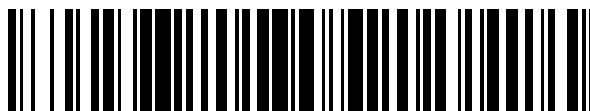


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 560 872**

51 Int. Cl.:

H04L 27/26 (2006.01)

H04L 27/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.08.2008 E 08829081 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.10.2015 EP 2179553**

54 Título: **Técnica de modulación por superposición para señales de COFDM basándose en compensaciones de amplitud**

30 Prioridad:

01.08.2007 US 963007 P

31.03.2008 US 72638 P

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

23.02.2016

73 Titular/es:

**SIRIUS XM RADIO INC. (100.0%)
1221 AVENUE OF THE AMERICAS
NEW YORK, NY 10020, US**

72 Inventor/es:

**SCARPA, CARL;
SCHELL, EDWARD y
STROLLE, CHRISTOPHER**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 560 872 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

Técnica de modulación por superposición para señales de COFDM basándose en compensaciones de amplitud

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a comunicaciones de difusión por satélite, y más particularmente a métodos y sistemas para transmitir datos adicionales a través de señales de Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal Codificada ("COFDM") diferencial preexistentes cambiando la amplitud de símbolos de datos.

10

Información antecedente

En ciertos sistemas de comunicaciones de difusión, tales como, por ejemplo, radio por satélite, para optimizar la utilización de un ancho de banda fijo, puede usarse la modulación jerárquica ("HM") para superponer datos para nuevos servicios por encima de una transmisión heredada. Un esquema de este tipo puede usarse, por ejemplo, para ofrecer canales o servicios adicionales. Por ejemplo, en el Servicio de Radio de Audio Digital por Satélite ("SDARS") de Sirius Satellite Radio, Inc. ("Sirius"), pueden enviarse canales de vídeo a través de canales de audio existentes mediante un esquema de modulación por superposición, donde la señal de vídeo se envía en una "Capa 2" o capa de modulación por superposición, por encima de un servicio de audio existente, conocido como la señal "heredada".

15

20

Existen muchos enfoques para la modulación jerárquica, utilizando cada uno una modulación adicional de un bit o símbolo heredado transmitido como para amplitud, fase o una combinación de las dos. Por ejemplo, la modulación jerárquica puede implicar la alteración de los puntos de constelación de símbolos de Modulación por Desplazamiento de Fase en Cuadratura ("QPSK") heredados originales, que puede llevar, por ejemplo, tráfico de audio y datos, para transportar información adicional, tal como, por ejemplo, vídeo. Por lo tanto, por ejemplo, un esquema de modulación por superposición de este tipo puede llevar datos de vídeo completamente de manera independiente de los datos heredados (símbolo de QPSK original) que llevan una diversidad de canales de audio. Por ejemplo, el servicio Sirius' Backseat TV™ usa una técnica de modulación por superposición para enviar vídeo por encima de sus canales de audio heredados existentes.

25

30

Los sistemas de comunicación de difusión por satélite existentes, tales como, por ejemplo, SDARS de Sirius, pueden emplear dos formas de modulación para transportar información, QPSK de portadora única y COFDM diferencial multiportadora.

35

QPSK es una técnica de modulación que permite la transmisión de información digital a través de un canal analógico. En QPSK, los bits de datos se agrupan en partes con cada par representado mediante una forma de onda particular, denominada comúnmente como un símbolo. Hay cuatro posibles combinaciones de bits de datos en un par, y se requiere un símbolo único para cada posible combinación de bits de datos en un par. QPSK crea cuatro símbolos diferentes, uno para cada par, cambiando la ganancia I y la ganancia Q para los moduladores del coseno y seno. El símbolo se envía a continuación a través de un canal analógico después de modular una portadora única. Un receptor puede demodular la señal y observar el símbolo recuperado para determinar qué combinación de bits de datos se envió en un par.

40

45

COFDM es una técnica de modulación que puede distribuir una única señal digital a través de mil (1.000) o más portadoras de señal simultáneamente. Los datos codificados se modulan e insertan en portadoras ortogonales en el dominio de frecuencia. Puesto que las señales se envían en ángulos rectos entre sí, las señales no interfieren entre sí. En general, el término "efectos multi-trayectoria" se refiere a la dispersión de una señal debido a los obstáculos tales como cañones, edificios, etc., que pueden producir que una señal tenga dos o más trayectorias para alcanzar su destino final. COFDM es altamente resistente a efectos multi-trayectoria puesto que usa múltiples portadoras para transmitir la misma señal. Por lo tanto, es un objetivo esencial en la técnica técnicas para implementar modulación jerárquica a través de transmisiones de COFDM heredadas.

50

El documento EP 0731588 A1 (France Telecom) publicado el 11 de septiembre de 1996 desvela un sistema en que se forma una señal de COFDM diferencial modulando en fase una frecuencia de portadora mediante una primera señal de fuente usando un vector de modulación elegido desde un conjunto predeterminado que tiene el mismo módulo básico pero diferentes fases.

55

El documento EP 0869649 A2 (Bosch GmbH Robert) publicado el 7 de octubre de 1998 desvela un sistema en que un flujo de datos digital se divide en dos flujos de datos parciales que se someten a modulación independiente, antes de combinar los flujos de datos parciales modulados antes de transmisión. Uno de los flujos de datos parciales puede someterse a modulación por desplazamiento de fase en cuadratura diferencial (DQPSK), mientras el otro flujo de datos parcial se somete a modulación por amplitud, modulación por amplitud en cuadratura o modulación por desplazamiento de fase.

60

65

El documento US 2006/215790 A1 (Delphi Technologies) publicado el 28 de septiembre de 2006 desvela un método

para demodular compensaciones de amplitud en un sistema de modulación diferencial para recuperar la información de amplitud. La información de amplitud demodulada puede usarse para recuperar datos de Nivel 2 adicionales como una compensación de amplitud o compensación de fase y amplitud de combinación en una transmisión por modulación por desplazamiento de fase múltiple diferencial (D-MPSK), tal como a través de símbolos de OFDM adyacentes y/o subportadoras de frecuencia adyacentes.

El documento EP731588 desvela el uso de una modulación jerárquica extendiendo hacia fuera los puntos de constelación originales.

10 Sumario de la invención

De acuerdo con la presente invención se proporciona un método para transmitir datos adicionales a través de una señal preexistente como se define en las reivindicaciones adjuntas. También de acuerdo con la presente invención se proporciona un dispositivo de almacenamiento de programa legible mediante una unidad de procesamiento, que incorpora de manera tangible un programa de instrucciones ejecutables mediante la unidad de procesamiento para implementar un método para transmitir datos adicionales a través de una señal preexistente, de acuerdo con el método de la invención.

Se presentan sistemas y métodos para transmitir datos adicionales a través de señales de COFDM diferenciales preexistentes cambiando la amplitud de los símbolos de datos heredados. En los ejemplos de realización de la presente invención, la capacidad de datos adicional puede conseguirse para una señal de COFDM que es completamente compatible hacia atrás con sistemas de comunicaciones de difusión por satélite heredados existentes. En los ejemplos de realización de la presente invención, la información adicional puede superponerse en una señal de COFDM heredada aplicando una compensación de amplitud a los símbolos heredados. En los ejemplos de realización de la presente invención, el procesamiento de receptor especial puede implementarse para extraer esta información adicional, que puede incluir realizar ecualización de canal a través de intervalos de frecuencia para aislar la señal de superposición modulada por amplitud. Por ejemplo, en cada tiempo de símbolo de FFT, puede usarse la potencia media a través de intervalos de datos activos vecinos para determinar la potencia localizada en los intervalos de FFT correspondientes, y puede realizarse a continuación una inversión de canal, por ejemplo, en los intervalos de datos para restaurar, lo mejor posible, la amplitud de símbolo transmitida original.

Cualquier aparición del término "realización" en la descripción tiene que considerarse como un "aspecto de la invención", definiéndose la invención en las reivindicaciones independientes adjuntas.

35 Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 ilustra un ejemplo de constelación resultante de modulación de QPSK de portadora única, tal como se encuentra en flujos de bits heredados;

La Figura 2 ilustra un ejemplo de constelación resultante de un ejemplo de esquema de modulación de los símbolos mostrados en la Figura 1 de acuerdo con un ejemplo de realización de la presente invención;

La Figura 3 ilustra un ejemplo de distorsión de tipo aspa de ventilador resultante de una distorsión multitrayectoria manifestada en una señal de QPSK modulada diferencialmente; y

La Figura 4 ilustra un ejemplo de conjunto de anillos de datos (y un círculo unitario mostrado como una línea de puntos) resultante de un ejemplo de esquema de modulación de acuerdo con un ejemplo de realización de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

En los ejemplos de realización de la presente invención, pueden transmitirse datos adicionales a través de señales de COFDM diferenciales preexistentes (heredadas) cambiando la amplitud de símbolos de datos heredados.

En sistemas que emplean esquemas de modulación jerárquica, los posibles estados que un símbolo puede tener se interpretan de manera diferente que en los sistemas que usan técnicas de modulación convencional, tales como, por ejemplo, QPSK. Tratando la localización de un símbolo en su cuadrante y el cuadrante particular en el que el estado está localizado como información *a priori*, pueden transmitirse, por ejemplo, dos flujos de datos separados a través de un único canal de transmisión. En sistemas que emplean esquemas de modulación jerárquica, puede usarse un flujo de datos, por ejemplo, como un flujo de datos secundario mientras que el otro puede usarse, por ejemplo, como un flujo de datos primario. Un flujo de datos secundario de este tipo tiene una velocidad de datos inferior que el flujo primario. La presente invención contempla el uso de modulación jerárquica en un Sistema de Radio de Audio Digital por Satélite ("SDARS") mientras mantiene compatibilidad hacia atrás para receptores heredados.

La Figura 1 representa un ejemplo de constelación de Modulación por Desplazamiento de Fase en Cuadratura Diferencial (DQPSK). DQPSK se refiere al procedimiento para generar un símbolo de QPSK transmitido calculando la diferencia de fase entre el símbolo de QPSK actual y anterior. En un esquema de modulación de este tipo, toda la información (es decir, dos bits binarios por símbolo) se transporta mediante la diferencia en fase a través de los intervalos de frecuencia. En general, un intervalo de inicio, conocido como un intervalo de piloto, se usa como una

referencia y todos los intervalos adicionales en un grupo pueden modularse de manera diferente basándose en la fase de inicio del intervalo de piloto y su intervalo de datos adyacente.

5 Por ejemplo, el esquema de modulación actual usado por Sirius XM Radio Inc. SDARS utiliza dos intervalos de piloto, iniciando uno en un límite de banda, en el que los primeros 500 intervalos de datos que siguen al intervalo de piloto están modulados diferencialmente. Un intervalo nulo sigue a estos 500 intervalos de datos, que se usa para evitar el desperdicio de la portadora en intervalos de datos activos. Después del intervalo nulo, se usa un segundo intervalo de piloto como una fase de referencia para un segundo grupo de 500 intervalos de datos activos que siguen a dicho segundo intervalo de piloto. La combinación de 1000 intervalos de datos activos, dos intervalos de piloto y un intervalo nulo se usan para cargar un símbolo de Transformada Rápida de Fourier (FFT). Estos datos pueden ponerse a continuación en un motor de FFT inversa, adjuntado con un intervalo de guarda y procesado de frecuencia de radio (RF) para transmisión.

15 Una técnica de codificación de fase diferencial de este tipo puede observarse matemáticamente como sigue:

$$Z_0 = (1 / \sqrt{2}) + j * (1 / \sqrt{2})$$

$$Z_1 = Y_0 * Z_0$$

$$Z_2 = Y_1 * Z_1$$

20 Donde $Y_i(n) = [+/-1, +/-j]$, i es el número de intervalo de FFT, y n es un índice para los puntos de FFT en un intervalo (y j es la raíz cuadrada de -1 , la base de números imaginarios). Además, se observa que en las ecuaciones anteriores Z_0 es un símbolo de piloto, que no lleva información. Proporciona únicamente una fase de inicio para el proceso de modulación.

Si se aplica a un conjunto de datos que consiste en $+/-1$ símbolos unitarios, tal modulación da como resultado una constelación de símbolos ejemplar como se representa en la Figura 1.

25 Después de la modulación y transmisión, un receptor puede a continuación aceptar estos símbolos y puede realizar, por ejemplo, un proceso de decodificación diferencial inverso (similar al proceso de codificación diferencial anteriormente descrito) para volver a mapear los símbolos de datos en constelaciones de QPSK normales.

30 En los ejemplos de realización de la presente invención, puede hacerse una adición a un esquema de modulación de primera capa de este tipo para codificar información de superposición adicional en símbolos existentes generados mediante tal primera capa de modulación de tal manera que dañe mínimamente la recepción mediante los receptores existentes, es decir, un receptor heredado existente que únicamente está diseñado o configurado para decodificar datos heredados (capa 1) no experimentará mucha dificultad por la presencia de la modulación por superposición en los símbolos que recibe en tales ejemplos de realización. Por lo tanto, en los ejemplos de realización de la presente invención la información adicional puede llevarse en la amplitud de cada intervalo de datos.

35 Por lo tanto, en los ejemplos de realización de la presente invención, un proceso de modulación por superposición puede iniciar como se ha descrito anteriormente, pero la amplitud de cada símbolo I/Q heredado puede cambiarse entonces de acuerdo con un bit de modulación por superposición. Por ejemplo, si la información de superposición adicional es un 1 lógico, entonces la amplitud del par I/Q para un intervalo particular puede aumentarse desde su valor nominal de 1 al valor $1+D$. A la inversa, un 0 lógico puede transmitirse en la amplitud de cada par I/Q reduciendo la amplitud a un valor $1-C$. Se observa que el valor nominal de 1 para amplitud heredada es únicamente a modo de ejemplo, y en los ejemplos de realización de la presente invención, la amplitud de símbolo de primera capa nominal puede aumentarse para proporcionar más margen para compensaciones de amplitud (es decir, el intervalo de $1-C$ a $1+D$). En los ejemplos de realización de la presente invención es conveniente establecer C igual a D , o aproximadamente igual a D , para tener dos anillos de símbolos recibidos que son equidistantes, o aproximadamente equidistantes, desde un anillo de símbolos heredados, como se muestra en la Figura 4. Esto puede simplificar, por ejemplo, la detección de la información de superposición. En los ejemplos de realizaciones alternativas de la presente invención, C no es necesariamente igual a D . Un esquema de modulación ejemplar de este tipo permite que se module cada intervalo de datos activo y, por lo tanto, en el ejemplo anteriormente descrito, permite unos 1000 bits de datos adicionales por símbolo de FFT.

55 Por lo tanto, por ejemplo, en los ejemplos de realización de la presente invención la velocidad de símbolo de FFT puede ser aproximadamente 4 kHz por segundo, permitiendo por lo tanto un total de 4 millones de bits de datos adicionales por segundo.

En los ejemplos de realización de la presente invención, una constelación modulada por superposición transmitida puede parecer como se ilustra en la Figura 2, donde hay ahora un anillo de símbolos de DQPSK a una amplitud de 1-C, y un segundo anillo de símbolos de DQPSK a una amplitud de 1+D (donde la amplitud de cada uno de los símbolos heredados originales era nominalmente 1).

5 En los ejemplos de realización de la presente invención, la potencia media transmitida usando un esquema de modulación por superposición puede ser, por ejemplo, esencialmente la misma que en un sistema heredado. En este enfoque una AGC del receptor no observará ningún efecto adverso.

10 Por lo tanto, para conseguir esta especificación, la potencia media desde la nueva constelación puede establecerse igual a la unidad. En los ejemplos de realización de la presente invención, controlar independientemente C y D puede permitir esto así como posibles procedimientos de optimización de sistema adicionales en el futuro. Por lo tanto, en un receptor, en los ejemplos de realización de la presente invención, puede usarse una técnica de ecualización de canal, por ejemplo, que puede basarse en una constelación transmitida de potencia unitaria. Para mantener la potencia unitaria, debe mantenerse la siguiente ecuación:

$$[(1 - C)^2 + (1 + D)^2] / (2 * 2) = 1 \quad \text{Ec. A}$$

20 En los ejemplos de realización de la presente invención donde no se desea que C sea aproximadamente igual a D, un posible par de compensación candidato para implementar esta condición puede ser, por ejemplo, C = 0,2928 y D = 0,8708. La constelación resultante promediará por lo tanto a potencia unitaria.

25 Como alternativa, en algunos ejemplos de realización de la presente invención, como se indica, puede preferirse establecer C igual a D, o sustancialmente igual a D, y puede permitirse una potencia media para superar la potencia unitaria.

30 En los ejemplos de realización de la presente invención, puede aplicarse una compensación de amplitud antes o después del proceso de modulación diferencial. Para asegurar el impacto mínimo a los receptores actuales (heredados), puede obtenerse el rendimiento óptimo si se aplican los cambios de amplitud por superposición después del proceso de modulación diferencial usado para generar los símbolos heredados. El efecto en la señal recibida a los receptores heredados y a los receptores de la siguiente generación (es decir, aquellos equipados para detectar tanto una señal heredada como una señal por superposición) tendrán que parecer como si la señal hubiera experimentado una distorsión multitrayectoria. Esto puede quitar, por ejemplo, alguna capacidad de tales receptores heredados para soportar distorsión multitrayectoria. Cualquier degradación resultante no puede predecirse con precisión pero se espera que sea pequeña puesto que la constelación observará interferencia destructiva la mitad del tiempo e interferencia constructiva el resto del tiempo. El efecto global puede esperarse por lo tanto que se promedie en, por ejemplo, un decodificador Trellis.

40 En el receptor, las radios de generación heredadas y futuras que recuperan la señal fundamental procesarán la señal de COFDM sin cambio. Como se ha analizado anteriormente, para el proceso de decodificación heredado la señal recibida parecerá que tiene distorsión multitrayectoria inducida en la señal fundamental. La modulación de datos de la capa dos (es decir, datos de superposición) necesitará extraer esta información adicional. Puesto que, en los ejemplos de realización de la presente invención, toda la modulación de capa dos se codifica en la amplitud de la señal, se requiere por lo tanto una etapa de procesamiento adicional.

45 Por consiguiente, en los ejemplos de realización de la presente invención, bajo operación normal, una señal recibida contendrá distorsión multitrayectoria que se manifiesta a sí misma en una señal de QPSK modulada diferencialmente como un tipo distorsión de aspa de ventilador como se ilustra, por ejemplo, en la Figura 3 (mostrado sin ruido de receptor). Esto no supone en general un problema a los receptores en la medida en que toda la información heredada está contenida en la fase de la señal, y no en su amplitud. Los receptores heredados actuales procesan la señal a través de un decodificador Trellis como está, usando el efecto de aspa de ventilador para ponderar esencialmente la matriz de rastreo hacia atrás de Trellis. Esta etapa puede permanecer, por ejemplo, sin cambiar para recuperar los datos de la capa uno.

50 En los ejemplos de realización de la presente invención, para recuperar los datos de la capa dos (es decir, los datos de superposición), puede usarse ecualización de amplitud de canal, por ejemplo, para extraer los datos adicionales. Como se ha analizado anteriormente, en los ejemplos de realización de la presente invención el conjunto de datos puede transmitirse con una potencia unitaria promediada a través de cada intervalo de frecuencia activo. Por lo tanto, en el receptor, puede aprovecharse de este hecho y realizar ecualización de canal a través de los intervalos de frecuencia para aislar la señal por superposición modulada en amplitud. Por ejemplo, en cada tiempo de símbolo de FFT, puede usarse una potencia media a través de intervalos de datos activos vecinos (que puede realizarse, por ejemplo, mediante un filtro de Respuesta Finita al Impulso) para determinar la potencia localizada en los intervalos de FFT correspondientes. La inversión de canal puede realizarse a continuación, por ejemplo, en los intervalos de datos (por ejemplo, forzado a ceros o Mínimo Error Cuadrático Medio) para restaurar, lo mejor posible, la amplitud de símbolo transmitida original. Si se toma esta etapa, la constelación resultante puede restaurarse, por ejemplo,

como se ilustra en la Figura 4 (mostrado sin ruido de receptor), que consiste en dos anillos antes de la demodulación diferencial.

- 5 En los ejemplos de realización de la presente invención, los datos de superposición pueden decodificarse, por ejemplo, segmentando entre los anillos de datos. La distancia vectorial de cada punto (después de ecualización de canal) puede calcularse y compararse frente a un anillo de decisión central, que puede determinarse por sí mismo, por ejemplo, segmentando por igual entre los dos anillos recibidos o, por ejemplo, calculando la amplitud de símbolos de referencia desde intervalos de FFT adyacentes que no se han modulado por superposición. Una de las muchas ventajas de esta técnica de superposición es la evitación de una pérdida de 3 dB en la probabilidad de
- 10 detección debido al efecto multiplicativo en la demodulación diferencial. Otra ventaja más de esta técnica de superposición es que los datos pueden modularse de tal manera que la señal modulada por superposición tiene un efecto mínimo en la combinación de relación máxima (MRC) que puede hacerse en sistemas heredados, en la medida en que esto no hace aumentar la relación de señal a ruido.
- 15 En los ejemplos de realización de la presente invención el método desvelado puede implementarse en hardware, software, firmware o cualquier combinación de los anteriores, e implementarse en un transmisor o dispositivo de transmisión. De manera similar, un método complementario de demodulación puede almacenarse en o, de una manera similar, e implementarse en un demodulador o un receptor. Por ejemplo, un dispositivo de almacenamiento de programa tal como un microprocesador con memoria, o por ejemplo, una memoria de microprocesador separada
- 20 puede almacenar un programa de instrucciones suficientes para implementar los ejemplos de los métodos de acuerdo con la presente invención.

- Aunque se ha descrito la presente invención con referencia a ciertos ejemplos de realización, se entenderá por los expertos en la materia que pueden hacerse diversos cambios y pueden sustituirse equivalentes sin alejarse del
- 25 alcance de la invención. Además, pueden realizarse muchas modificaciones para adaptarse a una situación o material particular a las enseñanzas de la invención sin alejarse de su alcance. Por lo tanto, se pretende que la invención no esté limitada a la realización particular desvelada, sino que la invención incluirá todas las realizaciones que caigan dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para transmitir datos adicionales a través de una señal preexistente, que comprende:

5 proporcionar una primera señal modulada;
superponer información adicional en la primera señal modulada aplicando una compensación de amplitud a los símbolos de dicha primera señal modulada para crear una señal de salida, añadiéndose en ocasiones dicha compensación de amplitud y restándose otras veces de los símbolos de la primera señal modulada,

10 **caracterizado por que:**

dicha primera señal modulada es una señal de COFDM modulada diferencialmente;
dicha información de superposición se aplica cambiando la amplitud de dichos primeros símbolos modulados desde 1 a uno de (1-C) y (1 +D) para codificar un 1 y el otro de dicho (1-C) y (1+D) para codificar un 0, para los
15 números reales C y D, y en donde los valores de C y D satisfacen la siguiente ecuación:

$$[(1 - C)^2 + (1 + D)^2] / (2 * 2) = 1.$$

20 2. El método de la reivindicación 1, en donde la primera señal modulada se genera usando un proceso de codificación de fase diferencial.

3. El método de la reivindicación 1, en donde dicha aplicación de una compensación de amplitud a dichos símbolos de datos se realiza para no afectar de manera apreciable la combinación de relación máxima en un receptor.

25 4. El método de la reivindicación 1, en donde los datos de superposición pueden decodificarse calculando la distancia vectorial de cada punto y comparándola frente a un anillo de decisión central.

5. El método de la reivindicación 1, en donde C es uno de: igual a D, aproximadamente igual a D y no igual a D.

30 6. El método de la reivindicación 1, en donde para recuperar los datos de superposición en un receptor, se usa una ecualización de amplitud de canal para extraer dichos datos.

7. El método de la reivindicación 1, que además comprende recibir la señal de salida en un receptor, y procesar los símbolos recibidos a través de decodificador Trellis para recuperar dicha primera modulación.

35 8. El método de la reivindicación 7, que además comprende realizar una ecualización de canal a través de intervalos de frecuencia para aislar dicha señal de superposición modulada en amplitud.

40 9. El método de la reivindicación 8, que además comprende decodificar dichos datos de superposición segmentando por igual entre los dos anillos de símbolos recibidos.

45 10. El método de la reivindicación 9, que además comprende calcular la amplitud de los símbolos de referencia desde intervalos de FFT adyacentes que no se han modulado por superposición para establecer una amplitud de comparación con la que obtener la compensación de amplitud.

11. El método de la reivindicación 1, en donde la señal de salida puede procesarse en un receptor como una señal de COFDM convencional para recuperar la primera capa de modulación.

50 12. El método de la reivindicación 1, en donde en un receptor dicha señal de salida parece como una señal de COFDM que ha experimentado distorsión multitrayectoria.

55 13. El método de la reivindicación 1, en donde dicha compensación de amplitud se aplica de manera que se promedia una constelación resultante de dichos símbolos de salida a potencia unitaria, incluso donde la compensación de amplitud añadida no iguale la compensación de amplitud restada.

60 14. Un dispositivo de almacenamiento de programa legible mediante una unidad de procesamiento, que incorpora de manera tangible un programa de instrucciones ejecutables mediante la unidad de procesamiento para implementar un método para transmitir datos adicionales a través de una señal preexistente de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13.

Fig. 1

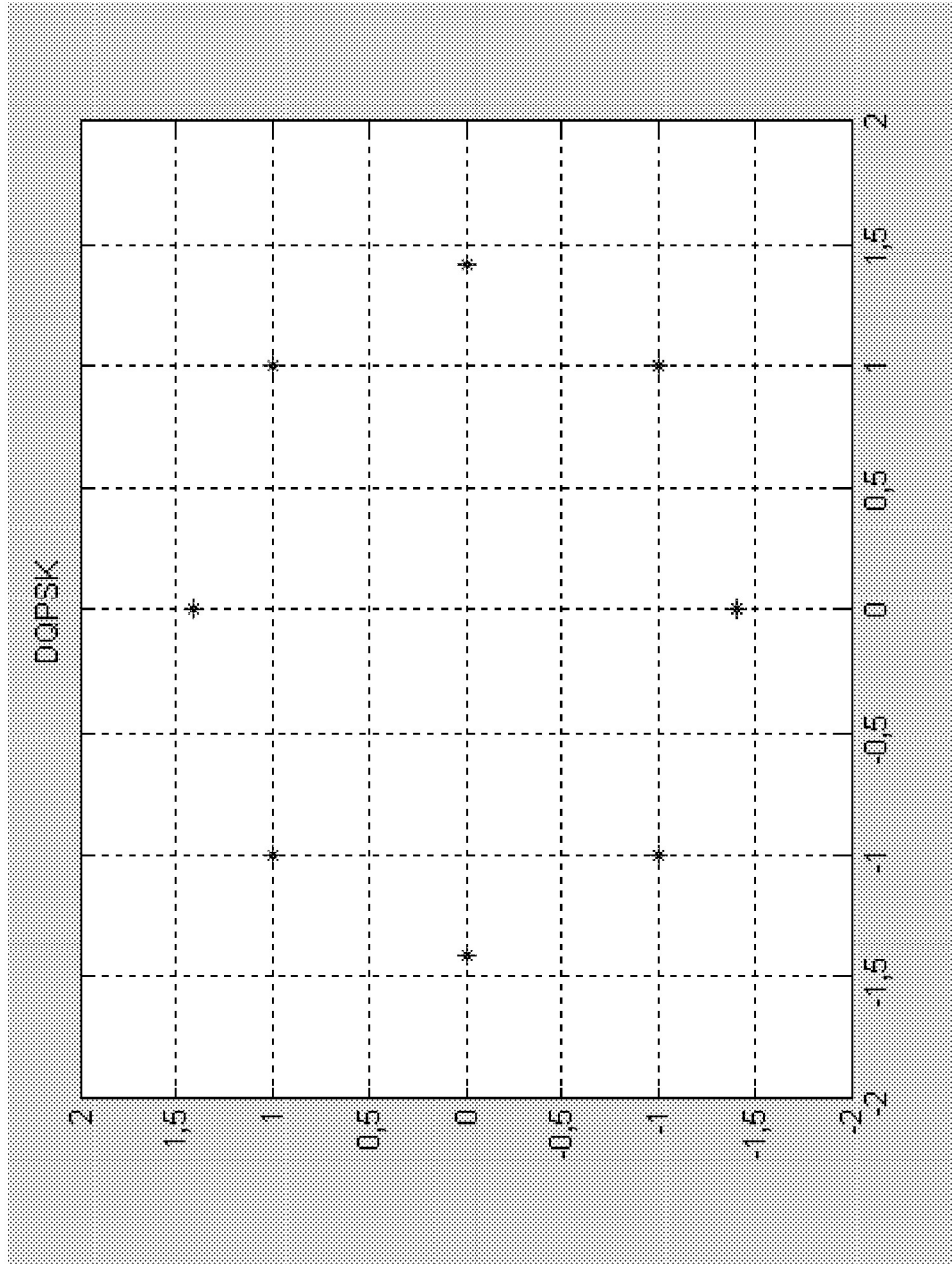


Fig. 2

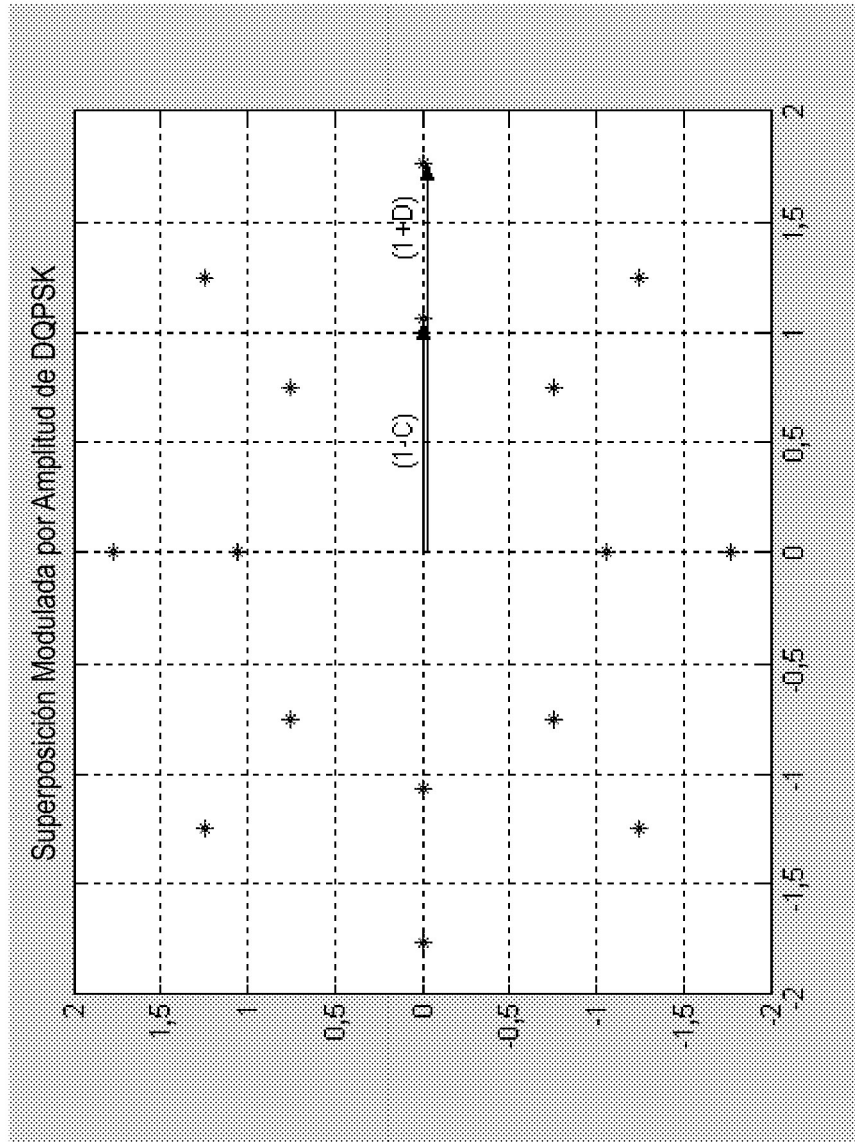


Fig. 3

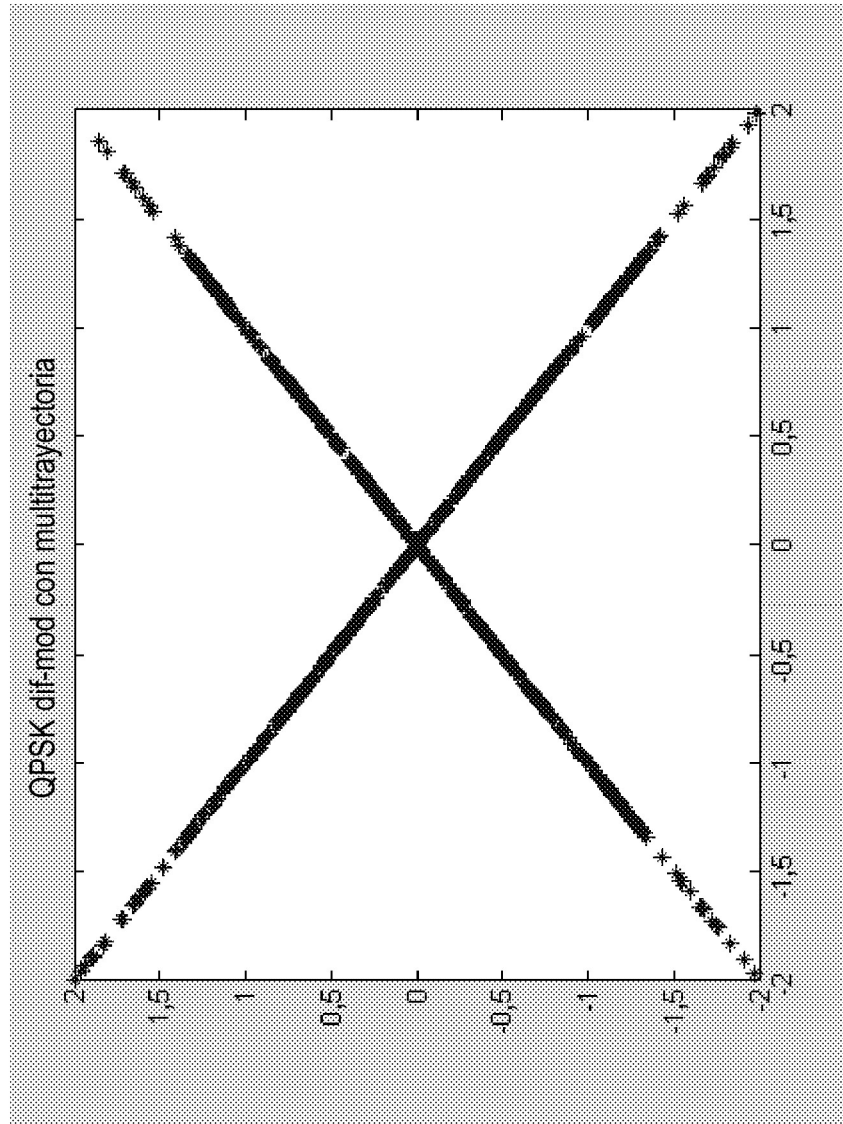


Fig. 4

