

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 699 890**

51 Int. Cl.:

H04L 7/00 (2006.01)

H04L 25/02 (2006.01)

H04B 10/61 (2013.01)

H04L 27/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.09.2014 PCT/CN2014/087402**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.12.2015 WO15188517**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.09.2014 E 14894520 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.09.2018 EP 3145112**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para compensar una desviación de fase**

30 Prioridad:

12.06.2014 CN 201410260927

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

13.02.2019

73 Titular/es:

**ZTE CORPORATION (100.0%)
ZTE Plaza, Keji Road South, Hi-Tech Industrial
Park, Nanshan District
Shenzhen, Guangdong 518057, CN**

72 Inventor/es:

**WANG, WEIMING y
GENG, MINMING**

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 699 890 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para compensar una desviación de fase

5 Sector técnico

La presente invención se refiere al sector de transmisión de señales, y en particular, a un procedimiento y un dispositivo para compensar una desviación de fase.

10 Antecedentes de la técnica relacionada

15 En sistema de transmisión óptica a alta velocidad de detección coherente, debido a la desviación de fase entre el láser de emisión corregido y el láser oscilador local en el extremo de recepción, con el fin de eliminar los efectos de la desviación de fase en la estimación de la señal, se utiliza a menudo el algoritmo de estimación de fase para compensar la desviación de fase.

20 El algoritmo VITERBI-VITERBI es un algoritmo de estimación de fase clásico. Su principio básico es realizar un proceso bicuadrático a la fase de la señal recibida, realizar luego un promedio ponderado y extraer un valor de compensación de fase. Debido a la operación bicuadrática, se obtiene como resultado que existe una ambigüedad de fase de $\pi/2$ positivo y negativo en la fase recuperada. La ambigüedad de fase se soluciona principalmente estimando un desplazamiento de fase a través de un modo de adición de una secuencia de aprendizaje. Es decir, el extremo de transmisión introduce una secuencia de aprendizaje estándar de entre diversas secuencias de datos cuando se envía una señal de datos, y el extremo de recepción realiza una corrección de fase en una secuencia de datos correspondiente a través de una diferencia de fase entre la secuencia de aprendizaje recibida y la secuencia de aprendizaje estándar tras recibir la señal de datos.

25 En el esquema tradicional de aprendizaje de ambigüedad de fase, una sección de la secuencia de aprendizaje es responsable de corregir la fase a una sección de secuencia de datos. La figura 1 es un diagrama esquemático de ambigüedad de fase producida en una parte central de una secuencia de datos existente. Tal como se muestra en la figura 1, se asume que la ambigüedad de fase se genera en la parte central de la secuencia de datos (es decir, área sombreada), en el procedimiento existente de aprendizaje ambigüedad de fase, el extremo de recepción no puede identificar la ambigüedad de fase en el centro de la secuencia de datos mediante la secuencia de aprendizaje, por tanto, con el fin de evitar que se produzca la situación anterior, la sección de la secuencia de datos no debe determinarse que no sea demasiado larga, es decir, se requiere introducir un gran número de secuencias de aprendizaje en toda la señal de datos para garantizar la precisión de la corrección de fase, lo que, conducirá inevitablemente a un excesivo coste del ancho de banda.

30 El documento de referencia US2011150505A1 y el documento de referencia XIE CHONGJIN ET AL: "digital PLL based frequency offset compensation and carrier phase estimation for 16-QAM coherent optical communication systems", 2012 38TH EUROPEAN CONFERENCE AND EXHIBITION ON OPTICAL COMMUNICATIONS, OSA, 16-09-2012, páginas 1-3, XP032544062, DOI: 10.1364/ECEOC. 2012. MO. 1. A. 2 han dado a conocer la técnica relacionada de la presente invención.

45 Contenido de la invención

La invención se define y se limita por el alcance de las reivindicaciones 1-8 adjuntas. En la siguiente descripción, cualquier realización/realizaciones cualesquiera referidas y que no se encuentran dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas, es/son meramente ejemplo(s) útil(es) para la comprensión de la invención.

50 La realización de la presente invención proporciona un procedimiento y un dispositivo para compensar una desviación de fase, que puede mejorar la capacidad de un extremo de recepción para corregir una desviación de fase en una secuencia de datos.

55 Con el fin de solucionar el problema técnico anterior, la realización de la presente invención proporciona un procedimiento para compensar una desviación de fase, que es aplicada a una secuencia de datos entre una primera secuencia de aprendizaje y una segunda secuencia de aprendizaje que son recibidas por un extremo de recepción, que incluye:

60 determinar una secuencia de subdatos que requiere compensación de fase en múltiples secuencias de subdatos que forman la secuencia de datos según la primera diferencia de fase y la segunda diferencia de fase;

en el presente documento, la determinación de una secuencia de subdatos que requiera una compensación de fase en múltiples secuencias de subdatos que forman la secuencia de datos según la primera diferencia de fase y la segunda diferencia de fase incluye específicamente:

65 si la primera diferencia de fase es menor que un primer umbral y (la segunda diferencia de fase restada de la

primera diferencia de fase) es mayor que un segundo umbral, entonces sólo se determina que las secuencias de subdatos ubicadas en la última mitad de la secuencia de datos requieren la compensación de fase; y

5 si la primera diferencia de fase es mayor que el primer umbral, se determina entonces que todas las secuencias de subdatos de la secuencia de datos requieren la compensación de fase.

En el presente documento, el cálculo del valor de compensación de fase correspondiente a la secuencia de subdatos que requiere la compensación de fase mediante la utilización de la primera diferencia de fase y la segunda diferencia de fase incluye específicamente:

10 calcular un primer valor de compensación correspondiente a la primera diferencia de fase y un segundo valor de compensación de fase correspondiente a la segunda diferencia de fase;

15 si la primera diferencia de fase es menor que un primer umbral y (la segunda diferencia de fase restada de la primera diferencia de fase) es mayor que el segundo umbral, se determina entonces el valor de compensación de las secuencias de subdatos ubicadas en la última mitad de la secuencia de datos como la segunda compensación; y

20 si la primera diferencia de fase es mayor que el primer umbral y (la segunda diferencia de fase restada de la primera diferencia de fase) es mayor que el segundo umbral, se determina entonces el valor de compensación de las secuencias de subdatos ubicadas en la primera mitad de la secuencia de datos como la primera compensación y se determina el valor de compensación de las secuencias de subdatos ubicadas en la última mitad de la secuencia de datos como la segunda compensación; y

25 si la primera diferencia de fase es mayor que el primer umbral y (la segunda diferencia de fase restada de la primera diferencia de fase) es menor que el segundo umbral, se determina entonces el valor de compensación de todas las secuencias de subdatos de la secuencia de datos como la primera compensación.

30 En el presente documento, el cálculo del primer valor de compensación correspondiente a la primera diferencia de fase y el segundo valor de compensación de fase correspondiente a la segunda diferencia de fase incluye específicamente:

35 cuantificar la diferencia de fase entre la primera secuencia de aprendizaje y la secuencia de aprendizaje estándar, para obtener un primer valor que posea una fase; y cuantificar la diferencia de fase entre la segunda secuencia de aprendizaje y la secuencia de aprendizaje estándar, para obtener un segundo valor que posea la fase; y

calcular el primer valor de compensación según el primer valor y un punto de constelación ideal preestablecido, y calcular el segundo valor de compensación de fase según el segundo valor y el punto de constelación ideal preestablecido.

40 En el presente documento, cuantificar la diferencia de fase entre la primera secuencia de aprendizaje y la secuencia de aprendizaje estándar, para obtener el primer valor que posea la fase; y cuantificar la diferencia de fase entre la segunda secuencia de aprendizaje y la secuencia de aprendizaje estándar para obtener el segundo valor que posea la fase incluye específicamente:

45 determinar la diferencia de fase entre cada símbolo en la primera secuencia de aprendizaje y el símbolo correspondiente en la secuencia estándar, para obtener la diferencia de fase de cada símbolo en la primera secuencia de aprendizaje;

50 determinar la diferencia de fase entre cada símbolo en la segunda secuencia de aprendizaje y el símbolo correspondiente en la secuencia estándar, para obtener la diferencia de fase de cada símbolo en la segunda secuencia de aprendizaje;

55 cuantificar la diferencia de fase de cada símbolo en la primera secuencia de aprendizaje según la fórmula de Euler, para obtener un primer valor de cuantificación que posea la fase de cada símbolo en la primera secuencia de aprendizaje, y cuantificar la diferencia de fase de cada símbolo en la segunda secuencia de aprendizaje según la fórmula de Euler, para obtener un segundo valor de cuantificación que posea la fase de cada símbolo en la segunda secuencia de aprendizaje; y

60 calcular el valor promedio de todos los primeros valores de cuantificación, para obtener el primer valor que posea la fase, y calcular el valor promedio de todos los segundos valores de cuantificación, para obtener el segundo valor que posea la fase.

65 Otra realización de la presente invención proporciona además un dispositivo para compensar una desviación de fase, que es aplicada a una secuencia de datos entre una primera secuencia de aprendizaje y una segunda secuencia de aprendizaje que son recibidas por un extremo de recepción, que incluye:

un primer módulo de determinación, dispuesto para: determinar una primera diferencia de fase entre la primera secuencia de aprendizaje y una secuencia de aprendizaje estándar utilizada como referencia, y una segunda diferencia de fase entre la segunda secuencia de aprendizaje y la secuencia de aprendizaje estándar;

5 un segundo módulo de determinación, dispuesto para: determinar una secuencia de subdatos que requiere una compensación de fase en múltiples secuencias de subdatos que forman la secuencia de datos según la primera diferencia de fase y la segunda diferencia de fase;

10 un módulo de cálculo, dispuesto para: calcular un valor de compensación de fase correspondiente a la secuencia de subdatos que requiere la compensación de fase utilizando la primera diferencia de fase y la segunda diferencia de fase; y

15 un módulo de compensación, dispuesto para: llevar a cabo la compensación de fase en la secuencia de subdatos que requiere la compensación de fase utilizando el valor de compensación de fase correspondiente a la secuencia de subdatos.

En el presente documento, el segundo módulo de determinación incluye específicamente:

20 un primer submódulo de determinación, dispuesto para: si la primera diferencia de fase es menor que un primer umbral y (la segunda diferencia de fase restada de la primera diferencia de fase) es mayor que un segundo umbral, determinar entonces solamente qué secuencias de subdatos ubicadas en la última mitad de la secuencia de datos requieren la compensación de fase; y

25 un segundo submódulo de determinación, dispuesto para: si la primera diferencia de fase es mayor que el primer umbral, determinar entonces que todas las secuencias de subdatos de la secuencia de datos requieren la compensación de fase.

En el presente documento, el módulo de cálculo incluye específicamente:

30 un submódulo de cálculo, dispuesto para: calcular un primer valor de compensación correspondiente a la primera diferencia de fase y un segundo valor de compensación de fase correspondiente a la segunda diferencia de fase;

35 un tercer submódulo de determinación, dispuesto para: si la primera diferencia de fase es menor que un primer umbral y (la segunda diferencia de fase restada de la primera diferencia de fase) es mayor que un segundo umbral, determinar entonces el valor de compensación de las secuencias de subdatos ubicadas en la última mitad de la secuencia de datos como la segunda compensación;

40 un cuarto submódulo de determinación, dispuesto para: si la primera diferencia de fase es mayor que el primer umbral y (la segunda diferencia de fase restada de la primera diferencia de fase) es mayor que el segundo umbral, determinar entonces el valor de compensación de las secuencias de subdatos ubicadas en la primera mitad de la secuencia de datos como el primer valor de compensación y determinar el valor de compensación de las secuencias de subdatos ubicadas en la última mitad de la secuencia de datos como el segundo valor de compensación; y

45 un quinto submódulo de determinación, dispuesto para: si la primera diferencia de fase es mayor que el primer umbral y (la segunda diferencia de fase restada de la primera diferencia de fase) es menor que el segundo umbral, determinar entonces el valor de compensación de todas las secuencias de subdatos de la secuencia de datos como el primer valor de compensación.

En el presente documento, el submódulo de cálculo incluye:

50 una unidad de cuantificación, dispuesta para: cuantificar la diferencia de fase entre la primera secuencia de aprendizaje y la secuencia de aprendizaje estándar, para obtener un primer valor que posee una fase; y cuantificar la diferencia de fase entre la segunda secuencia de aprendizaje y la secuencia de aprendizaje estándar, para obtener un segundo valor que posee la fase; y

55 una unidad de cálculo, dispuesta para: calcular el primer valor de compensación según el primer valor y un punto de constelación ideal preestablecido, y calcular el segundo valor de compensación de fase según el segundo valor y el punto de constelación ideal preestablecido.

60 En el presente documento, la unidad de cuantificación incluye:

65 una primera subunidad de determinación, dispuesta para: determinar la diferencia de fase entre cada símbolo en la primera secuencia de aprendizaje y un símbolo correspondiente en la secuencia estándar, para obtener la diferencia de fase de cada símbolo en la primera secuencia de aprendizaje;

una segunda subunidad de determinación, dispuesta para: determinar la diferencia de fase entre cada símbolo en la

segunda secuencia de aprendizaje y el símbolo correspondiente en la secuencia estándar, para obtener la diferencia de fase de cada símbolo en la segunda secuencia de aprendizaje;

5 una subunidad de cuantificación, dispuesta para: cuantificar la diferencia de fase de cada símbolo en la primera secuencia de aprendizaje según la fórmula de Euler, para obtener un primer valor de cuantificación que posea la fase de cada símbolo en la primera secuencia de aprendizaje, y cuantificar la diferencia de fase de cada símbolo en la segunda secuencia de aprendizaje según la fórmula de Euler, para obtener un segundo valor de cuantificación que posee la fase de cada símbolo en la segunda secuencia de aprendizaje; y

10 una subunidad de cálculo, dispuesta para: calcular un valor promedio de todos los primeros valores de cuantificación, para obtener el primer valor que posee la fase, y calcular el valor promedio de todos los segundos valores de cuantificación, para obtener el segundo valor que posee la fase.

15 Las ventajas del esquema técnico anterior de la presente invención son los siguientes:

El esquema de la presente invención divide una sección de una secuencia de datos en múltiples secuencias de subdatos, y determina si cada secuencia de subdatos requiere la compensación de fase según dos secuencias de aprendizaje antes y después de la secuencia de datos, y determina un valor de compensación de fase correspondiente a una secuencia de subdatos que requiere la compensación de fase. En comparación con la técnica anterior, la precisión de la corrección de fase del presente esquema es mucho más elevada, por tanto, en el proceso de transmisión, puede enviar una secuencia de datos más larga, es decir, el procedimiento de compensación de la presente realización introduce menos secuencia de aprendizaje que la técnica anterior cuando se transmite la misma cantidad de datos, ahorrando por tanto recursos de ancho de banda.

25 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es un diagrama esquemático de ambigüedad de fase producida en la parte central de una secuencia de datos existente;

30 la figura 2 es un diagrama esquemático de etapas de un procedimiento para compensar una desviación de fase de la presente invención;

35 las figuras 3 y 4 son diagramas esquemáticos estructurales de una secuencia de datos y una secuencia de aprendizaje cuando se implementa específicamente el procedimiento para compensar la desviación de fase de la presente invención;

la figura 5 es un diagrama de flujo de implementación de la compensación de fase en el modo de implementación uno de la presente invención;

40 la figura 6 es un diagrama de comparación estructural de señales de datos transmitidas mediante la adopción del procedimiento para compensar la desviación de fase de la presente invención y la adopción del procedimiento de compensación de desviación de fase actual;

45 la figura 7 es un diagrama esquemático estructural de un dispositivo para compensar una desviación de fase de la presente invención.

Realizaciones preferentes de la presente invención

50 Con el fin de hacer mucho más claros y evidentes el problema técnico a solucionar, el esquema técnico y la ventaja de la presente invención, serán descritos en detalle con referencia a los dibujos adjuntos y las realizaciones específicas, a continuación en el presente documento.

Una realización de la presente invención proporciona un procedimiento para compensar una desviación de fase, que es aplicada a una secuencia de datos entre una primera secuencia de aprendizaje y una segunda secuencia de aprendizaje que son recibidas por un extremo de recepción, tal como se muestra en la figura 1, que incluye las siguientes etapas:

60 en la etapa -11-, se determinan una primera diferencia de fase entre la primera secuencia de aprendizaje y una secuencia de aprendizaje estándar utilizada como referencia, y una segunda diferencia de fase entre la segunda secuencia de aprendizaje y la secuencia de aprendizaje estándar;

65 en la etapa -12-, se determina una secuencia de subdatos que requiere una compensación de fase en múltiples secuencias de subdatos que forman la secuencia de datos según la primera diferencia de fase y la segunda diferencia de fase;

en la etapa -13-, se calcula un valor de compensación de fase correspondiente a la secuencia de subdatos que

requiere la compensación de fase utilizando la primera diferencia de fase y la segunda diferencia de fase; y

en la etapa -14-, se lleva a cabo la compensación de fase en la secuencia de subdatos que requiere la compensación de fase mediante la utilización del valor de compensación de fase correspondiente a la secuencia de subdatos.

Puede saberse a partir de la descripción anterior que el procedimiento de compensación de la presente realización divide una sección de una secuencia de datos en múltiples secuencias de subdatos, y determina si cada secuencia de subdatos requiere la compensación de fase según dos secuencias de aprendizaje antes y después de la secuencia de datos, y determina un valor de compensación de fase correspondiente a una secuencia de subdatos que requiere la compensación de fase. En comparación con la técnica anterior, la precisión de la corrección de fase del procedimiento de compensación de la presente invención es mucho más elevada, por tanto, en el proceso de transmisión, puede enviar una secuencia de datos más larga, es decir, el procedimiento de compensación de la presente realización introduce menos secuencia de aprendizaje que el procedimiento de compensación de la técnica anterior cuando se transmite la misma cantidad de datos, ahorrando por tanto recursos de ancho de banda.

El procedimiento de compensación de la presente invención se introduce en detalle combinando dos modos de implementación a continuación en el presente documento.

<Modo de implementación uno>

Tal como se muestra en la figura 3, en el modo de implementación uno, una secuencia de datos -B- compuesta de múltiples secuencias de subdatos se divide en una primera mitad -B1- y una última mitad -B2-. Una diferencia de fase entre una primera secuencia de aprendizaje -A- y una secuencia de aprendizaje estándar es una primera diferencia de fase entre una primera secuencia de aprendizaje -A-, y una secuencia de aprendizaje estándar es una primera diferencia de fase, y una diferencia de fase entre una segunda secuencia de aprendizaje -C- y la secuencia de aprendizaje estándar es una segunda diferencia de fase.

La implementación de la etapa -12- anterior incluye:

en la etapa -121-, si la primera diferencia de fase es menor que un primer umbral y (la segunda diferencia de fase restada de la primera diferencia de fase) es mayor que un segundo umbral, entonces sólo se determina qué secuencias de subdatos ubicadas en la última mitad de la secuencia de datos requieren la compensación de fase; y

en la etapa -122-, si la primera diferencia de fase es mayor que el primer umbral, entonces se determina que todas las secuencias de subdatos de la secuencia de datos requieren la compensación de fase.

Puede saberse a través de la descripción en la etapa -121- y la etapa -122- que, cuando la primera diferencia de fase es menor que el primer umbral, entonces se indica que la diferencia de fase de la fase de la primera secuencia de aprendizaje -A- y la fase de la secuencia de aprendizaje estándar está en la extensión permitida, y se considera que la primera mitad de la secuencia de subdatos -B1- cercana a la primera secuencia de aprendizaje -A- no necesita realizar la corrección de fase; si en ese momento, (la segunda diferencia de fase restada de la primera diferencia de fase) es mayor que un segundo umbral, entonces se indica que la diferencia de fase entre la fase de la segunda secuencia de aprendizaje -C- y la fase de la primera secuencia de aprendizaje -A- es mayor, lo que también significa que existe una diferencia mayor entre la fase de la segunda secuencia de aprendizaje -C- y la fase de la secuencia de aprendizaje estándar, y se considera que la última parte de la secuencia de subdatos -B2- cercana a la segunda secuencia de aprendizaje -C- necesita la corrección de fase. Cuando la primera diferencia de fase es mayor que el primer umbral, entonces se indica que se produce una desviación de fase en la primera media parte de la secuencia de subdatos -B1-, y a menudo también puede producirse una desviación de fase en la última parte de la secuencia de subdatos -B2- según la experiencia, por tanto, se considera que todas las secuencias de subdatos requieren la compensación de fase.

La etapa -13- anterior se implementa a continuación, incluyendo específicamente:

en la etapa -131-, se calculan un primer valor de compensación correspondiente a la primera diferencia de fase y un segundo valor de compensación de fase correspondiente a la segunda diferencia de fase; es decir, el primer valor de compensación es un valor de compensación de fase de la primera secuencia de aprendizaje -A- y la secuencia de aprendizaje estándar, y el segundo valor de compensación es el valor de compensación de fase de la primera secuencia de aprendizaje -B- y la secuencia de aprendizaje estándar;

en la etapa -132-, si la primera diferencia de fase es menor que un primer umbral y (la segunda diferencia de fase restada de la primera diferencia de fase) es mayor que un segundo umbral, entonces el valor de compensación de las secuencias de subdatos ubicadas en la última mitad de la secuencia de datos se determina como el segundo valor de compensación;

en la etapa -133-, si la primera diferencia de fase es mayor que el primer umbral y (la segunda diferencia de fase

restada de la primera diferencia de fase) es mayor que el segundo umbral, entonces el valor de compensación de las secuencias de subdatos ubicadas en la primera mitad de la secuencia de datos se determina como el primer valor de compensación y el valor de compensación de las secuencias de subdatos ubicadas en la última mitad de la secuencia de datos se determina como el segundo valor de compensación; y

5 en la etapa -134-, si la primera diferencia de fase es mayor que el primer umbral y (la segunda diferencia de fase restada de la primera diferencia de fase) es menor que el segundo umbral, entonces el valor de compensación de todas las secuencias de subdatos de la secuencia de datos se determina como el primer valor de compensación.

10 La figura 4 es un diagrama de flujo de implementar realmente la etapa -13- anterior y la etapa -14-. Solamente cuando la última mitad de la secuencia de subdatos -B2- requiere la corrección de fase, es evidente que el valor de compensación correspondiente a -B2- es más probable que sea el segundo valor de compensación correspondiente a la segunda secuencia de aprendizaje -C- que está más próximo a -B2-. Existen dos tipos de situaciones en las que la primera mitad de la secuencia de subdatos -B1- requiere la corrección de fase. Una es que la ambigüedad de fase se produce en múltiples lugares de toda la secuencia de datos -B-, y el hueco entre la desviación de fase de -B1- y la desviación de fase de -B2- es mayor; en este momento, se realiza -B1- con la corrección de fase según el primer valor de compensación, y se corrige -B2- según el segundo valor de compensación. La otra es que -B1- requiere la corrección de fase, y la diferencia de la fase de -B1- y la fase de -B2- es pequeña, entonces se indica que existe una desviación de fase a lo largo de las zonas de -B1- y -B2- en toda la secuencia de datos -B-; en este momento, sólo se requiere realizar la corrección de fase a toda la sección de la secuencia de datos -B- según el primer valor de compensación.

20 Puede observarse que el principio del procedimiento de dicotomía matemático se utiliza para realizar el posicionamiento y la corrección a la fase de ambigüedad en el modo de implementación uno, y la precisión de su corrección aumenta casi al doble que los procedimientos tradicionales, que pueden reducir de manera efectiva la carga del módulo de trabajo de seguimiento.

25 Por supuesto, es necesario indicar que el presente modo de implementación puede estimar además si -B1- requiere la corrección de fase sólo a través de la primera diferencia de fase, y estimar si -B2- requiere la compensación sólo a través de la segunda diferencia de fase. Cuando -B1- requiere la compensación de fase, se compensa entonces -B1- según el primer valor de compensación. Cuando -B2- requiere la compensación de fase, se compensa entonces -B2- según el segundo valor de compensación.

30 <Modo de implementación dos>

35 Tal como se muestra en la figura 5, en el modo de implementación dos, una secuencia de datos -B- compuesta de múltiples secuencias de subdatos se divide en tres partes iguales, -B1-, -B2- y -B3-. Una diferencia de fase entre una primera secuencia de aprendizaje -A- y una secuencia de aprendizaje estándar es una primera diferencia de fase, y una diferencia de fase entre una segunda secuencia de aprendizaje -C- y la secuencia de aprendizaje estándar es una segunda diferencia de fase.

40 Cuando la primera diferencia de fase es mayor que el umbral preestablecido, se determina que -B1- requiere la corrección de fase, y entonces su valor de compensación correspondiente es el primer valor de compensación calculado según la primera diferencia de fase;

45 cuando la segunda diferencia de fase es mayor que el umbral preestablecido, se determina que -B3- requiere la corrección de fase, y entonces su valor de compensación correspondiente es el segundo valor de compensación calculado según la segunda diferencia de fase;

50 cuando un valor promedio de la primera diferencia de fase y la segunda diferencia de fase es mayor que el umbral preestablecido, se determina que -B2- requiere la corrección de fase, y entonces su valor de compensación correspondiente es el valor promedio del primer valor de compensación y el segundo valor de compensación.

55 Es necesario ilustrar que la presente invención sólo proporciona dos modos de implementación factibles, todos los medios técnicos que realizan el posicionamiento y la compensación de ambigüedad de fase a las secciones de la secuencia de datos según la primera diferencia de fase y la segunda diferencia de fase deben pertenecer al alcance de la protección de la presente invención.

60 En resumen, el efecto del procedimiento de compensación de la presente invención es tal como se muestra en la figura 6, en el presente documento, -S1- es una señal transmitida mediante el procedimiento de compensación existente, y -S2- es una señal transmitida mediante el procedimiento de compensación de la presente invención. Tal como puede observarse en comparación, la capacidad de compensación de fase del procedimiento existente es pobre, por tanto, cuando se transmite la misma cantidad de datos, con el fin de garantizar la calidad de la señal, se requiere introducir múltiples secuencias de aprendizaje, es decir, los datos de señal se dividen en múltiples secciones de secuencias de datos con una longitud más pequeña para la transmisión, lo que ocupará más recursos de ancho de banda que la señal transmitida mediante el procedimiento de compensación de la presente invención.

Además, en base a las realizaciones anteriores, la etapa -13- incluye específicamente las siguientes etapas:

5 en la etapa 131, se cuantifica la diferencia de fase entre la primera secuencia de aprendizaje y la secuencia de aprendizaje estándar, para obtener un primer valor que posee una fase; y se cuantifica la diferencia de fase entre la segunda secuencia de aprendizaje y la secuencia de aprendizaje estándar, para obtener un segundo valor que posee la fase;

10 específicamente, la secuencia de aprendizaje existente está compuesta de símbolos de múltiples fases, y en la etapa -131-, se determina la diferencia de fase entre cada símbolo en la primera secuencia de aprendizaje y el símbolo correspondiente en la secuencia estándar, para obtener una diferencia de fase de cada símbolo en la primera secuencia de aprendizaje; y se determina la diferencia de fase entre cada símbolo en la segunda secuencia de aprendizaje y el símbolo correspondiente en la secuencia estándar, para obtener la diferencia de fase de cada símbolo en la segunda secuencia de aprendizaje; la diferencia de fase de cada símbolo en la primera secuencia de aprendizaje se cuantifica según la fórmula de Euler, para obtener un primer valor de cuantificación que posea la fase de cada símbolo en la primera secuencia de aprendizaje, y la diferencia de fase de cada símbolo en la segunda secuencia de aprendizaje se cuantifica según la fórmula de Euler, para obtener un segundo valor de cuantificación que posee la fase de cada símbolo en la segunda secuencia de aprendizaje; se calcula un valor promedio de todos los primeros valores de cuantificación, para obtener el primer valor que posee la fase, y se calcula el valor promedio de todos los segundos valores cuantificados, para obtener el segundo valor que posee la fase.

25 En la etapa -132-, el primer valor de compensación se calcula según el primer valor y un punto de constelación ideal preestablecido, y el segundo valor de compensación de fase se calcula según el segundo valor y el punto de constelación ideal preestablecido.

La etapa -131- y la etapa -132- se introducen mediante una realización específica a continuación en el presente documento.

30 En la presente realización, se asume que la fase de cada símbolo de la secuencia de aprendizaje estándar a la que se hace referencia en la señal de transmisión por el extremo de transmisión es: $T_0 = \phi_x(n), \phi_x(n+1), \dots, \phi_x(n+P-1)$; en el presente documento, $n, n+1, \dots, n+p-1$ son números efectivos de cada símbolo en la secuencia de aprendizaje estándar. La fase de cada símbolo de la primera secuencia de aprendizaje recibida en primer lugar por el extremo de recepción es $T_1 = \phi_y(n), \phi_y(n+1), \dots, \phi_y(n+P-1)$, y la fase de cada símbolo de la segunda secuencia de aprendizaje recibida posteriormente es:

$$35 T_2 = \phi_y(n+1+p), \phi_y(n+1+p+1), \dots, \phi_y(n+1+2p-1),$$

en el presente documento, l representa la secuencia de datos entre la primera secuencia de aprendizaje y la segunda secuencia de aprendizaje.

40 En primer lugar, la diferencia de fase de cada símbolo de T_1 y T_2 con cada símbolo del correspondiente T_0 ,

$$\Delta 1 = \phi_{\Delta}(n), \phi_{\Delta}(n+1), \dots, \phi_{\Delta}(n+P-1)$$

45 y

$$\Delta 2 = \phi_{\Delta}(n+1+P), \phi_{\Delta}(n+1+P+1), \dots, \phi_{\Delta}(n+1+2P-1),$$

50 Son calculados respectivamente, y a continuación se obtienen los valores de cuantificación correspondientes a $\Delta 1$ y $\Delta 2$ utilizando la fórmula de Euler; el valor de $\Delta 1$ es correspondiente a $S_{\Delta 1} = S(n), S(n+1), \dots, S(n+p-1)$, y el valor de $\Delta 2$ es correspondiente a $S_{\Delta 2} = S(n+l+P), S(n+l+P+1), \dots, S(n+l+2p-1)$. En el presente documento, la fórmula de Euler es un procedimiento utilizado comúnmente en el sector matemático, y su valor cuantificado todavía hereda la fase. En la presente realización, $S_{\Delta 1}$ se considera como un $\Delta 1$ cuantificado, y $S_{\Delta 2}$ se considera como un $\Delta 2$ cuantificado. Debe observarse que, en la presente realización, la fórmula de Euler se usa para cuantificar $\Delta 1$ y $\Delta 2$ de antemano, y el orden de ejecución de las etapas de cuantificación no cambiará los resultados finales del primer valor de compensación y el segundo valor de compensación.

60 Y a continuación, se calcula el valor promedio de cada símbolo en $S_{\Delta 1}$, y la fase de ese valor promedio, $\phi(n)$, se determina según el mismo; y se calcula el valor promedio de cada símbolo en la $S_{\Delta 2}$, y la fase de ese valor promedio,

$$\phi(n+1)$$

se determina según el mismo.

Finalmente, $\phi(n)$ y $\phi(n+1)$ son corregidos a un punto de constelación ideal preestablecido según el cuadrante de la constelación en el que están ubicados, es decir, para obtener el primer valor de compensación

5

$$\phi(n)$$

y el segundo valor de compensación

10

$$\phi(n+1)$$

Es necesario observar que la etapa es la tecnología de compensación de fase existente, por tanto, el artículo no se repetirá en este caso.

15 Además, una realización de la presente invención proporciona además un dispositivo para compensar una desviación de fase, que es aplicada a una secuencia de datos entre una primera secuencia de aprendizaje y una segunda secuencia de aprendizaje que son recibidos por un extremo de recepción, tal como se muestra en la figura 7, incluyendo los siguientes módulos:

20 un primer módulo de determinación, dispuesto para: determinar una primera diferencia de fase entre la primera secuencia de aprendizaje y una secuencia de aprendizaje estándar utilizada como referencia, y una segunda diferencia de fase entre la segunda secuencia de aprendizaje y la secuencia de aprendizaje estándar;

25 un segundo módulo de determinación, dispuesto para: determinar una secuencia de subdatos que requiere una compensación de fase en múltiples secuencias de subdatos que forman la secuencia de datos según la primera diferencia de fase y la segunda diferencia de fase;

30 un módulo de cálculo, dispuesto para: calcular un valor de compensación de fase correspondiente a la secuencia de subdatos que requiere la compensación de fase utilizando la primera diferencia de fase y la segunda diferencia de fase; y

35 un módulo de compensación, dispuesto para: llevar a cabo la compensación de fase en la secuencia de subdatos que requiere la compensación de fase utilizando el valor de compensación de fase correspondiente a la secuencia de subdatos.

Puede saberse a partir de la descripción anterior que el dispositivo de compensación de la presente realización divide una sección de una secuencia de datos en múltiples secuencias de subdatos, y determina si cada secuencia de subdatos requiere la compensación de fase según dos secuencias de aprendizaje antes y después de la secuencia de datos, y determina un valor de compensación de fase correspondiente a una secuencia de subdatos que requiere la compensación de fase. En comparación con la técnica anterior, la precisión de la corrección de fase del dispositivo de compensación de la presente invención es mucho más elevada, por tanto, en el proceso de transmisión, puede enviar una secuencia de datos más larga, es decir, el procedimiento de compensación de la presente realización introduce menos secuencia de aprendizaje que la técnica anterior cuando se transmite la misma cantidad de datos, ahorrando por tanto recursos de ancho de banda.

45

Además, en base a la realización anterior, el segundo módulo de determinación incluye específicamente:

50 un primer submódulo de determinación, dispuesto para: si la primera diferencia de fase es menor que un primer umbral y (la segunda diferencia de fase restada de la primera diferencia de fase) es mayor que un segundo umbral, determinar entonces sólo qué secuencias de subdatos ubicadas en la última mitad de la secuencia de datos requieren la compensación de fase; y

55 un segundo submódulo de determinación, dispuesto para: si la primera diferencia de fase es mayor que el primer umbral, determinar entonces que todas las secuencias de subdatos de la secuencia de datos requieren la compensación de fase.

Puede saberse a través de la descripción anterior que, cuando la primera diferencia de fase es menor que el primer umbral, entonces se indica que la diferencia de la fase de primera secuencia de aprendizaje -A- y la fase de la secuencia de aprendizaje estándar están en la extensión permitida, y se considera que la primera mitad de la secuencia de subdatos -B1- cercana a la primera secuencia de aprendizaje -A- no necesita realizar la corrección de fase; si en ese momento (la segunda diferencia de fase restada de la primera diferencia de fase) es mayor que un segundo umbral, entonces se indica que la diferencia de fase entre la fase de la segunda secuencia de aprendizaje -C- y la fase de la primera secuencia de aprendizaje -A- es mayor, lo que también significa que existe una diferencia mayor entre la fase de la segunda secuencia de aprendizaje -C- y la fase de la secuencia de aprendizaje estándar, y se considera que la última parte de la secuencia de subdatos -B2- cercana a la segunda secuencia de aprendizaje

65

-C- necesita la corrección de fase. Cuando la primera diferencia de fase es mayor que el primer umbral, entonces se indica que se produce una desviación de fase en la primera media parte de la secuencia de subdatos -B1-, y a menudo puede producirse también una desviación de fase en la última parte de la secuencia de subdatos -B2- según la experiencia, por tanto, se considera que todas las secuencias de subdatos requieren la compensación de fase.

Además, en base a la realización anterior, el módulo de cálculo incluye específicamente:

un submódulo de cálculo, dispuesto para: calcular un primer valor de compensación correspondiente a la primera diferencia de fase y un segundo valor de compensación de fase correspondiente a la segunda diferencia de fase;

un tercer submódulo de determinación, dispuesto para: si la primera diferencia de fase es menor que un primer umbral y (la segunda diferencia de fase restada de la primera diferencia de fase) es mayor que un segundo umbral, determinar entonces el valor de compensación de las secuencias de subdatos ubicadas en la última mitad de la secuencia de datos como la segunda compensación;

un cuarto submódulo de determinación, dispuesto para: si la primera diferencia de fase es mayor que el primer umbral y (la segunda diferencia de fase restada de la primera diferencia de fase) es mayor que el segundo umbral, determinar entonces el valor de compensación de las secuencias de subdatos ubicadas en la primera mitad de la secuencia de datos como el primer valor de compensación y determinar el valor de compensación de las secuencias de subdatos ubicadas en la última mitad de la secuencia de datos como el segundo valor de compensación; y

un quinto submódulo de determinación, dispuesto para: si la primera diferencia de fase es mayor que el primer umbral y (la segunda diferencia de fase restada de la primera diferencia de fase) es menor que el segundo umbral, determinar entonces el valor de compensación de todas las secuencias de subdatos de la secuencia de datos como el primer valor de compensación.

Puede saberse a partir de la descripción anterior que, solamente cuando la última mitad de la secuencia de subdatos -B2- requiere la corrección de fase, es evidente que el valor de compensación correspondiente a -B2- es más probable que sea el segundo valor de compensación correspondiente a la segunda secuencia de aprendizaje -C- que está más próximo a -B2-. Existen dos tipos de situaciones en las que la primera mitad de la secuencia de subdatos -B1- requiere la corrección de fase. Una es que la ambigüedad de fase se produce en múltiples lugares de toda la secuencia de datos -B-, y el hueco entre la desviación de fase de -B1- y la desviación de fase de -B2- es mayor; evidentemente, en este momento, -B1- se realiza con la corrección de fase según el primer valor de compensación, y se corrige -B2- según el segundo valor de compensación, lo que es mucho más razonable. La otra es que -B1- requiere la corrección de fase, y la diferencia de fase de la fase de -B2- y la fase de -B1- es pequeña, entonces se indica que existe una desviación de fase a lo largo de las zonas de -B1- y -B2- en toda la secuencia de datos -B-; en este momento, sólo se requiere realizar la corrección de fase a toda la sección de la secuencia de datos -B- según el primer valor de compensación.

Además, en base a la realización anterior, el submódulo de cálculo incluye específicamente:

una unidad de cuantificación, dispuesta para: cuantificar la diferencia de fase entre la primera secuencia de aprendizaje y la secuencia de aprendizaje estándar, para obtener un primer valor que posee una fase; y cuantificar la diferencia de fase entre la segunda secuencia de aprendizaje y la secuencia de aprendizaje estándar, para obtener un segundo valor que posee la fase; y

una unidad de cálculo, dispuesta para: calcular el primer valor de compensación según el primer valor y un punto de constelación ideal preestablecido, y calcular el segundo valor de compensación de fase según el segundo valor y el punto de constelación ideal preestablecido.

En el presente documento, la unidad de cuantificación incluye específicamente:

una primera subunidad de determinación, dispuesta para: determinar la diferencia de fase entre cada símbolo en la primera secuencia de aprendizaje y el símbolo correspondiente en la secuencia estándar, para obtener la diferencia de fase de cada símbolo en la primera secuencia de aprendizaje;

una segunda subunidad de determinación, dispuesta para: determinar la diferencia de fase entre cada símbolo en la segunda secuencia de aprendizaje y el símbolo correspondiente en la secuencia estándar, para obtener la diferencia de fase de cada símbolo en la segunda secuencia de aprendizaje;

una subunidad de cuantificación, dispuesta para: cuantificar la diferencia de fase de cada símbolo en la primera secuencia de aprendizaje según la fórmula de Euler, para obtener un primer valor de cuantificación que posea la fase de cada símbolo en la primera secuencia de aprendizaje, y cuantificar la diferencia de fase de cada símbolo en la segunda secuencia de aprendizaje según la fórmula de Euler, para obtener un segundo valor de cuantificación que posea la fase de cada símbolo en la segunda secuencia de aprendizaje; y

una subunidad de cálculo, dispuesta para: calcular un valor promedio de todos los primeros valores de cuantificación, para obtener el primer valor que posee la fase, y calcular el valor promedio de todos los segundos valores de cuantificación, para obtener el segundo valor que posee la fase.

5 Evidentemente, el dispositivo de compensación de la presente realización se corresponde al procedimiento de compensación de la presente invención. El efecto técnico que puede lograrse mediante ese procedimiento de compensación puede lograrse mediante el dispositivo de compensación de la presente realización de manera similar.

10 La descripción anterior son las realizaciones preferentes de la presente invención, definidas por las reivindicaciones adjuntas 1-8.

15 **Aplicabilidad industrial**

Tal como se mencionó anteriormente, el procedimiento y el dispositivo para compensar una desviación de fase proporcionada por la realización de la presente invención tienen los siguientes efectos beneficiosos: la precisión de la corrección de fase es mucho más elevada, por tanto, en el proceso de transmisión, puede enviar una secuencia de datos más larga, es decir, el procedimiento de compensación de la presente realización introduce menos secuencia de aprendizaje que la técnica anterior cuando se transmite la misma cantidad de datos, ahorrando por tanto recursos de ancho de banda.

20

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para compensar una desviación de fase en una transmisión óptica, que es aplicado a una secuencia de datos entre una primera secuencia de aprendizaje y una segunda secuencia de aprendizaje que son recibidos por un extremo de recepción, que comprende:
- 5 determinar una primera diferencia de fase entre la primera secuencia de aprendizaje y una secuencia de aprendizaje estándar utilizada como referencia, y una segunda diferencia de fase entre la segunda secuencia de aprendizaje y la secuencia de aprendizaje estándar;
- 10 determinar una secuencia de subdatos que requiere una compensación de fase en múltiples secuencias de subdatos que forman la secuencia de datos según la primera diferencia de fase y la segunda diferencia de fase;
- 15 calcular un valor de compensación de fase correspondiente a la secuencia de subdatos que requiere la compensación de fase utilizando la primera diferencia de fase y la segunda diferencia de fase; y
- llevar a cabo la compensación de fase en la secuencia de subdatos que requiere la compensación de fase utilizando el valor de compensación de fase correspondiente a la secuencia de subdatos;
- 20 **caracterizado por que** la etapa de la determinación de si múltiples secuencias de subdatos que forman la secuencia de datos requiere la compensación de fase según la primera diferencia de fase, y la segunda diferencia de fase comprende específicamente:
- 25 si la primera diferencia de fase es menor que un primer umbral y la segunda diferencia de fase restada de la primera diferencia de fase es mayor que un segundo umbral, se determina entonces que sólo secuencias de subdatos ubicadas en la última mitad de la secuencia de datos requieren la compensación de fase; y
- 30 si la primera diferencia de fase es mayor que el primer umbral, se determina entonces que todas las secuencias de subdatos de la secuencia de datos requieren la compensación de fase.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que, el cálculo del valor de compensación de fase correspondiente a la secuencia de subdatos que requiere la compensación de fase utilizando la primera diferencia de fase y la segunda diferencia de fase comprende específicamente:
- 35 calcular un primer valor de compensación correspondiente a la primera diferencia de fase y un segundo valor de compensación de fase correspondiente a la segunda diferencia de fase;
- 40 si la primera diferencia de fase es menor que un primer umbral y la segunda diferencia de fase restada de la primera diferencia de fase es mayor que un segundo umbral, se determina entonces el valor de compensación de las secuencias de subdatos ubicadas en la última mitad de la secuencia de datos como el segundo valor de compensación; y
- 45 si la primera diferencia de fase es mayor que el primer umbral y la segunda diferencia de fase restada de la primera diferencia de fase es mayor que el segundo umbral, se determina entonces el valor de compensación de las secuencias de subdatos ubicadas en la primera mitad de la secuencia de datos como el primer valor de compensación y se determina el valor de compensación de las secuencias de subdatos ubicadas en la última mitad de la secuencia de datos como el segundo valor de compensación; y
- 50 si la primera diferencia de fase es mayor que el primer umbral y la segunda diferencia de fase restada de la primera diferencia de fase es menor que el segundo umbral, se determina entonces el valor de compensación de todas las secuencias de subdatos de la secuencia de datos como el primer valor de compensación.
3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que, el cálculo del primer valor de compensación correspondiente a la primera diferencia de fase y el segundo valor de compensación correspondiente a la segunda diferencia de fase comprende específicamente:
- 55 cuantificar la diferencia de fase entre la primera secuencia de aprendizaje y la secuencia de aprendizaje estándar, para obtener un primer valor que posee una fase; y cuantificar la diferencia de fase entre la segunda secuencia de aprendizaje y la secuencia de aprendizaje estándar, para obtener un segundo valor que posee la fase; y
- 60 calcular el primer valor de compensación según el primer valor y un punto de constelación ideal preestablecido, y calcular el segundo valor de compensación de fase según el segundo valor y el punto de constelación ideal preestablecido.
- 65 4. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que la cuantificación de la diferencia de fase entre la primera secuencia de aprendizaje y la secuencia de aprendizaje estándar para obtener el primer valor que posee la fase; y la

cuantificación de la diferencia de fase entre la segunda secuencia de aprendizaje y la secuencia de aprendizaje estándar para obtener el segundo valor que posee la fase comprende específicamente:

5 determinar la diferencia de fase entre cada símbolo en la primera secuencia de aprendizaje y el símbolo correspondiente en la secuencia estándar, para obtener la diferencia de fase de cada símbolo en la primera secuencia de aprendizaje;

10 determinar la diferencia de fase entre cada símbolo en la segunda secuencia de aprendizaje y el símbolo correspondiente en la secuencia estándar, para obtener la diferencia de fase de cada símbolo en la segunda secuencia de aprendizaje;

15 cuantificar la diferencia de fase de cada símbolo en la primera secuencia de aprendizaje según la fórmula de Euler, para obtener un primer valor de cuantificación que posea la fase de cada símbolo en la primera secuencia de aprendizaje, y cuantificar la diferencia de fase de cada símbolo en la segunda secuencia de aprendizaje según la fórmula de Euler, para obtener un segundo valor de cuantificación que posea la fase de cada símbolo en la segunda secuencia de aprendizaje; y

20 calcular un valor promedio de todos los primeros valores de cuantificación, para obtener el primer valor que posee la fase, y calcular el valor promedio de todos los segundos valores de cuantificación, para obtener el segundo valor que posee la fase.

25 5. Dispositivo para compensar una desviación de fase en una transmisión óptica, que es aplicada a una secuencia de datos entre una primera secuencia de aprendizaje y una segunda secuencia de aprendizaje que son recibidas por un extremo de recepción, que comprende:

un primer módulo de determinación, dispuesto para: determinar una primera diferencia de fase entre la primera secuencia de aprendizaje y una secuencia de aprendizaje estándar utilizada como referencia, y una segunda diferencia de fase entre la segunda secuencia de aprendizaje y la secuencia de aprendizaje estándar;

30 un segundo módulo de determinación, dispuesto para: determinar una secuencia de subdatos que requiere una compensación de fase en múltiples secuencias de subdatos que forman la secuencia de datos según la primera diferencia de fase y la segunda diferencia de fase;

35 un módulo de cálculo, dispuesto para: calcular un valor de compensación de fase correspondiente a la secuencia de subdatos que requiere la compensación de fase mediante la utilización de la primera diferencia de fase y la segunda diferencia de fase; y un módulo de compensación, dispuesto para: llevar a cabo la compensación de fase en la secuencia de subdatos que requiere la compensación de fase utilizando el valor de compensación de fase

40 **caracterizado por que** el segundo módulo de determinación comprende:

un primer submódulo de determinación, dispuesto para: si la primera diferencia de fase es menor que un primer umbral y la segunda diferencia de fase restada de la primera diferencia de fase es mayor que un segundo umbral, determinar entonces que solamente secuencias de subdatos ubicadas en la última mitad de la secuencia de datos requieren la compensación de fase; y

45 un segundo submódulo de determinación, dispuesto para: si la primera diferencia de fase es mayor que el primer umbral, determinar entonces que todas las secuencias de subdatos de la secuencia de datos requieren la compensación de fase.

50 6. Dispositivo según la reivindicación 5, en el que el módulo de cálculo comprende:

un submódulo de cálculo, dispuesto para: calcular un primer valor de compensación correspondiente a la primera diferencia de fase y un segundo valor de compensación de fase correspondiente a la segunda diferencia de fase;

55 un tercer submódulo de determinación, dispuesto para: si la primera diferencia de fase es menor que un primer umbral y la segunda diferencia de fase restada de la primera diferencia de fase es mayor que un segundo umbral, determinar entonces el valor de compensación de las secuencias de subdatos ubicadas en la última mitad de la secuencia de datos como el segundo valor de compensación; y

60 un cuarto submódulo de determinación, dispuesto para: si la primera diferencia de fase es mayor que el primer umbral y la segunda diferencia de fase restada de la primera diferencia de fase es mayor que el segundo umbral, determinar entonces el valor de compensación de las secuencias de subdatos ubicadas en la primera mitad de la secuencia de datos como el primer valor de compensación y determinar el valor de compensación de las secuencias de subdatos ubicadas en la última mitad de la secuencia de datos como el segundo valor de compensación; y

65 un quinto submódulo de determinación, dispuesto para: si la primera diferencia de fase es mayor que el primer

umbral y la segunda diferencia de fase restada de la primera diferencia de fase es menor que el segundo umbral, determinar entonces el valor de compensación de todas las secuencias de subdatos de la secuencia de datos como el primer valor de compensación.

5 7. Dispositivo según la reivindicación 6, en el que el submódulo de cálculo comprende:

10 una unidad de cuantificación, dispuesta para: cuantificar la diferencia de fase entre la primera secuencia de aprendizaje y la secuencia de aprendizaje estándar, para obtener un primer valor que posee una fase; y cuantificar la diferencia de fase entre la segunda secuencia de aprendizaje y la secuencia de aprendizaje estándar, para obtener un segundo valor que posee la fase; y

15 una unidad de cálculo, dispuesta para: calcular el primer valor de compensación según el primer valor y un punto de constelación ideal preestablecido, y calcular el segundo valor de compensación de fase según el segundo valor y el punto de constelación ideal preestablecido.

8. Dispositivo según la reivindicación 7, en el que la unidad de cuantificación comprende:

20 una primera subunidad de determinación, dispuesta para: determinar la diferencia de fase entre cada símbolo en la primera secuencia de aprendizaje y el símbolo correspondiente en la secuencia estándar, para obtener la diferencia de fase de cada símbolo en la primera secuencia de aprendizaje;

25 una segunda subunidad de determinación, dispuesta para: determinar la diferencia de fase entre cada símbolo en la segunda secuencia de aprendizaje y el símbolo correspondiente en la secuencia estándar, para obtener la diferencia de fase de cada símbolo en la segunda secuencia de aprendizaje;

30 una subunidad de cuantificación, dispuesta para: cuantificar la diferencia de fase de cada símbolo en la primera secuencia de aprendizaje según la fórmula de Euler, para obtener un primer valor de cuantificación que posea la fase de cada símbolo en la primera secuencia de aprendizaje, y cuantificar la diferencia de fase de cada símbolo en la segunda secuencia de aprendizaje según la fórmula de Euler, para obtener un segundo valor de cuantificación que posee la fase de cada símbolo en la segunda secuencia de aprendizaje; y

35 una subunidad de cálculo, dispuesta para: calcular un valor promedio de todos los primeros valores de cuantificación, para obtener el primer valor que posee la fase, y calcular el valor promedio de todos los segundos valores de cuantificación, para obtener el segundo valor que posee la fase.

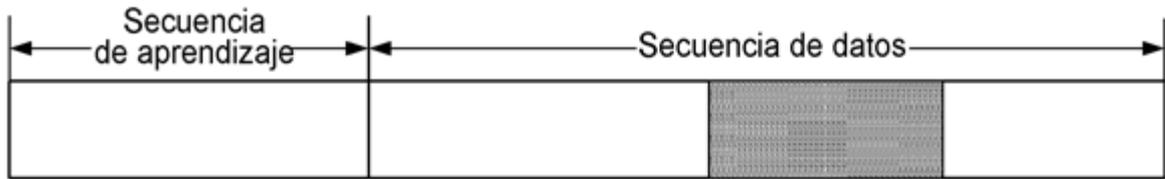


FIG. 1

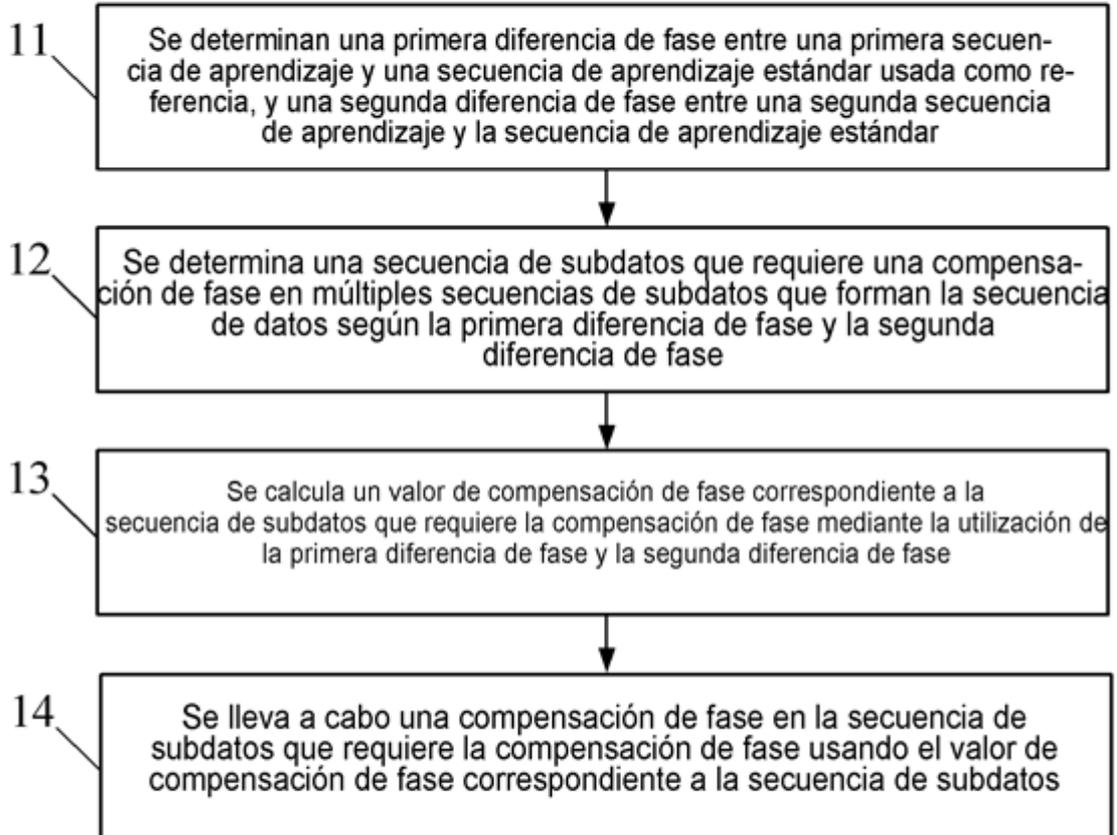


FIG. 2

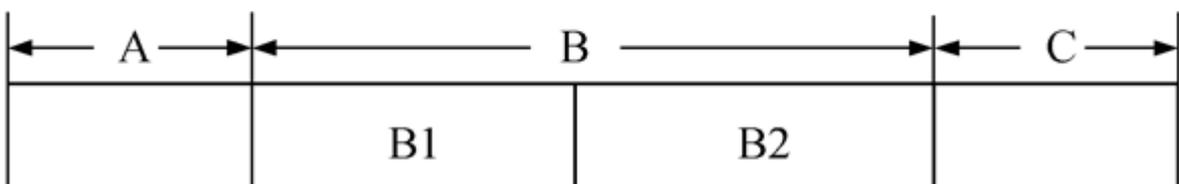


FIG. 3

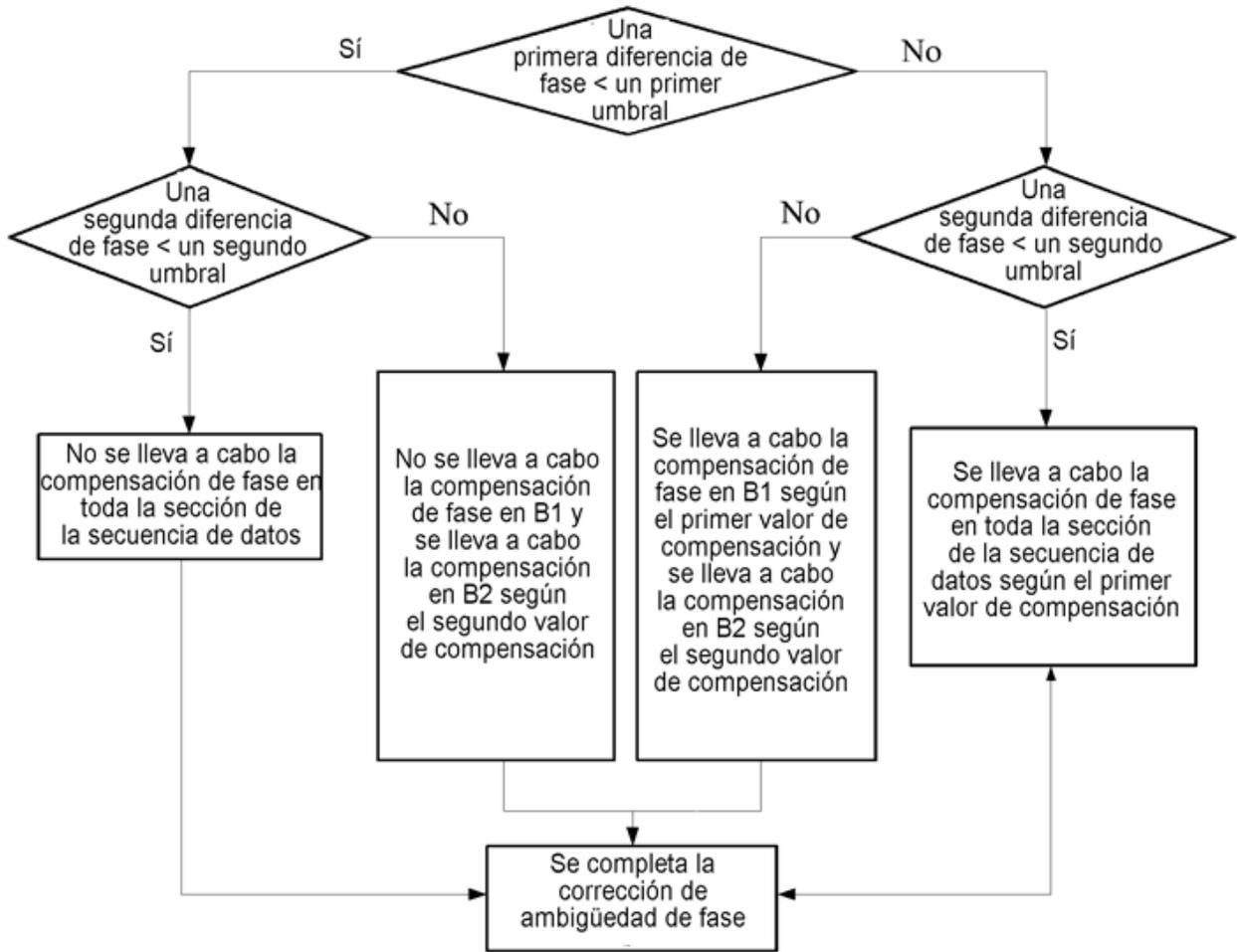


FIG. 4

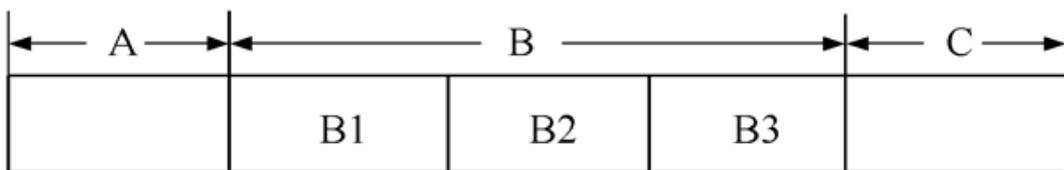


FIG. 5

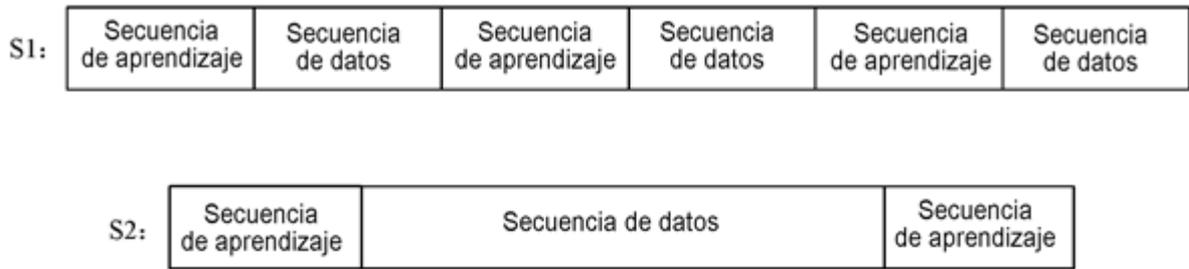


FIG. 6

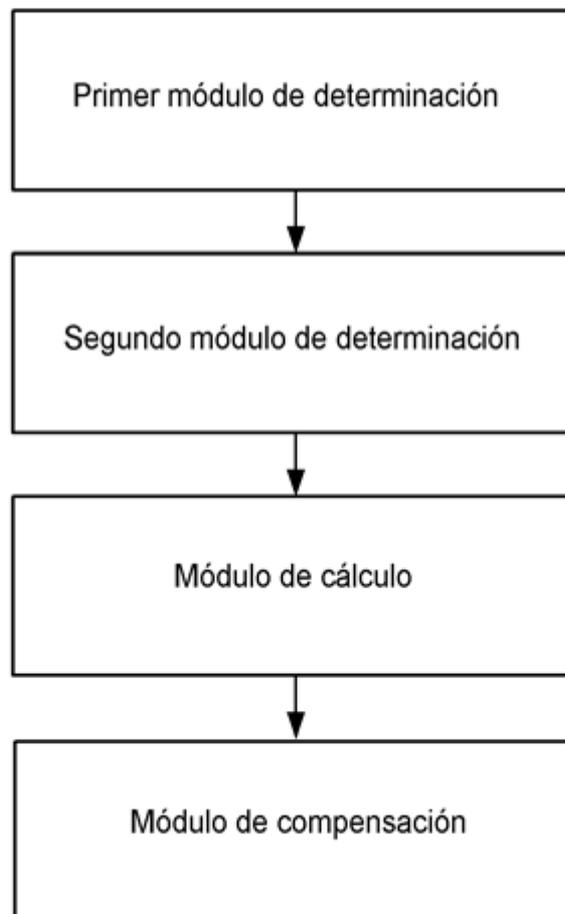


FIG. 7