



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 357 014**

51 Int. Cl.:
H04B 10/158 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09175229 .5**

96 Fecha de presentación : **06.11.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2204928**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.07.2010**

54 Título: **Método y dispositivo para la recepción de una señal OPFDM-DQPSK.**

30 Prioridad: **30.12.2008 CN 2008 1 0242163**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
15.04.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
15.04.2011

73 Titular/es: **HUAWEI TECHNOLOGIES Co., Ltd.**
Huawei Administration Building Bantian
Longgang District, Shenzhen
Shenzhen Guangdong 518129, CN

72 Inventor/es: **Li, Liangchuan;**
Zhao, Chan y
Wei, Lun

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 357 014 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 la recepción de una señal OPFDM-DQPSK

Campo de la tecnología

5 La presente invención se refiere al campo de las comunicaciones y, más en particular, a un método y un dispositivo para la recepción de una señal multiplexada por división de frecuencias, con modulación por desplazamiento de fase diferencial cuadrática (OPFDM-DQPSK).

Antecedentes de la invención

10 En una comunicación óptica de alta velocidad, DQPSK se considera como el más potencial formato de modulación. En este sector, se realizaron, de forma competitiva, investigaciones sobre el formato de modulación DQPSK y proponiéndose una señal multiplexada por división de frecuencias, con formato de modulación por desplazamiento de fase con diferencial cuadrático nulo (OPFDM-RZ-DQPSK), que presenta una gran tolerancia en la dispersión de modos de polarización (PMD), dispersión cromática (CD) y falta de linealidad.

15 La Figura 1 ilustra un principio de trabajo del formato de modulación OPFDM-RZ-DQPSK. Una frecuencia de una señal de excitación de un modulador Zender (MZM) es f_0 , y estableciendo un punto de polarización y una amplitud de la señal de excitación del MZM, una luz que tiene una frecuencia f , emitida por un diodo de láser (LD), se modula por el MZM, proporcionando, a la salida, dos sub-portadoras ópticas SC1 y SC2. Las frecuencias de las dos sub-portadoras son, respectivamente, $f_{SC1}=f+f_0$ y $f_{SC2}=f-f_0$. A continuación, las sub-portadoras SC1 y SC2 se separan, en el campo de las frecuencias, por un demultiplexor (Demux). Una señal RZ-DQPSK se modula, respectivamente, en la sub-portadora SC1 y en la sub-portadora SC2, la señal SC1 RZ-DQPSK se mantiene en un estado de polarización en X y la señal SC2 RZ-DQPSK se mantiene en un estado de polarización en Y. Por último, la señal SC1 RZ-DQPSK y la señal SC2 RZ-DQPSK se envían a un polarización combinador de haces de polarización (PBC) para su procesamiento, con el fin de obtener una señal OPFDM-RZ-DQPSK.

20 En la técnica anterior, la señal OPFDM-RZ-DQPSK se suele recibir mediante interferencia de retardo. La Figura 2 ilustra un dispositivo para la recepción de la señal OPFDM-RZ-DQPSK en la técnica anterior. Haciendo referencia a la Figura 2, una señal OPFDM-RZ-DQPSK se recibe y es de-multiplexada, por un Demux, en una señal SC1 y una señal SC2. La señal SC1 se divide por un acoplador en dos señales, que tienen la misma potencia, y demodulación por retardo se realiza en las dos señales, respectivamente, utilizando un interferómetro Zender (MZI). La señal SC2 se divide, además, por un acoplador en dos señales, que tienen la misma potencia, y la demodulación por retardo se realiza en las dos señales utilizando, respectivamente, un MZI. Por último, una detección equilibrada se realiza en cada señal de salida de MZI con un detector, con el fin de obtener una señal original.

25 Durante el proceso de puesta en práctica de la presente invención, el inventor descubrió que, en el método de recepción de la técnica anterior, las dos sub-portadoras se separan, en el campo de las frecuencias, utilizando el Demux, pero resulta difícil para el Demux eliminar completamente la diafonía causada por la interacción de la dos sub-portadoras en el campo de las frecuencias, dando lugar a datos recuperados por error.

La técnica relacionada:

40 El documento WO 03/028252 A da a conocer un sistema para la comunicación óptica, que envía señales ópticas a través de una pluralidad de canales de longitudes de onda. Cada canal de longitud de onda comprende varias frecuencias de sub-canales ortogonales, que están espaciadas entre sí en una magnitud predeterminada. Cada una de las frecuencias de sub-canales se modula con datos procedentes de un tren de datos. El sistema de modulación con datos divide un código de frecuencia de sub-canales en las componentes H y V y, además, procesa las componentes antes de la modulación con datos. Los diversos sub-canales modulados por los datos se combinan, a continuación, en un canal único para la transmisión. Las señales recibidas se detectan y se demodulan, con la ayuda de un módulo de recuperación de temporización de símbolos, que establece los inicios y finales de cada símbolo, utilizándose un módulo de compensación de la distorsión del modo de polarización en el receptor para mitigar los efectos para la distorsión del modo de polarización en la fibra.

45 El documento US 2008/031633 A1 da a conocer un dispositivo de recepción con modulación multinivel para compensar, de forma efectiva, la dispersión cromática y la dispersión de modos de polarización con alta precisión. Cada filtro ecualizador tiene al menos un parámetro variable como un elemento de ponderación y ecualiza la forma de onda de una señal del canal correspondiente, en función de un valor promediado de parámetros variables. Un monitor de la calidad de la señal controla la calidad de la señal de salida del filtro y un dispositivo calculador determina un valor de parámetro variable a establecer como el parámetro variable, en función de la calidad de la señal. Una unidad promediadora de parámetros variables promedia los valores de los parámetros variables calculados para los respectivos

canales, para generar un valor promediado de parámetros variables y envía el valor del parámetro variable a los filtros ecualizadores, de modo que el mismo factor de ponderación se establezca en los filtros ecualizadores asociados con los n canales.

Sumario de la invención

- 5 En consecuencia, la presente invención se refiere a un método y un dispositivo para la recepción de una señal OPFDM-DQPSK, con el objetivo de resolver el problema, planteado en la técnica anterior, de que no se puede eliminar completamente la diafonía entre sub-portadoras adyacentes.
- 10 En una forma de realización, la presente invención da a conocer un dispositivo para la recepción de una señal OPFDM-DQPSK, que comprende un divisor de potencia, un divisor de haces de polarización (PBS), un Demux, un primer circuito de retardo, un segundo circuito de retardo, un primer módulo de recepción con división de frecuencias, un segundo módulo de recepción con división de frecuencias y un módulo de recuperación por decisión está adaptado para dividir la señal OPFDM-DQPSK en una Señal-1 y una Señal-2, que tienen la misma potencia.
- 15 El PBS está adaptado para dividir la Señal-1 en una señal A(t) y una señal B(t), que presentan estados de polarización ortogonales entre sí.
- El Demux está adaptado para demultiplexar la Señal-2, con el fin de obtener una señal C(t) y una señal D(t).
- El primer circuito de retardo está adaptado para retardar la señal C(t) durante un tiempo de un elemento de código T, con el fin de obtener una señal C(t-T).
- 20 El segundo circuito de retardo está adaptado para retardar la señal D(t), durante un tiempo de un elemento de código T, con el fin de obtener una señal D(t-T).
- El primer módulo de recepción, con mezcla de frecuencias, está adaptado para realizar la recepción con mezcla de frecuencias en la señal A(t) y la señal C(t-T), con el fin de obtener una primera señal eléctrica y una segunda señal eléctrica.
- 25 El segundo módulo está adaptado para realizar la recepción, con mezcla de frecuencias, en la señal B(t) y la señal D(t-T), con el fin de obtener una tercera señal eléctrica y una cuarta señal eléctrica.
- El módulo de recuperación por decisión está adaptado para recuperar cuatro secuencias lógicas ejecutando la decisión en la primera señal eléctrica, la segunda señal eléctrica, la tercera señal eléctrica y la cuarta señal eléctrica, respectivamente.
- 30 En una forma de realización, la presente invención da a conocer, además, un método para la recepción de una señal OPFDM-DQPSK, que comprende las etapas siguientes.
- La señal OPFDM-DQPSK es recibida y entonces, se divide en una Señal-1 y una Señal-2 que tienen la misma potencia.
- 35 La división de la polarización se realiza en la Señal-1, con el fin de obtener una señal A(t) y una señal B(t), que presentan estados de polarización ortogonales entre sí.
- La Señal-2 es demultiplexada con el fin de obtener una señal C(t) y una señal D(t).
- La señal C(t) y la señal D(t) se retardan, respectivamente, durante un tiempo de un elemento de código T, con el fin de obtener una señal C(t-T) y una señal D(t-T).
- 40 La recepción, con mezcla de frecuencias-coherencia, se realiza en la señal A(t) y la señal C(t-T), con el fin de obtener una primera señal eléctrica y una segunda señal eléctrica.
- La recepción, con mezcla de frecuencias-coherencia, se realiza en la señal B(t) y la señal D(t-T), con el fin de obtener una tercera señal eléctrica y una cuarta señal eléctrica.
- Cuatro secuencias lógicas se recuperan ejecutando la decisión en la primera señal eléctrica, la segunda señal eléctrica, la tercera señal eléctrica, y la cuarta señal eléctrica, respectivamente.
- 45 En las formas de realización de la presente invención, el PBS realiza la división de la polarización en la señal OPFDM-DQPSK, con el fin de obtener dos señales polarizadas ortogonales. Las dos señales polarizadas no presentan ninguna coherencia y las frecuencias de las dos señales son, respectivamente, las mismas frecuencias de las dos sub-portadoras, en la señal OPFDM-DQPSK. Cuando se realiza las operaciones de retardo-mezcla de frecuencias-coherencia en una de las dos señales desde el Demux y una de las dos señales polarizadas, se resuelve de forma efectiva el problema de que el Demux no puede eliminar completamente la diafonía entre sub-portadoras adyacentes, en las aplicaciones reales. El módulo de recuperación por decisión adoptado comprende filtros de paso bajo capaces, además, de eliminar la diafonía entre las sub-portadoras adyacentes. Mediante la presente
- 50

invención, se puede eliminar efectivamente la diafonía entre sub-portadoras y se mejoran las prestaciones de recepción del dispositivo para recibir la señal OPFDM-DQPSK, por ejemplo, con una tolerancia de retardo de grupo diferencial y se mejoran, en gran medida, una tolerancia de dispersión de CD del dispositivo de recepción.

5 **Breve descripción de los dibujos**

Los dibujos adjuntos se adjuntan para proporcionar una mayor comprensión de la invención, y se incorporan y constituyen una parte integrante de esta memoria descriptiva, en lugar de limitar la invención y en donde:

10 La Figura 1 ilustra un principio de trabajo de un formato de modulación OPFDM-RZ-DQPSK en la técnica anterior;

La Figura 2 es una vista estructural de un dispositivo para recibir un filtro de paso bajo una señal OPFDM-RZ-DQPSK en la técnica anterior;

La Figura 3 es una vista esquemática estructural de un dispositivo para recibir una señal OPFDM-DQPSK según una forma de realización de la presente invención;

15 La Figura 4 es una vista esquemática estructural de un primer módulo de recepción, con mezcla de frecuencias, según una forma de realización de la presente invención;

La Figura 5 es una vista esquemática estructural de un segundo módulo de recepción con mezcla de frecuencias, según una forma de realización de la presente invención y

20 La Figura 6 es una vista esquemática estructural de un módulo de recuperación por decisión, según una forma de realización de la presente invención.

Descripción detallada de las formas de realización

25 Con el fin de hacer más fácil, a los expertos en esta materia, entender y poner en práctica la presente invención, formas de realización de la presente invención se describen, a continuación, con referencia a los dibujos adjuntos. En este caso, las formas de realización, a modo de ejemplo, de la presente invención y sus descripciones están destinadas a ilustrar la presente invención, en lugar de limitarla.

En las siguientes formas de realización, un proceso de recepción de una señal OPFDM-RZ-DQPSK se establece a modo de ejemplo ilustrativo. Ha de entenderse que un proceso de recepción de una señal OPFDM-NRZ-DQPSK es similar.

30 La Figura 3 es una vista esquemática estructural de un dispositivo para la recepción de una señal OPFDM-RZ-DQPSK, según una forma de realización de la presente invención. Haciendo referencia a la Figura 3, el dispositivo comprende un divisor de potencia, un PBS, un Demux, un circuito de retardo 1, un circuito de retardo 2, un primer módulo de recepción con mezcla de frecuencias, un segundo módulo de recepción con mezcla de frecuencias y un módulo de recuperación por decisión.

35 El divisor de potencia está adaptado para recibir y dividir la señal OPFDM-RZ-DQPSK en una Señal-1 y una Señal-2, que tienen la misma potencia.

El PBS está adaptado para dividir la Señal-1 en una señal A(t) y una señal B(t), que tienen estados de polarización ortogonales entre sí.

40 El Demux está adaptado para demultiplexar la Señal-2 con el fin de obtener una señal C(t) y una señal D(t).

El circuito de retardo 1 está adaptado para retardar la señal C(t) durante un tiempo de un elemento de código T, con el fin de obtener una señal C(t-T).

El circuito de retardo 2 está adaptado para retardar la señal D(t) durante un tiempo de un elemento de código T con el fin de obtener una señal D(t-T).

45 El primer módulo de recepción con mezcla de frecuencias está adaptado para realizar la recepción con mezcla de frecuencias en la señal A(t) y la señal C(t-T,) con el fin de obtener una primera señal eléctrica y una segunda señal eléctrica.

50 El segundo módulo de recepción con mezcla de frecuencias está adaptado para realizar la recepción con mezcla de frecuencias en la señal B(t) y la señal D(t-T) con el fin de obtener una tercera señal eléctrica y una cuarta señal eléctrica.

El módulo de recuperación por decisión está adaptado para recuperar cuatro secuencia lógicas ejecutando la decisión en la primera señal eléctrica, la segunda señal eléctrica, la tercera señal eléctrica,

y la cuarta señal eléctrica respectivamente.

La señal A(t) está en un estado de polarización en X y la señal B(t) está en un estado de polarización en Y. La señal C(t) es una señal SC1 RZ-DQPSK en una extremidad de emisión de la señal OPFDM-RZ-DQPSK y la señal D(t) es una señal SC2 RZ-DQPSK en la extremidad de emisión de la señal OPFDM-RZ-DQPSK.

Puesto que la señal A(t) y la señal B(t) son ortogonales entre sí, las dos señales no tienen ninguna coherencia y sus frecuencias son, respectivamente, las mismas frecuencias de las dos sub-portadoras en la señal OPFDM-DQPSK. Cuando se realiza las operaciones de retardo-mezcla de frecuencias-coherencia en una de las dos señales desde el Demux y una de las dos señales desde el PBS, se resuelve, de forma efectiva, el problema de que el Demux no puede eliminar completamente la diafonía entre sub-portadoras adyacentes, en aplicaciones reales, y se mejoran los rendimientos de la recepción del dispositivo para recibir la señal OPFDM-DQPSK y, por ejemplo, se mejoran, en gran medida, una tolerancia de retardo de grupo diferencial y una tolerancia de dispersión de CD del dispositivo de recepción.

La Figura 4 es una vista esquemática estructural del primer módulo de recepción con mezcla de frecuencias según una forma de realización de la presente invención. Haciendo referencia a la Figura 4, el primer módulo de recepción con mezcla de frecuencias comprende un primer mezclador de frecuencias a 90° , un detector 1, un detector 2, un amplificador 1, y un amplificador 2.

El primer mezclador de frecuencias en 90° está adaptado para realizar la mezcla de la señal A(t) y de la señal C(t-T) con el fin de obtener cuatro señales.

El detector 1 está adaptado para realizar una detección equilibrada de una primera señal y de una segunda señal con el fin de obtener una señal eléctrica A.

El detector 2 está adaptado para realizar una detección equilibrada en una tercera señal y una cuarta señal con el fin de obtener una señal eléctrica B.

El amplificador 1 está adaptado para amplificar la señal eléctrica A, con el fin de obtener la primera señal eléctrica.

El amplificador 2 está adaptado para amplificar la señal eléctrica B con el fin de obtener la segunda señal eléctrica.

La primera señal es $A(t)+C(t-T)$, la segunda señal es $A(t)-C(t-T)$, la tercera señal es $A(t)+jC(t-T)$, y la cuarta señal es $A(t)-jC(t-T)$.

La Figura 5 es una vista esquemática estructural del segundo módulo de recepción con mezcla de frecuencias según una forma de realización de la presente invención. Haciendo referencia a la Figura 5, el segundo módulo de recepción con mezcla de frecuencias comprende un segundo mezclador de frecuencias a 90° , un detector 3, un detector 4, un amplificador 3 y un amplificador 4.

El segundo mezclador de frecuencias en 90° está adaptado para realizar una mezcla en la señal B(t) y la señal D(t-T) con el fin de obtener cuatro señales.

El detector 3 está adaptado para realizar una detección equilibrada en una quinta señal y una sexta señal, con el fin de obtener una señal eléctrica C.

El detector 4 está adaptado para realizar una detección equilibrada en una séptima señal y una octava señal con el fin de obtener una señal eléctrica D.

El amplificador 3 está adaptado para amplificar la señal eléctrica C, con el fin de obtener la tercera señal eléctrica.

El amplificador 4 está adaptado para amplificar la señal eléctrica D, con el fin de obtener la cuarta señal eléctrica.

La quinta señal es $B(t)+D(t-T)$, la sexta señal es $B(t)-D(t-T)$, la séptima señal es $B(t)+jD(t-T)$ y la octava señal es $B(t)-jD(t-T)$.

Los detectores en el primer módulo de recepción con mezcla de frecuencias y el segundo módulo de recepción con mezcla de frecuencias son detectores equilibrados.

Los amplificadores están dispuestos en el primer módulo de recepción con mezcla de frecuencias y el segundo módulo de recepción, con mezcla de frecuencias, para amplificar las señales eléctricas detectadas por los detectores, garantizando, de este modo, que la posterior recuperación por decisión se pueda realizar de forma correcta.

La Figura 6 es una vista esquemática estructural del módulo de recuperación por decisión según

una forma de realización de la presente invención. Haciendo referencia a la Figura 6, el módulo de recuperación por decisión comprende un filtro de paso bajo 1, un filtro de paso bajo 2, un filtro de paso bajo 3, un filtro de paso bajo 4, un circuito de decisión 1, un circuito de decisión 2, un circuito de decisión 3, y un circuito de decisión 4.

- 5 El filtro de paso bajo 1 está adaptado para realizar un filtrado de paso en la primera señal eléctrica, con el fin de obtener la primera señal eléctrica sin diafonía de sub-portadoras.
- El filtro de paso bajo 2 está adaptado para realizar un filtrado de paso bajo en la segunda señal eléctrica con el fin de obtener la segunda señal eléctrica sin diafonía de sub-portadoras.
- 10 El filtro de paso bajo 3 está adaptado para realizar un filtrado de paso bajo en la tercera señal eléctrica con el fin de obtener la tercera señal eléctrica sin diafonía de sub-portadoras.
- El filtro de paso bajo 4 está adaptado para realizar un filtrado de paso bajo en la cuarta señal eléctrica con el fin de obtener la cuarta señal eléctrica sin diafonía de sub-portadoras.
- El circuito de decisión 1 está adaptado para efectuar una decisión lógica en la primera señal eléctrica, sin diafonía de sub-portadoras con el fin de obtener una primera secuencia lógica.
- 15 El circuito de decisión 2 está adaptado para realizar una decisión lógica en la segunda señal eléctrica, sin diafonía de sub-portadoras, con el fin de obtener una segunda secuencia lógica.
- El circuito de decisión 3 está adaptado para realizar una decisión lógica en la tercera señal eléctrica, sin diafonía de sub-portadoras, con el fin de obtener una tercera secuencia lógica.
- 20 El circuito de decisión 4 está adaptado para realizar una decisión lógica en la cuarta señal eléctrica, sin diafonía de sub-portadoras, con el fin de obtener una cuarta secuencia lógica.
- Ancho de banda de 3-dB de uno entre el filtro de paso bajo 1, el filtro de paso bajo 2, el filtro de paso bajo 3, y el filtro de paso bajo 4 es inferior a la mitad de una diferencia de frecuencias, entre las dos sub-portadoras, en la extremidad de emisión. El módulo adopta los filtros de paso bajo para el filtrado de la diafonía entre las sub-portadoras, disminuyendo así la probabilidad de una decisión falsa.
- 25 En una forma de realización, la presente invención da a conocer un método para la recepción de una señal OPFDM-RZ-DQPSK, que comprende las medidas siguientes.
- La señal OPFDM-DQPSK se recibe, y se divide en una Señal 1 y una Señal 2, que tienen la misma potencia.
- 30 La división de la polarización se realiza en la Señal-1 con el fin de obtener una señal A(t) y una señal B(t), que presentan estados de polarización ortogonales entre sí.
- La Señal 2 es demultiplexada con el fin de obtener una señal C(t) y una señal D(t).
- La señal C(t) y la señal D(t) se retardan respectivamente durante un tiempo de un elemento de código T con el fin de obtener una señal C(t-T) y una señal D(t-T).
- 35 La recepción de coherencia-mezcla de frecuencias se realiza en la señal A(t) y la señal C(t-T) con el fin de obtener una primera señal eléctrica y una segunda señal eléctrica.
- La recepción de coherencia-mezcla de frecuencias se realiza en la señal B(t) y la señal D(t-T) con el fin de obtener una tercera señal eléctrica y una cuarta señal eléctrica.
- Cuatro secuencias lógicas se recuperan para efectuar una decisión en la primera señal eléctrica, la segunda señal eléctrica, la tercera señal eléctrica, y la cuarta señal eléctrica, respectivamente.
- 40 La señal A(t) está en un estado de polarización en X y la señal B(t) está en un estado de polarización en Y. La señal C(t) es una señal SC1 RZ-DQPSK en una extremidad de la señal OPFDM-RZ-DQPSK y la señal D(t) es una señal SC2 RZ-DQPSK en la extremidad de emisión de la señal OPFDM-RZ-DQPSK.
- 45 Concretamente, la recepción de coherencia-mezcla de frecuencias en la señal A(t) y la señal C(t-T) con el fin de obtener la primera señal eléctrica y la segunda señal eléctrica, se realiza como sigue.
- La recepción de coherencia-mezcla de frecuencias se realiza en la señal A(t) y la señal C(t-T) con el fin de obtener una señal $A(t)+C(t-T)$, una señal $A(t)-C(t-T)$, una señal $A(t)+jC(t-T)$ y una señal $A(t)-jC(t-T)$.
- 50 Una recepción equilibrada se realiza en la señal $A(t)+C(t-T)$ y la señal $A(t)-C(t-T)$, con el fin de obtener una señal eléctrica A.
- Una recepción equilibrada se realiza en la señal $A(t)+jC(t-T)$ y la señal $A(t)-jC(t-T)$ con el fin de

obtener una señal eléctrica B.

La señal eléctrica A se amplifica con el fin de obtener la primera señal eléctrica.

La señal eléctrica B se amplifica con el fin de obtener la segunda señal eléctrica.

5 Concretamente, una recepción con coherencia-mezcla de frecuencias en la señal B(t) y la señal D(t-T), con el fin de obtener la tercera señal eléctrica y la cuarta señal eléctrica, se realiza como sigue.

Una recepción con coherencia-mezcla de frecuencias se realiza en la señal B(t) y la señal D(t-T) con el fin de obtener una señal B(t)+D(t-T), una señal B(t)-D(t-T), una señal B(t)+jD(t-T) y una señal B(t)-jD(t-T).

10 Una recepción equilibrada se realiza en la señal B(t)+D(t-T) y la señal B(t)-D(t-T), con el fin de obtener una señal eléctrica C.

Una recepción equilibrada se realiza en la señal B(t)+jD(t-T) y la señal B(t)-jD(t-T) con el fin de obtener una señal eléctrica D.

La señal eléctrica C se amplifica con el fin de obtener la tercera señal eléctrica.

La señal eléctrica D se amplifica con el fin de obtener la cuarta señal eléctrica.

15 En particular, ejecutando, respectivamente, la recuperación por decisión en la primera señal eléctrica, la segunda señal eléctrica, la tercera señal eléctrica, y la cuarta señal eléctrica con el fin de obtener las cuatro secuencias lógicas, se realiza como sigue.

20 Un filtrado de paso bajo se realiza, respectivamente, en la primera señal eléctrica, la segunda señal eléctrica, la tercera señal eléctrica, y la cuarta señal eléctrica, utilizando filtros de paso bajo que tengan un ancho de banda de 3-dB que es más pequeño que f_0 .

La decisión lógica se realiza en las cuatro señales eléctricas después de un filtrado de paso bajo, con el fin de obtener las cuatro secuencias lógicas.

F_0 es una mitad de una diferencia de frecuencias entre la dos sub-portadoras en la extremidad de emisión de la señal OPFDM-RZ-DQPSK.

25 En el método de recepción dado a conocer por la forma de realización de la presente invención, el PBS divide la señal OPFDM-DQPSK en dos señales ortogonales polarizadas. Las dos señales polarizadas no tienen coherencia alguna y frecuencias de las dos señales son, respectivamente, las mismas que las frecuencias de las dos sub-portadoras en la señal OPFDM-DQPSK. Cuando se realiza las operaciones de retardo- mezcla de frecuencias-coherencia, en una de las dos señales mediante el Demux y una de las dos señales polarizadas, resolviéndose, de forma efectiva, el problema de que el Demux no puede eliminar completamente la diafonía entre las sub-portadoras adyacentes, en aplicaciones reales. En la recuperación por decisión, los filtros de paso bajo están adaptados para eliminar, además, la diafonía entre las sub-portadoras adyacentes, disminuyendo, de este modo, la probabilidad de una decisión falsa. Mediante la presente invención, se puede eliminar de forma efectiva la diafonía entre sub-portadoras adyacentes y se mejoran los rendimientos de la recepción del dispositivo para la recepción de la señal OPFDM-DQPSK y, por ejemplo, se mejoran, en gran medida, una tolerancia de retardo de grupo diferencial y una tolerancia de dispersión de CD del dispositivo de recepción.

30

35

40 Los expertos en esta materia podrán entender que los dibujos adjuntos son simplemente vistas esquemáticas de una forma de realización preferida y la división de los módulos del dispositivo, en la forma de realización, no es única sino solamente para fines ilustrativos.

45 Las anteriores formas de realización no están previstas para limitar el alcance de protección de la presente invención. Será evidente para los expertos en esta materia que se pueden realizar varias modificaciones a la presente invención sin desviarse del alcance de protección de la invención. En vista de lo anterior, se entiende que la presente invención cubre las modificaciones y variaciones de esta invención, a condición de que caigan dentro del alcance de protección de las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

1.- Dispositivo para la recepción de una señal multiplexada por división de frecuencias, con modulación por desplazamiento de fase diferencial cuadrática, OPFDM-DQPSK que comprende:

5 un divisor de potencia, adaptado para dividir la señal OPFDM-DQPSK en una Señal-1 y una Señal-2 que presenten la misma potencia;

un divisor de haz de polarización (PBS), adaptado para dividir la Señal-1 en una señal A(t) y una señal B(t), que tienen estados de polarización mutuamente ortogonales;

10 un demultiplexador (Demux), adaptado para demultiplexar la Señal-2, con el fin de obtener una señal C(t) y una señal D(t);

un primer circuito de retardo, adaptado para retardar la señal C(t) durante un tiempo de un elemento de código T con el fin de obtener una señal C(t-T);

un segundo circuito de retardo, adaptado para retardar la señal D(t) durante un tiempo de un elemento de código T con el fin de obtener una señal D(t-T);

15 un primer módulo de recepción con mezcla de frecuencias, adaptado para realizar una recepción con mezcla de frecuencias en la señal A(t) y la señal C(t-T) con el fin de obtener una primera señal eléctrica y una segunda señal eléctrica;

20 un segundo módulo de recepción con mezcla de frecuencias, adaptado para realizar una recepción con mezcla de frecuencias en la señal B(t) y la señal D(t-T) con el fin de obtener una tercera señal eléctrica y una cuarta señal eléctrica y

un módulo de recuperación por decisión, adaptado para recuperar cuatro secuencias lógicas, ejecutando una decisión en la primera señal eléctrica, la segunda señal eléctrica, la tercera señal eléctrica, y la cuarta señal eléctrica, respectivamente.

25 2.- El dispositivo según la reivindicación 1, en donde el primer módulo de recepción con mezcla de frecuencias, que comprende:

un primer mezclador de frecuencias en 90° , adaptado para realizar una mezcla de la señal A(t) y de la señal C(t-T) con el fin de obtener una señal $A(t)+C(t-T)$, una señal $A(t)-C(t-T)$, una señal $A(t)+jC(t-T)$ y una señal $A(t)-jC(t-T)$;

30 un primer detector, adaptado para realizar una detección equilibrada en la señal $A(t)+C(t-T)$ y la señal $A(t)-C(t-T)$ con el fin de obtener una señal eléctrica A;

un segundo detector, adaptado para realizar una detección equilibrada en la señal $A(t)+jC(t-T)$ y la señal $A(t)-jC(t-T)$ con el fin de obtener una señal eléctrica B;

un amplificador 1, adaptado para amplificar la señal eléctrica A con el fin de obtener la primera señal eléctrica y

35 un amplificador 2, adaptado para amplificar la señal eléctrica B con el fin de obtener la segunda señal eléctrica.

3.- El dispositivo según reivindicación 1, en donde el segundo módulo de recepción con mezcla de frecuencias, comprende:

40 un segundo mezclador de frecuencias a 90° , adaptado para realizar la mezcla en la señal B(t) y la señal D(t-T), con el fin de obtener una señal $B(t)+D(t-T)$, una señal $B(t)-D(t-T)$, una señal $B(t)+jD(t-T)$ y una señal $B(t)-jD(t-T)$;

un tercer detector, adaptado para realizar una detección equilibrada en la señal $B(t)+D(t-T)$ y la señal $B(t)-D(t-T)$, con el fin de obtener una señal eléctrica C;

45 un cuarto detector, adaptado para realizar una detección equilibrada en la señal $B(t)+jD(t-T)$ y la señal $B(t)-jD(t-T)$, con el fin de obtener una señal eléctrica D;

un amplificador 3, adaptado para amplificar la señal eléctrica C con el fin de obtener la tercera señal eléctrica y

un amplificador 4, adaptado para amplificar la señal eléctrica D con el fin de obtener la cuarta señal eléctrica.

4.- El dispositivo según la reivindicación 1, en donde el módulo de recuperación por decisión comprende:

un filtro de paso bajo 1 que realiza un filtrado en la primera señal eléctrica, en donde se elimina la diafonía de sub-portadora de dicha primera señal eléctrica;

5 un filtro de paso bajo 2 que realiza un filtrado en la segunda señal eléctrica, en donde se elimina la diafonía de sub-portadora de dicha segunda señal eléctrica;

un filtro de paso bajo 3 que realiza un filtrado en la tercera señal eléctrica, en donde se elimina la diafonía de sub-portadora de dicha tercera señal eléctrica;

10 un filtro de paso bajo 4 que realiza un filtrado en la cuarta señal eléctrica, en donde se elimina la diafonía de sub-portadora de dicha cuarta señal eléctrica;

un circuito de decisión 1, adaptado para efectuar una decisión en la primera señal eléctrica filtrada con el fin de obtener una primera secuencia lógica;

un circuito de decisión 2, adaptado para efectuar una decisión en la segunda señal eléctrica filtrada con el fin de obtener una segunda secuencia lógica;

15 un circuito de decisión 3, adaptado para efectuar una decisión en la tercera señal eléctrica filtrada con el fin de obtener una tercera secuencia lógica;

un circuito de decisión 4, adaptado para efectuar una decisión en la cuarta señal eléctrica filtrada con el fin de obtener una cuarta secuencia lógica;

20 5.- El dispositivo según reivindicación 4, en donde un ancho de banda de 3-dB de uno cualquiera de los cuatro filtros de paso bajo, en el módulo de recuperación por decisión, es inferior a una mitad de una diferencia de frecuencias entre dos sub-portadoras en una extremidad de emisión.

6.- Un método para la recepción de una señal multiplexada por división de frecuencias, con modulación por desplazamiento de fase diferencial cuadrática, OPFDM-DQPSK, que comprende:

25 la recepción de la señal OPFDM-DQPSK y la división de la señal OPFDM-DQPSK en una Señal-1 y una Señal-2 que tienen la misma potencia;

la división de la Señal-1 en una señal A(t) y una señal B(t), que presentan estados de polarización ortogonales entre sí;

la de-multiplexación de la Señal-2 con el fin de obtener una señal C(t) y una señal D(t);

30 el retardo respectivo de la señal C(t) y la señal D(t) durante un tiempo de un elemento de código T, con el fin de obtener una señal C(t-T) y una señal D(t-T);

la ejecución de una recepción con mezcla de frecuencias en la señal A(t) y la señal C(t-T) con el fin de obtener una primera señal eléctrica y una segunda señal eléctrica;

la ejecución de una recepción con mezcla de frecuencias en la señal B(t) y la señal D(t-T), con el fin de obtener una tercera señal eléctrica y una cuarta señal eléctrica y

35 la recuperación de cuatro secuencias lógicas ejecutando una recuperación por decisión en la primera señal eléctrica, la segunda señal eléctrica, la tercera señal eléctrica y la cuarta señal eléctrica, respectivamente.

40 7.- El método según reivindicación 6, en donde la ejecución de una recepción con mezcla de frecuencias en la señal A(t) y la señal C(t-T), con el fin de obtener la primera señal eléctrica y la segunda señal eléctrica comprende:

la ejecución de una mezcla de frecuencias en la señal A(t) y la señal C(t-T), con el fin de obtener una señal A(t)+C(t-T), una señal A(t)-C(t-T), una señal A(t)+jC(t-T) y una señal A(t)-jC(t-T);

la ejecución de una detección equilibrada en la señal A(t)+C(t-T) y la señal A(t)-C(t-T), con el fin de obtener una señal eléctrica A;

45 la ejecución de una detección equilibrada en la señal A(t)+jC(t-T) y la señal A(t)-jC(t-T), con el fin de obtener una señal eléctrica B y

la amplificación de la señal eléctrica A y la señal eléctrica B con el fin de obtener, respectivamente, la primera señal eléctrica y la segunda señal eléctrica.

50 8.- El método según la reivindicación 6, en donde la ejecución de una recepción con mezcla de frecuencias en la señal B(t) y la señal D(t-T), con el fin de obtener la tercera señal eléctrica y la cuarta

señal eléctrica, comprende:

la ejecución de una mezcla de frecuencias en la señal $B(t)$ y la señal $D(t-T)$, con el fin de obtener una señal $B(t)+D(t-T)$, una señal $B(t)-D(t-T)$, una señal $B(t)+jD(t-T)$ y una señal $B(t)-jD(t-T)$;

5 la ejecución de una detección equilibrada en la señal $B(t)+D(t-T)$ y la señal $B(t)-D(t-T)$, con el fin de obtener una señal eléctrica C;

la ejecución de una detección equilibrada en la señal $B(t)+jD(t-T)$ y la señal $B(t)-jD(t-T)$, con el fin de obtener una señal eléctrica D y

la amplificación de la señal eléctrica C y la señal eléctrica D, respectivamente, con el fin de obtener la tercera señal eléctrica y la cuarta señal eléctrica.

10 9.- El método según la reivindicación 6, en donde la recuperación de las cuatro secuencias lógicas ejecutando una decisión en la primera señal eléctrica, la segunda señal eléctrica, la tercera señal eléctrica y la cuarta señal eléctrica, respectivamente, comprende:

15 la ejecución de un filtrado de paso bajo en la primera señal eléctrica, la segunda señal eléctrica, la tercera señal eléctrica, y la cuarta señal eléctrica, respectivamente, en donde se elimina la diafonía de sub-portadoras de la primera señal eléctrica, de la segunda señal eléctrica, de la tercera señal eléctrica y de la cuarta señal eléctrica y

la ejecución de una decisión en la primera señal eléctrica filtrada en paso bajo, la segunda señal eléctrica filtrada en paso bajo, la tercera señal eléctrica filtrada en paso bajo y la cuarta señal eléctrica, respectivamente, con el fin de obtener las cuatro secuencias lógicas.

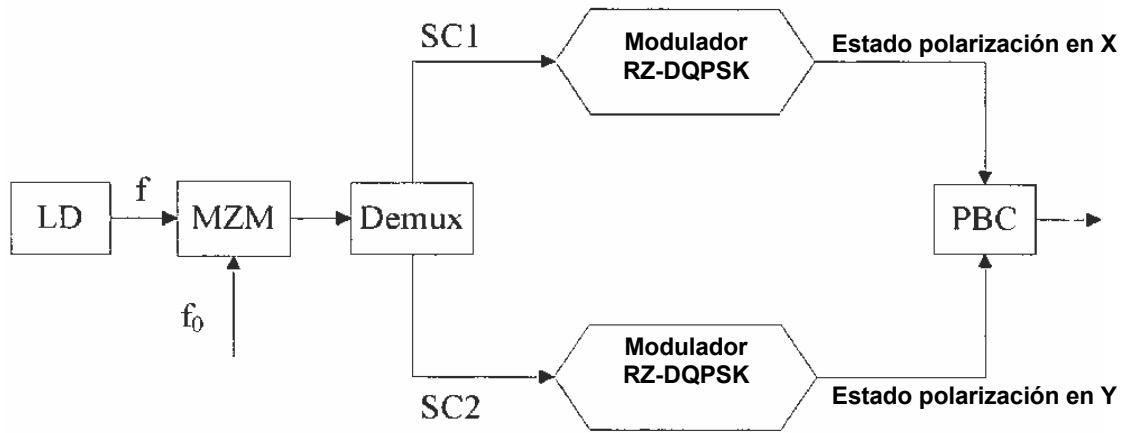


Figura 1

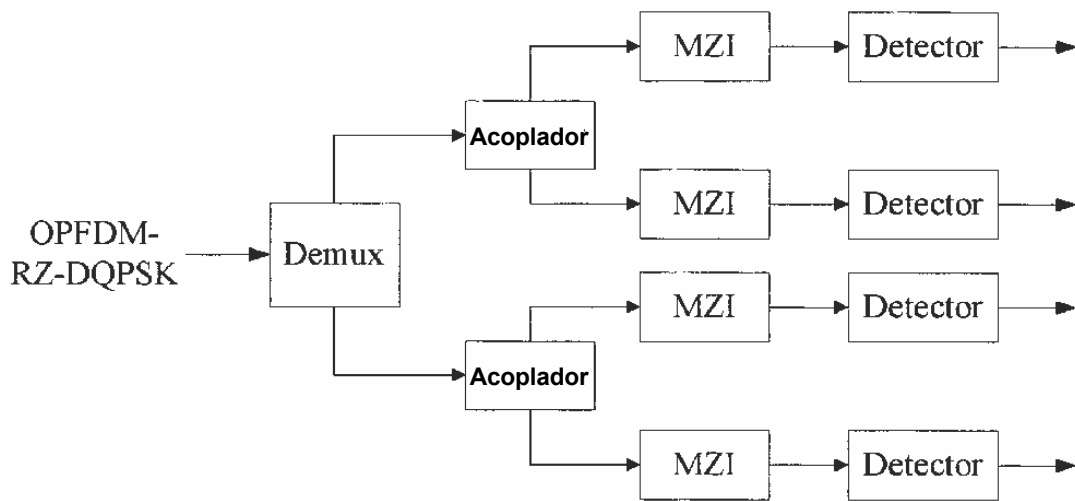


Figura 2

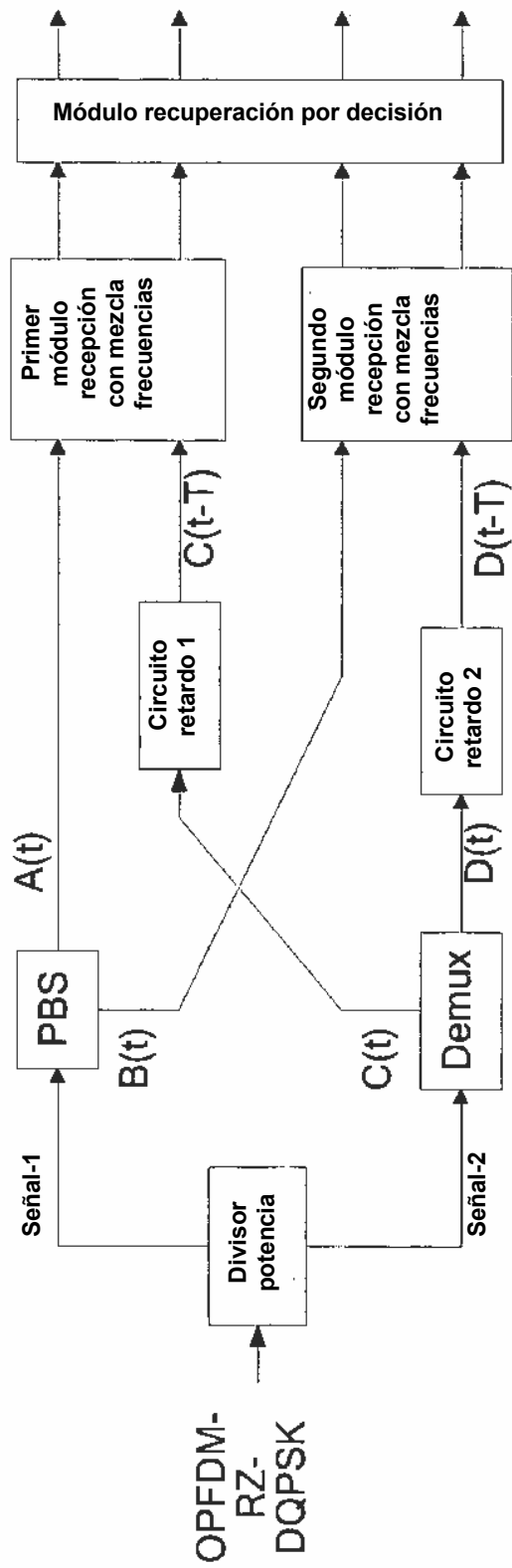


Figura 3

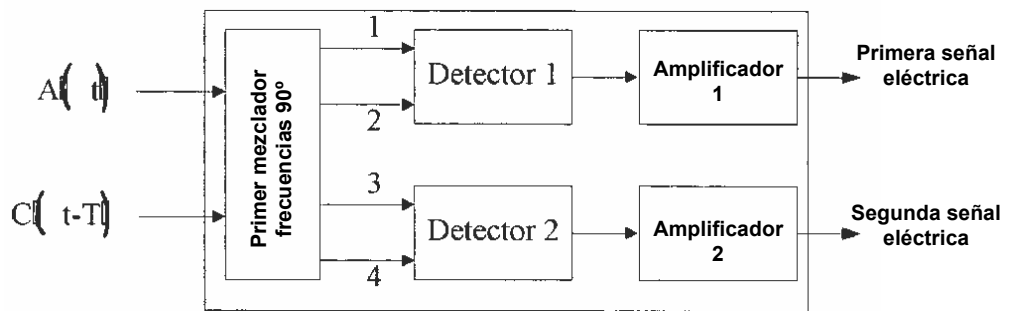


Figura 4

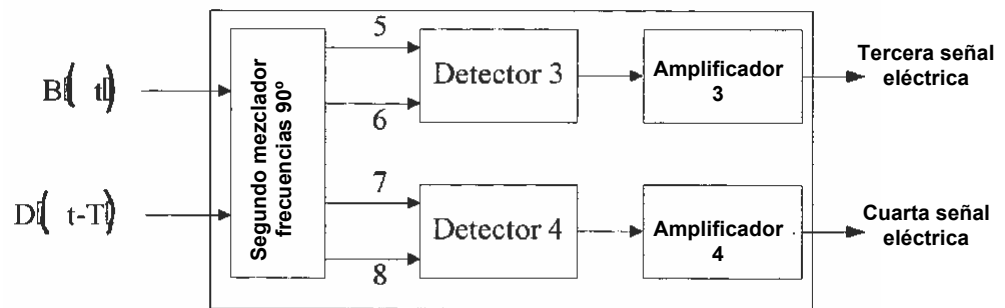


Figura 5

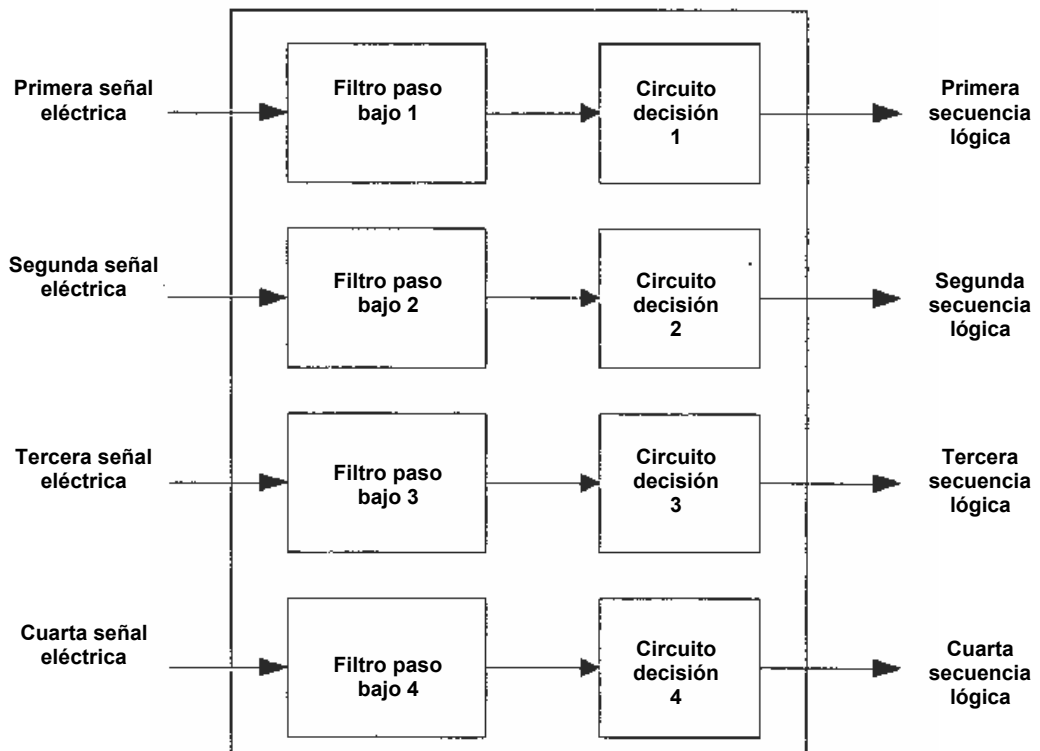


Figura 6