

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 644 734**

51 Int. Cl.:

**H04L 27/26** (2006.01)

**H04B 10/61** (2013.01)

**H04B 10/64** (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.07.2013 PCT/CN2013/080551**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.02.2015 WO15013930**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.07.2013 E 13890447 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.09.2017 EP 3021543**

54 Título: **Receptor OFDM multi-longitud de onda, método de compensación del desplazamiento de frecuencia y sistema**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**30.11.2017**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**YI, XINGWEN;  
HONG, CHENG y  
QING, HUAPING**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 644 734 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

Receptor OFDM multi-longitud de onda, método de compensación del desplazamiento de frecuencia y sistema

## CAMPO TÉCNICO

5 La presente invención se refiere al campo de las tecnologías de las comunicaciones y, en particular, a un receptor OFDM multi-longitud de onda y a un método de compensación del desplazamiento de frecuencia y al sistema.

## ANTECEDENTES

10 En una tecnología de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM), un canal se divide en varios subcanales ortogonales, una señal de datos de alta velocidad se convierte en un flujo de sub datos de baja velocidad en paralelo y se modula para cada uno de los subcanales para la transmisión. Actualmente, la tecnología OFDM se aplica ampliamente al campo de difusión de audio y de vídeo y al sistema de comunicaciones civiles, y las aplicaciones principales incluyen: el bucle de abonado digital asimétrico (ADSL), el estándar ETSI de transmisión digital de audio (DAB), la difusión de vídeo digital (DVB), la televisión de alta definición (HDTV), una red de área local inalámbrica (WLAN) y similares.

15 En un proceso de transmisión de información por medio de la multiplexación por división de frecuencia ortogonal (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM), la información necesita ser modulada a una línea de peine óptico generada por un transmisor para formar una señal multi-longitud de onda, y la demodulación de la señal se implementa en un extremo de recepción utilizando la frecuencia de batido entre un peine óptico en un receptor y la línea de peine óptico generada por el transmisor. El espaciamiento de línea de peine óptico en el transmisor y el espaciamiento de línea de peine óptico en el receptor no son exactamente los mismos y existe un desplazamiento entre ellos; sin embargo, debido a que los espaciamientos son diferentes, el rendimiento del receptor se deteriora. En la técnica anterior, la compensación del desplazamiento de frecuencia se realiza generalmente en una señal de excitación de radiofrecuencia que se utiliza para generar la línea de peine óptico; sin embargo, el método de compensación existente tiene una precisión relativamente baja.

25 El documento WO2012150197A1 describe un enlace de datos óptico que comprende un transmisor y un receptor con detección coherente en el receptor y más de una frecuencia portadora óptica. Las al menos más de una frecuencia de portadora óptica son generadas por una fuente de peine de frecuencia tanto en el transmisor y en el receptor, en donde las fuentes de peine de frecuencia generan peines de frecuencia que tienen componentes de frecuencia y un rango espectral libre. Las más de una frecuencia de portadora óptica transportan más de un canal óptico. Ya sea al menos un componente de frecuencia o el rango espectral libre del peine óptico generado en el receptor está bloqueado al peine generado en el transmisor por un bucle bloqueado de fase óptica, o un bucle bloqueado de fase eléctrica o una recuperación de portadora alimentada hacia adelante, genera un referencia de portadora de frecuencia intermedia que se encamina a más de un canal para demodular los datos.

35 El documento US7561807B2 da a conocer un sistema de comunicación WDM que tiene dos fuentes de peine de frecuencias óptico (OFCS) que son sustancialmente de fase sincronizada entre sí, con uno de estos OFCS utilizado en un transmisor para producir una señal de comunicación WDM y el otro OFCS utilizado en un receptor para producir múltiples señales de oscilador local adecuadas para la detección homodina de la señal de comunicación WDM recibida desde el transmisor.

40 El "Analysis of frequency mismatch in all-optical OFDM systems" (Satoshi Shimizu Et al, 2012 Conferencia Internacional sobre Conmutación Fotónica (PS)) da a conocer la influencia de la discrepancia de frecuencia en el sistema de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) totalmente óptico sistema con rejillas de guía de onda (AWG). Los resultados experimentales muestran que la discrepancia de frecuencia debe mantenerse dentro del rango de  $\pm 4\%$  del espaciamiento de canales para mantener la tasa de error de bit (BER) por debajo de  $10^{-5}$ .

45 El "Analysis of Comb Frequency Offset Variations via Phase-only Line-by-Line Pulse Shaping" (J. Caraquitená et al., CLEO 2007. Conferencia en Láser y Electro-Óptica, 2007) investiga el efecto de los desplazamientos de peine de frecuencias óptico en el dominio del tiempo y las señales del dominio de RF generadas utilizando la conformación del impulso línea por línea sólo de fase.

## RESUMEN

Las realizaciones de la presente invención proporcionan un receptor OFDM multi-longitud de onda y un método de compensación del desplazamiento de frecuencia y el sistema, a fin de resolver un problema en la técnica anterior que la precisión de compensación del desplazamiento de frecuencia de una señal de excitación de radiofrecuencia de un receptor OFDM multi-longitud de onda no es alta.

5 Para resolver el problema técnico anterior, las realizaciones de la presente invención dan a conocer las siguientes soluciones técnicas:

De acuerdo con un primer aspecto, se proporciona un método de compensación del desplazamiento de frecuencia, donde el método de compensación del desplazamiento de frecuencia se utiliza para compensar un desplazamiento de frecuencia de una señal de excitación de radiofrecuencia de un generador de peine óptico de un receptor OFDM multi-longitud de onda, y el método incluye los siguientes pasos:

10 S1: realizar la estimación del desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple en una línea de peine óptico de cada uno de los órdenes para obtener el desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes, donde la línea de peine óptico es una línea espectral de un peine de frecuencias óptico;

15 S2: clasificar, de acuerdo con un umbral de fluctuación de una curva de un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple, que es de la línea de peine óptico y que cambia con el tiempo, una línea de peine óptico cuyo nivel de fluctuación de la curva de un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple que cambia con tiempo es menor que el umbral de fluctuación, como una línea de peine óptico de baja fluctuación, y una línea de peine óptico cuyo nivel de fluctuación de curva de un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple que cambia con el tiempo es mayor que el umbral de fluctuación, como una línea de peine óptico de alta fluctuación;

20 S3: realizar una estimación del desplazamiento de frecuencia conjunta utilizando el desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple de la línea de peine óptico de baja fluctuación de cada uno de los órdenes, para obtener un desplazamiento de frecuencia conjunta estimado; y

25 S4: realizar la compensación de un desplazamiento de frecuencia de la señal control de radiofrecuencia utilizando el desplazamiento de frecuencia conjunta estimado.

En una primera manera posible de implementación del primer aspecto, después del paso S4, el método incluye además el siguiente paso:

S5: repetir los pasos S1 a S4.

En una segunda manera posible de implementación del primer aspecto, el paso S1 incluye:

30 realizar la estimación de fase de banda de ondas simple utilizando la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes y una señal de frecuencia de batida de una banda de ondas de señal correspondiente, para obtener la información de fase de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes; y

35 tomando una derivada del tiempo y realizando un promedio del tiempo en una fase de un símbolo de entrenamiento en la información de fase de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes por separado, para obtener el desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes.

En una tercera manera posible de implementación del primer aspecto, en el paso S2, una cantidad de fluctuaciones de una curva de un desplazamiento de frecuencia, que es de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes por unidad de tiempo y que cambia con el tiempo, se utiliza como el nivel de fluctuación de la curva de un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple, que es de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes y que cambia con el tiempo; y

40 un rango de valores del umbral de fluctuación de la curva de un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple que cambia con el tiempo, es mayor que dos fluctuaciones en una trama y menos que la mitad de una cantidad de símbolos de información incluidos en una trama.

En una cuarta manera posible de implementación del primer aspecto, el paso S2 incluye:

45 cuando la clasificación de la línea de peine óptico de baja fluctuación y la línea de peine óptico de alta fluctuación se realiza por primera vez, si un nivel de fluctuación de la curva de un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple, que es de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes y que cambia con el tiempo es mayor que el umbral de fluctuación de la curva de un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple, que es de la línea de peine óptico y que cambia con el tiempo, clasificando una línea de peine óptico de orden cero y las líneas de peine óptico de orden  $\pm 1$  como líneas de peine óptico baja fluctuación y clasificando las líneas de peine óptico de otros órdenes como líneas de peine óptico de alta fluctuación.

Con referencia a la segunda manera posible de implementación del primer aspecto, en una quinta manera posible de implementación del primer aspecto, después del paso S2, el método incluye además:

realizar la desenvoltura de fase en el desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de la línea de peine óptico de alta fluctuación de cada uno de los órdenes, utilizando la información de fase de la línea de peine óptico de baja fluctuación; y

5 repetir los pasos S1 y S2, utilizando una fase de banda de ondas simple, la cual se obtiene realizando la desenvoltura de fase en el desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de la línea de peine óptico de alta fluctuación de cada uno de los órdenes, utilizando la información de fase de la línea de peine óptico de baja fluctuación, como la fase del símbolo de entrenamiento en la fase de información de una línea de peine óptico correspondiente.

10 Con referencia al primer aspecto o a la quinta manera posible de implementación del primer aspecto, en una sexta manera posible de implementación del primer aspecto, el paso S3 incluye:

realizar el promedio ponderado del desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de la línea de peine óptico de baja fluctuación de cada uno de los órdenes, para obtener el desplazamiento de frecuencia conjunta estimado.

15 Con referencia a la sexta manera posible de implementación del primer aspecto, en una séptima manera posible de implementación del primer aspecto, realizar el promedio ponderado en el desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de la línea de peine óptico de baja fluctuación de cada uno de los órdenes, para obtener el desplazamiento de frecuencia conjunta estimado, incluye:

20 realizar el promedio ponderado en una diferencia entre los desplazamientos de frecuencia de banda de ondas simple estimados de las líneas de peine óptico de orden inferior adyacentes en las líneas de peine óptico de baja fluctuación de los órdenes, para obtener el desplazamiento de frecuencia conjunta estimado.

De acuerdo con un segundo aspecto, se proporciona un sistema de compensación del desplazamiento de frecuencia, tal como:

25 un módulo de estimación del desplazamiento de frecuencia, configurado para realizar la estimación del desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado en una línea de peine óptico de cada uno de los órdenes, para obtener un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes, donde la línea de peine óptico es una línea espectral de un peine de frecuencias óptico;

30 un módulo de clasificación de estimación del nivel de fluctuación, configurado para clasificar, de acuerdo con un umbral de fluctuación de una curva de un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple, que es de la línea de peine óptico y que cambia con el tiempo, una línea de peine óptico cuyo nivel de fluctuación de la curva de un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple que cambia con el tiempo es menor que el umbral de fluctuación, como una línea de peine óptico de baja fluctuación, y una línea de peine óptico cuyo nivel de fluctuación de la curva de un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple que cambia con el tiempo es mayor que el umbral de fluctuación, como una línea de peine óptico de alta fluctuación;

35 un módulo de estimación del desplazamiento de frecuencia conjunta, configurado para realizar la estimación del desplazamiento de frecuencia conjunta utilizando el desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de la línea de peine óptico de baja fluctuación de cada uno de los órdenes, para obtener un desplazamiento de frecuencia conjunta estimado; y

40 un módulo de compensación del desplazamiento de frecuencia para una señal de excitación de radiofrecuencia, configurado para realizar la compensación para un desplazamiento de frecuencia de la señal de excitación de radiofrecuencia utilizando el desplazamiento de frecuencia conjunta estimado.

45 En una primera manera posible de implementación del segundo aspecto, el módulo de estimación del desplazamiento de frecuencia realiza una estimación de fase de banda de ondas simple utilizando la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes y una señal de frecuencia de batida de una banda de ondas de señal correspondiente, para obtener la información de fase de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes; y

toma una derivada del tiempo y realiza el promedio del tiempo en una fase de un símbolo de entrenamiento en la información de fase de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes por separado, para obtener el desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes.

50 En una segunda manera posible de implementación del primer aspecto, el módulo de clasificación de estimación del nivel de fluctuación utiliza una cantidad de fluctuaciones de una curva de un desplazamiento de frecuencia, que es de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes por unidad de tiempo y que cambia con el tiempo, como el nivel de fluctuación de la curva de un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple, que es de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes y que cambia con el tiempo; y

55 un rango de valores del umbral de fluctuación de la curva de un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple que cambia con el tiempo es mayor que dos fluctuaciones en una trama y menos que la mitad de una cantidad de símbolos de información incluidos en una trama.

5 En una tercera manera posible de implementación del segundo aspecto, cuando el módulo de clasificación de estimación del nivel de fluctuación realiza la clasificación de la línea de peine óptico de baja fluctuación y la línea de peine óptico de alta fluctuación por primera vez, si un nivel de fluctuación de la curva de un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple, que es de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes y que cambia con el tiempo es mayor que el umbral de fluctuación de la curva de un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple, que es de la línea de peine óptico y que cambia con el tiempo, una línea de peine óptico de orden cero y las líneas de peine óptico de orden  $\pm 1$  se clasifican como líneas de peine óptico de baja fluctuación, y las líneas de peine óptico de otros órdenes se clasifican como líneas de peine óptico de alta de fluctuación.

10 Con referencia a la primera manera posible de implementación del segundo aspecto, en una cuarta manera posible de implementación del segundo aspecto, el sistema de compensación del desplazamiento de frecuencia incluye además:

un módulo de desentortura de fase, configurado para realizar la desentortura de fase en el desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de la línea de peine óptico de alta fluctuación de cada uno de los órdenes, utilizando la información de fase de la línea de peine óptico de baja fluctuación, donde

15 una fase de banda de ondas simple obtenida realizando la desentortura de fase en el desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de la línea de peine óptico de alta fluctuación de cada uno de los órdenes utilizando la información de fase de la línea de peine óptico de baja fluctuación, se utiliza como la fase del símbolo de entrenamiento en la información de fase de una línea de peine óptico correspondiente y se envía al módulo de estimación del desplazamiento de frecuencia para la estimación del desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple.

20 Con referencia al segundo aspecto de la cuarta manera posible de implementación del segundo aspecto, en una quinta manera posible de implementación del segundo aspecto, el módulo de estimación del desplazamiento de frecuencia conjunta realiza el promedio ponderado en el desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple de la línea de peine óptico de baja fluctuación de cada uno de los órdenes, para obtener el desplazamiento de frecuencia conjunta estimado.

25 Con referencia a la quinta manera posible de implementación del segundo aspecto, en una sexta manera posible de implementación del segundo aspecto, el módulo de estimación del desplazamiento de frecuencia conjunta realiza el promedio ponderado de una diferencia entre los desplazamientos de frecuencia de banda de ondas simple estimados de las líneas de peine óptico orden inferior adyacentes en las líneas de peine óptico de baja fluctuación de los órdenes, para obtener el desplazamiento de frecuencia conjunta estimado.

30 De acuerdo con un tercer aspecto, se proporciona un receptor OFDM multi-longitud de onda, donde el receptor OFDM multi-longitud de onda incluye el sistema de compensación del desplazamiento de frecuencia.

35 En el receptor OFDM multi-longitud de onda y el método de compensación del desplazamiento de frecuencia y el sistema en las realizaciones de la presente invención, las líneas de peine óptico se clasifican en una línea de peine óptico de baja fluctuación y una línea de peine óptico de alta fluctuación, de acuerdo con un umbral de fluctuación de una curva de un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple que cambia con el tiempo y se realiza la estimación del desplazamiento de frecuencia conjunta en un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple de la línea de peine óptico de baja fluctuación de cada uno de los órdenes, y se realiza la compensación para la señal de excitación de radiofrecuencia por medio de la estimación de frecuencia conjunta, de modo que se aumenta la cantidad de líneas de peine óptico para la estimación del desplazamiento de frecuencia conjunta, evitando así el deterioro del rendimiento causado por el hecho de que la línea de peine óptico de alta fluctuación participa en la estimación del desplazamiento de frecuencia conjunta y mejorando la precisión de la compensación para un desplazamiento de frecuencia de la señal de excitación de radiofrecuencia. Adicionalmente, en el método, se realiza repetidamente la compensación para el desplazamiento de frecuencia de la señal de excitación de radiofrecuencia, de modo que se reducen los desplazamientos de frecuencia y, por lo tanto, se mejora la fiabilidad y la exhaustividad de la compensación de frecuencia para el desplazamiento de frecuencia de la señal de excitación de radiofrecuencia.

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

50 Para describir las soluciones técnicas en las realizaciones de la presente invención o en la técnica anterior con más claridad, lo siguiente introduce brevemente los dibujos adjuntos necesarios para la descripción de las realizaciones o de la técnica anterior.

La FIG. 1 es un diagrama de flujo de una realización de un método de compensación del desplazamiento de frecuencia, de acuerdo con la presente invención;

la FIG. 2 es un diagrama de flujo de otra realización de un método de compensación del desplazamiento de frecuencia, de acuerdo con la presente invención;

la FIG. 3 es un diagrama de flujo de otra realización de un método de compensación del desplazamiento de frecuencia, de acuerdo con la presente invención;

5 la FIG. 4 es un diagrama estructural esquemático de los módulos de una realización de un sistema de compensación del desplazamiento de frecuencia, de acuerdo con la presente invención; y

la FIG. 5 es un diagrama estructural de una realización de un receptor OFDM multi-longitud de onda, de acuerdo con la presente invención.

### DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES

10 Las siguientes realizaciones de la presente invención proporcionan un receptor OFDM multi-longitud de onda y un método de compensación del desplazamiento de frecuencia y el sistema, a fin de mejorar la precisión de la compensación para una señal de excitación de radiofrecuencia.

15 Para hacer que una persona experta en la técnica entienda mejor las soluciones técnicas en las realizaciones de la presente invención, y hacer los objetivos, características y ventajas de las realizaciones de la presente invención más claros, lo siguiente además describe en detalle las soluciones técnicas en las realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos.

20 En un método de compensación del desplazamiento de frecuencia de acuerdo con una realización de la presente invención, el método de compensación del desplazamiento de frecuencia se utiliza para compensar un desplazamiento de frecuencia de una señal de excitación de radiofrecuencia de un generador de peine óptico de un receptor OFDM multi-longitud de onda.

Haciendo referencia a la FIG. 1, la FIG. 1 es un diagrama de flujo de una realización de un método de compensación del desplazamiento de frecuencia de acuerdo con la presente invención. Como se muestra en la FIG. 1, el método incluye:

25 Paso 101: Realizar la estimación del desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado en una línea de peine óptico de cada uno de los órdenes, para obtener un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes, donde la línea de peine óptico es una línea espectral de un peine de frecuencias óptico.

30 El desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado es un valor estimado de una diferencia entre una frecuencia central de un peine óptico de un orden y una frecuencia central de una banda de ondas de luz de señal correspondiente. El método para realizar la estimación del desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado en una línea de peine óptico de cada uno de los órdenes incluye:

35 realizar una estimación de la fase de banda de ondas simple utilizando la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes y una señal de frecuencia de batida de una banda de ondas de señal correspondiente, para obtener la información de fase de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes; y

tomar una derivada del tiempo y realizar un promedio del tiempo en una fase de un símbolo de entrenamiento en la información de fase de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes por separado, para obtener el desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes.

40 El desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes se puede obtener utilizando la siguiente fórmula:

$$E\left[\frac{d\phi_m}{dt}\right] = \Delta f_m$$

45 donde  $\phi_m$  indica la información de fase de una línea de peine óptico de orden bajo, donde la información de fase es la información de fase causada por un desplazamiento de frecuencia en la señal de frecuencia de batida de la banda de ondas de señal correspondiente y se puede obtener ajustando un símbolo de entrenamiento en la banda de ondas de señal y separando la información de fase de la señal de frecuencia de batida;  $t$  indica el tiempo; y  $\Delta f_m$  indica el desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de una línea de peine óptico de orden  $m$ , donde  $m$  indica un número de orden de la línea de peine óptico.

5 Paso 102: Clasificar, de acuerdo con un umbral de fluctuación de una curva de un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple, que es de la línea de peine óptico y que cambia con el tiempo, una línea de peine óptico cuyo nivel de fluctuación de la curva de un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple que cambia con el tiempo es menor que el umbral de fluctuación, como una línea de peine óptico de baja fluctuación, y una línea de peine óptico cuyo nivel de la curva de un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple que cambia con el tiempo es mayor que el umbral de fluctuación, como una línea de peine óptico de alta fluctuación.

10 Si se produce una fluctuación, se determina conforme a si una variación calculada de una fase de una señal correspondiente de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes en unidad de tiempo, excede un umbral de salto de frecuencia, por ejemplo, se puede utilizar una variación de fase de  $2\pi \pm 0,1$  o por encima de  $2\pi \pm 0,2$  para definir si se produce la fluctuación. El nivel de fluctuación de la curva de un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple, que es de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes y que cambia con el tiempo, indica una cantidad de veces de fluctuaciones de la curva de un desplazamiento de frecuencia, que es de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes por unidad de tiempo y que cambia con el tiempo. Una persona experta en la técnica puede ajustar el umbral de fluctuación de la curva de un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple que cambia con el tiempo de acuerdo con la precisión de un dispositivo seleccionado, la precisión requerida del desplazamiento de frecuencia de la señal de excitación de radiofrecuencia y un valor empírico, y un rango de valores del umbral de fluctuación del desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple que cambia con el tiempo es mayor que dos fluctuaciones en una trama y menos que la mitad de una cantidad de símbolos de información incluidos en la trama.

20 Cuando se realiza la clasificación de la línea de peine óptico de baja fluctuación y la línea de peine óptico de alta fluctuación por primera vez, si un nivel de fluctuación de la curva de un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple, que es de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes y que cambia con el tiempo es mayor que el umbral de fluctuación de la curva de un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple, que es de la línea de peine óptico y que cambia con el tiempo, una línea de peine óptico de orden cero y las líneas de peine óptico de orden  $\pm 1$  se clasifican como líneas de peine óptico de baja fluctuación, y las líneas de peine óptico de otros órdenes se clasifican como líneas de peine óptico de alta de fluctuación.

30 En esta realización, debido a una fluctuación de la curva de un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple, que es de la línea de peine óptico de alta fluctuación y que cambia con el tiempo, es relativamente grande, y las fluctuaciones que se producen con frecuencia causan distorsión de la señal grave; por lo tanto, la fiabilidad de la estimación del desplazamiento de frecuencia se ve afectada. Los desplazamientos de frecuencia de banda de ondas simple estimados de las líneas de peine óptico de los órdenes, se clasifican en un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de una línea de peine óptico de baja fluctuación y de orden alto, y el desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de una línea de peine óptico de alta fluctuación y de orden superior, de modo que se reduce la distorsión de señal del desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado clasificado de la línea de peine óptico de baja fluctuación y de orden alto y, por lo tanto, se mejora la fiabilidad y la precisión de la estimación del desplazamiento de frecuencia.

Paso 103: Realizar la estimación del desplazamiento de frecuencia conjunta, utilizando el desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de la línea de peine óptico de baja fluctuación de cada uno de los órdenes, para obtener un desplazamiento de frecuencia conjunta estimado.

40 El desplazamiento de frecuencia conjunta estimado es un espaciamiento entre las frecuencias centrales de las bandas de ondas adyacentes de la luz de señal, es decir, una diferencia entre los espaciamientos de frecuencia de líneas de peine óptico de un transmisor y los espaciamientos de frecuencia de líneas de peine óptico de un receptor. El desplazamiento de frecuencia conjunta estimado puede obtenerse realizando el promedio ponderado del desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de la línea de peine óptico de baja fluctuación de cada uno de los órdenes. El desplazamiento de frecuencia conjunta estimado también puede obtenerse realizando el promedio ponderado en una diferencia entre los desplazamientos de frecuencia de banda de ondas simple estimados de las líneas de peine óptico de orden inferior adyacentes en las líneas de peine óptico de baja fluctuación de los órdenes.

50 El desplazamiento de frecuencia conjunta estimado puede obtenerse realizando el promedio ponderado utilizando la siguiente fórmula:

$$\Delta\hat{f} = \sum_m \alpha_m (\Delta f_m - \Delta f_{m-1})$$

donde  $\Delta\hat{f}$  indica el desplazamiento de frecuencia conjunta estimado,  $\alpha_m$  indica un valor de peso y  $\Delta f_m$  indica un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de un peine óptico de baja fluctuación de orden m, donde m indica un número de orden de la línea de peine óptico.

En un proceso de realizar la estimación del desplazamiento de frecuencia conjunta, el desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de la línea de peine óptico de alta fluctuación, también se puede añadir a la estimación del desplazamiento de frecuencia conjunta, mientras un valor de peso correspondiente se ajuste a 0.

5 En esta realización, la estimación del desplazamiento de frecuencia conjunta se realiza en el desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de la línea de peine óptico de baja fluctuación de cada uno de los órdenes y se compara con la técnica anterior, la estimación del desplazamiento de frecuencia se realiza en más líneas de peine óptico, lo cual mejora la precisión de estimación de la frecuencia y evita la inestabilidad causada por la utilización de la estimación del desplazamiento de frecuencia de la línea de peine óptico de alta fluctuación, mejorando así la precisión de la estimación del desplazamiento de frecuencia y la tolerancia de un desplazamiento de longitud de onda del láser. Adicionalmente, debido a que se estima un desplazamiento de frecuencia de una línea de peine óptico utilizando una diferencia entre los desplazamientos de frecuencia de las líneas de peine óptico adyacentes, el método puede evitar un impacto del desplazamiento de la longitud de onda del láser durante la estimación del desplazamiento de frecuencia.

15 Paso 104: Realizar la compensación para un desplazamiento de frecuencia de una señal de excitación de radiofrecuencia utilizando el desplazamiento de frecuencia conjunta estimado.

20 Debido a que la estimación del desplazamiento de frecuencia se realiza en más líneas de peine óptico, el desplazamiento de frecuencia conjunta estimado obtenido es más preciso y fiable. Por lo tanto, al realizar la compensación para el desplazamiento de frecuencia de la señal de excitación de radiofrecuencia utilizando el desplazamiento de frecuencia conjunta estimado, la recepción de la multiplexación por división de frecuencia ortogonal de señal puede implementarse mejor. Un valor de peso del promedio ponderado durante la estimación del desplazamiento de frecuencia conjunta indica la fiabilidad de la estimación del desplazamiento de frecuencia de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes.

Preferiblemente, el método incluye además el paso 105: repetir el paso 101 al paso 104.

25 En esta realización, la compensación para el desplazamiento de frecuencia de la señal de excitación de radiofrecuencia se realiza repitiendo el paso 101 al paso 104. Durante el proceso de repetición, realizando la compensación para el desplazamiento de frecuencia de la señal de excitación de radiofrecuencia, un desplazamiento de frecuencia de una línea óptica generada por el generador de peine óptico se hace más pequeño, el nivel de fluctuación de la curva de un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple, que es de la línea de peine óptico y que cambia con el tiempo, se hace menor, y una cantidad de líneas de peine óptico de baja fluctuación se hace más grande. Después de la estimación del desplazamiento de frecuencia conjunta, la compensación para el desplazamiento de frecuencia de la señal de excitación de radiofrecuencia es más precisa y fiable.

35 Como se puede ver a partir de la realización anterior, las líneas de peine óptico se clasifican en una línea de peine óptico de baja fluctuación y una línea de peine óptico de alta fluctuación, de acuerdo con un umbral de fluctuación de una curva de un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple que cambia con el tiempo, y se realiza la estimación del desplazamiento de frecuencia conjunta en un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de la línea de peine óptico de baja fluctuación de cada uno de los órdenes, y se realiza la compensación para la señal de excitación de radiofrecuencia utilizando la estimación de frecuencia conjunta, de modo que se aumenta una cantidad de líneas de peine óptico para la estimación del desplazamiento de frecuencia conjunta, evitando así el deterioro del rendimiento, causado por el hecho de que la línea de peine óptico de alta fluctuación participa en la estimación del desplazamiento de frecuencia conjunta, y mejorando la precisión de la compensación para un desplazamiento de frecuencia de la señal de excitación de radiofrecuencia. Adicionalmente, en el método, se realiza repetidamente la compensación para el desplazamiento de frecuencia de la señal de excitación de radiofrecuencia, de modo que se reducen los desplazamientos de frecuencia y, por lo tanto, se mejora la fiabilidad y la exhaustividad de la compensación de frecuencia para el desplazamiento de frecuencia de la señal de excitación de radiofrecuencia.

Haciendo referencia a la FIG. 2, la FIG. 2 es un diagrama de flujo de otra realización de un método de compensación del desplazamiento de frecuencia de acuerdo con la presente invención, y esta realización se describe en base a la realización anterior.

50 Después del paso 102, el método incluye además:



Paso 201: Realizar la desenvoltura de fase en el desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de la línea de peine óptico de alta fluctuación de cada uno de los órdenes, utilizando la información de fase de la línea de peine óptico de baja fluctuación.

5 La información de fase de la línea de peine óptico de baja fluctuación incluye la información de salto de fase de la línea de peine óptico de orden bajo.

10 Debido a que durante la estimación del desplazamiento de frecuencia se produce la envoltura de la línea de peine óptico de alta fluctuación, y la envoltura hace que la curva de la estimación del desplazamiento de frecuencia que cambia con el tiempo, genere una gran fluctuación. Con una frecuencia de muestreo digital limitada, las fluctuaciones grandes generadas con frecuencia causan distorsión de la señal grave y afectan a la fiabilidad de la estimación. Por lo tanto, la desenvoltura necesita realizarse en el desplazamiento de frecuencia estimado de la línea de peine óptico de alta fluctuación.

15 Dado que los cambios de fase de las líneas de peine óptico de los órdenes son enteros múltiplos uno del otro, la desenvoltura se realiza en la envoltura de una curva de fase del peine óptico de alta fluctuación, utilizando una curva de fase del peine óptico de baja fluctuación, a fin de eliminar la fluctuación en la curva de cambio del desplazamiento de frecuencia y, por lo tanto, se mejora la fiabilidad de la estimación del desplazamiento de frecuencia, proporcionada por la línea de peine óptico de alta fluctuación, y se consigue el objetivo de participación en la estimación conjunta.

20 Paso 202: Repetir los pasos S1 y S2 utilizando una fase de banda de ondas simple, la cual se obtiene realizando la desenvoltura de fase en el desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de la línea de peine óptico de alta fluctuación de cada uno de los órdenes, utilizando la información de fase de la línea de peine óptico de baja fluctuación como la fase del símbolo de entrenamiento en la información de fase de una línea de peine óptico correspondiente.

25 La curva de fase se desenvuelve utilizando una relación entre fases de la línea de peine óptico de baja fluctuación y la línea de peine óptico de alta fluctuación, y se realiza la estimación del desplazamiento de frecuencia tomando una derivación, y después de que una fluctuación es menor que el umbral de fluctuación, el valor estimado de la misma se añade a la estimación conjunta para calcular el desplazamiento de frecuencia.

30 En esta realización, en un proceso de desenvoltura de fase continua, se reduce una cantidad de desplazamientos de frecuencia de banda de ondas de señal estimados de la línea de peine óptico de alta fluctuación y de orden alto, de modo que participan más desplazamientos de frecuencia de banda de ondas de señal estimados de las líneas de peine óptico en la estimación del desplazamiento de frecuencia conjunta, lo que mejora la precisión y la fiabilidad de la estimación del desplazamiento de frecuencia de la señal de excitación de radiofrecuencia, de modo que el grado de compensación para un desplazamiento de frecuencia de la señal de excitación de radiofrecuencia es más exhausto y preciso.

35 Haciendo referencia a la FIG. 3, la FIG. 3 es un diagrama de flujo de otra realización de un método para la compensación de un desplazamiento de frecuencia de una señal de excitación de radiofrecuencia de acuerdo con la presente invención, y esta realización se describe en base a la realización anterior.

Paso 301: Ajustar un umbral de desplazamiento de frecuencia de orden cero y adquirir el desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de la línea de peine óptico de orden cero obtenida en el paso 101.

40 Paso 302: Cuando el desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de la línea de peine óptico de orden cero es mayor que el umbral de desplazamiento de frecuencia de orden cero, ajustar una entrada de longitud de onda central a un láser por el generador de peine óptico, de modo que la longitud de onda central está alineada con una longitud de onda central de un extremo de transmisión, y repetir el paso 101 al paso 105.

45 Cuando el desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de la línea de peine óptico de orden cero es mayor que el umbral de frecuencia de orden cero, indica que la longitud de onda central del láser está desalineada; por lo tanto, se ajusta el láser, y después de que la longitud de onda central del láser está alineada, se realiza de nuevo la estimación y la compensación para el desplazamiento de frecuencia de la señal de excitación de radiofrecuencia.

Paso 303: Cuando el desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de la línea de peine óptico de orden cero es menor que el umbral de desplazamiento de frecuencia de orden cero, en el paso 104, dividir el

desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de la línea de peine óptico de baja fluctuación de cada uno de los órdenes por un orden correspondiente y añadir los resultados para obtener el desplazamiento de frecuencia conjunta estimado, es decir, obtener el desplazamiento de frecuencia conjunta estimado utilizando la siguiente fórmula:

$$\Delta\hat{f} = \sum_m \frac{\Delta f_m}{m}$$

donde  $\Delta\hat{f}$  indica el desplazamiento de frecuencia conjunta estimado,  $\Delta f_m$  indica el desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de una línea de peine óptico de baja fluctuación de orden m, donde m indica un número de orden de la línea de peine óptico y  $m \neq 0$ , es decir, el desplazamiento de frecuencia conjunta estimado de la línea de peine óptico de orden cero ya no participa en la estimación de frecuencia estimada.

10 En esta realización, se ajusta el umbral de desplazamiento de frecuencia de orden cero y si se determina que la longitud de onda central del láser está alineada de acuerdo con el desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de la línea de peine óptico de orden cero, evitando así eficazmente un error debido a la desalineación de la longitud de onda central del láser.

15 En el método de compensación del desplazamiento de frecuencia en esta realización de la presente invención, las líneas se clasifican en una línea de peine óptico de baja fluctuación y una línea de peine óptico de alta fluctuación, de acuerdo con un umbral de fluctuación de una curva de un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple que cambia con el tiempo, y se realiza la estimación del desplazamiento de frecuencia conjunta en un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple de la línea de peine óptico de baja fluctuación de cada uno de los órdenes, y se realiza la compensación para la señal de excitación de radiofrecuencia por medio de la  
 20 estimación de frecuencia conjunta, de modo que se aumenta una cantidad de líneas de peine óptico para la estimación del desplazamiento de frecuencia conjunta, evitando así el deterioro del rendimiento, causado por el hecho de que la línea de peine óptico de alta fluctuación participa en la estimación del desplazamiento de frecuencia conjunta, y mejorando la precisión de la compensación para un desplazamiento de frecuencia de la señal de excitación de radiofrecuencia. Adicionalmente, en el método se realiza repetidamente la compensación para el  
 25 desplazamiento de frecuencia de la señal de excitación de radiofrecuencia, de modo que se reducen gradualmente los desplazamientos de frecuencia y, por lo tanto, se mejora la fiabilidad y la exhaustividad de la compensación de frecuencia para el desplazamiento de frecuencia de la señal de excitación de radiofrecuencia.

Haciendo referencia a la FIG. 4, la FIG. 4 es un diagrama estructural esquemático de los módulos de una realización de un sistema de compensación del desplazamiento de frecuencia de acuerdo con la presente invención, que  
 30 incluye:

un módulo de estimación del desplazamiento de frecuencia 401, configurado para realizar la estimación del desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado en una línea de peine óptico de cada uno de los órdenes, para obtener el desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes, donde la línea de peine óptico es una línea espectral de un peine de frecuencias  
 35 óptico;

una módulo de clasificación de estimación del nivel de fluctuación 402, configurado para clasificar, de acuerdo con un umbral de fluctuación de una curva de un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple, que es de la línea de peine óptico y que cambia con el tiempo, una línea de peine óptico cuyo nivel de fluctuación de la curva de un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple que cambia con el tiempo es menor que el umbral de fluctuación, como una línea de peine óptico de baja fluctuación, y una línea de peine óptico cuyo nivel de fluctuación de la curva de un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple que cambia con el tiempo es mayor que el umbral de fluctuación, como una línea de peine óptico de alta fluctuación;

un módulo de estimación del desplazamiento de frecuencia conjunta 403, configurado para realizar la estimación del desplazamiento de frecuencia conjunta utilizando el desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes, para obtener un desplazamiento de frecuencia conjunta estimado; y

un módulo de compensación del desplazamiento de frecuencia 404 para una señal de excitación de radiofrecuencia, configurado para realizar la compensación de un desplazamiento de frecuencia de una señal de excitación de radiofrecuencia utilizando el desplazamiento de frecuencia conjunta estimado.

50 Además, el módulo de estimación del desplazamiento de frecuencia 401 realiza la estimación de fase de banda de ondas simple utilizando la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes y una señal de frecuencia de batida de una banda de ondas de señal correspondiente, para obtener la información de fase de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes; y

toma una derivada del tiempo y realiza el promedio del tiempo en una fase de un símbolo de entrenamiento en la información de fase de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes por separado, para obtener el desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes.

5 Además, el módulo de clasificación de estimación del nivel de fluctuación 402 utiliza una cantidad de fluctuaciones de una curva de un desplazamiento de frecuencia, que es de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes por unidad de tiempo y que cambia con el tiempo, como el nivel de fluctuación de la curva de un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple, que es de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes y que cambia con el tiempo; y

10 un rango de valores del umbral de fluctuación de la curva de un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple que cambia con el tiempo, es mayor que dos fluctuaciones en una trama y menos que la mitad de una cantidad de símbolos de información incluidos en una trama.

15 Además, cuando el módulo de clasificación de estimación del nivel de fluctuación 402 realiza la clasificación de la línea de peine óptico de baja fluctuación y la línea de peine óptico de alta fluctuación por primera vez, si un nivel de fluctuación de la curva de un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple, que es del peine óptico línea de cada uno de los órdenes y que cambia con el tiempo, es mayor que el umbral de fluctuación de la curva de un desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple, que es de la línea de peine óptico y que cambia con el tiempo, una línea de peine óptico de orden cero y las líneas de peine óptico de orden  $\pm 1$  se clasifican como líneas de peine óptico de baja fluctuación, y las líneas de peine óptico de otros órdenes se clasifican como líneas de peine óptico de alta de fluctuación.

20 Además, el sistema de compensación del desplazamiento de frecuencia incluye además:  
un módulo de desenvoltura de fase 405, configurado para realizar la desenvoltura de fase en el desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de la línea de peine óptico de alta fluctuación de cada uno de los órdenes, utilizando la información de fase de la línea de peine óptico de baja fluctuación, donde  
25 una fase de banda de ondas simple, obtenida realizando la desenvoltura de fase en el desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de la línea de peine óptico de alta fluctuación de cada uno de los órdenes utilizando la información de fase de la línea de peine óptico de baja fluctuación, se utiliza como la fase del símbolo de entrenamiento en la información de fase de una línea de peine óptico correspondiente y se envía al módulo de estimación del desplazamiento de frecuencia 401 para la estimación del desplazamiento de frecuencia de  
30 banda de ondas simple.

Además, el módulo de estimación del desplazamiento de frecuencia conjunta 403 realiza el promedio ponderado en el desplazamiento de frecuencia de banda de ondas simple estimado de la línea de peine óptico de baja fluctuación de cada uno de los órdenes, para obtener el desplazamiento de frecuencia conjunta estimado.

35 Además, el módulo de estimación del desplazamiento de frecuencia conjunta 403 realiza el promedio ponderado de una diferencia entre los desplazamientos de frecuencia de banda de ondas simple estimados de las líneas de peine óptico de orden inferior adyacentes en las líneas de peine óptico de baja fluctuación de los órdenes, para obtener el desplazamiento de frecuencia conjunta estimado.

40 En la FIG. 4, el módulo de estimación del desplazamiento de frecuencia 401 está conectado al módulo de clasificación de estimación del nivel de fluctuación y el módulo de clasificación de estimación del nivel de fluctuación 402 está conectado el módulo de estimación del desplazamiento de frecuencia conjunta 403; el módulo de estimación del desplazamiento de frecuencia conjunta 403 está conectado al módulo de compensación del desplazamiento de frecuencia 404 para una señal de excitación de radiofrecuencia y el módulo de desenvoltura de fase 405 está conectado al módulo de clasificación de estimación del nivel de fluctuación 402 y al módulo de estimación del desplazamiento de frecuencia conjunta 401.

45 El sistema de compensación del desplazamiento de frecuencia proporcionado en esta realización de la presente invención, se utiliza para implementar el método para la compensación para un desplazamiento de frecuencia de una señal de excitación de radiofrecuencia, y el principio específico del sistema para la compensación para un desplazamiento de frecuencia de una señal de excitación de radiofrecuencia es el mismo que el principio del método para la compensación para un desplazamiento de frecuencia de una señal de excitación de radiofrecuencia; por lo  
50 tanto, no se proporcionan más detalles de nuevo en el presente documento.

Haciendo referencia a la FIG. 5, la FIG. 5 es un diagrama estructural de una realización de un receptor OFDM multi-longitud de onda de acuerdo con la presente invención, donde el receptor de multiplexación por división de

frecuencia ortogonal multi-longitud de onda incluye el sistema de compensación del desplazamiento de frecuencia 501 descrito en la realización anterior.

5 En esta realización, un generador de peine óptico que utiliza una señal de excitación de radiofrecuencia se compensa para la utilización del sistema 501 para la compensación de un desplazamiento de frecuencia de una señal de excitación de radiofrecuencia, el cual puede ajustar eficazmente un espaciado entre las líneas de peine óptico en el receptor OFDM multi-longitud de onda y reducir un desplazamiento de frecuencia residual del espaciado entre las líneas de peine óptico en el receptor OFDM multi-banda, de modo que el espaciado entre las líneas de peine óptico en el receptor OFDM multi-banda, es el mismo que un espaciado entre las líneas de peine óptico en un transmisor, asegurando así el trabajo normal de la recepción coherente.

10 Una persona experta en la técnica puede entender claramente que las tecnologías en las realizaciones de la presente invención pueden implementarse por software, adicional a una plataforma de hardware general necesaria. En base a un tal entendimiento, las soluciones técnicas de la presente invención, esencialmente, o la parte que contribuye a la técnica anterior, se pueden implementar en una forma de un producto de software. El producto de software se almacena en un medio de almacenamiento, tal como una ROM/RAM, un disco duro, o un disco óptico, e  
15 incluye varias instrucciones para dar instrucción a un dispositivo de ordenador (que puede ser un ordenador personal, un servidor o un dispositivo de red), para realizar los métodos descritos en las realizaciones o algunas partes de las realizaciones de la presente invención.

20 Las realizaciones en esta memoria descriptiva se describen todas de una manera progresiva, por partes iguales o similares en las realizaciones, consultar estas realizaciones, y cada una de las realizaciones se centra en una diferencia de otras realizaciones. Especialmente, una realización del sistema es básicamente similar a una realización del método y, por lo tanto, se describe brevemente; para las partes relacionadas, consultar las descripciones parciales en la realización del método.

## REIVINDICACIONES

1. Un método de compensación del desplazamiento de frecuencia, en donde el método de compensación del desplazamiento de frecuencia se utiliza para compensar un desplazamiento de frecuencia de una señal de excitación de radiofrecuencia de un generador de peine óptico de un receptor OFDM multi-longitud de onda, y el método comprende los pasos siguientes:
- 5 S1: realizar (101) la estimación del desplazamiento de frecuencia de longitud de onda simple estimado en una línea de peine óptico de cada uno de los órdenes, para obtener un desplazamiento de frecuencia de longitud de onda simple estimado de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes, en donde la línea de peine óptico es una línea espectral de un peine de frecuencias óptico;
- 10 S2: clasificar (102), de acuerdo con un umbral de fluctuación de una curva de un desplazamiento de frecuencia de longitud de onda simple, que es de la línea de peine óptico y que cambia con el tiempo, una línea de peine óptico cuyo nivel de fluctuación de la curva de un desplazamiento de frecuencia de longitud de onda simple que cambia con tiempo es menor que el umbral de fluctuación, como una línea de peine óptico de baja fluctuación, y una línea de peine óptico cuyo nivel de la curva de un desplazamiento de frecuencia de longitud de onda simple que cambia con el tiempo es mayor que el umbral de fluctuación, como una línea de peine óptico de alta fluctuación;
- 15 S3: realizar (103) la estimación del desplazamiento de frecuencia conjunta, utilizando el desplazamiento de frecuencia de longitud de onda simple estimado de la línea de peine óptico de baja fluctuación de cada uno de los órdenes, para obtener un desplazamiento de frecuencia conjunta estimado; y
- 20 S4: realizar (104) la compensación para el desplazamiento de frecuencia de la señal de excitación de radiofrecuencia utilizando el desplazamiento de frecuencia conjunta estimado.
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde después del paso S4, el método comprende además el siguiente paso:
- S5: repetir (105) los pasos S1 a S4.
3. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el paso S1 comprende:
- 25 realizar una estimación de fase de longitud de onda simple, utilizando la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes y una señal de frecuencia de batida de una banda de ondas de señal correspondiente, para obtener la información de fase de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes; y
- tomar una derivada del tiempo y realizar un promedio del tiempo en una fase de un símbolo de entrenamiento en la información de fase de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes por separado, para
- 30 obtener el desplazamiento de frecuencia de longitud de onda simple estimado de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes.
4. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde en el paso S2, el nivel de fluctuación de la curva de un desplazamiento de frecuencia de longitud de onda simple, que es de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes y que cambia con el tiempo, indica una cantidad de fluctuaciones de una curva de un desplazamiento de frecuencia, que es de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes por unidad de tiempo y que cambia con el tiempo; y
- 35 un rango de valores del umbral de fluctuación de la curva de un desplazamiento de frecuencia de longitud de onda simple que cambia con el tiempo, es mayor que dos fluctuaciones en una trama y menos que la mitad de una cantidad de símbolos de información comprendidos en una trama.
5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el paso S2 comprende:
- 40 cuando la clasificación de la línea de peine óptico de baja fluctuación y la línea de peine óptico de alta fluctuación se realiza por primera vez, si un nivel de fluctuación de la curva de un desplazamiento de frecuencia de longitud de onda simple, que es de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes y que cambia con tiempo es mayor que el umbral de fluctuación de la curva de un desplazamiento de frecuencia de longitud de onda simple, que es de la línea de peine óptico y que cambia con el tiempo, clasificar una línea de peine óptico de orden cero y las líneas de peine óptico de orden  $\pm 1$  como líneas de peine óptico de baja fluctuación, y clasificar las líneas de peine óptico de otros órdenes como líneas de peine óptico de alta fluctuación.
- 45
6. El método de acuerdo con la reivindicación 3, en donde después del paso S2, el método comprende además:
- 50 realizar la desenvolvura de fase en el desplazamiento de frecuencia de longitud de onda simple estimado de la línea de peine óptico de alta fluctuación de cada uno de los órdenes, utilizando la información de fase de la línea de peine óptico de baja fluctuación; y
- repetir los pasos S1 y S2 utilizando una fase longitud de onda simple, la cual se obtiene realizando la desenvolvura de fase en el desplazamiento de frecuencia de longitud de onda simple estimado de la línea de peine óptico de alta fluctuación de cada uno de los órdenes, utilizando la información de fase de la línea de peine óptico de baja fluctuación, como la fase del símbolo de entrenamiento en la información de fase de una línea de peine óptico correspondiente.
- 55

7. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde el paso S3 comprende:  
 realizar el promedio ponderado en el desplazamiento de frecuencia de longitud de onda simple estimado de la línea de peine óptico de baja fluctuación de cada uno de los órdenes, para obtener el desplazamiento de frecuencia conjunta estimado.
- 5 8. Un sistema de compensación del desplazamiento de frecuencia, que comprende:  
 un módulo de estimación del desplazamiento de frecuencia (401), configurado para realizar la estimación del desplazamiento de frecuencia de longitud de onda simple estimado en una línea de peine óptico de cada uno de los órdenes, para obtener un desplazamiento de frecuencia de longitud de onda estimado de la línea de peine óptico  
 10 óptico;  
 un módulo de clasificación de estimación del nivel de fluctuación (402), configurado para clasificar, de acuerdo con un umbral de fluctuación de una curva de un desplazamiento de frecuencia de longitud de onda simple, que es de la línea de peine óptico y que cambia con el tiempo, una línea de peine óptico cuyo nivel de fluctuación de la curva de un desplazamiento de frecuencia de longitud de onda simple que cambia con el tiempo es menor que el  
 15 umbral de fluctuación, como una línea de peine óptico de baja fluctuación, y una línea de peine óptico cuyo nivel de fluctuación de la curva de un desplazamiento de frecuencia de longitud de onda simple que cambia con el tiempo es mayor que el umbral de fluctuación, como una línea de peine óptico de alta fluctuación;  
 un módulo de estimación del desplazamiento de frecuencia conjunta (403), configurado para realizar la estimación del desplazamiento de frecuencia conjunta utilizando el desplazamiento de frecuencia de longitud de  
 20 onda simple estimado de la línea de peine óptico de baja fluctuación de cada uno de los órdenes, para obtener un desplazamiento de frecuencia conjunta estimado; y  
 un módulo de compensación del desplazamiento de frecuencia (404) para una señal de excitación de radiofrecuencia, configurado para realizar la compensación de un desplazamiento de frecuencia de una señal de excitación de radiofrecuencia, utilizando el desplazamiento de frecuencia conjunta estimado.
- 25 9. El sistema de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el módulo de estimación del desplazamiento de frecuencia realiza una estimación de fase de longitud de onda simple utilizando la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes y una señal de frecuencia de batida de una banda de ondas de señal correspondiente, para obtener la información de fase de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes; y  
 30 toma una derivada del tiempo y realiza el promedio del tiempo en una fase de un símbolo de entrenamiento en la información de fase de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes por separado, para obtener el desplazamiento de frecuencia de longitud de onda simple estimado de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes.
10. El sistema de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el módulo de clasificación de estimación del nivel de fluctuación utiliza una cantidad de fluctuaciones de una curva de un desplazamiento de frecuencia, que es de la  
 35 línea de peine óptico de cada uno de los órdenes por unidad de tiempo y que cambia con el tiempo, como el nivel de fluctuación de la curva de un desplazamiento de frecuencia de longitud de onda simple, que es de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes y que cambia con el tiempo; y  
 un rango de valores del umbral de fluctuación de la curva de un desplazamiento de frecuencia de longitud de onda simple que cambia con el tiempo, es mayor que dos fluctuaciones en una trama y menos que la mitad de  
 40 una cantidad de símbolos de información comprendidos en una trama.
11. El sistema de acuerdo con la reivindicación 8, en donde, cuando el módulo de clasificación de estimación del nivel de fluctuación realiza la clasificación de la línea de peine óptico de baja fluctuación y la línea de peine óptico de alta fluctuación por primera vez, si un nivel de fluctuación de la curva de un desplazamiento de frecuencia de longitud de ondas simple, que es de la línea de peine óptico de cada uno de los órdenes y que cambia con el tiempo,  
 45 es mayor que el umbral de fluctuación de la curva de un desplazamiento de frecuencia de longitud de onda simple, que es de la línea de peine óptico y que cambia con el tiempo, una línea de peine óptico de orden cero y las líneas de peine óptico de orden  $\pm 1$  se clasifican como líneas de peine óptico de baja fluctuación, y las líneas de peine óptico de otros órdenes se clasifican como líneas de peine óptico de alta de fluctuación.
12. El sistema de acuerdo con la reivindicación 9, en donde el sistema de compensación del desplazamiento de frecuencia comprende además:  
 50 un módulo de desenvoltura de fase (405), configurado para realizar la desenvoltura de fase en el desplazamiento de frecuencia de longitud de onda simple estimado de la línea de peine óptico de alta fluctuación de cada uno de los órdenes, utilizando la información de fase de la línea de peine óptico de baja fluctuación, en donde  
 una fase de longitud de onda simple, obtenida realizando la desenvoltura de fase en el desplazamiento de  
 55 frecuencia de longitud de onda simple estimado de la línea de peine óptico de alta fluctuación de cada uno de los órdenes utilizando la información de fase de la línea de peine óptico de baja fluctuación, se utiliza como la fase del símbolo de entrenamiento en la información de fase de una línea de peine óptico correspondiente y se envía al

módulo de estimación del desplazamiento de frecuencia para la estimación del desplazamiento de frecuencia de longitud de onda simple.

5 13. El sistema de acuerdo con la reivindicación 8 a 12, en donde el módulo de estimación del desplazamiento de frecuencia conjunta realiza el promedio ponderado en el desplazamiento de frecuencia de longitud de onda simple estimado de la línea de peine óptico de baja fluctuación de cada uno de los órdenes, para obtener el desplazamiento de frecuencia conjunta estimado.

10 14. El sistema de acuerdo con la reivindicación 13, en donde el módulo de estimación del desplazamiento de frecuencia conjunta realiza el promedio ponderado en una diferencia entre los desplazamientos de frecuencia de longitud de onda simple estimados de las líneas de peine óptico de orden inferior adyacentes en las líneas de peine óptico de baja fluctuación de los órdenes, para obtener el desplazamiento de frecuencia conjunta estimado.

15. Un receptor OFDM multi-longitud de onda, en donde el receptor OFDM multi-longitud de onda comprende el sistema de compensación del desplazamiento de frecuencia para una señal de excitación de radiofrecuencia de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 14.

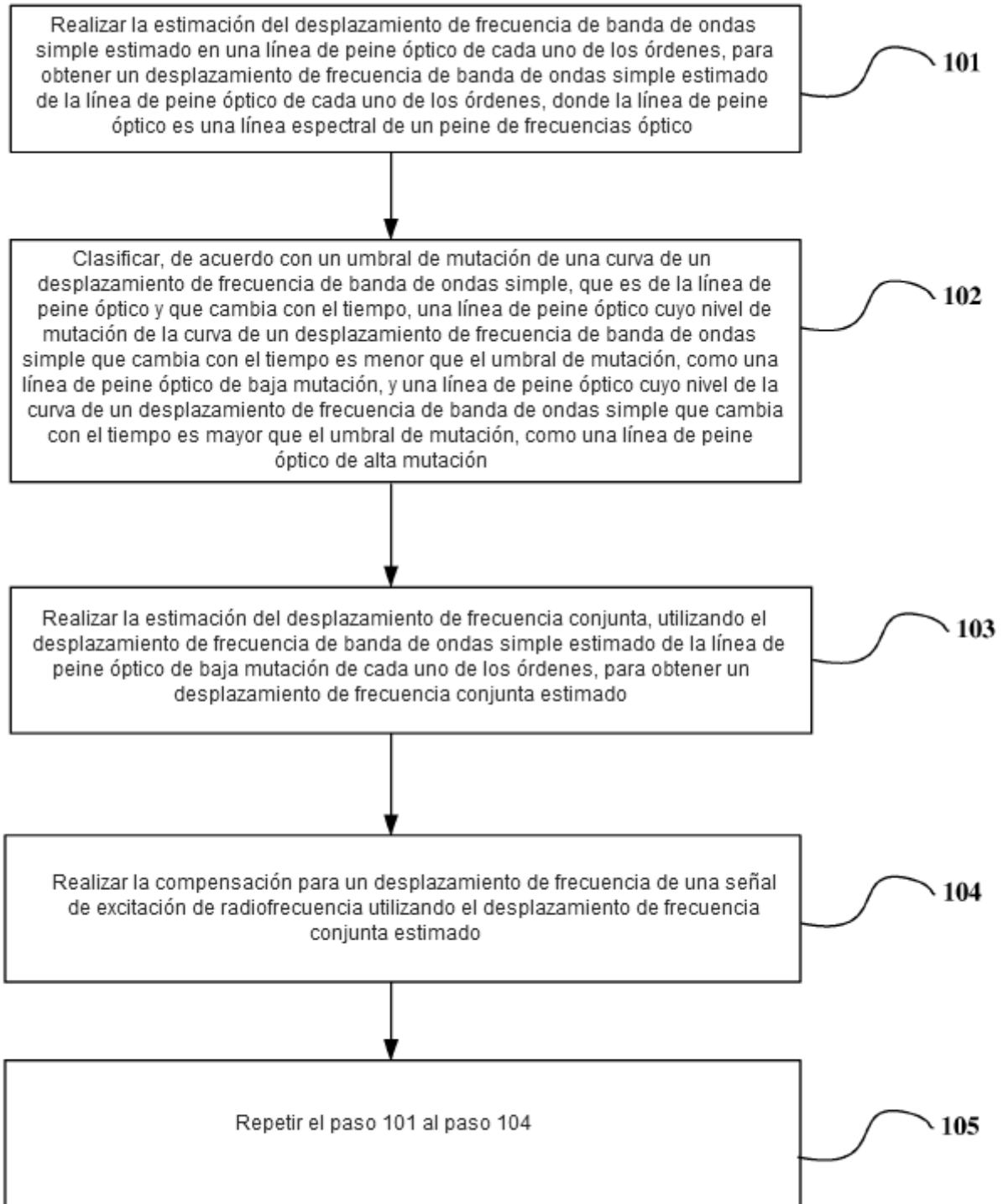


FIG. 1



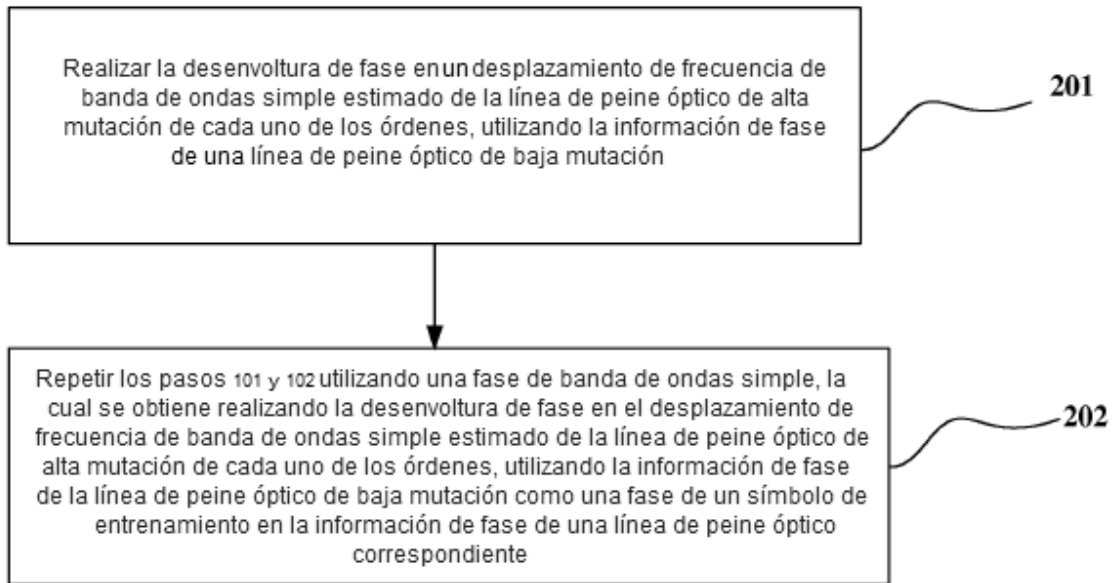


FIG. 2

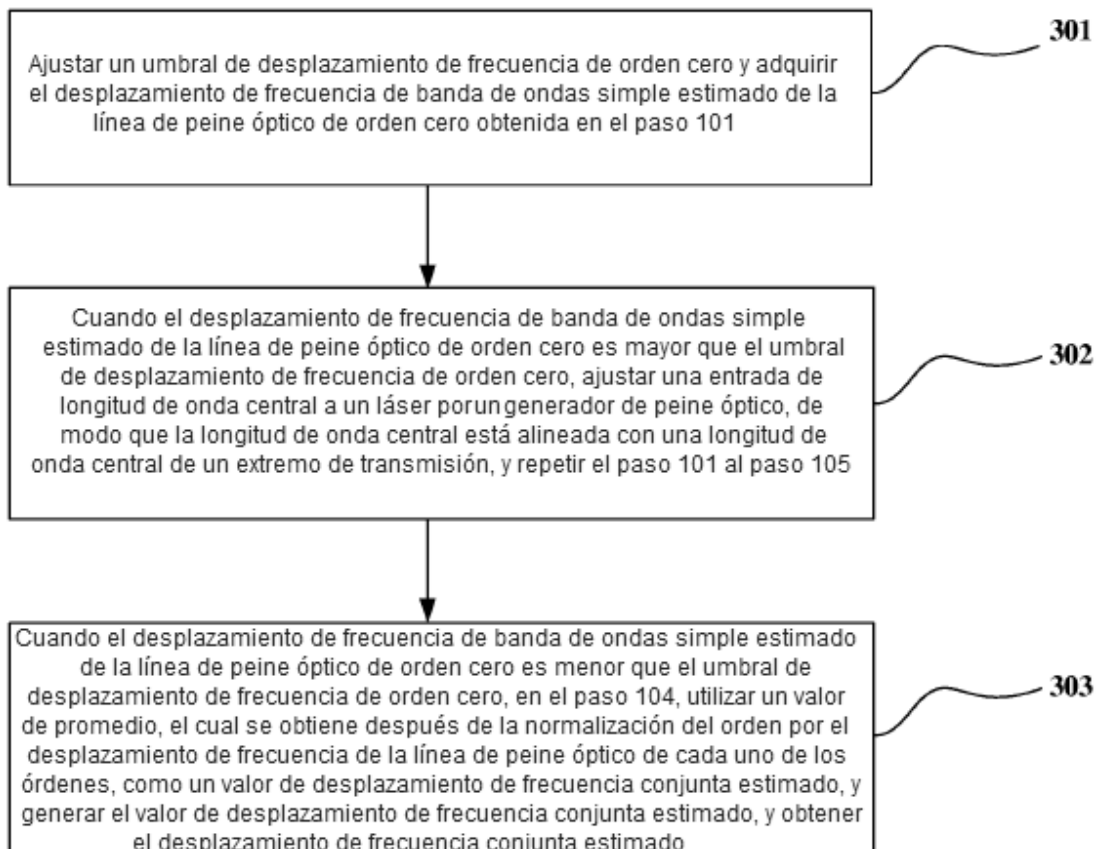


FIG. 3

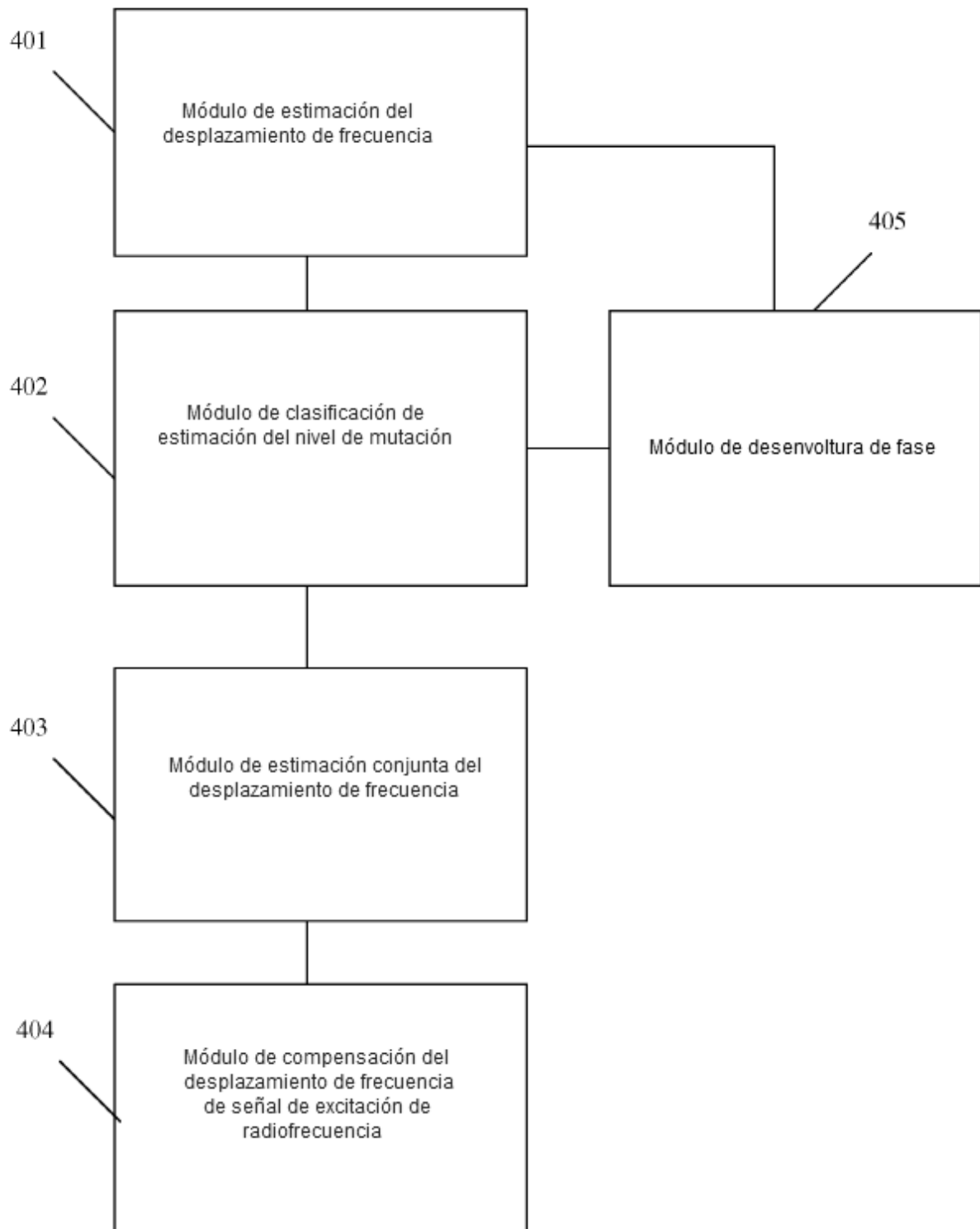


FIG. 4

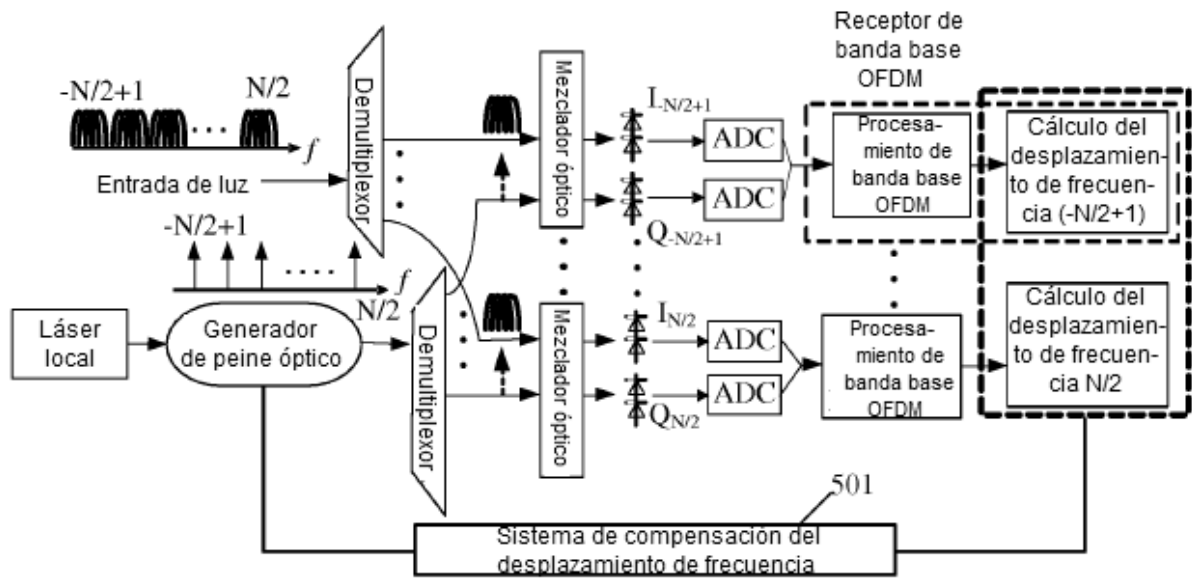


FIG. 5