

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 605 306**

51 Int. Cl.:

**H04B 10/2507** (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.05.2011 PCT/CN2011/074979**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.12.2011 WO11157128**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.05.2011 E 11795094 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.08.2016 EP 2685642**

54 Título: **Método y dispositivo para procesar señales ópticas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**13.03.2017**

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

72 Inventor/es:  
**LI, LIANGCHUAN y  
LIU, LING**

74 Agente/Representante:  
**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 605 306 T3

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

**DESCRIPCIÓN**

Método y dispositivo para procesar señales ópticas

**Campo de la invención**

5 La presente invención está relacionada con el campo del procesado de señal y, en particular, con un método y un equipo para procesar señales ópticas.

**Antecedentes de la invención**

10 Con el fin de mejorar la eficiencia de la transmisión de una señal óptica, en la técnica anterior, se utilizan dos estados de polarización ortogonal de la señal óptica para transmitir dos señales ópticas independientes al mismo tiempo en el mismo ancho de banda mediante multiplexación por polarización, de modo que se dobla la eficiencia de la transmisión del canal.

15 Comparado con una forma de detección directa, las tecnologías coherentes entre los dos estados de polarización de las señales ópticas ortogonales pueden producir una ganancia de la tasa señal óptica a ruido de aproximadamente 3 dB, y pueden compensar completamente los efectos de dispersión de color (CD, Color Dispersion) y la dispersión del modo de polarización (PMD, Polarization Mode Dispersion) en el canal mediante tecnologías de equalización eléctrica. Se puede implementar una transmisión de larga distancia de más de 100 Gb/s utilizando multiplexación por polarización combinada con tecnologías de recepción coherentes.

20 Un receptor coherente de multiplexación por polarización típico en la técnica anterior se muestra específicamente en la FIG. 1. Las señales ópticas recibidas se dividen en señales de ruta x/y mediante un divisor 101 del haz de polarización, y las señales de ruta x/y sirven de entrada para los mezcladores 103x y 103y de frecuencia de 90°, y a continuación se obtienen las señales digitales  $I_x$ ,  $Q_x$ ,  $I_y$  y  $Q_y$  con un muestreo de N veces (N es generalmente 2) utilizando un detector fotoeléctrico 104 y un conversor analógico/digital 105.

25  $I_x$ ,  $Q_x$ ,  $I_y$  y  $Q_y$  sirven de entrada a los compensadores 106x y 106y de dispersión de ruta x/y para la compensación de la dispersión, respectivamente, y un sincronizador 110 sincroniza las secuencias de entrenamiento después de completar la compensación de la dispersión, esto es, el sincronizador 110 correlaciona las señales ópticas sobre las que se realiza la compensación de la dispersión utilizando las secuencias de entrenamiento para obtener un pico correlacionado. A continuación, se obtiene el resultado de la sincronización en función del pico correlacionado, y se determina una condición de cruce de polarización en función del resultado de la sincronización de modo que un compensador 107 de polarización ajusta los coeficientes de filtrado.

30 Después, las señales ópticas sobre las que se ha realizado la compensación de la dispersión sirven de entrada al compensador 107 de polarización para completar la desmultiplexación de la polarización y la equalización, y a continuación las secuencias de entrenamiento y las señales ópticas equalizadas sirven de entrada a los restauradores 108x y 108y de fase, respectivamente, para la restauración de fase y, por último, sirven de entrada a los decodificadores 109x y 109y con el fin de restaurar y obtener los datos del flujo de bits original.

35 Sin embargo, en la técnica anterior, durante la sincronización de las secuencias de entrenamiento, las señales ópticas después de la compensación de la dispersión se correlacionan con las secuencias de entrenamiento para obtener el pico correlacionado. En ese momento, se mezcla la ruta x de las señales ópticas con la ruta y de las señales ópticas, de modo que tanto las señales ópticas de ruta x como las señales ópticas de ruta y experimentan una gran degradación. Si las señales ópticas de la ruta x están directamente correlacionadas con las secuencias de entrenamiento de la ruta x, o las señales ópticas de la ruta y están directamente correlacionadas con las secuencias de entrenamiento de la ruta y, no es obvio que se produzca la condición de un pico, o se pueden producir múltiples picos y, por lo tanto, es fácil provocar una sincronización incorrecta de las secuencias de entrenamiento, reduciendo de este modo la estabilidad de la sincronización de las señales ópticas.

40 El documento US 2007/092260 A1 divulga un método de una transmisión de datos a través de un sistema de comunicaciones ópticas. Se recibe una señal óptica a través del sistema de comunicaciones ópticas, comprendiendo la señal óptica símbolos de datos y ráfagas SYNC, teniendo cada una de las ráfagas SYNC una secuencia de símbolos predeterminada. La señal óptica recibida se sobremuestra con el fin de generar un flujo de muestreo multibit. El flujo de muestreo se divide en bloques de muestras contiguas, en donde cada uno de los bloques de muestras se solapa parcialmente con al menos otro bloque de muestras e incluye al menos una ráfaga SYNC y una pluralidad de símbolos de datos. Cada uno de los bloques de muestras se procesa de forma independiente con el fin de detectar un valor de cada uno de los símbolos de datos.

45 El documento US2011/008059 A1 divulga un equipo de equalización digital para un receptor óptico coherente y un método de equalización digital para un receptor óptico coherente, donde la equalización digital es capaz de compensar la dispersión cromática y la degradación de polarización mediante un procesamiento de la señal digital, y es capaz de realizar una recuperación de reloj y una recuperación de datos mediante una sincronización

digital de símbolos. El equipo y el método de ecualización digital compensan de forma digital las distintas degradaciones que se producen sobre una ruta óptica y se consigue la sincronización mediante una estructura simple.

### Resumen de la invención

5 La presente invención proporciona un método y un equipo para procesar señales ópticas, los cuales pueden mejorar de forma efectiva la estabilidad de la sincronización de las señales ópticas.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención el método incluye:

10 realizar, mediante un mezclador de frecuencia, una mezcla de frecuencias sobre las señales ópticas de entrada recibidas; realizar, mediante un detector fotoeléctrico, una detección fotoeléctrica sobre la salida de las señales ópticas del mezclador de frecuencia; realizar, mediante un conversor analógico/digital, una conversión analógico/digital sobre las señales eléctricas de salida del detector fotoeléctrico; y realizar, mediante un compensador de dispersión, una compensación de la dispersión sobre las señales digitales de salida del conversor analógico/digital, con el fin de obtener las señales eléctricas de la primera ruta y las señales eléctricas de la segunda ruta; realizar un proceso de actualización de inicialización sobre los coeficientes de filtro de un compensador de polarización, y realizar, por parte del compensador de polarización, una compensación de polarización sobre las señales eléctricas de la primera ruta y las señales eléctricas de la segunda ruta utilizando los coeficientes de filtro sobre los que se ha realizado la actualización de inicialización, con el fin de obtener las señales eléctricas de la ruta x inicializadas y las señales eléctricas de la ruta y inicializadas; sincronizar las secuencias de entrenamiento de ruta x y las secuencias de entrenamiento de ruta y preestablecidas utilizando las señales eléctricas de la ruta x inicializadas y las señales eléctricas de la ruta y inicializadas; y si el resultado de la sincronización indica que se produce un intercambio de polarización, rectificar el intercambio de polarización. El proceso de actualización de inicialización se refiere a la actualización de los coeficientes de filtro en un estado de inicialización, y la rectificación del intercambio de polarización comprende: intercambiar los coeficientes de filtro del filtro de la ruta x con los coeficientes de filtro del filtro de la ruta y.

25 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención el equipo incluye:

30 un mezclador de frecuencia, configurado para realizar mezcla de frecuencias sobre las señales ópticas de entrada recibidas; un detector fotoeléctrico, configurado para realizar detección fotoeléctrica sobre las señales ópticas de salida de los mezcladores de frecuencia; un conversor analógico/digital, configurado para realizar una conversión analógico/digital sobre las señales eléctricas de salida del detector fotoeléctrico; un compensador de dispersión, configurado para realizar una compensación de la dispersión sobre las señales digitales de salida del conversor analógico/digital, con el fin de obtener unas señales eléctricas de la primera ruta y unas señales eléctricas de la segunda ruta; un compensador de polarización, configurado para realizar un proceso de actualización de inicialización sobre los coeficientes de filtro, y realizar una compensación de polarización sobre las señales eléctricas de la primera ruta y las señales eléctricas de la segunda ruta utilizando los coeficientes de filtro sobre los que se ha realizado la actualización de inicialización, con el fin de obtener las señales eléctricas de la ruta x inicializadas y las señales eléctricas de la ruta y inicializadas; y un sincronizador, configurado para sincronizar las secuencias de entrenamiento de ruta x y las secuencias de entrenamiento de ruta y preestablecidas utilizando las señales eléctricas de la ruta x inicializadas y las señales eléctricas de la ruta y inicializadas, y si el resultado de la sincronización indica que se produce un intercambio de polarización, rectificar el intercambio de polarización. El proceso de actualización de inicialización se refiere a actualizar los coeficientes de filtro en un estado de inicialización, y la rectificación del intercambio de polarización comprende: intercambiar los coeficientes de filtro del filtro de la ruta x con los coeficientes de filtro del filtro de la ruta y.

La presente invención tiene los siguientes efectos beneficiosos.

45 En la presente invención, después de haber obtenido las señales eléctricas de la primera ruta y las señales eléctricas de la segunda ruta, el equipo para procesar señales ópticas puede realizar en primer lugar la compensación de polarización sobre las señales eléctricas de la primera ruta y las señales eléctricas de la segunda ruta, y a continuación puede realizar una sincronización de las secuencias de entrenamiento. Como las señales ópticas de las diferentes rutas se pueden separar mediante compensación de la polarización, durante la sincronización de las secuencias de entrenamiento, la degradación de las señales ópticas puede no afectar la sincronización, mejorando de este modo de forma efectiva la estabilidad de la sincronización de las señales ópticas.

### Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 es un diagrama de flujo esquemático del procesamiento de señales ópticas en la técnica anterior;

55 la FIG. 2 es un diagrama esquemático de un modo de realización de un método para procesar señales ópticas de acuerdo con la presente invención;

la FIG. 3 es un diagrama esquemático de otro modo de realización de un método para procesar señales ópticas de acuerdo con la presente invención;

la FIG. 4 es un diagrama esquemático de un equipo para procesar señales ópticas de acuerdo con la presente invención;

5 la FIG. 5 es un diagrama de flujo esquemático del procesamiento de señales ópticas de acuerdo con la presente invención; y

la FIG. 6 es un diagrama esquemático de un compensador de polarización de acuerdo con la presente invención.

#### **Descripción detallada de los modos de realización**

10 Los modos de realización de la presente invención proporcionan un método y un equipo para procesar señales ópticas, los cuales pueden mejorar de forma efectiva la estabilidad de la sincronización de señales ópticas.

Haciendo referencia a la FIG. 2, un modo de realización de un método para procesar señales ópticas de la presente invención incluye los siguientes pasos.

15 201: Realizar una mezcla de frecuencias, una detección fotoeléctrica, una conversión analógico/digital y una compensación de la dispersión sobre las señales ópticas de entrada recibidas y, a continuación, obtener las señales eléctricas de la primera ruta y las señales eléctricas de la segunda ruta.

20 En este modo de realización, un equipo para procesar señales ópticas puede recibir señales ópticas de entrada, y a continuación realizar una mezcla de frecuencias, una detección fotoeléctrica, una conversión analógico/digital y una compensación de la dispersión sobre las señales ópticas de entrada y las señales ópticas de oscilación locales generadas por un láser local, con el fin de obtener las señales ópticas de multiplexación de polarización de la primera ruta y las señales ópticas de multiplexación de polarización de la segunda ruta.

En la presente solicitud no se encuentran limitados los detalles sobre el proceso de mezcla de frecuencias, detección fotoeléctrica, conversión analógico/digital y compensación de la dispersión.

25 202: Realizar un proceso de actualización de inicialización sobre los coeficientes de filtro, y realizar una compensación de polarización sobre las señales eléctricas de la primera ruta y las señales eléctricas de la segunda ruta utilizando los coeficientes de filtro sobre los que se ha realizado la actualización de inicialización, de modo que se obtienen las señales eléctricas de la ruta x inicializadas y las señales eléctricas de la ruta y inicializadas.

30 En este modo de realización, un compensador de polarización en el equipo para procesar señales ópticas puede adoptar un filtro adaptativo para su implementación, y puede realizar un proceso de actualización de inicialización sobre los coeficientes de filtro del compensador de polarización después de haber obtenido las señales eléctricas de la primera ruta y las señales eléctricas de la segunda ruta, y realizar, además, la compensación de polarización sobre las señales eléctricas de la primera ruta y las señales eléctricas de la segunda ruta utilizando los coeficientes de filtro sobre los que se ha realizado la actualización de inicialización, con el fin de obtener las señales ópticas de la ruta x inicializadas y las señales ópticas de la ruta y inicializadas.

35 203: sincronizar las secuencias de entrenamiento de ruta x y las secuencias de entrenamiento de ruta y preestablecidas utilizando las señales eléctricas de la ruta x inicializadas y las señales eléctricas de la ruta y inicializadas.

40 Después de haber obtenido las señales eléctricas de la ruta x inicializadas y las señales eléctricas de la ruta y inicializadas mediante la compensación de polarización, el equipo para procesar señales ópticas puede sincronizar las secuencias de entrenamiento de ruta x y las secuencias de entrenamiento de ruta y preestablecidas utilizando las señales eléctricas de la ruta x inicializadas y las señales eléctricas de la ruta y inicializadas.

Se debe observar que, en este modo de realización, el equipo para procesar señales ópticas se preconfigura con las secuencias de entrenamiento de ruta x y las secuencias de entrenamiento de ruta y.

45 204: Si el resultado de la sincronización indica que se produce un intercambio de polarización, rectificar el intercambio de polarización.

50 El equipo para procesar señales ópticas sincroniza las secuencias de entrenamiento de ruta x y las secuencias de entrenamiento de ruta y preestablecidas utilizando las señales eléctricas de la ruta x inicializadas y las señales eléctricas de la ruta y inicializadas, y a continuación puede determinar si se produce el intercambio de polarización de acuerdo con el resultado de la sincronización. Si se produce el intercambio de polarización, el equipo para procesar señales ópticas puede rectificar el intercambio de polarización.

En este modo de realización, después de haber obtenido las señales eléctricas de la primera ruta y las señales eléctricas de la segunda ruta, el equipo para procesar señales ópticas puede realizar en primer lugar la compensación de polarización sobre las señales eléctricas de la primera ruta y las señales eléctricas de la segunda ruta y, a continuación, realizar la sincronización de las secuencias de entrenamiento. Como las señales ópticas de diferentes rutas pueden estar separadas mediante compensación de polarización, durante la sincronización de las secuencias de entrenamiento, la degradación de las señales ópticas puede no afectar a la sincronización, mejorando de este modo de forma efectiva la estabilidad de sincronización de las señales ópticas.

Para facilitar la comprensión, el método para procesar señales ópticas de la presente invención se describe a continuación en detalle mediante un ejemplo específico. Haciendo referencia a la FIG. 3, otro modo de realización del método para procesar señales ópticas de la presente invención incluye los siguientes pasos.

301: Realizar una mezcla de frecuencias, una detección fotoeléctrica, una conversión analógico/digital y una compensación de la dispersión sobre las señales ópticas de entrada recibidas y, a continuación, obtener las señales eléctricas de la primera ruta y las señales eléctricas de la segunda ruta.

En este modo de realización, un equipo para procesar señales ópticas puede recibir las señales ópticas de entrada, y a continuación introducir las señales ópticas de entrada y las señales ópticas de oscilación locales generadas por un láser local en dos mezcladores de frecuencia para procesar la mezcla de frecuencias con el fin de obtener cuatro rutas de señales de mezcla de frecuencias.

Las cuatro rutas de señales de mezcla de frecuencias son la entrada de cuatro detectores fotoeléctricos, respectivamente, para la detección fotoeléctrica, y a continuación, se producen cuatro rutas de señales de detección después de haber terminado la detección fotoeléctrica.

Las cuatro rutas de señales de detección son la entrada de cuatro conversores analógico/digital, respectivamente, para la conversión analógico/digital, y se producen cuatro rutas de señales digitales después de haber terminado la conversión analógico/digital, las cuales son, respectivamente,  $I_x$ ,  $Q_x$ ,  $I_y$  y  $Q_y$ .

$I_x$ ,  $Q_x$  son la entrada de un compensador de dispersión para la compensación de la dispersión, y a continuación se producen las señales eléctricas de la primera ruta.  $I_y$  y  $Q_y$  son la entrada de otro compensador de dispersión para la compensación de la dispersión, y a continuación se producen las señales eléctricas de la segunda ruta.

En la presente solicitud no se encuentran limitados los detalles sobre el proceso de mezcla de frecuencias, detección fotoeléctrica, conversión analógico/digital y compensación de la dispersión.

302: Realizar un proceso de actualización de inicialización sobre los coeficientes de filtro, y realizar una compensación de polarización sobre las señales eléctricas de la primera ruta y las señales eléctricas de la segunda ruta utilizando los coeficientes de filtro sobre los que se ha realizado la actualización de inicialización, con el fin de obtener las señales eléctricas de la ruta x inicializadas y las señales eléctricas de la ruta y inicializadas.

En este modo de realización, un compensador de polarización en el equipo para procesar señales ópticas puede adoptar un filtro adaptativo para su implementación, y puede realizar un proceso de actualización de inicialización sobre los coeficientes de filtro del compensador de polarización después de haber obtenido las señales eléctricas de la primera ruta y las señales eléctricas de la segunda ruta.

El proceso de actualización de inicialización se refiere a la actualización de los coeficientes de filtro en un estado de inicialización. Se debe observar que, al realizar una operación de inicio, el equipo para procesar señales ópticas de este modo de realización puede entrar en primer lugar en un estado de inicialización para realizar operaciones como, por ejemplo, depuración de parámetros y rectificación del intercambio de polarización.

Después de la actualización de los coeficientes de filtro, se puede realizar la compensación de polarización sobre las señales eléctricas de la primera ruta utilizando los coeficientes de filtro de un filtro de la ruta x sobre el que se ha realizado la actualización de inicialización con el fin de obtener las señales ópticas de la ruta x inicializadas y se puede realizar la compensación de polarización sobre las señales eléctricas de la segunda ruta utilizando los coeficientes de filtro de un filtro de la ruta y sobre el que se ha realizado la actualización de inicialización con el fin de obtener las señales ópticas de la ruta y inicializadas.

El proceso de actualización de inicialización de este modo de realización puede adoptar específicamente una actualización ciega del coeficiente de ecualización, y la forma específica de actualización puede ser como sigue.

Se aplica un algoritmo de módulo constante, y el módulo de las señales eléctricas de la ruta x inicializadas y el módulo de las señales eléctricas de la ruta y inicializadas se mantienen constantes, donde las señales eléctricas de la ruta x inicializadas y las señales eléctricas de la ruta y inicializadas son la salida del compensador de polarización. Como las señales eléctricas de la primera ruta de entrada y las señales eléctricas de la segunda

ruta de entrada pueden cambiar de forma dinámica, los coeficientes de filtro se pueden actualizar en función de un criterio de módulo constante.

Se debe observar que, la actualización ciega del coeficiente de ecualización puede ser una actualización ciega del coeficiente de ecualización sin realimentación de la decisión.

5 303: sincronizar las secuencias de entrenamiento de ruta x y las secuencias de entrenamiento de ruta y preestablecidas utilizando las señales eléctricas de la ruta x inicializadas y las señales eléctricas de la ruta y inicializadas.

10 Después de haber obtenido las señales eléctricas de la ruta x inicializadas y las señales eléctricas de la ruta y inicializadas mediante la compensación de polarización, el equipo para procesar señales ópticas puede sincronizar las secuencias de entrenamiento de ruta x y las secuencias de entrenamiento de ruta y preestablecidas utilizando las señales eléctricas de la ruta x inicializadas y las señales eléctricas de la ruta y inicializadas.

Se debe observar que, en este modo de realización, el equipo para procesar señales ópticas se preconfigura con las secuencias de entrenamiento de ruta x y las secuencias de entrenamiento de ruta y.

15 El proceso de sincronización específico puede ser como sigue.

20 Las señales eléctricas de la ruta x inicializadas se correlacionan con las secuencias de entrenamiento de ruta x con el fin de obtener un primer pico correlacionado, las señales eléctricas de la ruta y inicializadas se correlacionan con las secuencias de entrenamiento de ruta y con el fin de obtener un segundo pico correlacionado, las señales eléctricas de la ruta x inicializadas se correlacionan con las secuencias de entrenamiento de ruta y con el fin de obtener un tercer pico correlacionado, y las señales eléctricas de la ruta y inicializadas se correlacionan con las secuencias de entrenamiento de ruta x con el fin de obtener un cuarto pico correlacionado.

304: Si el resultado de la sincronización indica que se produce un intercambio de polarización, rectificar el intercambio de polarización.

25 En este modo de realización, si el primer pico correlacionado y el segundo pico correlacionado son ambos mayores o iguales a un umbral predeterminado, y el tercer pico correlacionado y el cuarto pico correlacionado son ambos menores que el umbral predeterminado, se determina que no se ha producido intercambio de polarización.

30 Si el tercer pico correlacionado y el cuarto pico correlacionado son ambos mayores o iguales a un umbral predeterminado, y el primer pico correlacionado y el segundo pico correlacionado son ambos menores que el umbral predeterminado, se determina que se ha producido intercambio de polarización.

35 Cuando el equipo para procesar señales ópticas determina que se ha producido intercambio de polarización, se pueden intercambiar los coeficientes de filtro del filtro de la ruta x y los coeficientes de filtro del filtro de la ruta y en el compensador de polarización, esto es, los coeficientes de filtro del filtro de la ruta x se intercambian por los coeficientes de filtro del filtro de la ruta y. Después del intercambio de los coeficientes de filtro, el filtro de la ruta x se puede habilitar para dar como resultado las señales eléctricas de la ruta x inicializadas y el filtro de la ruta y se puede habilitar para dar como resultado las señales eléctricas de la ruta y inicializadas, de modo que se rectifica el intercambio de polarización.

40 Se debe observar que, si el resultado de la sincronización indica que no se produce el intercambio de polarización, se puede ejecutar directamente el paso 305.

305: Realizar un proceso de actualización en vivo de los coeficientes de filtro, y realizar la compensación de polarización sobre las nuevas señales eléctricas de la primera ruta y las nuevas señales eléctricas de la segunda ruta utilizando los coeficientes de filtro sobre los que se ha realizado la actualización en vivo, con el fin de obtener las señales eléctricas de la ruta x operativas y las señales eléctricas de la ruta y operativas.

45 En este modo de realización, después de haber completado las operaciones como, por ejemplo, la depuración de parámetros y la rectificación del intercambio de polarización, el equipo para procesar señales ópticas puede cambiar a un estado operativo. A continuación, el equipo para procesar señales ópticas realiza procesamientos como, por ejemplo, mezcla de frecuencias, detección fotoeléctrica, conversión analógico/digital y compensación de la dispersión sobre las nuevas señales ópticas de entrada recibidas del mismo modo, y obtiene las nuevas señales eléctricas de la primera ruta y las nuevas señales eléctricas de la segunda ruta.

50 El equipo para procesar señales ópticas en estado operativo puede realizar el proceso de actualización en vivo sobre los coeficientes de filtro del compensador de polarización.

El proceso de actualización en vivo de este modo de realización puede adoptar específicamente la actualización ciega del coeficiente de ecualización, y la forma específica de actualización puede ser como sigue.

5 Se aplica un algoritmo de módulo constante, y el módulo de las señales eléctricas de la ruta x operativas y el módulo de las señales eléctricas de la ruta y operativas se mantienen constantes, donde las señales eléctricas de la ruta x operativas y las señales eléctricas de la ruta y operativas son la salida del compensador de polarización. Como las nuevas señales eléctricas de la primera ruta de entrada y las nuevas señales eléctricas de la segunda ruta de entrada pueden cambiar de forma dinámica, los coeficientes de filtro se pueden actualizar en función de un criterio de módulo constante.

10 Se debe observar que, la actualización ciega del coeficiente de ecualización puede ser una actualización ciega del coeficiente de ecualización sin realimentación de la decisión o también puede ser una actualización ciega del coeficiente de ecualización con realimentación de la decisión.

15 Se puede interpretar que en las aplicaciones reales, el proceso de actualización en vivo se puede realizar de otras formas además de la adopción de la actualización ciega del coeficiente de ecualización como, por ejemplo, la actualización de coeficientes auxiliar de la secuencia de entrenamiento, y la forma específica puede ser como sigue.

El equipo para procesar señales ópticas actualiza los coeficientes de filtro con las secuencias de entrenamiento como objetivo, y las hace aproximarse a las secuencias de entrenamiento tanto como sea posible. Los coeficientes de filtro del filtro de la ruta x se actualizan utilizando las secuencias de entrenamiento de ruta x, y los coeficientes de filtro del filtro de la ruta y se actualizan utilizando las secuencias de entrenamiento de ruta y.

20 306: Realizar una restauración de fase sobre las señales eléctricas de la ruta x operativas de acuerdo con las secuencias de entrenamiento de ruta x predeterminadas con el fin de obtener las señales eléctricas de la ruta x de salida, y realizar una restauración de fase sobre las señales eléctricas de la ruta y operativas de acuerdo con las secuencias de entrenamiento de ruta y predeterminadas con el fin de obtener las señales eléctricas de la ruta y de salida.

25 En este modo de realización, después de haber obtenido las señales eléctricas de la ruta x operativas y las señales eléctricas de la ruta y operativas, el equipo para procesar señales ópticas puede realizar una restauración de fase sobre las señales eléctricas de la ruta x operativas de acuerdo con las secuencias de entrenamiento de ruta x predeterminadas con el fin de obtener las señales eléctricas de la ruta x de salida, y realizar una restauración de fase sobre las señales eléctricas de la ruta y operativas de acuerdo con las secuencias de entrenamiento de ruta y predeterminadas con el fin de obtener las señales eléctricas de la ruta y de salida.

30

El modo de restauración de fase específico puede ser como sigue.

35 El equipo para procesar señales ópticas estima una fase inicial de las señales eléctricas de la ruta x operativas utilizando secuencias de entrenamiento de ruta x periódicas y, a continuación, de acuerdo con la fase inicial de las señales eléctricas de la ruta x operativas, realiza un seguimiento de la variación de fase de las señales eléctricas de la ruta x operativas utilizando un bucle cerrado de fase, con el fin de realizar la restauración de fase.

La forma de realizar la restauración de fase sobre las señales eléctricas de la ruta y operativas es parecida, y los detalles no se vuelven a describir en la presente solicitud.

307: decodificar las señales eléctricas de la ruta x de salida y las señales eléctricas de la ruta y de salida.

40 Después de haber obtenido las señales eléctricas de la ruta x de salida y las señales eléctricas de la ruta y de salida, el equipo para procesar señales ópticas puede decodificar las señales eléctricas de la ruta x de salida y las señales eléctricas de la ruta y de salida con el fin de obtener las señales eléctricas originales, y el proceso específico no se limita en la presente solicitud.

45 En este modo de realización, después de haber obtenido las señales eléctricas de la primera ruta y las señales eléctricas de la segunda ruta, el equipo para procesar señales ópticas puede realizar en primer lugar la compensación de polarización sobre las señales eléctricas de la primera ruta y las señales eléctricas de la segunda ruta y, a continuación, realizar la sincronización de las secuencias de entrenamiento. Como las señales ópticas de diferentes rutas se pueden separar mediante compensación de polarización, durante la sincronización de las secuencias de entrenamiento, la degradación de las señales ópticas puede no afectar a la sincronización, mejorando de este modo de forma efectiva la estabilidad de sincronización de las señales ópticas.

50

En este modo de realización, cuando se actualizan los coeficientes de filtro, el equipo para procesar señales ópticas puede adoptar una actualización ciega del coeficiente de ecualización o una actualización de coeficientes auxiliar de la secuencia de entrenamiento, de modo que se mejora la flexibilidad de la solución.

El método para procesar señales ópticas de la presente invención se ha descrito más arriba, y a continuación se describe un equipo para procesar señales ópticas de la presente invención. Haciendo referencia a la FIG. 4, un modo de realización del equipo para procesar señales ópticas de la presente invención incluye:

5 un mezclador 403 de frecuencia, configurado para realizar una mezcla de frecuencias sobre las señales ópticas de entrada;

un detector 404 fotoeléctrico, configurado para realizar una detección fotoeléctrica sobre las señales ópticas obtenidas mediante la realización de la mezcla de frecuencias;

un conversor 405 analógico/digital, configurado para realizar una conversión analógico/digital sobre las señales eléctricas obtenidas mediante la realización de la detección fotoeléctrica;

10 un compensador 406 de dispersión, configurado para realizar una compensación de la dispersión sobre las señales digitales obtenidas mediante la realización de la conversión analógico/digital, con el fin de obtener las señales eléctricas de la primera ruta y las señales eléctricas de la segunda ruta;

15 un compensador 407 de polarización, configurado para realizar un proceso de actualización de inicialización sobre coeficientes de filtro, y realizar una compensación de polarización sobre las señales eléctricas de la primera ruta y las señales eléctricas de la segunda ruta mediante la utilización de los coeficientes de filtro sobre los que se ha realizado la actualización de inicialización, con el fin de obtener las señales eléctricas de la ruta x inicializadas y las señales eléctricas de la ruta y inicializadas; y

20 un sincronizador 408, configurado para sincronizar las secuencias de entrenamiento de ruta x y las secuencias de entrenamiento de ruta y preestablecidas utilizando las señales eléctricas de la ruta x inicializadas y las señales eléctricas de la ruta y inicializadas y, si el resultado de la sincronización indica que se ha producido un intercambio de polarización, rectificar el intercambio de polarización.

El equipo para procesar señales ópticas de este modo de realización puede incluir, además:

un láser local 401, configurado para generar señales ópticas de oscilación local; y

25 un divisor 402 del haz de polarización, configurado para dividir las señales ópticas de oscilación local y las señales ópticas de entrada e introducir las señales ópticas divididas en el mezclador 403 de frecuencia.

30 El compensador 407 de polarización de este modo de realización puede estar configurado, además, para realizar un proceso de actualización en vivo sobre los coeficientes de filtro, y realizar una compensación de la polarización sobre las nuevas señales eléctricas de la primera ruta y las nuevas señales eléctricas de la segunda ruta utilizando los coeficientes de filtro sobre los que se ha realizado la actualización en vivo, con el fin de obtener señales eléctricas de la ruta x operativas y señales eléctricas de la ruta y operativas.

Basándose en la función adicional ejecutada por el compensador 407 de polarización, el equipo para procesar señales ópticas de este modo de realización puede incluir, además:

35 un restaurador 409 de fase, configurado para realizar una restauración de fase sobre las señales eléctricas de la ruta x operativas de acuerdo con las secuencias de entrenamiento de ruta x predeterminadas con el fin de obtener las señales eléctricas de salida de la ruta x, y realizar una restauración de fase sobre las señales eléctricas de la ruta y operativas de acuerdo con las secuencias de entrenamiento de ruta y predeterminadas con el fin de obtener las señales eléctricas de salida de la ruta y; y

un decodificador 410, configurado para decodificar las señales eléctricas de salida de la ruta x y las señales eléctricas de salida de la ruta y.

40 Para facilitar la comprensión, a continuación se describe la conexión entre los componentes del equipo para procesar señales ópticas de la presente invención mediante un escenario de aplicación específico, tal como se muestra en la FIG. 5.

45 Cuando se reciben las señales ópticas de entrada, las señales ópticas de entrada se dividen en señales de ruta x/y mediante un divisor 502 de haz de polarización. Las señales de ruta x/y sirven de entrada de los mezcladores 503x y 503y de frecuencia de 90°, respectivamente y, al mismo tiempo, un láser local 501 genera señales ópticas de oscilación local. Las señales ópticas de oscilación local se dividen en señales de ruta x/y mediante el divisor 502 de haz de polarización del mismo modo, y las señales de ruta x/y sirven de entrada a los mezcladores 503x y 503y de frecuencia de 90°, respectivamente. Cada uno de los mezcladores 503x y 503y de frecuencia de 90° produce dos rutas de señales de mezcla de frecuencias.

50 Las cuatro rutas de señales de mezcla de frecuencias sirven de entrada a los cuatro detectores 504 fotoeléctricos para la detección fotoeléctrica, respectivamente, y a continuación, después de terminar la detección fotoeléctrica,

se producen cuatro rutas de señales de detección.

Las cuatro rutas de señales de detección sirven de entrada de los cuatro conversores 505 analógico/digital para la conversión analógico/digital, respectivamente, y, después de terminar la conversión analógico/digital, se producen cuatro rutas de señales digitales, las cuales son  $I_x$ ,  $Q_x$ ,  $I_y$  y  $Q_y$ , respectivamente.

5  $I_x$  y  $Q_x$  sirven de entrada al compensador 506x de dispersión para la compensación de la dispersión y, a continuación, se producen las señales eléctricas de la primera ruta.  $I_y$  y  $Q_y$ , sirven de entrada a un compensador 506y de dispersión para la compensación de la dispersión y, a continuación, se producen las señales eléctricas de la segunda ruta.

10 En un compensador 507 de polarización se lleva a cabo un proceso de actualización de inicialización sobre los coeficientes de filtro de un filtro adaptativo, y el proceso de actualización de inicialización se refiere a la actualización de los coeficientes de filtro en un estado de inicialización. Se debe observar que, en la operación de inicio, el equipo para procesar señales ópticas de este modo de realización puede obtener en primer lugar un estado de inicialización para realizar operaciones como, por ejemplo, depuración de parámetros y rectificación del intercambio de polarización.

15 El proceso de actualización de inicialización puede adoptar específicamente una actualización ciega del coeficiente de ecualización, y el modo de actualización específico puede ser como sigue.

20 Se aplica un algoritmo de módulo constante, y el módulo de las señales eléctricas de la ruta x inicializadas y el módulo de las señales eléctricas de la ruta y inicializadas se mantienen constantes, donde las señales eléctricas de la ruta x inicializadas y las señales eléctricas de la ruta y inicializadas son la salida del compensador de polarización. Como las señales eléctricas de la primera ruta de entrada y las señales eléctricas de la segunda ruta de entrada pueden cambiar de forma dinámica, los coeficientes de filtro se pueden actualizar siguiendo un criterio de módulo constante.

Se debe observar que, la actualización ciega del coeficiente de ecualización puede ser una actualización ciega del coeficiente de ecualización sin realimentación de decisión.

25 Después de terminar la actualización de los coeficientes de filtro, las señales eléctricas de la primera ruta obtenidas y las señales eléctricas de la segunda ruta obtenidas pueden servir de entrada simultáneamente al compensador 507 de polarización para la compensación de polarización.

30 En la FIG. 6 se puede ver una estructura específica del compensador 507 de polarización de este modo de realización, donde  $W_{xx}$ ,  $W_{yx}$ ,  $W_{xy}$  y  $W_{yy}$  son los coeficientes de filtro de los filtros adaptativos,  $W_{xx}$  y  $W_{yx}$  son coeficientes de filtro de un filtro de ruta x, y  $W_{xy}$  y  $W_{yy}$  son coeficientes de filtro de un filtro de ruta y.

35 Después de que el compensador 507 de polarización haya realizado la compensación de polarización sobre las señales eléctricas de la primera ruta y las señales eléctricas de la segunda ruta para obtener las señales eléctricas de la ruta x inicializadas y las señales eléctricas de la ruta y inicializadas, un sincronizador 508 puede sincronizar las secuencias de entrenamiento de ruta x y las secuencias de entrenamiento de ruta y preestablecidas utilizando las señales eléctricas de la ruta x inicializadas y las señales eléctricas de la ruta y inicializadas.

Se debe observar que, en este modo de realización, el equipo para procesar señales ópticas está preconfigurado con las secuencias de entrenamiento de ruta x y las secuencias de entrenamiento de ruta y.

El proceso de sincronización específico del sincronizador 508 puede ser como sigue.

40 Las señales eléctricas de la ruta x inicializadas se correlacionan con las secuencias de entrenamiento de ruta x con el fin de obtener un primer pico correlacionado, las señales eléctricas de la ruta y inicializadas se correlacionan con las secuencias de entrenamiento de ruta y con el fin de obtener un segundo pico correlacionado, las señales eléctricas de la ruta x inicializadas se correlacionan con las secuencias de entrenamiento de ruta y con el fin de obtener un tercer pico correlacionado, y las señales eléctricas de la ruta y inicializadas se correlacionan con las secuencias de entrenamiento de ruta x con el fin de obtener un cuarto pico correlacionado.

45 En este modo de realización, si el primer pico correlacionado y el segundo pico correlacionado son ambos mayores o iguales a un umbral predeterminado, y el tercer pico correlacionado y el cuarto pico correlacionado son ambos menores que el umbral predeterminado, se determina que no se ha producido intercambio de polarización.

50 Si el tercer pico correlacionado y el cuarto pico correlacionado son ambos mayores o iguales a un umbral predeterminado, y el primer pico correlacionado y el segundo pico correlacionado son ambos menores que el umbral predeterminado, se determina que se ha producido intercambio de polarización.

5 Cuando se determina que se ha producido intercambio de polarización, el compensador 507 de polarización puede intercambiar los coeficientes de filtro del filtro de la ruta x y los coeficientes de filtro del filtro de la ruta y, esto es, intercambia  $W_{xx}$  y  $W_{yy}$ ; e intercambia  $W_{yx}$  y  $W_{xy}$ , de modo que el filtro de la ruta x puede dar como resultado las señales eléctricas de la ruta x inicializadas y el filtro de la ruta y se puede dar como resultado las señales eléctricas de la ruta y inicializadas, de modo que se rectifica el intercambio de polarización.

Se debe observar que, si el resultado de la sincronización indica que no se produce el intercambio de polarización, o después de que se haya rectificado el intercambio de polarización, el equipo para procesar señales ópticas puede entrar en un estado operativo desde un estado de inicialización.

10 En el estado operativo, el láser local 501, el divisor 502 de haz de polarización, el mezclador 503x de frecuencia de 90°, el mezclador 503y de frecuencia de 90°, el detector fotoeléctrico 504, el conversor analógico/digital 505, el compensador 506x de dispersión y el compensador 506y de dispersión ejecutan las operaciones de la misma forma que el equipo para procesar señales ópticas en el estado de inicialización, y los detalles no se vuelven a describir en detalle en la presente solicitud.

15 El equipo para procesar señales ópticas en estado operativo puede realizar un proceso de actualización en vivo sobre los coeficientes de filtro del compensador 507 de polarización.

El proceso de actualización en vivo de este modo de realización puede adoptar específicamente la actualización ciega del coeficiente de actualización, y la forma específica de actualización puede ser como sigue.

20 Se aplica un algoritmo de módulo constante, y el módulo de las señales eléctricas de la ruta x operativas y el módulo de las señales eléctricas de la ruta y operativas se mantienen constantes, donde las señales eléctricas de la ruta x operativas y las señales eléctricas de la ruta y operativas son la salida del compensador 507 de polarización. Como las nuevas señales eléctricas de la primera ruta de entrada y las nuevas señales eléctricas de la segunda ruta de entrada pueden cambiar de forma dinámica, los coeficientes de filtro se pueden actualizar siguiendo un criterio de módulo constante.

25 Se debe observar que, la actualización ciega del coeficiente de actualización puede ser una actualización ciega del coeficiente de actualización sin realimentación de decisión o también puede ser una actualización ciega del coeficiente de actualización con realimentación de decisión.

30 Se puede entender que, en aplicaciones reales, el proceso de actualización en vivo se puede realizar de otras formas además de la adopción de la actualización ciega del coeficiente de actualización como, por ejemplo, adoptando la actualización de coeficientes auxiliar de la secuencia de entrenamiento, y la forma específica puede ser como sigue.

El equipo para procesar señales ópticas actualiza los coeficientes de filtro con las secuencias de entrenamiento como objetivo, y las hace aproximarse a las secuencias de entrenamiento tanto como sea posible. Los coeficientes de filtro del filtro de la ruta x se actualizan utilizando las secuencias de entrenamiento de ruta x, y los coeficientes de filtro del filtro de la ruta y se actualizan utilizando las secuencias de entrenamiento de ruta y.

35 En este modo de realización, después de que el compensador 507 de polarización haya obtenido la señales eléctricas de la ruta x operativas y la señales eléctricas de la ruta y operativas, un restaurador 509x de fase puede realizar una restauración de fase sobre la señales eléctricas de la ruta x operativas de acuerdo con las secuencias de entrenamiento de ruta x predeterminadas para obtener las señales eléctricas de salida de la ruta x, y un restaurador 509y de fase puede realizar una restauración de fase sobre las señales eléctricas de la ruta y operativas de acuerdo con las secuencias de entrenamiento de ruta y predeterminadas para obtener las señales eléctricas de salida de la ruta y.

La forma de restauración de fase específica puede ser como sigue.

45 El restaurador 509x de fase estima una fase inicial de las señales eléctricas de la ruta x operativas utilizando secuencias de entrenamiento de ruta x periódicas y, a continuación, en función de la fase inicial de las señales eléctricas de la ruta x operativas, realiza un seguimiento de la variación de fase de las señales eléctricas de la ruta x operativas utilizando un bucle cerrado de fase, con el fin de realizar la restauración de fase.

La forma en la que el restaurador 509y de fase realiza la restauración de fase sobre las señales eléctricas de la ruta y operativas es parecida, y los detalles no se vuelven a describir en la presente solicitud.

50 Después de haber obtenido las señales eléctricas de la ruta x de salida y las señales eléctricas de la ruta y de salida, los decodificadores 510x y 510y decodifican las señales eléctricas de salida de la ruta x y las señales eléctricas de salida de la ruta y, respectivamente, con el fin de obtener las señales eléctricas originales, y el proceso específico no se limita en la presente solicitud.

En este modo de realización, después de haber obtenido las señales eléctricas de la primera ruta y las señales

5 eléctricas de la segunda ruta, el equipo para procesar señales ópticas puede realizar en primer lugar la compensación de polarización sobre las señales eléctricas de la primera ruta y las señales eléctricas de la segunda ruta y, a continuación, realizar la sincronización de las secuencias de entrenamiento. Como las señales ópticas de diferentes rutas se pueden separar mediante la compensación de polarización, durante la sincronización de las secuencias de entrenamiento, la degradación de las señales ópticas puede no afectar a la sincronización, mejorando de este modo de forma efectiva la estabilidad de la sincronización de las señales ópticas.

10 En este modo de realización, cuando se actualizan los coeficientes de filtro, el equipo para procesar señales ópticas puede adoptar una actualización ciega del coeficiente de ecualización o una actualización de coeficientes auxiliar de la secuencia de entrenamiento, de modo que se mejora la flexibilidad de la solución.

Aquellos con un conocimiento normal en la técnica deberían entender que todos o parte de los pasos del método de acuerdo con los modos de realización de la presente invención se pueden implementar mediante un programa que gestione el hardware apropiado. El programa se puede almacenar en un medio de almacenamiento legible por un ordenador, el cual puede ser una memoria de solo lectura, un disco magnético o un disco óptico.

15 El método y el equipo para procesar señales ópticas de acuerdo con la presente invención se han descrito detalladamente más arriba. No obstante, la memoria descriptiva de la presente invención no se debe interpretar como limitante de la presente invención.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para procesar señales ópticas, que comprende:

realizar (201), mediante un mezclador de frecuencia, una mezcla de frecuencias sobre las señales ópticas de entrada recibidas;

5 realizar, mediante un detector fotoeléctrico, una detección fotoeléctrica sobre las señales ópticas de salida del mezclador de frecuencia;

realizar, mediante un conversor analógico/digital, una conversión analógico/digital sobre las señales eléctricas de salida del detector fotoeléctrico;

10 realizar, mediante un compensador de dispersión, una compensación de la dispersión sobre las señales digitales de salida del conversor analógico/digital, con el fin de obtener señales eléctricas de la primera ruta y señales eléctricas de la segunda ruta;

15 realizar (202) un proceso de actualización de inicialización sobre coeficientes de filtro de un compensador de polarización, y realizar, mediante el compensador de polarización, una compensación de polarización sobre las señales eléctricas de la primera ruta y las señales eléctricas de la segunda ruta utilizando los coeficientes de filtro sobre los que se ha realizado una actualización de inicialización, con el fin de obtener las señales eléctricas de la ruta x inicializadas y las señales eléctricas de la ruta y inicializadas; en donde el proceso de actualización de inicialización se refiere a actualizar los coeficientes de filtro en un estado de inicialización;

y caracterizado por que el método comprende, además:

20 sincronizar (203) las secuencias de entrenamiento de ruta x y las secuencias de entrenamiento de ruta y preestablecidas utilizando las señales eléctricas de la ruta x inicializadas y las señales eléctricas de la ruta y inicializadas; y

si el resultado de la sincronización indica que se ha producido un intercambio de polarización, rectificar (204) el intercambio de polarización; en donde la rectificación del intercambio de polarización comprende: intercambiar los coeficientes de filtro del filtro de la ruta x y los coeficientes de filtro del filtro de la ruta y.

25 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde si el resultado de la sincronización indica que no se ha producido intercambio de polarización, o después de que el intercambio de polarización se haya rectificado, el método comprende, además:

30 realizar (305) un proceso de actualización en vivo sobre los coeficientes de filtro, y realizar una compensación de polarización sobre las nuevas señales eléctricas de la primera ruta y las nuevas señales eléctricas de la segunda ruta utilizando los coeficientes de filtro sobre los que se ha realizado la actualización en vivo, con el fin de obtener las señales eléctricas de la ruta x operativas y las señales eléctricas de la ruta y operativas;

35 realizar (306) una restauración de fase sobre las señales eléctricas de la ruta x operativas de acuerdo con las secuencias de entrenamiento de ruta x predeterminadas para obtener las señales eléctricas de salida de la ruta x, y realizar una restauración de fase sobre las señales eléctricas de la ruta y operativas de acuerdo con las secuencias de entrenamiento de ruta y predeterminadas para obtener las señales eléctricas de salida de la ruta y; y

decodificar (307) las señales eléctricas de salida de la ruta x y las señales eléctricas de salida de la ruta y.

40 3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en donde la sincronización de las secuencias de entrenamiento de ruta x predeterminadas y las secuencias de entrenamiento de ruta y predeterminadas utilizando las señales eléctricas de la ruta x inicializadas y las señales eléctricas de la ruta y inicializadas comprende:

45 correlacionar las señales eléctricas de la ruta x inicializadas con las secuencias de entrenamiento de ruta x con el fin de obtener un primer pico correlacionado, correlacionar las señales eléctricas de la ruta y inicializadas con las secuencias de entrenamiento de ruta y con el fin de obtener un segundo pico correlacionado, correlacionar las señales eléctricas de la ruta x inicializadas con las secuencias de entrenamiento de ruta y con el fin de obtener un tercer pico correlacionado, y correlacionar las señales eléctricas de la ruta y inicializadas con las secuencias de entrenamiento de ruta x con el fin de obtener un cuarto pico correlacionado.

4. El método de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende, además:

50 si el primer pico correlacionado y el segundo pico correlacionado son ambos mayores o iguales a un umbral predeterminado, y el tercer pico correlacionado y el cuarto pico correlacionado son ambos menores que el umbral

predeterminado, determinar que no se produce intercambio de polarización;

si el tercer pico correlacionado y el cuarto pico correlacionado son ambos mayores o iguales a un umbral predeterminado, y el primer pico correlacionado y el segundo pico correlacionado son ambos menores que el umbral predeterminado, determinar que se produce intercambio de polarización.

- 5            5. El método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en donde la realización del proceso de actualización de inicialización sobre los coeficientes de filtro comprende:

realizar una actualización ciega del coeficiente de ecualización sobre los coeficientes de filtro de un filtro de ruta x y los coeficientes de filtro de un filtro de ruta y en un compensador de polarización.

- 10           6. El método de acuerdo con la reivindicación 5, en donde la realización de la compensación de polarización sobre las señales eléctricas de la primera ruta y las señales eléctricas de la segunda ruta utilizando los coeficientes de filtro sobre los que se ha realizado la actualización de inicialización, con el fin de obtener las señales eléctricas de la ruta x inicializadas y las señales eléctricas de la ruta y inicializadas comprende:

15           realizar la compensación de polarización sobre las señales eléctricas de la primera ruta utilizando los coeficientes de filtro del filtro de ruta x el cual ha experimentado la actualización de inicialización, con el fin de obtener las señales eléctricas de la ruta x inicializadas, y realizar la compensación de polarización sobre las señales eléctricas de la segunda ruta utilizando los coeficientes de filtro del filtro de ruta y el cual ha experimentado la actualización de inicialización, con el fin de obtener las señales eléctricas de la ruta y inicializadas.

- 20           7. El método de acuerdo con la reivindicación 2, en donde la realización del proceso de actualización en vivo sobre los coeficientes de filtro comprende:

realizar una actualización ciega del coeficiente de ecualización sobre los coeficientes de filtro de un filtro de ruta x y los coeficientes de filtro de un filtro de ruta y en un compensador de polarización;

o,

- 25           realizar una actualización de coeficientes auxiliar de secuencia de entrenamiento sobre los coeficientes de filtro de un filtro de ruta x y los coeficientes de filtro de un filtro de ruta y en un compensador de polarización.

8. Un equipo para procesar señales ópticas, que comprende:

un mezclador (103) de frecuencia, configurado para realizar una mezcla de frecuencias sobre las señales ópticas de entrada recibidas;

- 30           un detector fotoeléctrico (104), configurado para realizar una detección fotoeléctrica sobre señales ópticas de salida de los mezcladores (103) de frecuencia;

un conversor analógico/digital (105), configurado para realizar una conversión analógico/digital sobre señales eléctricas de salida del detector fotoeléctrico (104);

- 35           un compensador (106) de dispersión, configurado para realizar una compensación de dispersión sobre las señales eléctricas de salida del conversor analógico/digital (105) con el fin de obtener las señales eléctricas de la primera ruta y las señales eléctricas de la segunda ruta;

40           un compensador (107) de polarización, configurado para realizar un proceso de actualización de inicialización sobre los coeficientes de filtro, y realizar una compensación de polarización sobre las señales eléctricas de la primera ruta y las señales eléctricas de la segunda ruta utilizando los coeficientes de filtro sobre los que se ha realizado la actualización de inicialización, con el fin de obtener las señales eléctricas de la ruta x inicializadas y las señales eléctricas de la ruta y inicializadas; en donde el proceso de actualización de inicialización se refiere a la actualización de los coeficientes de filtro en un estado de inicialización; y

caracterizado por que el equipo comprende, además:

- 45           un sincronizador (110), configurado para sincronizar las secuencias de entrenamiento de ruta x y las secuencias de entrenamiento de ruta y preestablecidas utilizando las señales eléctricas de la ruta x inicializadas y las señales eléctricas de la ruta y inicializadas, y si el resultado de la sincronización indica que se ha producido un intercambio de polarización, rectificar el intercambio de polarización; en donde la rectificación del intercambio de polarización comprende: intercambiar los coeficientes de filtro del filtro de la ruta x y los coeficientes de filtro del filtro de la ruta y.

9. El equipo para procesar señales ópticas de acuerdo con la reivindicación 8, en donde,

5 el compensador (107) de polarización está configurado, además, para realizar un proceso de actualización en vivo sobre los coeficientes de filtro, y realizar una compensación de polarización sobre las nuevas señales eléctricas de la primera ruta y las nuevas señales eléctricas de la segunda ruta utilizando los coeficientes de filtro sobre los que se ha realizado la actualización en vivo, con el fin de obtener las señales eléctricas de la ruta x operativas y las señales eléctricas de la ruta y operativas; y

el equipo para procesar señales ópticas comprende, además:

10 un restaurador (108) de fase, configurado para realizar una restauración de fase sobre las señales eléctricas de la ruta x operativas de acuerdo con las secuencias de entrenamiento de ruta x predeterminadas para obtener las señales eléctricas de salida de la ruta x, y realizar una restauración de fase sobre las señales eléctricas de la ruta y operativas de acuerdo con las secuencias de entrenamiento de ruta y predeterminadas para obtener las señales eléctricas de salida de la ruta y; y

un decodificador (109), configurado para decodificar las señales eléctricas de salida de la ruta x y las señales eléctricas de salida de la ruta y.

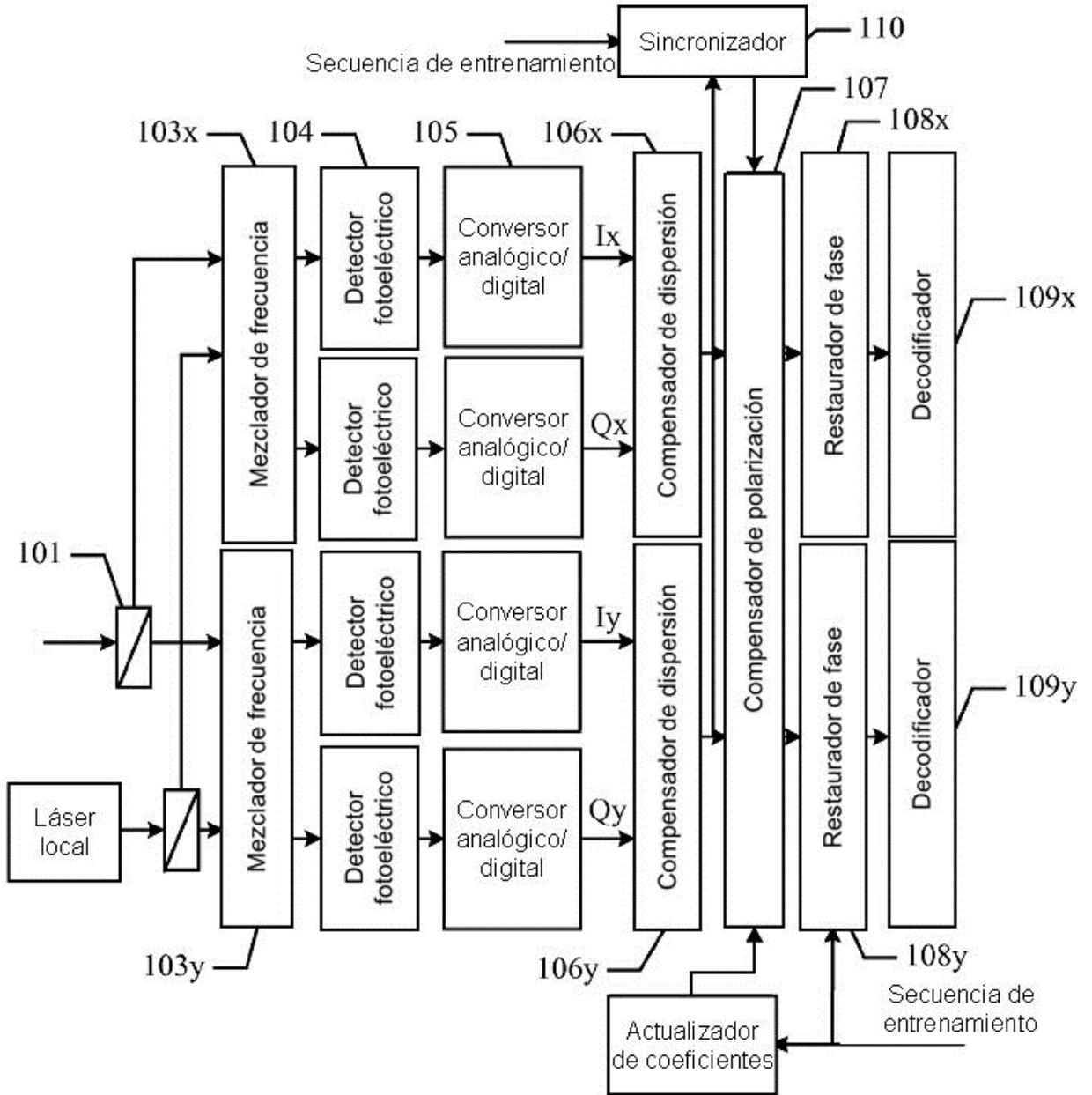


FIG. 1

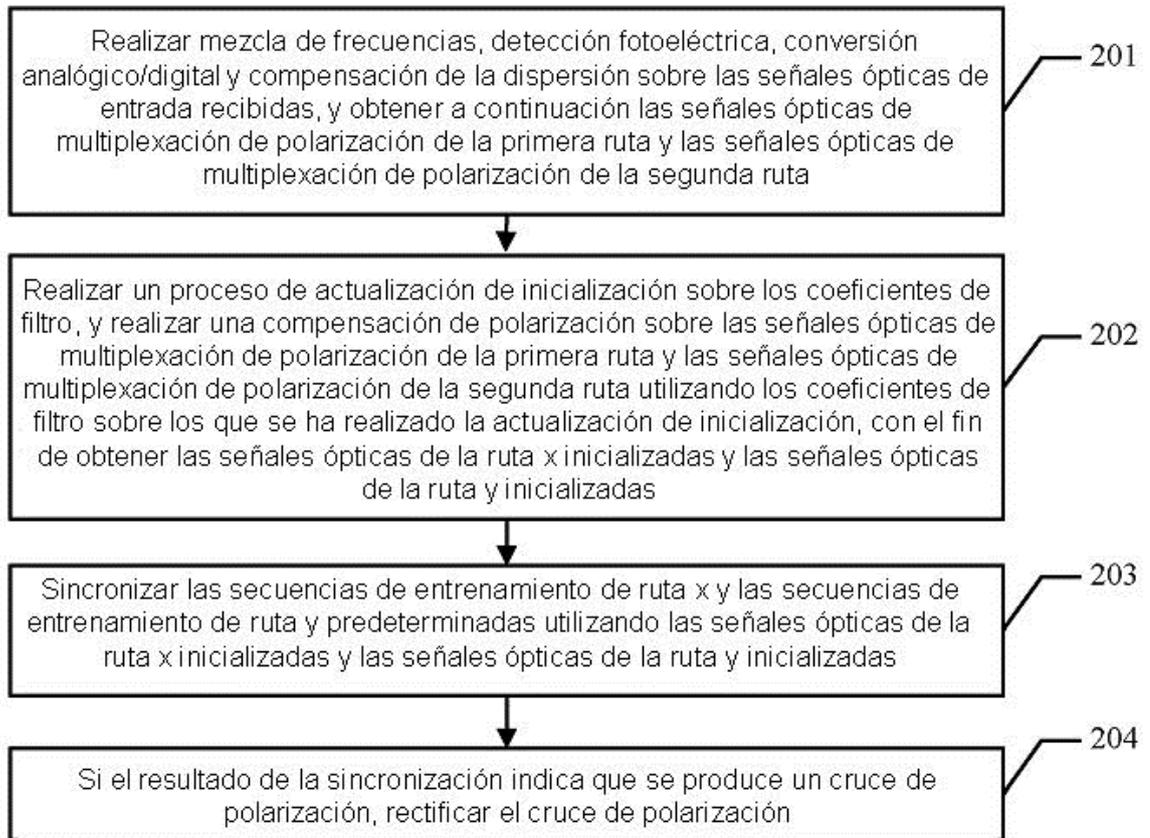


FIG. 2

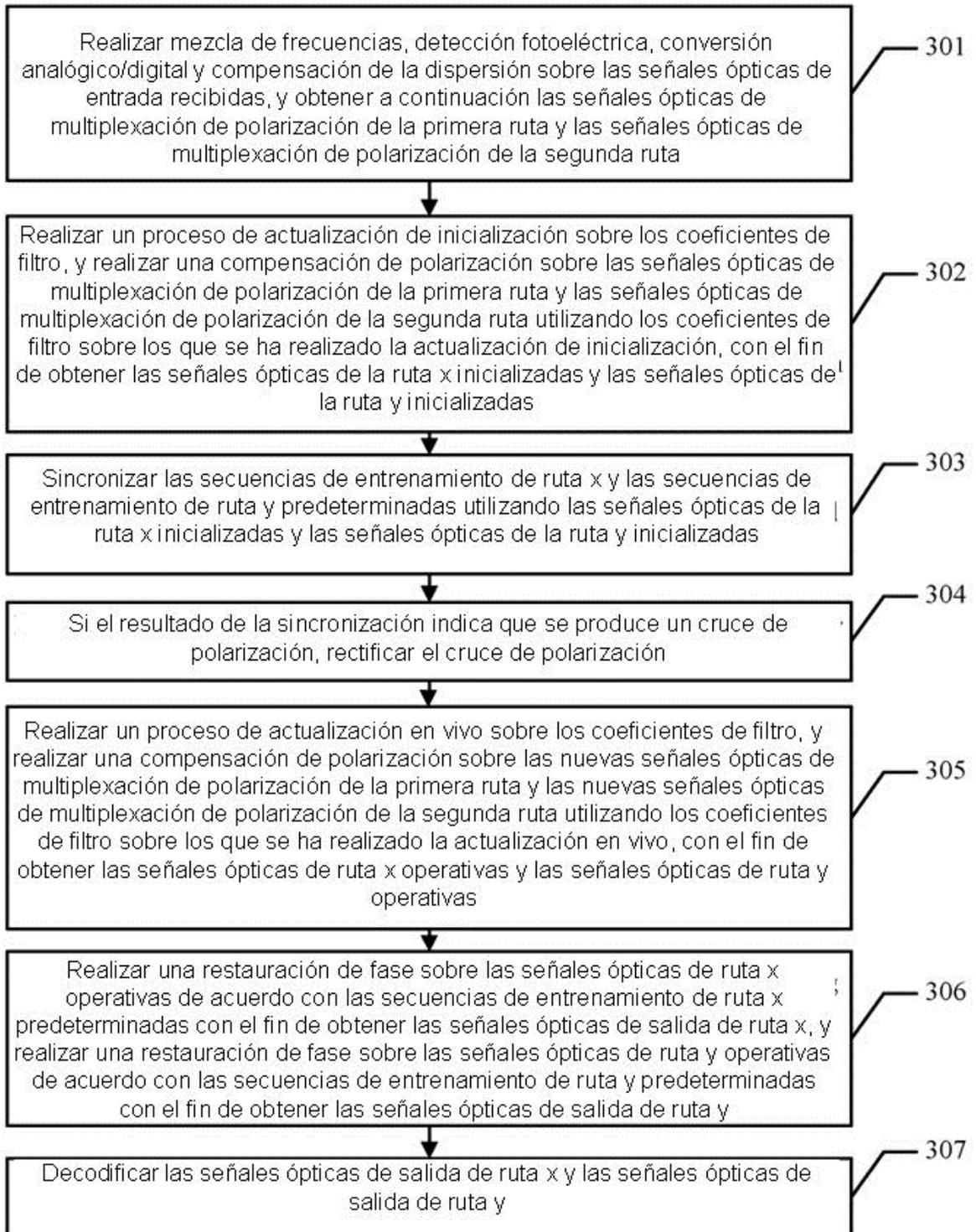


FIG 3

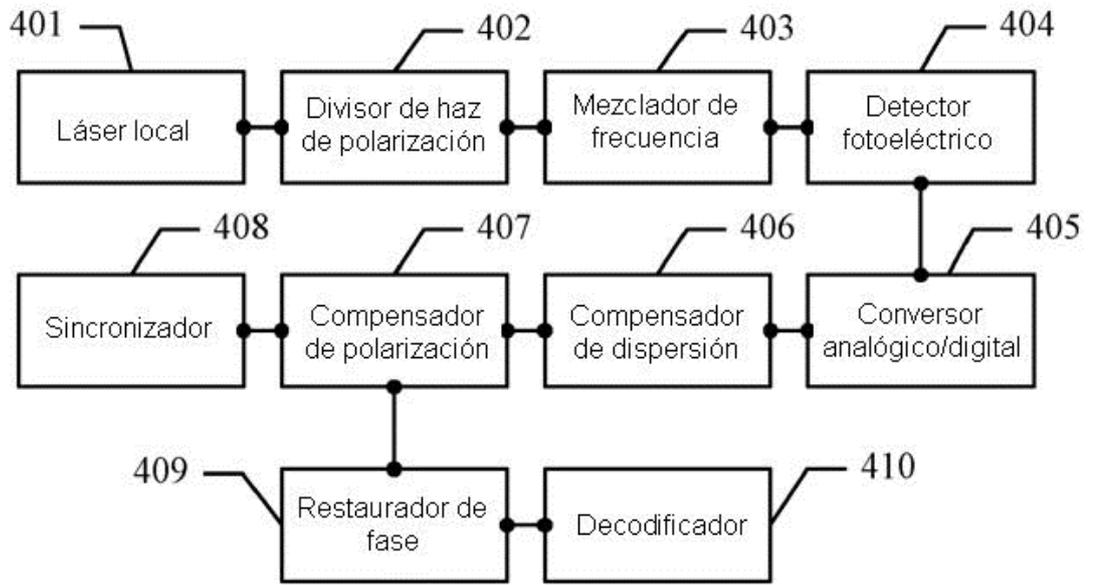


FIG. 4

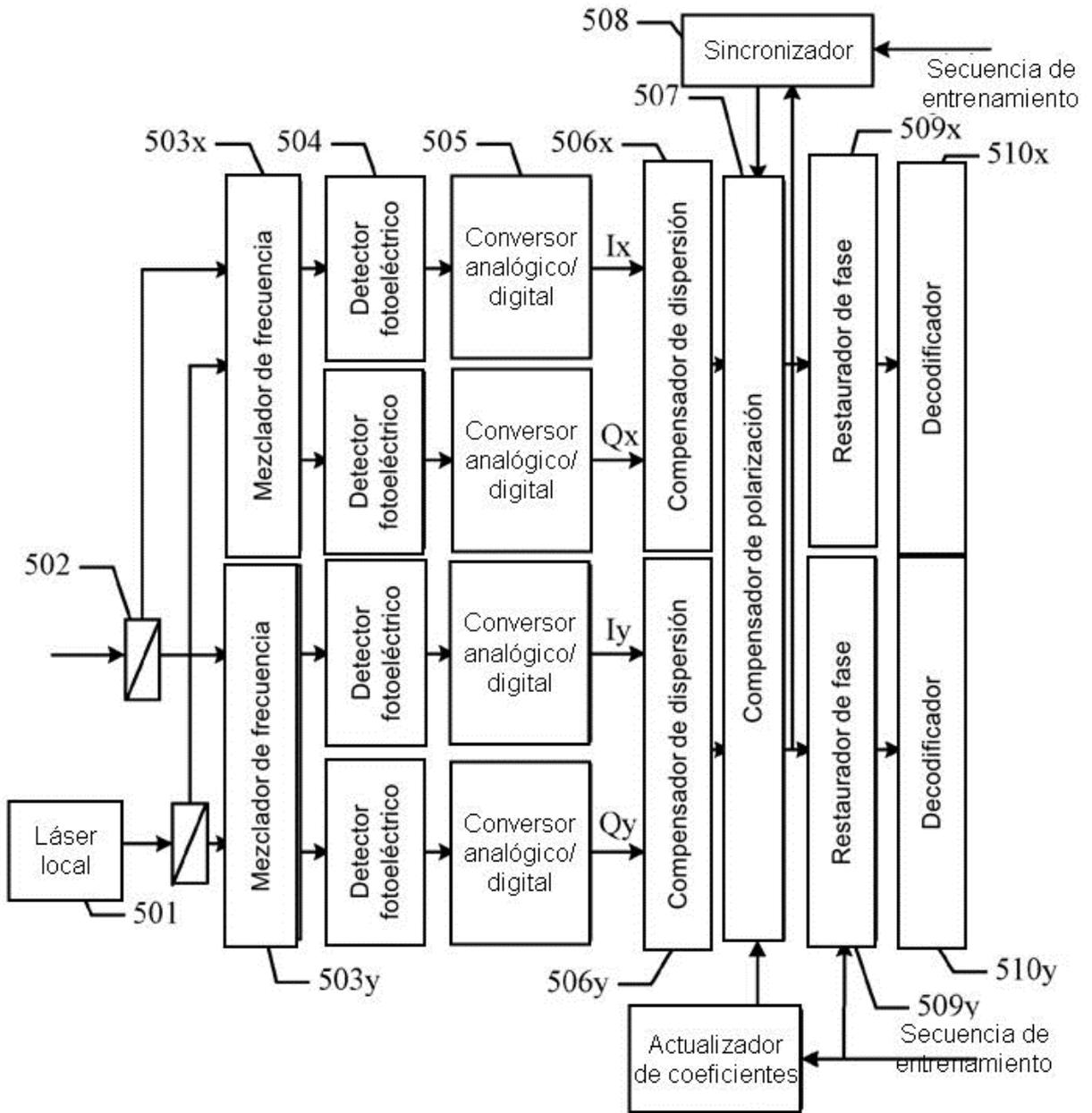


FIG. 5

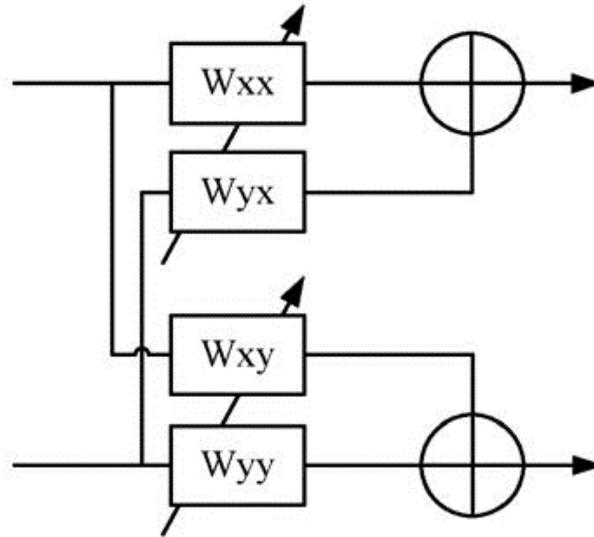


FIG. 6