase máxima del discriminador de fases. Cuando se supera la capacidad de discriminación de fases, puede utilizarse el modo de división de tiempos, es decir, un primer grupo de longitudes de onda se ajustan y enclavan en un primer segmento temporal, un segundo grupo de longitudes de onda se ajustan y enclavan en un segundo segmento temporal y así sucesivamente.

20 El módulo de discriminación de fase 2 está configurado para realizar la discriminación de fase sobre señales de PD, con el fin de adquirir información de cifrado de las diferentes fases, en donde la información de cifrado contiene información de longitud de onda de los canales de longitudes de onda y está contenida en las señales cambiadas en la transmisión, después de que las señales, en los canales de longitudes de onda, se modulen utilizando las señales de cifrado inyectadas. En esta forma de realización, el módulo de discriminación de fase 2 recupera la información de cifrado en las señales de PD y en la puesta en práctica, el módulo de discriminación de fase 2 puede ser un discriminador de fases.

30 El módulo de discriminación de desplazamiento de longitud de onda 3 está configurado para determinar el desplazamiento de longitud de onda de la información de cifrado de diferentes fases adquirida por el módulo de discriminación de fase 2, con el fin de adquirir los diferentes valores de desplazamiento correspondientes a la información de longitud de onda en la información de cifrado de diferentes fases.

35 El módulo de discriminación de desplazamiento de longitud de onda 3 puede incluir, además, una unidad de comparación y una unidad de adquisición.

La unidad de comparación está configurada para comparar la sensibilidad de longitud de onda de la señal con la sensibilidad de longitud de onda de la señal pre-memorizada para adquirir una diferencia de sensibilidad.

40 La unidad de adquisición está configurada para adquirir diferentes valores de desplazamiento correspondientes a la información de longitud de onda en la información de cifrado de las diferentes fases en función de la diferencia de sensibilidad. La sensibilidad de longitud de onda de la señal pre-memorizada puede memorizarse después de que se modulen las señales en los canales de longitudes de onda utilizando las señales del cifrado y de forma opcional, memorizando la sensibilidad de la longitud de onda de la señal en una tabla predefinida, para determinar el desplazamiento de longitud de onda en las formas de realización del método.

50 El módulo de control y ajuste de longitud de onda 4 está configurado para ajustar las longitudes de onda de los canales de longitudes de onda de las diferentes fases, en función de los diferentes valores de desplazamiento. En la puesta en práctica, el módulo de control y ajuste de longitud de onda 4 ajusta las longitudes de onda de los canales de longitudes de onda correspondientes a las fases utilizando señales de realimentación de longitud de onda que transmiten los diferentes valores de desplazamiento.

55 En la forma de realización de la presente invención, en un sistema de transmisión de múltiples longitudes de onda, se disponen múltiples láseres para formar una matriz para enclavamiento de longitud de onda, en donde los láseres comparten un módulo de control y ajuste de longitudes de onda 4. En la puesta en práctica, el módulo de inyección 1 y el módulo de control y ajuste de longitud de onda 4 pueden integrarse en una unidad de control de longitud de onda e inyección de señal de cifrado, en donde las señales de cifrado, con la misma frecuencia y diferentes fases, se inyectan en función de las diferentes longitudes de onda.

60 De forma opcional, el aparato de ajuste de longitud de onda puede incluir, además, un módulo de filtros, que se conecta, respectivamente, a un dispositivo de enclavamiento de longitud de onda y el módulo de discriminación de fase 2 y configurado para filtrar las señales de PD objeto de salida desde el dispositivo de enclavamiento de longitud de onda, que incluye un resonador óptico. Las señales de PD incluyen una señal PD1 y una señal PD2, en donde la señal PD1 no es procesada con el resonador óptico y la señal PD2 es procesada con el resonador óptico para adquirir la sensibilidad de longitud de onda de la señal. En la puesta en práctica, el filtro incluye una unidad de amplificación de señales débiles, en donde se amplifica la salida de señal débil desde el dispositivo de

enclavamiento de longitud de onda y luego se filtran, con el fin de eliminar por filtrado un ruido fuera de banda. Según la forma de realización de la presente invención, el filtro puede ser un filtro analógico, o un filtro digital, o una de sus combinaciones y la frecuencia del filtro es la misma que la frecuencia de las señales de cifrado. Con limitación por la propiedad de la unidad de amplificación, el ancho de banda de un filtro analógico no puede hacerse demasiado estrecho. Con el fin de recuperar, más efectivamente, las señales de cifrado y ajustar, con mayor exactitud las longitudes de onda, se puede realizar un muestreo analógico/digital A/D después del filtro analógico, de modo que las señales analógicas se conviertan en señales digitales y las señales digitales se procesan, además, por un filtro digital. El filtro digital puede ponerse en práctica programando con un dispositivo programable, tal como una matriz de puertas lógicas programables (FPGA), un circuito Integrado Específico de la Aplicación (ASIC), Unidad Central de Proceso (CPU) y Procesador de Señales Digitales (DSP). Con el fin de conseguir un mejor rendimiento del cifrado, se requiere una emulación y el muestreo A/D puede utilizar un convertidor analógico-digital (ADC) de alta velocidad dedicado. El filtro digital puede seleccionarse de entre un filtro de respuesta al impulso finita (FIR) o de una respuesta al impulso infinita (IIR), o una de sus combinaciones, y su orden puede ajustarse en función de parámetros relacionados del filtro digital; cuando necesita aumentarse la profundidad de bordes de una ventana de filtro, solamente necesita aumentarse el orden del filtro digital y su proceso de puesta en servicio puede realizarse utilizando una Programación en el Sistema JTAG u otras interfaces del dispositivo programable que se utiliza actualmente.

Según la forma de realización de la puesta en práctica del aparato de ajuste de longitud de onda de la presente invención, una pluralidad de señales de cifrado, con una misma frecuencia y diferentes fases, se inyectan en canales de longitudes de onda correspondientes a las fases. De este modo, se consigue el ajuste de múltiples longitudes de onda, se reduce en gran medida el coste y el área de PCB y se disminuye la complejidad de un circuito de control; el modo de división de tiempos y de división de fases se utiliza para ajustar las longitudes de onda inyectando una señal de cifrado de frecuencia única, con el fin de enclavar la longitud de onda y las longitudes de onda de múltiples canales se pueden ajustar en el mismo segmento temporal.

La Figura 5 es un diagrama estructural esquemático de un sistema de ajuste de longitud de onda, según una primera forma de realización de la presente invención. Según se ilustra en la Figura 5, el sistema incluye un aparato de inyección de señal del cifrado 5, un aparato de transmisión de señales 6, un aparato de división y enclavamiento de longitud de onda 7, un aparato de recuperación de perturbación 8 y un aparato de control y ajuste de longitud de onda 9.

El aparato de inyección de señales de cifrado 5 está configurado para generar señales de cifrado con la misma frecuencia y diferentes fases y para inyectar las señales de cifrado, respectivamente, en canales de longitudes de onda correspondientes a la fase.

El aparato de transmisión de señales 6 está configurado para modular y combinar las señales en los canales de longitudes de onda. En la puesta en práctica, el aparato de transmisión de señales 6 incluye un láser/modulador y un combinador.

El aparato de división y enclavamiento de longitud de onda 7 está configurado para la división óptica y enclavamiento de longitud de onda de las señales moduladas y combinadas por el aparato de transmisión de señales 6 para adquirir señales de PD. En una forma de realización específica, el aparato de división y enclavamiento de longitud de onda 7 incluye un divisor y un dispositivo de enclavamiento de longitud de onda que incluye un resonador óptico, en donde el divisor está configurado para la división óptica de las señales ópticas combinadas, con el fin de dividir una determinada proporción de señales ópticas y el dispositivo de enclavamiento de longitud de onda está configurado para enclavar la longitud de onda de las señales ópticas ópticamente divididas por el divisor, con el fin de adquirir las señales de PD. Las señales de PD incluyen una señal PD1 y una señal PD2, en donde la señal PD1 no es procesada con el resonador óptico y la señal PD2 es procesada con el resonador óptico, para adquirir la sensibilidad de longitud de onda de la señal. La sensibilidad de longitud de onda de la señal se adquiere haciendo pasar las señales cambiadas en transmisión a través del resonador óptico después de que se modulen los canales de longitudes de onda utilizando las señales de cifrado. El resonador óptico es un conjunto matricial de rejilla, que es sensible a la longitud de onda de una señal y mediante el que se puede derivar una curva de sensibilidad de longitud de onda.

El aparato de recuperación de perturbación 8 está configurado para realizar una discriminación de fase sobre las señales de PD, con el fin de adquirir información de cifrado de diferentes fases, en donde la información de cifrado incluye la información de longitud de onda de los canales de longitudes de onda y para determinar el desplazamiento de longitud de onda de la información de cifrado de las diferentes fases, con el fin de adquirir diferentes valores de desplazamiento correspondientes a la información de longitud de onda en la información de cifrado de las diferentes fases. En la puesta en práctica, el aparato de recuperación de perturbación 8 puede configurarse para comparar la sensibilidad de longitud de onda de la señal con la sensibilidad de longitud de onda de la señal pre-memorizada para adquirir una diferencia de sensibilidad y para adquirir los diferentes valores de desplazamiento correspondientes a la información de longitud de onda en la información de cifrado de las diferentes fases en función de la diferencia de sensibilidad. La sensibilidad de longitud de onda de la señal pre-memorizada puede memorizarse después de que

se modulen las señales, en los canales de longitudes de onda, utilizando las señales de cifrado y de forma opcional, memorizando la sensibilidad de longitud de onda de la señal en una tabla predefinida, para determinar el desplazamiento de longitud de onda en las formas de realización del método.

5 El aparato de control y ajuste de longitud de onda 9 está configurado para ajustar los canales de longitudes de onda de las diferentes fases, en función de los diferentes valores del desplazamiento. Más concretamente, el aparato de control y ajuste de longitud de onda 9 ajusta las longitudes de onda de los canales de longitudes de onda correspondientes a las fases utilizando las señales de realimentación de longitudes de onda que transmiten los diferentes valores del desplazamiento.

10 De forma opcional, el aparato de recuperación de perturbación 8 incluye, además, un filtro, un discriminador de fase y un discriminador de desplazamiento de longitud de onda.

15 El filtro está configurado para filtrar la salida de señales de PD desde el dispositivo de enclavamiento de longitud de onda que incluye el resonador óptico. Las señales de PD incluyen la señal PD1 y la señal PD2, en donde la señal PD1 no es procesada con el resonador óptico y la señal PD2 es procesada con el resonador óptico para adquirir la sensibilidad de longitud de onda de la señal.

20 El discriminador de fase está configurado para realizar la discriminación de fase sobre las señales de PD filtradas por el filtro, con el fin de adquirir la información de cifrado de las diferentes fases.

25 El discriminador de desplazamiento de longitud de onda está configurado para determinar el desplazamiento de longitud de onda de la información de cifrado de diferentes fases, con el fin de adquirir los diferentes valores de desplazamiento correspondientes a la información de longitud de onda en la información de cifrado de diferentes fases.

30 A continuación, se describe, con detalle, haciendo referencia a la Figura 6, una segunda forma de realización del sistema de ajuste de longitud de onda según la presente invención. La Figura 6 es un diagrama estructural esquemático de la segunda forma de realización del sistema de ajuste de longitud de onda según la presente invención. Según se ilustra en la Figura 6, un circuito de recuperación de perturbación, representado en la Figura 6, es equivalente al aparato de recuperación de perturbación 8 en la Figura 5, una combinación de un láser/modulador con un combinador es equivalente al aparato de transmisión de señales 6 en la Figura 5, una combinación de un divisor con un dispositivo de enclavamiento de longitud de onda es equivalente al aparato de división y enclavamiento de longitud de onda 7.

35 En esta forma de realización, señales de cifrado, con la misma frecuencia y diferentes fases, se generan por un aparato de inyección de señal de cifrado y se inyectan por el aparato de inyección de señal de cifrado en múltiples canales de longitudes de onda. El láser/modulador modula las señales en los correspondientes canales de longitudes de onda utilizando las señales de cifrado con la misma frecuencia y las diferentes fases. El dispositivo combinador combina las múltiples señales moduladas, con el fin de adquirir una salida de señales ópticas después de combinar las múltiples longitudes de onda. Una determinada proporción de las señales ópticas combinadas se introducen, a través del divisor, en el dispositivo de enclavamiento de longitud de onda que incluye un resonador óptico. Dos rutas de señales de PD, que incluyen una señal PD1 y una señal PD2, se proporcionan a la salida del dispositivo de enclavamiento de longitud de onda, en donde la señal PD1 es procesada con el resonador óptico y la señal PD2 es procesada con el resonador óptico, para adquirir la sensibilidad de longitud de onda de la señal. La sensibilidad de longitud de onda de la señal se adquiere haciendo pasar las señales cambiadas, en la transmisión, a través del resonador óptico después de que se modulen las señales en los canales de longitudes de onda utilizando las señales de cifrado. El resonador óptico es un conjunto matricial de rejilla, que es sensible a la longitud de onda de una señal y en donde se puede derivar una curva de sensibilidad de longitud de onda. Las señales PD incluyen información de cifrado inyectada, en donde la información de cifrado está contenida en las señales cambiadas en la transmisión, después de que se modulen las señales, en los canales de longitudes de onda, utilizando las señales de cifrado inyectadas y solamente puede recuperarse por un circuito de recuperación de perturbación especial y utilizarse para el ajuste y enclavamiento de longitud de onda.

55 El circuito de recuperación de perturbación incluye un filtro, un discriminador de fase y un discriminador de desplazamiento de longitud de onda. El filtro incluye una unidad de amplificación de señales débiles, en donde se amplifica una salida de señal débil desde el dispositivo de enclavamiento de longitud de onda y luego se filtra, con el fin de eliminar por filtrado un ruido fuera de banda. Según la forma de realización de la presente invención, el filtro puede ser un filtro analógico, o un filtro digital, o una de sus combinaciones, y la frecuencia del filtro es la misma que la frecuencia de las señales de cifrado. Con la limitación por la propiedad de la unidad de amplificación, el ancho de banda de un filtro analógico no puede hacerse demasiado estrecho. Con el fin de conseguir un mejor rendimiento del filtro, recuperar más efectivamente las señales de cifrado y ajustar, con mayor exactitud la longitud de onda, se puede realizar un muestreo analógico/digital A/D después del filtro analógico, de modo que las señales analógicas se conviertan en señales digitales y las señales digitales se procesan, además, por un filtro digital. El filtro digital puede realizarse programando con un dispositivo programable tal como FPGA, ASIC, CPU y DSP. Con el fin de conseguir un mejor rendimiento del filtrado, se requiere una emulación y el muestreo A/D puede utilizar un ADC de

alta velocidad dedicado. El filtro digital puede seleccionarse de entre un filtro FIR y un filtro IIR o una de sus combinaciones, y su orden puede ajustarse en función de parámetros relacionados. Cuando se cambia la frecuencia de cifrado, solamente necesitan modificarse los parámetros relacionados del filtro digital; cuando necesita aumentar la profundidad de bordes de una ventana de filtro, solamente necesita aumentarse el orden del filtro digital y puede ponerse en práctica el proceso de su puesta en servicio utilizando una programación en el sistema JTAG u otras interfaces del dispositivo programable actualmente utilizado.

El discriminador de fase está configurado principalmente para discriminar diferentes longitudes de onda de canales discriminando las fases, con el fin de ajustar las longitudes de onda correspondientes, con el consiguiente enclavamiento de las longitudes de onda.

El filtro y el discriminador de fases proporcionan, a la salida, las señales PD con el ruido fuera de banda eliminado por filtrado al discriminador de desplazamiento de longitud de onda y el discriminador de desplazamiento de longitud de onda determina el desplazamiento de longitud de onda de las señales de cifrado con las diferentes fases, con el fin de adquirir los diferentes valores del desplazamiento correspondientes a las señales de cifrado con las diferentes fases. En este caso, el discriminador de desplazamiento de longitud de onda puede comparar la sensibilidad de longitud de onda de la señal con la sensibilidad de longitud de onda de la señal pre-memorizada para obtener una diferencia de sensibilidad y los diferentes valores de desplazamiento correspondientes a la información de longitud de onda, en la información de cifrado de las diferentes fases, se adquieren en función de la diferencia de sensibilidad. La sensibilidad de longitud de onda de la señal pre-memorizada puede memorizarse después de que se modulen las señales en los canales de longitudes de onda utilizando las señales de cifrado y de forma opcional, memorizando la sensibilidad de longitud de onda de la señal en una tabla predefinida, para determinar el desplazamiento de longitud de onda en las formas de realización del método.

El aparato de control y ajuste de longitud de onda proporciona diferentes señales de control DA a dispositivos controladores de láser correspondientes y circuitos de control en función de la diferencia de los valores de desplazamiento para ajustar las longitudes de onda, con el consiguiente enclavamiento de las longitudes de onda. Más concretamente, el aparato de control y ajuste de longitud de onda ajusta las longitudes de onda de los canales de longitudes de onda correspondientes a las fases utilizando las señales de realimentación de longitudes de onda que transmiten los diferentes valores del desplazamiento.

En esta forma de realización, el módulo de inyección de señales de cifrado puede inyectar las señales de cifrado con las diferentes fases en los canales de longitudes de onda correspondientes a las fases en un modo de división de tiempos. En dicho proceso, una secuencia de inyección por división de tiempos y por división de fases de las señales del cifrado, según se ilustra en la Figura 3, se utiliza para inyectar las señales de cifrado con las diferentes fases en los canales de longitudes de onda correspondientes a las fases. La secuencia de control de división de tiempos asegura que las señales de cifrado se inyecten en intervalos de tiempo de alto nivel. Las señales de cifrado, con las diferentes fases, se inyectan, respectivamente, en los diferentes canales de longitudes de onda con el fin de modularse finalmente en las señales eléctricas de alta velocidad. Si el número de ondas que necesita un enclavamiento de longitud de onda es N, la fase de la longitud de onda de cada canal debe espaciarse secuencialmente en $360^\circ/N$. Considerando la capacidad de discriminación de fase del discriminador de fase, en la recuperación de perturbación posterior, cuando se aumenta el número de canales, necesita realizarse una distribución de diferencias de fases adecuada en función de la capacidad de discriminación de fase máxima del discriminador de fase. Cuando se supera la capacidad de discriminación de fases, se puede utilizar el modo de división de tiempos, es decir, un primer grupo de longitudes de onda se ajustan y enclavan en un primer segmento temporal, un segundo grupo de longitudes de onda se ajustan y enclavan en un segundo segmento temporal y así sucesivamente.

El método y aparato de la presente invención son aplicables en un sistema de longitudes de onda de un módulo divisor y un láser. Además, un dispositivo integrado opto-electrónico PID/PIC puede utilizar también la forma de realización de la presente invención para ajustar las longitudes de onda, con el consiguiente enclavamiento de las longitudes de onda.

Según la forma de realización de la presente invención, una pluralidad de señales de cifrado, con la misma frecuencia y diferentes fases se inyecta en canales de longitudes de onda correspondientes a las fases. De este modo, se consigue el ajuste de múltiples longitudes de onda, se reducen, en gran medida, el coste y el área de PCB y se disminuye la complejidad del circuito de control.

A través de la descripción anterior de la forma de realización, resulta evidente para expertos en esta técnica que la presente invención puede ponerse en práctica mediante un programa informático junto con una plataforma de hardware necesaria o completamente mediante hardware. Sobre esta base, la contribución de las soluciones técnicas de la presente invención a la técnica anterior puede materializarse, de forma completa o parcial, en la forma de un producto de software. El producto de software de ordenador puede memorizarse en un medio de almacenamiento (por ejemplo, memoria ROM/RAM, disco magnético o disco óptico) y contener varias instrucciones para proporcionar instrucciones al equipo informático (a modo de ejemplo, ordenador personal, servidor o equipo de red) para realizar el método descrito en cada forma de realización o en algunas partes de las formas de realización

de la presente invención.

5 Las anteriores descripciones son simplemente formas de realización, a modo de ejemplo, de la presente invención, pero no están previstas para limitar el alcance de las reivindicaciones de la presente invención. Por lo tanto, cualquier modificación equivalente realizada en función de las reivindicaciones de la presente invención debe caer dentro del alcance de protección de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un método de ajuste de longitud de onda, caracterizado por:

5 la modulación (201), mediante la utilización de señales de cifrado que tienen una misma frecuencia y diferentes fases, de señales en canales de longitudes de onda que corresponden a las fases;

la separación óptica y el enclavamiento en longitud de onda de las señales moduladas, con el fin de adquirir señales, de detector de fotoelectricidad PD (202);

10 la realización de una discriminación de fase en las señales PD con el fin de adquirir información de cifrado de las diferentes fases, en donde la información de cifrado comprende información de longitudes de onda de los canales de longitudes de onda (203);

15 la determinación de un desplazamiento de longitud de onda de la información de cifrado de las diferentes fases de manera que se adquieran valores de desplazamiento diferentes que corresponden a la información de longitudes de onda contenida en la información de cifrado de las diferentes fases (204) y

20 el ajuste de longitudes de onda de los canales de longitudes de onda de las diferentes fases en conformidad con los diferentes valores de desplazamiento (205).

2. El método según la reivindicación 1, en donde la modulación, mediante utilización de las señales de cifrado que tienen la misma frecuencia y las fases diferentes, de las señales de canales de longitudes de onda correspondientes a las diferentes fases, comprende:

25 la generación de las señales de cifrado con la misma frecuencia y las diferentes fases;

la inyección de las señales de cifrado que tienen la misma frecuencia y las diferentes fases, respectivamente, en los canales de longitudes de onda correspondientes a las fases y

30 la modulación de las señales en los canales de longitudes de onda en conformidad con las señales de cifrado.

3. El método según la reivindicación 2, en donde la inyección de las señales de cifrado que tienen la misma frecuencia y diferentes fases, respectivamente, en los canales de longitudes de onda correspondientes a las fases, comprende la inyección por división temporal de las señales de cifrado que tienen la misma frecuencia y diferentes fases, dentro de los canales de longitudes de onda correspondientes a las fases.

35

4. El método según la reivindicación 1, en donde, antes de poner en práctica la discriminación de fase sobre las señales PD con el fin de adquirir la información de cifrado de las diferentes fases, el método comprende, además:

40 el filtrado de las señales PD proporcionado, a la salida, por un dispositivo de enclavamiento en longitud de onda que comprende un resonador óptico;

45 en donde las señales PD comprenden una primera señal de detector de fotoelectricidad, señal PD1, y una segunda señal de detector de fotoelectricidad, señal PD2, en donde la señal PD1 no es tratada con el resonador óptico y la señal PD2 es tratada con el resonador óptico, con el fin de adquirir la sensibilidad en longitud de onda de la señal.

5. El método según la reivindicación 4, en donde la determinación del desplazamiento de longitud de onda de la información de cifrado de las diferentes fases con el fin de adquirir los diferentes valores de desplazamiento correspondientes a la información de longitudes de onda, contenidas en la información de cifrado, de las diferentes fases comprende:

50 la comparación de la sensibilidad en longitud de onda de la señal con la sensibilidad en longitud de onda de la señal previamente memorizada con el fin de adquirir una diferencia de sensibilidad y

55 la adquisición de los diferentes valores de desplazamiento correspondientes a la información de longitudes de onda contenida en la información de cifrado de las diferentes fases en conformidad con la diferencia de sensibilidad.

6. El método según la reivindicación 4, en donde el filtrado de las señales PD suministrado, a la salida, por el dispositivo de enclavamiento en longitud de onda, que incluye el resonador óptico, comprende:

60 la amplificación de las señales PD con el fin de adquirir señales PD amplificadas;

el filtrado, por un filtro analógico, de las señales PD amplificadas;

65 la conversión de las señales PD amplificadas filtradas en señales digitales y

el filtrado de nuevo, mediante un filtro digital, de las señales digitales.

7. Un aparato de ajuste de longitud de onda, caracterizado por:

un módulo de inyección (1), configurado para inyectar señales de cifrado que tienen una misma frecuencia y diferentes fases, respectivamente, en canales de longitudes de onda correspondientes a las fases;

un módulo de discriminación de fases (2), configurado para poner en práctica una discriminación de fase sobre señales de detectores de fotoelectricidad, PD, con el fin de adquirir información de cifrado de diferentes fases, en donde la información de cifrado comprende la información de longitudes de onda de los canales de longitudes de onda;

un módulo de discriminación de desplazamiento en longitud de onda (3), configurado para determinar un desplazamiento de longitud de onda de la información de cifrado de las diferentes fases adquirida por el módulo de determinación de fase con el fin de adquirir diferentes valores de desplazamiento correspondientes a la información de longitudes de onda contenidas en la información de cifrado de las diferentes fases y

un módulo de control y de ajuste de longitud de onda (4), configurado para ajustar las longitudes de onda de los canales de longitudes de onda de las diferentes fases en conformidad con los diferentes valores de desplazamiento.

8. El aparato según la reivindicación 7, en donde el módulo de inyección está configurado, además, para generar las señales de cifrado con la misma frecuencia y las diferentes fases.

9. El aparato según la reivindicación 7 o 8, en donde el módulo de inyección inyecta, mediante división temporal, las señales de cifrado que tienen la misma frecuencia y las diferentes fases dentro de los canales de longitudes de onda correspondientes a las fases.

10. El aparato según la reivindicación 7 que comprende, además:

un módulo de filtrado, configurado para filtrar las señales PD proporcionadas, a la salida, por un dispositivo de enclavamiento en longitud de onda que comprende un resonador óptico, en donde las señales PD comprenden una primera señal de detector de fotoelectricidad, señal PD1 y una segunda señal de detector de fotoelectricidad, señal PD2, no siendo tratada la señal PD1 con el resonador óptico y siendo tratada la señal PD2 con el resonador óptico, con el fin de adquirir una sensibilidad en longitud de onda de la señal.

11. El aparato según la reivindicación 10, en donde el módulo de discriminación de desplazamiento de longitud de onda comprende:

una unidad de comparación, configurada para comparar la sensibilidad en longitud de onda de la señal con una sensibilidad en longitud de onda de la señal previamente memorizada, con el fin de adquirir una diferencia de sensibilidad y

una unidad de adquisición, configurada para adquirir los diferentes valores de desplazamiento correspondientes a la información de longitudes de onda contenida en la información de cifrado de las diferentes fases en conformidad con la diferencia de sensibilidad.

12. Un sistema de ajuste de la longitud de onda, caracterizado por:

un aparato de inyección de señal de cifrado, configurado para generar señales de cifrado que tengan la misma frecuencia y diferentes fases y para inyectar, respectivamente, las señales de cifrado en canales de longitudes de onda correspondientes a las fases,

un aparato de transmisión de señales, configurado para modular y combinar las señales en los canales de longitudes de onda;

un aparato de separación y de enclavamiento en longitud de onda, configurado para separar ópticamente y enclavar, en longitud de onda, las señales moduladas y combinadas por el aparato de transmisión de señales, con el fin de adquirir señales de detector de fotoelectricidad, PD;

un aparato de recuperación de perturbación, configurado para poner en práctica una discriminación de fase en las señales PD con el fin de adquirir información de cifrado de las diferentes fases, en donde la información de cifrado comprende información de longitudes de onda de los canales de longitud de onda y para determinar un desplazamiento de longitud de onda de la información de cifrado de las diferentes fases con el fin de adquirir diferentes valores de desplazamiento correspondientes a la información de longitudes de onda contenida en la información de cifrado de las diferentes fases y

un aparato de control y de ajuste de longitud de onda, configurado para ajustar los canales de longitudes de onda de las diferentes fases en conformidad con los diferentes valores de desplazamiento.

5 **13.** El sistema según la reivindicación 12, en donde el aparato de recuperación de perturbación comprende, además:

10 un filtro, configurado para filtrar las señales PD suministradas, a la salida, por un dispositivo de enclavamiento en longitud de onda que comprende un resonador óptico, en donde las señales PD comprenden una primera señal de detector de fotoelectricidad, señal PD1 y una segunda señal de detector de fotoelectricidad, señal PD2, no siendo la señal PD1 tratada con el resonador óptico y siendo la señal PD2 tratada con el resonador óptico con el fin de adquirir una sensibilidad en longitud de onda de la señal;

un discriminador de fase, configurado para poner en práctica una discriminación de fase sobre las señales PD filtradas por el filtro con el fin de adquirir información de cifrado de las diferentes fases y

15 un discriminador de desplazamiento en longitud de onda, configurado para comparar la sensibilidad en longitud de onda de la señal con una sensibilidad en longitud de onda de la señal previamente memorizada, con el fin de adquirir una diferencia de sensibilidad, y para adquirir los diferentes valores de desplazamiento correspondientes a la información de longitudes de onda contenida en la información de cifrado de las diferentes fases en conformidad con la diferencia de sensibilidad.

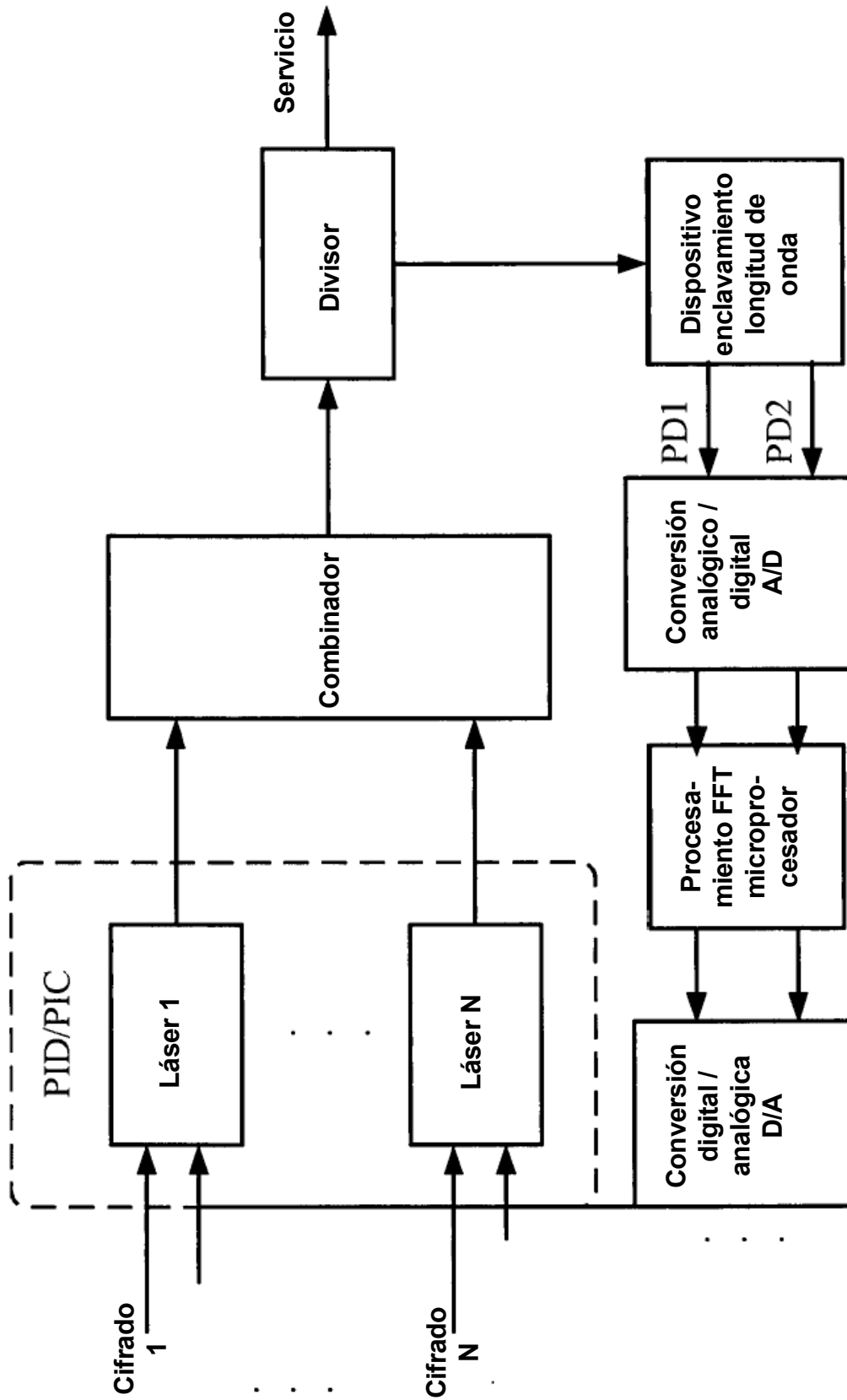


FIG. 1

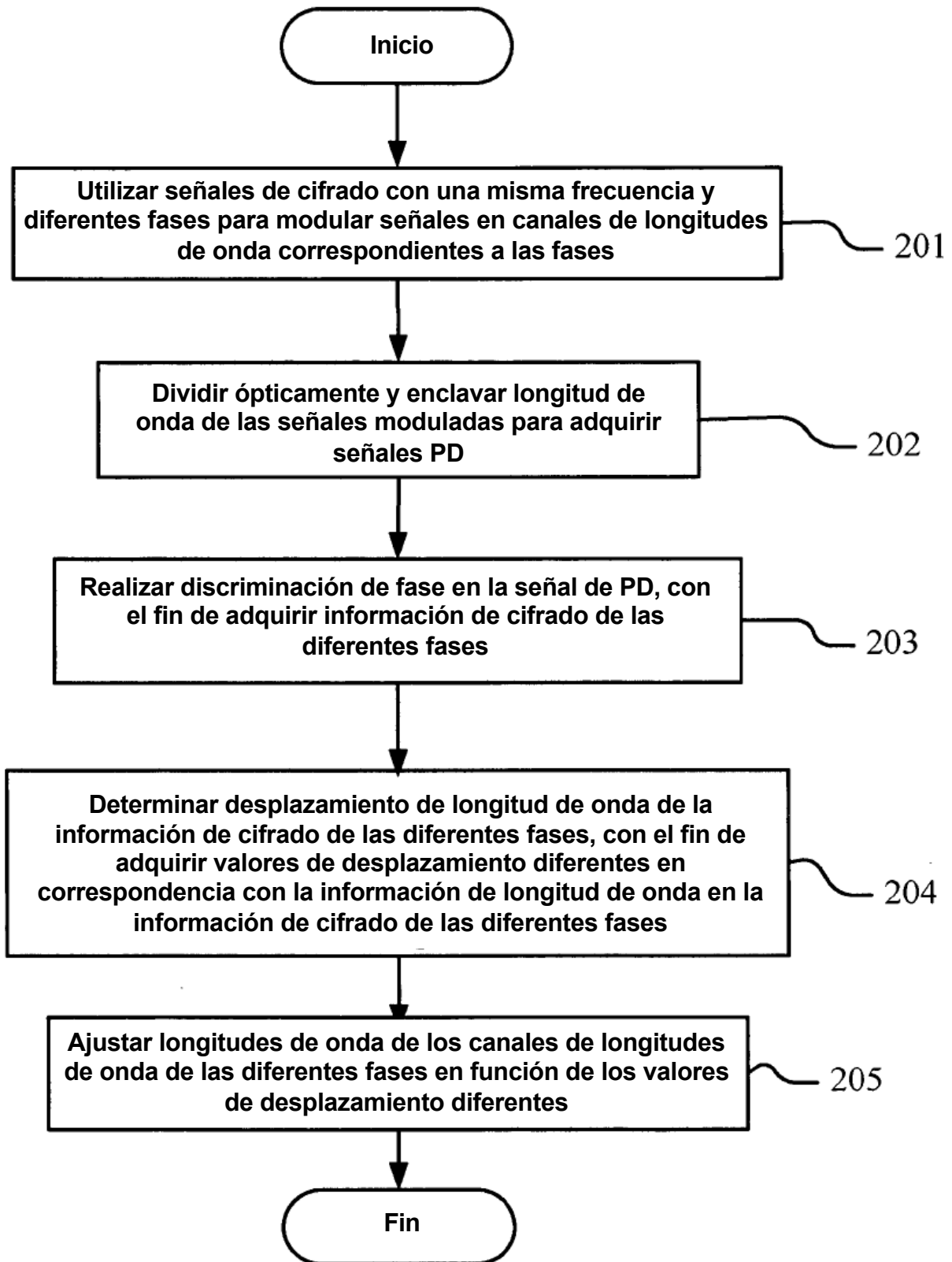


FIG. 2

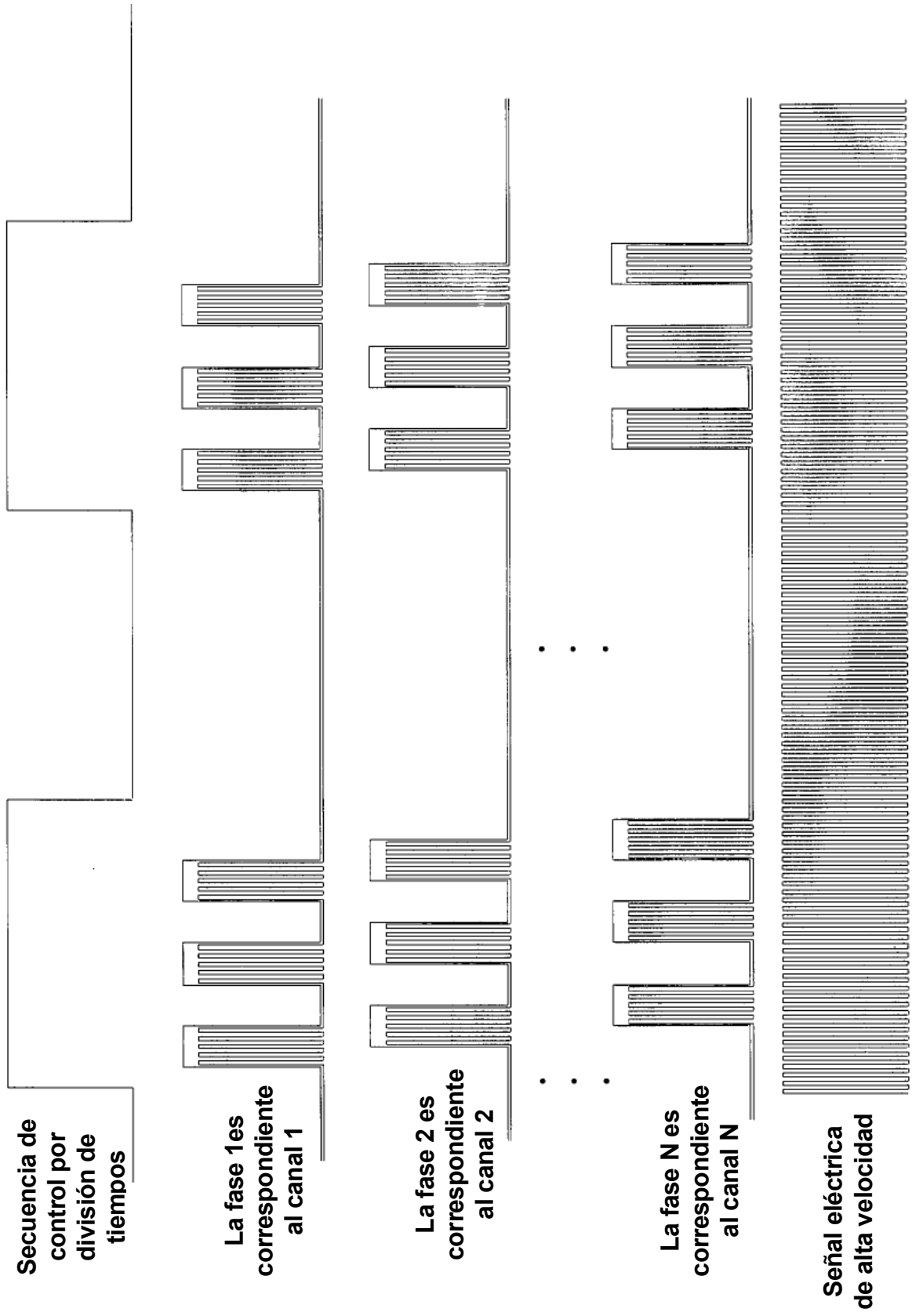


FIG. 3

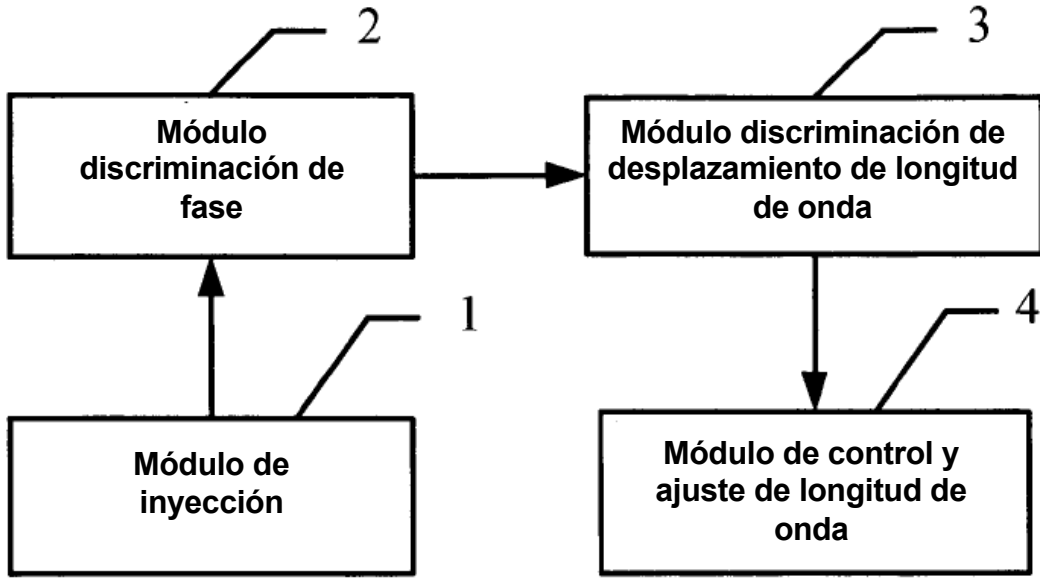


FIG. 4

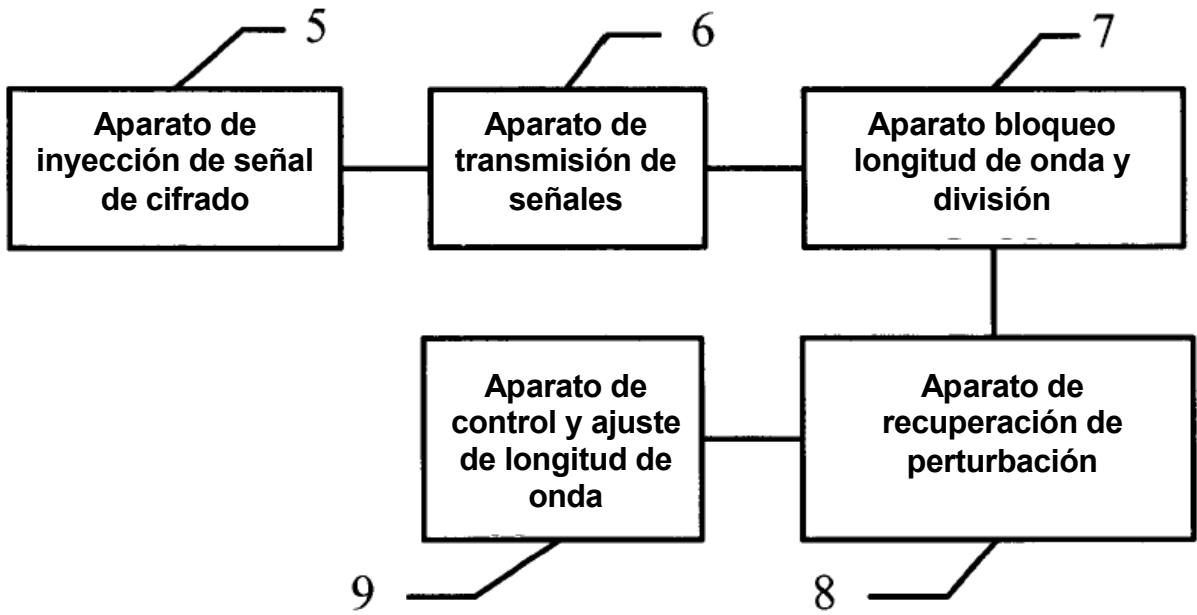


FIG. 5

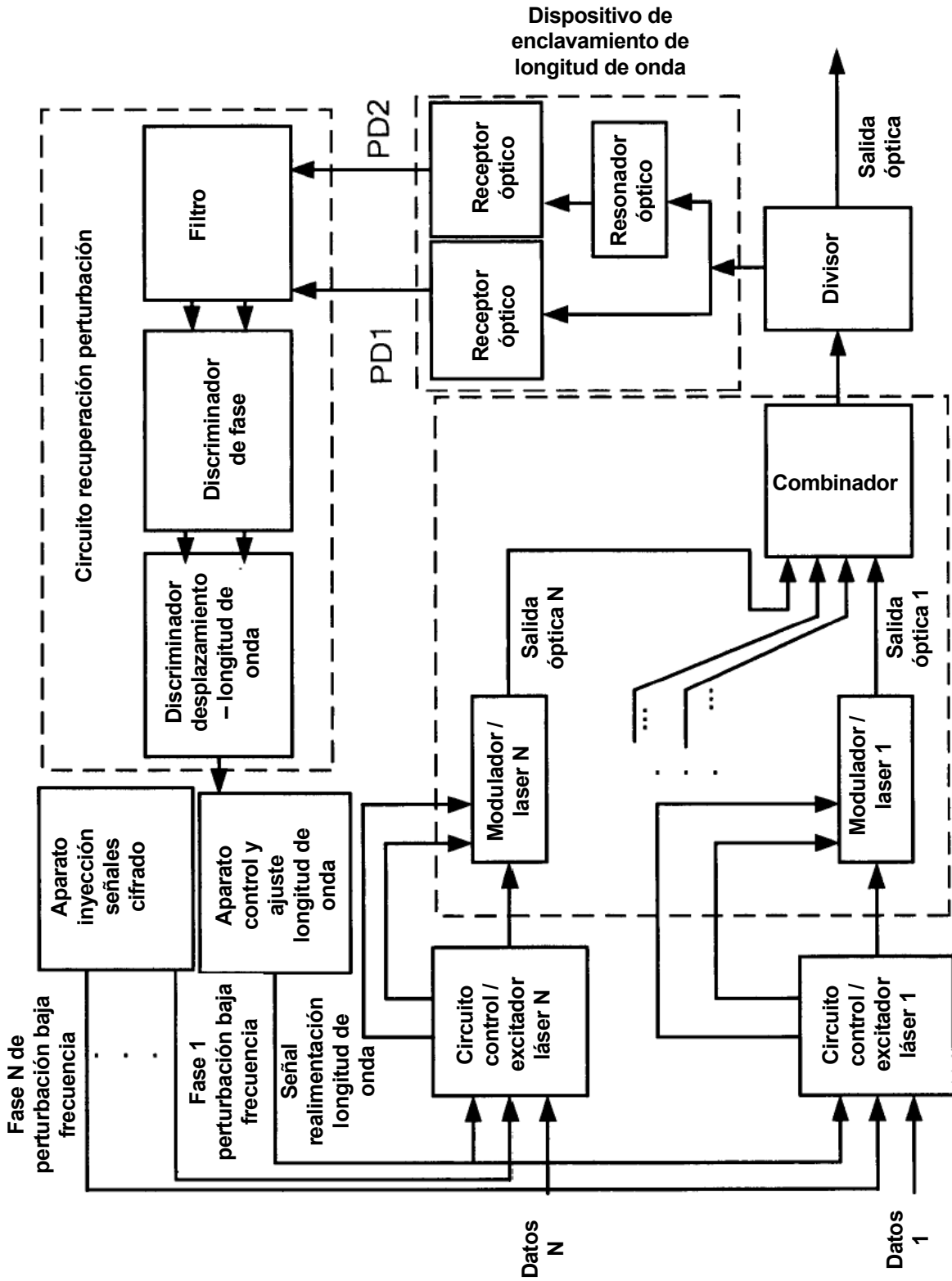


FIG. 6