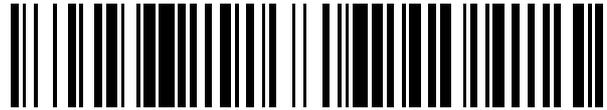


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 470 743**

51 Int. Cl.:

H04L 27/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.05.2010 E 10722977 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.03.2014 EP 2428012**

54 Título: **Reducción de la relación entre la potencia de pico y la potencia media en una señal multiportadora**

30 Prioridad:

04.05.2009 FR 0952964

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

24.06.2014

73 Titular/es:

**INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES
APPLIQUÉES DE RENNES (50.0%)
20 Avenue des Buttes de Coesmes
35708 Rennes Cedex 7, FR y
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE (CNRS) (50.0%)**

72 Inventor/es:

**HELARD, JEAN-FRANÇOIS;
LOUET, YVES y
MASINJARA MAHAFENO, IRÈNE**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 470 743 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

Reducción de la relación entre la potencia de pico y la potencia media en una señal multiportadora

1. Campo de la invención

5 El campo de la invención es el de la transmisión de señales digitales, ya sea sobre los canales de transmisión de varios trayectos, ya sea sobre canales denominados "monotrayecto", como, en particular, los de los enlaces por satélite sin eco.

10 Más concretamente, la invención está relacionada con las técnicas de modulación multiportadora, particularmente de tipo OFDM (acrónimo en inglés de «*Orthogonal Frequency Division Multiplex*», multiplexación por división en frecuencias ortogonales). La modulación OFDM se usa cada vez más para la transmisión digital, en particular sobre los canales de transmisión multitrayecto. Esta técnica de modulación multiportadora permite eludir especialmente la interferencia entre símbolos que suele observarse cuando se utiliza una modulación monoportadora sobre un canal multitrayecto.

15 Como consecuencia de su robustez intrínseca a los canales selectivos en frecuencia, la modulación OFDM se utiliza especialmente, pero no en exclusiva, en redes locales inalámbricas (WiFi o WiMAX), o incluso la ADSL (acrónimo en inglés de «*Asymmetric Digital Subscriber Line*», línea de abonado digital asimétrica) y la HIPERLAN/2 (acrónimo en inglés de «*High Performance Radio Local Area Network*», red de área local de radio de alto rendimiento), pero también para estándares como los relativos a la radiodifusión de audio digital (DAB, acrónimo en inglés de «*Digital Audio Broadcasting*»), la radiodifusión de vídeo digital (DVB, acrónimo en inglés de «*Digital Video Broadcasting*», particularmente la DVB-T (una norma de televisión digital terrestre) o el nuevo estándar DVB-T2, o incluso la DVB-NGH (acrónimo en inglés de «*DVB - Next Generation Handheld*», una norma de radiodifusión de vídeo destinada a la recepción de televisión digital terrestre en los terminales móviles).

2. Técnica anterior

2.1 Inconvenientes de la modulación OFDM

25 Una desventaja principal de la técnica OFDM es intrínseca a las grandes fluctuaciones en amplitud de la envolvente de la señal modulada y, por tanto, a las importantes variaciones de la potencia instantánea.

La relación entre la potencia de pico y la potencia media (PAPR, acrónimo en inglés de «*Peak to Average Power Ratio*») de las señales emitidas es, así, generalmente muy elevada y aumenta con el número de subportadoras N .

30 Los amplificadores de potencia presentan características no lineales que, junto a la amplificación de dichas señales de elevada PAPR, dan lugar a distorsiones: aumento espectral del nivel de los lóbulos secundarios, generación de armónicos, creación de interferencias entre símbolos no lineales, creación de interferencias entre portadoras. Así pues, estas distorsiones acarrear particularmente errores de transmisión y una degradación de la tasa de errores de bit (TEB).

2.2 Técnica anterior para reducir la PAPR

En la literatura ya se han propuesto numerosas técnicas para paliar este problema.

35 Una solución habitual consiste en asegurarse de que el intervalo de funcionamiento del amplificador queda limitado a una zona de amplificación lineal, lo que lamentablemente limita el rendimiento del amplificador (unas pocas unidades porcentuales en lugar de, típicamente, el 50 %) y, por tanto, aumenta significativamente el consumo del emisor. Esto supone una limitación muy importante para el uso de la OFDM, en particular, en los terminales móviles, sabiendo que el consumo del amplificador de potencia puede representar más del 50 % del consumo total de un terminal.

Un segundo enfoque es la técnica de «*clipping*», o de limitación, que consiste en recortar la amplitud de la señal cuando esta sobrepasa un umbral predefinido. Pero este recorte es no lineal por naturaleza e introduce una distorsión de la señal emitida que se traduce no solo en una TEB degradada, sino también en un aumento de los lóbulos secundarios de la DSP (densidad espectral de potencia, «*Densité Spectrale de Puissance*»).

45 Una tercera técnica, denominada «*Selected Mapping*», asignación selectiva, consiste en aplicar a cada símbolo de la secuencia que se ha de transmitir una rotación de fase. Se pueden definir diversos motivos de rotación de fase. Para cada motivo aplicado a la secuencia que se ha de transmitir, se llevan a cabo las operaciones para obtener una señal OFDM correspondiente, y se transmite la que presenta la PAPR más baja. De nuevo, esta técnica no aporta distorsión, pero necesita comunicar con gran fiabilidad al receptor la secuencia de rotación utilizada en la emisión, lo que conlleva una reducción de la eficacia espectral y un aumento significativo de la complejidad del sistema para encaminar el número del motivo utilizado a través de un canal dedicado. Además, si esta transmisión es errónea, se perderá toda la trama OFDM. Esta también aumenta la complejidad en la emisión, puesto que deben realizarse

varios procesamientos en paralelo, para elegir a continuación el más eficaz. Los demás procesamientos se habrán realizado innecesariamente y no se aprovechan.

Un cuarto método, denominado comúnmente «técnica TR» (*Tone Reservation*, reserva de tonos), propone reservar determinadas subportadoras de la OFDM multiplex, que no transportan información sino símbolos optimizados en la emisión para reducir la PAPR. La optimización de estos símbolos se puede llevar a cabo, por ejemplo, a través de un algoritmo de optimización convexo de tipo SOCP (*Second Order Cone Programming*, programación cónica de segundo orden), como en el documento:

MAHAFENO I M ET AL: "PAPR reduction method for OFDM systems using dedicated subcarriers: a proposal for the future DVB-T standard" (Método de reducción de la PAPR en sistemas OFDM mediante subportadoras dedicadas: una propuesta para el futuro estándar DVB-T), BROADBAND MULTIMEDIA SYSTEMS AND BROADCASTING, 2008 IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, 31 de marzo de 2008 (31.03.2008), páginas 1-3, ISBN: 978-1-4244-1648-6.

Al igual que el método anterior, esta solución no aporta distorsión a la señal emitida, pero una desventaja importante de este método reside en el hecho de que hay que reservar un cierto número de portadoras para poder reducir de forma significativa la PAPR. Estas portadoras no se usan para emitir datos de información útiles, lo que da lugar a una reducción de la eficacia espectral.

Esta reducción de la eficacia espectral puede solucionarse mediante la utilización de portadoras llamadas «pilotos», dedicadas inicialmente a la estimación del canal, para la reducción de la PAPR, con una detección en recepción denominada «a ciegas», como se propone en el documento «*Peak Power Reduction for OFDM Systems With Orthogonal Pilot Sequences*» (Reducción de la potencia de pico en sistemas OFDM con secuencias pilotos ortogonales) (M.J. Fernández-Getino García, O. Edfors, J.M. Paez-Borralló, IEEE Transactions on Wireless Communications, Volumen 5, enero de 2006, página(s): 47 – 51).

Este documento describe esta técnica aplicada a secuencias de piloto ortogonales, en particular secuencias de Walsh-Hadamard, lo que impone, en consecuencia, la elección de portadoras pilotos en un conjunto de dos valores distintos (-1 y 1) predefinidos en la emisión, de forma que las secuencias sean ortogonales entre ellas.

Sin embargo, la eficacia de semejante técnica es limitada. En efecto, esta técnica impone en la emisión una elección limitada de modificaciones de portadoras pilotos en un conjunto de valores predefinidos, lo que limita, por tanto, los comportamientos de esta técnica en términos de reducción de la PAPR. De hecho, las portadoras pilotos modificadas mediante esta técnica son las que reducen mejor la PAPR, de entre valores predefinidos, y no las que reducen de forma óptima la PAPR.

3. Exposición de la invención

La invención propone una solución novedosa que no presenta el conjunto de estos inconvenientes de la técnica anterior, en la forma de un procedimiento de transmisión multiportadora de una señal representativa de una señal fuente, que comprende símbolos constituidos por un conjunto de subportadoras, destinadas a emitirse de manera simultánea, y que comprende subportadoras pilotos destinadas al menos a un procesamiento de ayuda a, y/o de mejora de, la decodificación en al menos un receptor, y subportadoras de datos, siendo conocidos por el receptor o receptores la ubicación en el espacio tiempo-frecuencia y un valor de referencia de dichas subportadoras pilotos.

Según la invención, el procedimiento comprende una fase de modificación, para un símbolo dado, del valor de referencia de al menos un subconjunto de dichas subportadoras pilotos, con la ayuda de un dato de corrección de fase y/o de la amplitud para cada una de dichas subportadoras pilotos del citado subconjunto, con el fin minimizar la relación entre la potencia de pico y la potencia media, de tal manera que dichos datos de corrección toman al menos tres valores distintos, siendo constante la transición entre los valores de dos subportadoras pilotos sucesivas de dicho subconjunto según el eje de frecuencias.

El procedimiento según la invención puede, en particular, implementar una ley de transición multiplicativa o aditiva.

Así pues, la invención se basa en un enfoque novedoso e inventivo de la transmisión de una señal, con el objetivo de mejorar la técnica de reserva de subportadoras denominada comúnmente «técnica TR» (del inglés «*Tone Reservation*», reserva de tonos), sin adición de subportadoras pilotos suplementarias. Para ello, la invención utiliza, para reducir la PAPR, subportadoras pilotos que ya han sido dedicadas, por otra parte, a una función propia, de tal modo que dichas subportadoras pilotos se modifican para optimizar esta reducción de la PAPR, por medio de al menos tres valores distintos de datos de corrección. Evidentemente, esta modificación se aporta para que los procesamientos de ayuda a, y/o de mejora de, la decodificación a los que estaban dedicadas inicialmente las subportadoras pilotos, como la sincronización o la estimación del canal, sean siempre óptimos.

Por tanto, por subportadoras pilotos se entiende, en particular, las subportadoras que pertenecen al grupo de:

- subportadoras pilotos dedicadas a la sincronización;

- subportadoras pilotos dedicadas a la estimación del canal;
- subportadoras de señalización, denominadas "subportadoras TPS" ("*Transmission Parameters Signaling*", o "señalización de los parámetros de transmisión"), que son subportadoras particulares que contienen información que comprende, entre otros, el tipo de modulación, el modo de transmisión y el rendimiento de codificación;
- etc.

5
10 Según un modo de realización del procedimiento de transmisión, dicho subconjunto de dichas subportadoras pilotos comprende subportadoras pilotos dedicadas a la estimación del canal. En otras palabras, la invención permite utilizar las mismas (o una parte de las mismas) subportadoras pilotos para la reducción de la PAPR y la estimación del canal de transmisión, lo que evita, de esta forma, una reserva suplementaria de subportadoras distintas de las subportadoras pilotos existentes.

Según otros modos de realización posibles, también pueden usarse otras subportadoras pilotos dedicadas a una función diferente de la estimación del canal.

15 El método según la invención propone, además, determinar datos de corrección en un conjunto de valores no predefinidos, calculados por medio de un algoritmo de optimización con el fin de reducir la PAPR para la emisión de cada símbolo OFDM que se ha de emitir, y no conocidos del receptor.

20 Así pues, en contra de las costumbres del experto en la materia, la invención propone usar al menos tres valores distintos de datos de corrección de la fase y/o de la amplitud para cada una de dichas subportadoras pilotos dedicadas a la estimación del canal, y no secuencias de pilotos que imponen la elección de subportadoras pilotos en un conjunto de dos valores distintos (-1 y 1) predefinidos en la emisión.

En otras palabras, la invención pretende aumentar de manera óptima la ganancia de reducción de la PAPR, sin limitarse a secuencias de pilotos de potencia constante.

25 Por otra parte, el método implementado también puede no aplicarse a todas las subportadoras pilotos dedicadas a la estimación del canal, sino a un subconjunto de dichas subportadoras pilotos dedicadas a la estimación de canal. Por ejemplo, se puede aplicar una corrección a una subportadora piloto, quedando invariantes las dos siguientes en el espectro de frecuencias.

De manera preferente, el procedimiento comprende asimismo las etapas siguientes:

- determinación de dichos datos de corrección, que comprende al menos, para un símbolo dado:
 - 30 - una subetapa de cálculo de un parámetro de corrección inicial aplicado a una primera subportadora piloto dedicada a la estimación del canal P_0 según el eje de frecuencias de dicho subconjunto de dichas subportadoras pilotos dedicadas a la estimación de canal, y/o
 - 35 - una subetapa de cálculo de un parámetro de transición que define el valor de transición de una subportadora piloto dedicada a la estimación del canal P_i a la subportadora piloto dedicada a la estimación del canal siguiente P_{i+1} según el eje de frecuencias de dicho subconjunto de dichas subportadoras pilotos dedicadas a la estimación del canal, siendo elegidos dicho parámetro de corrección inicial y dicho parámetro de transición con el fin de minimizar la relación entre la potencia de pico y la potencia media;
 - una subetapa de obtención de dichos datos de corrección a partir del parámetro de corrección inicial y del parámetro de transición;
- 40 - modificación del valor de referencia de dichas subportadoras pilotos dedicadas a la estimación de canal en función de los datos de corrección, aportando valores corregidos destinados a modular dichas subportadoras pilotos, dedicadas a la estimación del canal, del citado subconjunto.

45 De manera ventajosa, la mencionada subetapa de obtención determina dichos datos de corrección en función de dicho parámetro de corrección inicial para la subportadora piloto dedicada a la estimación de canal de frecuencia más baja, y en función de la modificación aplicada a la subportadora piloto dedicada a la estimación de canal precedente según el eje de frecuencias de dicho parámetro de transición, para las demás subportadoras pilotos dedicadas a la estimación de canal.

50 Según un modo de realización particular, dichos datos de corrección, dicho parámetro de corrección inicial y/o dicho parámetro de transición se definen con un paso predeterminado y/o se eligen de entre un conjunto de valores predeterminados.

De este modo, si se consideran datos de corrección de la fase de dichas subportadoras pilotos dedicadas a la estimación de canal, se puede considerar un conjunto de valores de corrección discretos que varíen, por ejemplo, de 5° en 5° , o incluso que este conjunto se elija en un conjunto de valores enteros.

5 De acuerdo con la invención, dicha transición entre dos de dichas subportadoras pone en juego una ley de transición perteneciente al grupo que comprende:

- las leyes de transición multiplicativa,
- las leyes de transición aditiva.

10 Según un modo de realización preferente, el emisor y el receptor pueden funcionar con una única ley de transición predeterminada (dicha ley de transición aditiva o multiplicativa), de manera que no se necesita la puesta en práctica de una etapa previa de selección de dicha ley de transición.

Según otro modo de realización, la invención implementa, de manera facultativa, una etapa previa de selección de dicha ley de transición, para un símbolo dado o una serie de símbolos dada.

Dicha etapa previa de selección de dicha ley de transición ofrece una información binaria de la selección, y el procedimiento de la invención implementa una etapa de transmisión de dicha información de selección.

15 Más concretamente, una ley de transición multiplicativa determina la modificación que se debe aplicar a dicha subportadora piloto dedicada a la estimación de canal P_{i+1} mediante la multiplicación de un parámetro de corrección C_i aplicado a dicha subportadora piloto precedente dedicada a la estimación de canal P_i según el eje de frecuencias por dicho parámetro de transición.

20 En otras palabras, según este primer enfoque, la invención implementa una ley de transición multiplicativa que consiste en multiplicar dicho parámetro de corrección inicial C_0 aplicado a la primera subportadora piloto dedicada a la estimación de canal P_0 según el eje de frecuencias, por un valor de optimización complejo Δ_m que representa una variación de amplitud y/o de fase, con lo que se aporta un parámetro de corrección C_1 aplicado a la segunda subportadora piloto dedicada a la estimación del canal P_1 . A su vez, la subportadora piloto dedicada a la estimación del canal P_2 se calcula mediante la multiplicación de C_1 por Δ_m , y así sucesivamente para las subportadoras pilotos dedicadas a las estimaciones de canal siguientes según el eje de frecuencias.

25 Por otra parte, la ley de transición aditiva determina la modificación que se debe aplicar a dicha subportadora piloto dedicada a la estimación del canal P_{i+1} , mediante la suma de un parámetro de corrección C_i aplicado a dicha subportadora piloto precedente dedicada a la estimación de canal P_i según el eje de frecuencias, por dicho parámetro de transición.

30 Este segundo enfoque hace uso de una ley de transición aditiva que consiste en sumar dicho parámetro de corrección inicial C_0 aplicado a la primera subportadora piloto dedicada a la estimación de canal P_0 según el eje de frecuencias, a un valor de optimización complejo Δ_a que representa una variación de amplitud y de fase, de lo que resulta un parámetro de corrección C_1 aplicado a la segunda subportadora piloto dedicada a la estimación del canal P_1 . A su vez, la subportadora piloto dedicada a la estimación de canal P_2 se calcula mediante la suma de C_1 y Δ_a , y así sucesivamente para las siguientes subportadoras pilotos según el eje de frecuencias.

35 La invención se refiere también a un dispositivo de transmisión multiportadora de una señal representativa de una señal fuente, que comprende símbolos constituidos por un conjunto de subportadoras, destinadas a emitirse de manera simultánea, y que comprende subportadoras pilotos dedicadas al menos a un procesamiento de ayuda a, y/o de mejora de, la decodificación en al menos un receptor, y subportadoras de datos, de tal manera que la ubicación en el espacio tiempo-frecuencia y un valor de referencia de dichas subportadoras pilotos son conocidos por el receptor o receptores.

40 De acuerdo con la invención, el dispositivo de transmisión comprende medios de modificación, para un símbolo dado, del valor de referencia de al menos un subconjunto de dichas subportadoras pilotos, con la ayuda de un dato de corrección de la fase y/o de la amplitud para cada una de las citadas subportadoras pilotos de dicho subconjunto, con el fin minimizar la relación entre la potencia de pico y la potencia media, de tal manera que dichos datos de corrección toman al menos tres valores distintos, siendo constante la transición entre los valores de dos subportadoras pilotos sucesivas de dicho subconjunto según el eje de frecuencias.

El dispositivo de transmisión de acuerdo con la invención puede, en particular, poner en práctica una ley de transición multiplicativa o aditiva.

50 Un dispositivo de transmisión de este tipo es particularmente adecuado para llevar a la práctica el procedimiento de transmisión según la invención, tal y como se ha descrito anteriormente.

La invención también se refiere a una señal multiportadora obtenida mediante el procedimiento según la invención, que comprende símbolos constituidos por un conjunto de subportadoras, destinadas a emitirse de manera

simultánea, y que comprende subportadoras pilotos destinadas al menos a un procesamiento de ayuda a, y/o de mejora de, la decodificación en al menos un receptor, y subportadoras de datos, de tal manera que la ubicación en el espacio tiempo-frecuencia y un valor de referencia de dichas subportadoras pilotos son conocidos por el receptor o receptores.

5 Según la invención, una señal de este tipo es tal que, para un símbolo dado, se modifica el valor de referencia de al menos un subconjunto de subportadoras pilotos, con la ayuda de un parámetro de corrección de la fase y/o de la amplitud de cada una de las citadas subportadoras pilotos de dicho subconjunto, con el fin de minimizar la relación entre la potencia de pico y la potencia media, de tal modo que dichos parámetros de corrección toman al menos tres valores distintos, siendo constante la transición entre los valores de dos subportadoras pilotos sucesivas de dicho subconjunto según el eje de frecuencias.

10 La obtención de la señal de acuerdo con la invención puede, en particular, hacer uso de una ley de transición multiplicativa o aditiva.

15 Según un modo de realización preferente, el emisor y el receptor pueden funcionar con una única ley de transición predeterminada (aditiva o multiplicativa para el conjunto de los símbolos), de manera que no se necesita transmitir información suplementaria.

Según otro modo de realización, una señal de este tipo comprende, de manera facultativa, al menos una información de ayuda a la recepción, de entre las informaciones pertenecientes al grupo que comprende:

- una información representativa de dicho parámetro de corrección inicial;
- una información representativa de dicho parámetro de transición;
- 20 - una información binaria representativa de la selección de una ley de transición entre dos de dichas subportadoras pilotos dedicadas a la estimación de canal de dicho subconjunto.

Por tanto, de acuerdo con este modo de realización particular, la señal puede, por ejemplo, comprender únicamente dicha información binaria representativa de la selección de una ley de transición entre dos de dichas subportadoras pilotos dedicadas a la estimación de canal de dicho subconjunto, si el objetivo es, en particular, una estimación «a ciegas» en la recepción. El receptor determina, sin información suplementaria transmitida, los datos de corrección de las portadoras pilotos.

Según un modo de realización diferente, se puede considerar una única ley de transición predeterminada dentro tanto del emisor como del receptor, de manera que no se necesita la transmisión de una información binaria representativa de la selección de una ley de transición entre dos de dichas subportadoras pilotos dedicadas a la estimación de canal de dicho subconjunto, y de un parámetro de transición fijado en la emisión. Son posibles dos variantes de este modo de realización: una que implementa un receptor que conoce de manera intrínseca el valor de dicho parámetro de transición, y otra que implementa la transmisión de una señal que contiene una información representativa de dicho parámetro de transición.

De forma similar, otro modo de realización puede consistir en considerar un parámetro de corrección inicial fijo y una única ley transición predeterminada dentro tanto del emisor como del receptor, y se puede realizar en forma de dos variantes que hacen uso o no de la transmisión de una información representativa de dicho parámetro de corrección inicial.

También se pueden llevar a la práctica otros muchos modos de realización, que combinan los diferentes modos de realización citados anteriormente, según el procedimiento de la invención.

40 La invención también se refiere a un producto de programa de ordenador descargable a distancia desde una red de comunicaciones y/o grabado en un soporte legible por ordenador y/o ejecutable por un procesador. Según la invención, dicho programa de ordenador comprende instrucciones de código de programa para la puesta en práctica del procedimiento de transmisión descrito más arriba, cuando se ejecuta en un ordenador.

45 La invención también se refiere a un procedimiento de recepción de una señal descrita anteriormente, emitida por al menos un emisor a través de un canal de transmisión, de tal manera que dicha señal está formada por una sucesión temporal de símbolos constituidos por un conjunto de subportadoras, destinadas a emitirse de manera simultánea, y que comprende subportadoras pilotos dedicadas a al menos un procesamiento de ayuda a, y/o de mejora de, la decodificación en al menos un receptor, y subportadoras de datos, siendo conocidos por el receptor o receptores la ubicación en el espacio tiempo-frecuencia y un valor de referencia de dichas subportadoras pilotos, de tal modo que el valor de referencia de al menos un subconjunto de dichas subportadoras pilotos se modifica, para un símbolo dado, con la ayuda de un parámetro de corrección de la fase y/o de la amplitud de cada una de las citadas subportadoras pilotos de dicho subconjunto, con el fin de minimizar la relación entre la potencia de pico y la potencia media, de manera que dichos datos de corrección toman al menos tres valores distintos, siendo constante la transición entre los valores de dos subportadoras pilotos sucesivas de dicho subconjunto según el eje de frecuencias.

El procedimiento de recepción de acuerdo con la invención puede, en particular, hacer uso de una ley de transición multiplicativa o aditiva.

Según la invención, el procedimiento de recepción lleva a cabo las etapas siguientes:

- 5
- extracción de las informaciones recibidas modulando cada una de las subportadoras de dicho subconjunto de portadoras;
 - análisis del conjunto de dichas informaciones recibidas, con el fin de determinar una estimación de dichos datos de corrección;
 - estimación del canal de transmisión a partir de dichos datos de corrección.

10 Por tanto, la invención permite, en recepción, una estimación denominada «a ciegas», que no necesita la transmisión de información suplementaria según un modo de realización preferente de la invención. De este modo, la invención evita una reducción de la eficacia espectral debida a la «reserva» de subportadoras dedicadas únicamente a la reducción de la PAPR.

15 Según una de entre el conjunto de variantes de modo de realización antes citadas, la invención permite, en recepción, una estimación denominada «a ciegas», que no necesita la transmisión de información suplementaria distinta de la información binaria representativa de la selección de una ley de transición entre dos de dichas subportadoras pilotos del citado subconjunto.

De manera opcional, el procedimiento de recepción, según un modo de realización particular, lleva a cabo, a continuación de dichas etapas de extracción, análisis, modificación y estimación del canal, la etapa siguiente:

- 20
- evaluación del error de estimación de la modificación aplicada a dicho subconjunto de subportadoras pilotos haciendo uso de un cálculo del error cuadrático medio.

Este modo de realización particular permite, en esencia, evaluar los comportamientos del procedimiento en recepción. Por otro lado, se puede considerar la transmisión de un símbolo denominado «nulo», con el fin de evaluar el valor exacto de la respuesta en frecuencia del canal, e integrar el error de estimación para la estimación de canal del símbolo siguiente.

25 De forma preferente, dicha etapa de análisis comprende:

- una etapa de determinación de un parámetro de transición que define el valor de transición de una subportadora piloto dedicada a la estimación de canal P_i a la subportadora piloto dedicada a la estimación de canal siguiente P_{i+1} , según el eje de frecuencias de dicho subconjunto de dichas subportadoras pilotos dedicadas a la estimación de canal, mediante el análisis del conjunto de las transiciones; y/o
- 30 - una etapa de determinación de un parámetro de corrección inicial C_0 aplicado a la primera subportadora piloto dedicada a la estimación del canal P_0 según el eje de frecuencias de dicho subconjunto de dichas subportadoras pilotos, en función del valor de al menos una de dichas subportadoras pilotos dedicadas a la estimación de canal de dicho subconjunto de dichas subportadoras pilotos y del parámetro de transición;
- 35 - una etapa de determinación de los parámetros de corrección aplicados a todas las demás subportadoras pilotos $P_i, i \neq 0$ dedicadas a la estimación de canal según el eje de frecuencias de dicho subconjunto de dichas subportadoras pilotos dedicadas a la estimación de canal, en función del valor del parámetro de corrección inicial C_0 aplicado a la primera subportadora piloto dedicada a la estimación del canal P_0 , y del del parámetro de transición.

Asimismo, al menos una de dichas etapas de determinación lleva a cabo un promediado.

40 Según un modo de realización particular del procedimiento de recepción, tal como para al menos una de dichas etapas de determinación, dicho parámetro de corrección inicial y/o dicho parámetro de transición se definen con un paso predeterminado y/o se eligen entre un conjunto de valores predeterminados.

45 Así, de manera ventajosa, se simplificará y acelerará el análisis del conjunto de dichas informaciones recibidas al determinar, por ejemplo, datos de corrección de la fase de dichas subportadoras pilotos dedicadas a la estimación de canal, al considerar un conjunto de valores de corrección discretos que varían de 5° en 5° , o incluso un conjunto seleccionado dentro un conjunto de valores enteros.

Según un modo de realización preferente, el emisor y el receptor pueden funcionar con una única ley de transición predeterminada (aditiva o multiplicativa para el conjunto de los símbolos), que manera que no se necesita la transmisión de información suplementaria.

50 Según un modo de realización particular, el procedimiento de recepción de acuerdo con la invención comprende una

etapa previa de decodificación de al menos una de las informaciones pertenecientes al grupo que comprende:

- una información representativa de dicho parámetro de corrección inicial;
- una información representativa de dicho parámetro de transición;
- 5 - una información binaria representativa de la selección de una ley de transición entre dos de dichas subportadoras pilotos del citado subconjunto.

10 La invención se refiere también a un dispositivo de recepción de una señal transmitida según el procedimiento de transmisión de la invención, emitida por al menos un emisor a través de un canal de transmisión, de tal manera que dicha señal está formada por una sucesión temporal de símbolos constituidos por un conjunto de subportadoras, destinadas a emitirse de manera simultánea, y que comprende subportadoras pilotos destinadas al menos a un procesamiento de ayuda a, y/o de mejora de, la decodificación en al menos un receptor, y subportadoras de datos, siendo conocidos por el receptor o receptores la ubicación en el espacio tiempo-frecuencia y un valor de referencia de dichas subportadoras pilotos, de tal manera que el valor de referencia de al menos un subconjunto de dichas subportadoras pilotos se modifica, para un símbolo dado, con la ayuda de un parámetro de corrección de la fase y/o de la amplitud de cada una de las citadas subportadoras pilotos de dicho subconjunto, con el fin minimizar la relación entre la potencia de pico y la potencia media, de tal modo que dichos parámetros de corrección toman al menos tres valores distintos, siendo constante la transición entre los valores de dos subportadoras pilotos sucesivas de dicho subconjunto según el eje de frecuencias.

Este dispositivo comprende:

- 20 - medios de extracción de las informaciones recibidas modulando cada una de las subportadoras de dicho subconjunto de portadoras;
- medios de análisis del conjunto de dichas informaciones recibidas, con el fin de determinar una estimación de dichos datos de corrección;
- medios de estimación del canal de transmisión a partir de dichos datos de corrección.

25 El dispositivo de recepción de acuerdo con la invención puede, en particular, hacer uso de una ley de transición multiplicativa y/o aditiva.

Las invención se refiere también a un producto de programa de ordenador descargable desde una red de comunicación y/o grabado en un soporte legible por ordenador y/o ejecutable por un procesador. Según la invención, dicho producto de programa de ordenador comprende instrucciones de código de programa para la puesta en práctica del procedimiento de recepción de acuerdo con la invención, cuando se ejecuta en un ordenador.

30 4. Lista de figuras

Otras características y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto con más claridad al leer la siguiente descripción de un modo de realización particular, que se ofrece a título de ejemplo ilustrativo y no limitativo, y con los dibujos adjuntos, en particular:

- la figura 1 ilustra el esquema general de procesamiento de una señal OFDM;
- 35 - la figura 2 ilustra las principales etapas de un procedimiento de transmisión según la invención;
- la figura 3 ilustra la señal según la invención;
- la figura 4 ilustra las principales etapas de un procedimiento de recepción según la invención.

4. Descripción de un modo de realización de la invención

4.1 Principio general

40 Así pues, la invención se basa en la utilización de al menos tres valores distintos de datos de corrección de subportadoras pilotos con el fin de reducir de manera óptima la relación entre la potencia de pico y la potencia media, o PAPR, estando ya dedicadas dichas subportadoras pilotos a otra función, como la estimación del canal. Por otro lado, el procedimiento de recepción correspondiente permite, en particular, una estimación del canal denominada «a ciegas».

45 En relación con la figura 1, a continuación se describe el esquema general de procesamiento de una señal OFDM destinado a reducir la PAPR. Una señal OFDM, de acuerdo con el modo de realización tal como se describe por el esquema general en relación con la figura 1, se procesa según una sucesión de etapas:

en emisión:

- generación 101 de datos fuente;
- codificación y entrelazado 102 de dichos datos, que aporta datos entrelazados;
- modulación de dichos datos entrelazados 103, por ejemplo, según una modulación QAM;
- 5 - modulación OFDM 104 que hace uso, en particular, de una transformada inversa rápida de Fourier (IFFT, acrónimo en inglés de «*Inverse Fast Fourier Transform*») que aporta símbolos OFDM;
- corrección 105 de los símbolos OFDM con el objetivo de reducir la PAPR;
- inserción 106 de un intervalo de guarda de dicha señal OFDM constituido por dichos símbolos;
- amplificación 107 de dicha señal OFDM;
- transmisión 108 de dicha señal OFDM sobre un canal de transmisión;

10 y en recepción:

- recepción 109 y extracción del intervalo de guarda, que aporta una señal denominada recibida;
- demodulación 110 OFDM de dicha señal recibida, haciendo uso de una transformada rápida de Fourier (FFT, acrónimo en inglés de «*Fast Fourier Transform*»), que da lugar a una señal recibida transformada;
- determinación 111 de las portadoras pilotos de dicha señal recibida transformada;
- 15 - estimación del canal 112;
- demodulación 113 de dicha señal recibida transformada, que da lugar a una señal demodulada;
- desentrelazado y decodificación 114 de dicha señal demodulada.

Más concretamente, se utiliza según un modo de realización particular adaptado, por ejemplo, a un sistema de televisión digital terrestre europea DVB-T, en el caso en que cada símbolo OFDM se componga de $N = 2048$ subportadoras (modo 2K). El conjunto de estas 2048 portadoras que constituyen el símbolo OFDM, comprende subportadoras denominadas «no utilizadas», que respetan una máscara según un estándar de transmisión, y subportadoras útiles, de tal manera que el número de subportadoras útiles es $N = 1705$, de tal modo que las subportadoras útiles hacen referencia a las subportadoras de datos y a las subportadoras pilotos. Cada una de las subportadoras pilotos reservadas a la reducción de la PAPR tendrá una potencia máxima tal, que será igual a 10 veces la potencia de una subportadora de datos ($\Gamma_{m\acute{a}x} = 10 \text{ dB} + \Gamma_0$, donde Γ_0 corresponde a la potencia de una subportadora de datos). La ubicación en el espacio tiempo-frecuencia y un valor de referencia de dichas subportadoras pilotos se conocen y son apropiados para la aplicación contemplada, por ejemplo, de manera ilustrativa y no limitativa, el modo 2K de la norma DVB-T.

Por otra parte, se utiliza una modulación de amplitud en cuadratura 16-QAM para los datos de información. Se aplica un factor de sobremuestreo $L = 4$. Asimismo, se puede considerar, por ejemplo, un amplificador no lineal de tipo SSPA (*Solid State Power Amplifier*, amplificador de potencia de estado sólido) que utiliza el modelo de Rapp.

Se pueden definir, por ejemplo, los símbolos complejos $X = [X_0 \dots X_{N-1}]^T_{1 \times N}$ que representan los datos de información emitidos. Se denotan como $x = [x_0 \dots x_{N-1}]^T_{1 \times N}$ sus transformadas inversas de Fourier. La señal OFDM equivalente en banda de base se escribe:

$$35 \quad x(t) = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{k=0}^{N-1} X_k e^{\frac{j2\pi kt}{TN}} \quad 0 \leq t < NT, \quad (1)$$

donde $j = \sqrt{-1}$, N representa el número de portadoras ortogonales y T la duración del símbolo complejo. En la práctica, se consideran únicamente NL muestras equidistantes de $x(t)$, siendo L el factor de sobremuestreo tal como se ha descrito más arriba. La señal sobremuestreada se representa por:

$$x_n(t) = \frac{1}{\sqrt{NL}} \sum_{k=0}^{N-1} X_k e^{\frac{j2\pi nk}{NL}}, \quad \forall n \in [0, \dots, NL - 1] \quad (2)$$

40 Para un valor de L suficientemente grande, la PAPR de una señal OFDM viene dada por la siguiente relación:

$$PAPR\{x(t)\} \approx PAPR\{x_L, L \geq 4\} = \frac{\max |x_n|^2}{E\{X_L^2\}} \quad (3)$$

$$\text{con } x_L = Q_L X_L, \quad (4)$$

$$X_L = \left[X_0 \dots X_{\frac{N}{2}-1} \underbrace{0 \dots 0}_L X_{\frac{N}{2}} \dots X_{N-1} \right]^T$$

donde $E\{\cdot\}$ designa la esperanza matemática, Q_L es la matriz de la transformada inversa rápida de Fourier o IFFT (acrónimo en inglés de «Inverse Fast Fourier Transform»), definida por la relación:

$$Q_L = \frac{1}{\sqrt{N}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & \vdots & 1 \\ 1 & e^{\frac{j2\pi}{NL}1,1} & \vdots & e^{\frac{j2\pi}{NL}1,(NL-1)} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & e^{\frac{j2\pi}{NL}(NL-1),1} & \vdots & e^{\frac{j2\pi}{NL}(NL-1),(NL-1)} \end{bmatrix}_{NL \times NL} \quad (5)$$

En relación con la figura 2, se presentan las principales etapas del procedimiento de transmisión según la invención.

El procedimiento de transmisión puesto en práctica por la invención tiene como objetivo reducir la PAPR, e implementa un enfoque nuevo e inventivo de la etapa 105 en relación con la figura 1.

10 Su principio consiste en añadir a la señal temporal original x una señal correctora c , lo cual permite reducir su PAPR. Así, la señal resultante cumple la relación $PAPR(x+c) < PAPR(x)$. Esta se puede escribir de este modo:

$$x_n + c_n = \frac{1}{\sqrt{NL}} \sum_{k=0}^{N-1} (X_k + C_k) e^{\frac{j2\pi nk}{NL}} \quad \forall n \in [0, \dots, NL-1] \quad (6)$$

La señal c se calcula basándose en las características de la señal x y usando una técnica de optimización.

15 Así pues, la técnica de corrección de acuerdo con la invención lleva a cabo una etapa 20 de modificación, para un símbolo dado, del valor de referencia de al menos un subconjunto de subportadoras pilotos, de tal modo que dicho subconjunto corresponde, en el caso de la norma DVB-T, a un subconjunto de subportadoras pilotos dedicadas a la estimación del canal, con la ayuda de un dato de corrección c de la fase y/o de la amplitud para cada una de las subportadoras pilotos de dicho subconjunto con el fin de minimizar la PAPR.

20 En relación con la figura 2A, esta etapa 20 de modificación se compone de una etapa 21 de determinación de los datos de corrección y una etapa de modificación 22 del valor de referencia de las subportadoras pilotos de dicho subconjunto.

Sea $R = \{0, \dots, N-1\}$ el conjunto de los índices de todas las portadoras (portadoras de datos y portadoras pilotos), $R_d = \{0, \dots, N_d-1\} \subset R$ el de las portadoras de datos y $R_p = \{0, \dots, N_p-1\} \subset R$ el de las subportadoras pilotos. En consecuencia, se tiene que $N = N_d + N_p$.

25 Por otro lado, se define el subconjunto de las subportadoras pilotos dedicadas simultáneamente a la reducción de la PAPR y a la estimación de canal mediante los índices de R_r tal como $R_r = \{0, \dots, N_r-1\} \subset R_p$.

La etapa 21 consiste en minimizar la $PAPR(x+c)$ bajo la limitación de que la señal temporal c , o bien la información de frecuencias C , se optimicen para poder ser detectadas «a ciegas» en la recepción. Más concretamente, esta etapa consiste en resolver el problema de optimización convexa siguiente:

30 Minimizar β

$$\text{con la limitación } \|x_n + q_{n,L}^{row} C\| \leq \beta, \quad 0 \leq n \leq NL - 1 \quad (7)$$

$$\|C_k\| \leq \sqrt{\Gamma_{\max}}, \quad k \in R_r,$$

$$C_{k+1} = f(C_k), \quad k \in R_r,$$

donde la función $f(.)$ define una ley determinista, y $\Gamma_{\max} = 10 \text{ dB}$.

- 5 Según un modo de realización, la técnica de optimización pone en práctica un algoritmo de optimización convexa de tipo SOCP (acrónimo en inglés de «*Second Order Cone Programming*», programación cónica de segundo orden). Las herramientas de simulación Yalmip y Tomlab son, por ejemplo, (de manera no limitativa) herramientas que pueden usarse bajo el software Matlab (marca registrada).

Este algoritmo lleva a cabo las subetapas siguientes:

- 10 - una subetapa de cálculo de un parámetro de corrección inicial C_0 aplicado a la primera subportadora piloto dedicada a la estimación de canal P_0 de N_r , según el eje de frecuencias de dicho subconjunto de dichas subportadoras pilotos dedicadas a la estimación del canal, y/o
- 15 - una subetapa de cálculo de un parámetro de transición Δ , que define el valor de transición de una subportadora piloto dedicada a la estimación del canal P_i , a la subportadora piloto dedicada a la estimación de canal siguiente P_{i+1} según el eje de frecuencias de dicho subconjunto de dichas subportadoras pilotos dedicadas a la estimación del canal, de tal modo que dicho parámetro de corrección inicial C_0 y dicho parámetro de transición Δ se eligen con el fin de minimizar la PAPR,
- una subetapa de obtención de dichos datos de corrección, el conjunto de C_k , a partir de dicho parámetro de corrección inicial C_0 y del parámetro de transición Δ ,

- 20 de manera que dichos datos de corrección toman al menos tres valores distintos, siendo constante la transición Δ entre los valores de dos subportadoras pilotos dedicadas a la estimación de canales sucesivos según el eje de frecuencias.

- 25 A continuación se efectúa (22) la modificación de las portadoras pilotos con el objetivo de reducir la PAPR, la cual consiste en asignar a las portadoras pilotos de dicho subconjunto de dichas subportadoras pilotos dedicadas a la estimación del canal, los datos de corrección que pueden reducir la PAPR. La operación se lleva a cabo en forma de adición de señal en el dominio temporal.

La figura 2B describe la ejecución de la etapa 21 según dos modos independientes de realización particulares.

- 30 En efecto, la transición entre dos de dichas subportadoras pilotos dedicadas a la estimación del canal sucesivas según el eje de frecuencias, es constante y ejecuta la función $f(.)$ que define una ley determinista de transición perteneciente al grupo que comprende:

- leyes de transición multiplicativa,
- leyes de transición aditiva.

Es igualmente posible la puesta en práctica de una ley de transición en forma de una combinación de leyes de transición multiplicativa y/o aditiva.

- 35 Previamente, se lleva a cabo una etapa 210, que determina dicha ley de transición aplicada para un símbolo de datos o una serie de símbolos de datos.

Según un modo de realización preferente, el emisor y el receptor pueden funcionar con una única ley de transición predeterminada (aditiva o multiplicativa para el conjunto de los símbolos), de manera que no necesitan la transmisión de información suplementaria.

- 40 La etapa 210 ofrece de manera facultativa, según la referencia 211, una información binaria de elección I_b que podrá transmitirse dentro de la señal, según el modo de realización particular representado en la figura 2B.

4.2 Descripción de un modo de realización particular que hace uso de una ley de transición multiplicativa.

- 45 A continuación se describe un modo de realización particular de la invención que hace uso de una ley de transición multiplicativa. Según este modo de realización, la función $f(.)$ (ecuación (7)) define una relación entre los datos de corrección C_k aplicados a las subportadoras pilotos dedicadas a la estimación de canal, como:

$$C_{k+1} = C_k \times \Delta, \quad k \in R_r \quad (8)$$

El problema de optimización representado por la ecuación (7) pasa a ser entonces:

$$\begin{aligned} & \text{Minimizar} && \beta \\ & \text{con la limitación} && \left\| x_n + q_{n,L}^{row} C \right\| \leq \beta, \quad 0 \leq n \leq NL - 1 \end{aligned} \quad (9)$$

$$5 \quad \left\| C_k \right\| \leq \sqrt{\Gamma_{\max}}, \quad k \in R_r$$

$$C_{k+1} = C_k \times \Delta, \quad k \in R_r,$$

Así pues, en relación con la figura 2B, una vez realizada la selección 210 de la ley de transición multiplicativa, se ejecuta (212) el algoritmo de optimización.

10 Por un lado, el algoritmo calcula y ofrece, según la referencia 214, el parámetro de corrección inicial C_0 aplicado a la primera subportadora piloto dedicada a la estimación de canal P_0 de N_r según el eje de frecuencias de dicho subconjunto de dichas subportadoras pilotos dedicadas a la estimación del canal, y, por otro, calcula y ofrece 215 el parámetro de transición Δ , que define el valor de transición de una subportadora piloto dedicada a la estimación del canal P_i a la subportadora piloto dedicada a la estimación del canal siguiente P_{i+1} , según el eje de frecuencias de dicho subconjunto de dichas subportadoras pilotos dedicadas a la estimación del canal.

15 Una vez que se obtienen estos dos parámetros de corrección, se calcula el conjunto de C_k , según la referencia 218, lo cual marca el final de la etapa de determinación de los parámetros de corrección 21.

A continuación se efectúa (22) la modificación de las portadoras pilotos dedicadas a la estimación de canal con el objetivo de reducir la PAPR.

20 La variable de transición Δ es constante para un símbolo OFDM dado y puede representar una variación perteneciente al grupo:

- variación de amplitud;
- variación de fase;
- variación de fase y de amplitud.

4.3 Descripción de un modo de realización particular que hace uso de una ley de transición aditiva.

25 A continuación se describe un modo de realización particular de la invención que hace uso de una ley de transición aditiva. Según este modo de realización, la función $f(\cdot)$ (ecuación (7)) define una relación entre los datos de corrección C_k aplicados a las subportadoras pilotos dedicadas a la estimación del canal, como:

$$C_{k+1} = C_k + \Delta, \quad k \in R_r \quad (8 \text{ bis})$$

El problema de optimización representado por la ecuación (7) pasa a ser entonces:

$$\begin{aligned} & \text{Minimizar} && \beta \\ & \text{con la limitación} && \left\| x_n + q_{n,L}^{row} C \right\| \leq \beta, \quad 0 \leq n \leq NL - 1 \end{aligned} \quad (9 \text{ bis})$$

$$\left\| C_k \right\| \leq \sqrt{\Gamma}, \quad k \in R_r$$

$$C_{k+1} = C_k + \Delta, \quad k \in R_r,$$

35 Así pues, en relación con la figura 2B, una vez que se realiza la elección, según la referencia 210, de la ley de transición aditiva, se ejecuta (213) el algoritmo de optimización.

Por un lado, el algoritmo calcula y ofrece, según se indica por la referencia 216, el parámetro de corrección inicial C_0 aplicado a la primera subportadora piloto dedicada a la estimación del canal P_0 de N_r según el eje de frecuencias de

dicho subconjunto de dichas subportadoras pilotos dedicadas a la estimación de canal, y, por otro, calcula y ofrece, según se indica por la referencia 217, el parámetro de transición Δ , que define el valor de transición de una subportadora piloto dedicada a la estimación del canal P_i , a la subportadora piloto dedicada a la estimación del canal siguiente P_{i+1} según el eje de frecuencias de dicho subconjunto de dichas subportadoras pilotos dedicadas a la estimación del canal.

5 Una vez que se obtienen estos dos parámetros de corrección, se calcula, según se indica por la referencia 219, el conjunto de los C_k , lo cual marca el final de la etapa de determinación de los parámetros de corrección 21.

A continuación se efectúa (22) la modificación de las portadoras pilotos dedicadas a la estimación de canal con el fin de reducir la PAPR.

10 **4.4 Descripción de otras variantes de realización del procedimiento de transmisión.**

Se pueden implementar otras variantes; por ejemplo, se puede considerar que uno de los parámetros de corrección (C_0 o Δ) es fijo antes de iniciar el algoritmo de optimización.

Por otra parte, es igualmente posible poner en práctica una ley de transición en forma de una combinación de leyes de transición multiplicativa y/o aditiva.

15 Por otra parte, otra variante consiste en imponer una limitación suplementaria al problema de optimización de manera que se definan dichos datos de corrección, dicho parámetro de corrección inicial y/o dicho parámetro de transición con un paso predeterminado, y/o se elijan de entre un conjunto de valores predeterminados.

20 Por ejemplo, si se consideran datos de corrección de fase de dichas subportadoras pilotos dedicadas a la estimación del canal, se puede considerar un conjunto de valores de corrección discretos que varían de 5° en 5° , o incluso que este conjunto se elija dentro de un conjunto de valores enteros.

El anexo A, que es una parte integral de la presente descripción, propone un ejemplo práctico de modo de realización de la invención según se elija una ley de transición aditiva o multiplicativa y se fije o no uno de los parámetros de corrección. En cada uno de los casos ilustrados, se obtienen al menos tres valores distintos de C_k .

4.5 Descripción de la señal según la invención.

25 La figura 3 ilustra un ejemplo de trama 30 de la señal multiportadora transmitida según un modo de realización particular de la invención. Dicha trama comprende uno o varios encabezados 31 que contienen informaciones conocidas del receptor y el emisor (por ejemplo de tamaño equivalente a 2 símbolos) y símbolos multiportadora 33. Cada uno de estos símbolos útiles 33 va precedido por un intervalo de guarda 32.

Así:

- 30 - en un instante t , se emite el primer símbolo del encabezado 31; a continuación,
- en un instante $t + T_0$, se emite el segundo símbolo del encabezado 31; a continuación,
- en un instante $t + 2T_0$, se emite el primer símbolo útil 33 acompañado del intervalo de guarda 32; a continuación,
- 35 - en un instante $t + 2T_0$, se emite el primer símbolo útil 33 acompañado del intervalo de guarda 32; a continuación,
- etc.,
- siendo T_0 la duración de un símbolo multiportadora en la salida del modulador.

Por otro lado, cada símbolo multiportadora 33 se compone de un conjunto de subportadoras, de tal manera que el conjunto de subportadoras útiles se compone de subportadoras de datos 35 y subportadoras pilotos 36.

40 Según un modo de realización preferente, no representado en la figura 3, el emisor y el receptor pueden funcionar con una única ley de transición predeterminada (aditiva o multiplicativa para el conjunto de símbolos), no necesitando la transmisión de información suplementaria dentro de la señal.

Además, según un modo particular de realización de la invención, el símbolo OFDM detallado en la figura 3 puede contener de manera facultativa información binaria 34 de selección de la ley de transición elegida en la emisión.

45 Por otra parte, según variantes de modo de realización, no representadas, la señal también puede contener al menos una información perteneciente al grupo que comprende:

- una información representativa de dicho parámetro de corrección inicial;

- una información representativa de dicho parámetro de transición;
- una información binaria representativa de la selección de una ley de transición entre dos de las citadas subportadoras pilotos dedicadas a la estimación de canal de dicho subconjunto.

5 Por ejemplo, si se considera el segundo caso del anexo A que utiliza una ley de transición multiplicativa, se puede considerar, opcionalmente, la transmisión de una señal que contenga para un símbolo dado Δ , y la información binaria representativa de la selección de una ley de transición entre dos de dichas subportadoras pilotos de dicho subconjunto, a fin de acelerar el procesamiento en recepción.

Sin embargo, la invención implementa un procedimiento de recepción capaz de realizar una estimación denominada «a ciegas» de los datos de corrección asignados a las subportadoras pilotos dedicadas a la estimación de canal.

10 4.6 Descripción del procedimiento de recepción de acuerdo con la invención

La figura 4 ilustra las principales etapas del procedimiento de recepción de una señal multiportadora formada por una sucesión temporal de símbolos multiportadoras.

En el curso de una primera etapa 41, se extraen las informaciones que modulan cada una de las subportadoras a partir de una FFT, las cuales se pueden expresar mediante la siguiente relación:

$$15 \quad Y = \sum_{k \in R_d} H_k X_k + \sum_{k \in R_p | k \notin R_r} H_k Z_k + \sum_{k \in R_r} H_k C_k + \sum_{k \in R} W_k \quad (10)$$

donde los $(H_k)_{k=0, \dots, N-1}$ representan los coeficientes de frecuencia del canal de transmisión y los $(W_k)_{k=0, \dots, N-1}$ designan los componentes del ruido blanco gaussiano aditivo o AWGN (acrónimo en inglés de «Additive White Gaussian Noise»), y $(Z_k)_{k \in R_p | k \notin R_r}$ las subportadoras pilotos no modificadas en la emisión.

20 Al realizar la extracción de las portadoras reservadas a la reducción de la PAPR que son también las portadoras pilotos dedicadas, por ejemplo, a una función de estimación de canal, se obtienen los componentes de los vectores Y siguientes:

$$Y_k = \sum_{k \in R_r} H_k C_k + W_k \quad (11)$$

25 Según un modo de realización preferente, el emisor y el receptor pueden funcionar con una única ley de transición predeterminada (aditiva o multiplicativa para el conjunto de los símbolos), de modo que no se necesita entonces la existencia de la información binaria representativa de la selección de una ley de transición.

Según otro modo de realización, se lleva a cabo una etapa de decodificación facultativa 410 de al menos la información binaria representativa de la selección de una ley de transición.

A continuación, durante una etapa 42 de análisis del conjunto de las informaciones recibidas, se determina una estimación de los datos de corrección aplicados en la emisión.

30 Para estimar esta limitación, se realiza por ejemplo un cálculo según la relación siguiente, aplicada a una ley de transición multiplicativa:

$$\sum_{k \in R_r} \frac{Y_{k+1}}{Y_k} = \frac{H_1 f(C_0)}{H_0 C_0 + W_0} + \frac{H_2 f(C_1)}{H_1 C_1 + W_1} + \dots + \frac{H_{N_{r-1}} f(C_{N_{r-2}})}{H_{N_{r-2}} C_{N_{r-2}} + W_{N_{r-2}}} + \sum_k \tilde{W}_k \quad (12)$$

donde (\tilde{W}_k) son componentes de ruido y, a continuación, también se denota como $\Delta = \frac{f(C_k)}{C_k}$ el parámetro de transición.

35 Se denota como $\tilde{\Delta}$ el valor estimado de Δ , de manera que:

$$\tilde{\Delta} = \Delta + \varepsilon \quad (13)$$

donde ε representa el error de estimación de Δ . La ecuación (12) puede entonces reescribirse con la forma:

$$\sum_{k \in R_r} \frac{Y_{k+1}}{Y_k} = \frac{H_1}{H_0} \tilde{\Delta}_0 + \frac{H_2}{H_1} \tilde{\Delta}_1 + \dots + \frac{H_{N_r-1}}{H_{N_r-2}} \tilde{\Delta}_{N_r-2} + \sum_k \tilde{W}_k \quad (14)$$

Se puede deducir un valor estimado de Δ calculando la media (420) como sigue:

$$\frac{1}{N_r - 1} \sum_{k \in R_r} \frac{Y_{k+1}}{Y_k} = \tilde{\Delta} \left(\frac{1}{N_r - 1} \sum_{k \in R_r} \frac{H_{k+1}}{H_k} \right) + \frac{1}{N_r - 1} \sum_k \tilde{W}_k \quad (15)$$

- 5 Una vez estimado Δ , se pueden estimar a su vez los componentes C_k (421 y 422), mediante las relaciones siguientes:

$$(\tilde{C}_k)_{k=0} = \frac{\sum_{k \in R_r} Y_k}{1 + \tilde{\Delta} + \tilde{\Delta}^2 + \dots + \tilde{\Delta}^{N_r-1}} \quad (16)$$

$$(\tilde{C}_k)_{k \in R_r, k \neq 0} = \tilde{C}_{k-1} \tilde{\Delta} \quad (17)$$

- 10 El parámetro de corrección inicial \tilde{C}_0 aplicado a la primera subportadora piloto, se obtiene según la etapa 421 haciendo uso de la ecuación (16). A partir de \tilde{C}_0 y $\tilde{\Delta}$, y se obtiene a continuación el conjunto de los parámetros de corrección aplicados a todas las demás subportadoras pilotos $(\tilde{C}_k)_{k \in R_r, k \neq 0}$, según la etapa 422, haciendo uso de la ecuación (17).

Para estimar esta limitación también se puede llevar a cabo un cálculo según la relación siguiente, aplicada a una ley de transición aditiva:

$$\begin{aligned} 15 \quad \sum_{k \in R_r} (Y_{k+1} - Y_k) &= (C_1 - C_0) + \dots + (C_{N_r-1} - C_{N_r-2}) + (W_1 - W_0) + \dots + (W_{N_r-1} - W_{N_r-2}) \\ &= (N_r - 1)\Delta + \sum_k \tilde{W}_k \end{aligned} \quad (12 \text{ bis})$$

donde los (\tilde{W}_k) son componentes de ruido.

También se denota como $\tilde{\Delta}$ el valor estimado de Δ , de manera que:

$$\tilde{\Delta} = \Delta + \varepsilon \quad (13 \text{ bis})$$

- 20 donde ε representa el error de estimación de Δ . Se puede deducir de ello un valor estimado de Δ calculando la media (420); la ecuación (12 bis) puede entonces reescribirse del siguiente modo:

$$\Delta \approx \tilde{\Delta} = \frac{1}{N_r - 1} \left(\sum_{k \in R_r} (Y_{k+1} - Y_k) \right) \quad (15 \text{ bis})$$

Esta relación se puede escribir si la media de los componentes del ruido tiende a cero, es decir si

$$\frac{1}{N_r - 1} \left(\sum_k \tilde{W}_k \right) \approx 0.$$

- 25 Una vez estimado Δ , se pueden a su vez estimar los componentes C_k (421 y 422), mediante las relaciones siguientes:

$$\tilde{C}_0 = \frac{(\sum_{k \in R_r} Y_k) - \Delta \sum_{k=1}^{N_r-1} k}{N_r} \quad (16 \text{ bis})$$

$$\tilde{C}_k = \tilde{C}_{k-1} + \Delta \quad \forall k \in R_r, k \neq 0 \quad (17 \text{ bis})$$

5 El parámetro de corrección inicial \tilde{C}_0 aplicado a la primera subportadora piloto, se obtiene según la etapa 421 haciendo uso de la ecuación (16 bis). A partir de \tilde{C}_0 y $\tilde{\Delta}$, se obtiene, a continuación, el conjunto de los parámetros de corrección aplicados a todas las demás subportadoras pilotos $(\tilde{C}_k)_{k \in R_r, k \neq 0}$, según la etapa 422, haciendo uso de la ecuación (17 bis).

Una vez que se obtienen estos parámetros, se puede aplicar una técnica de estimación de canal 43 utilizando los $(\tilde{C}_k)_{k \in R_r, k \neq 0}$ y la ecuación (11).

10 De manera opcional, no representada, el procedimiento de recepción, según un modo de realización particular, lleva a cabo, a continuación de dichas etapas de extracción, análisis, modificación y estimación de canal, una etapa de evaluación del error de estimación de la modificación aplicada a dicho subconjunto de dichas subportadoras pilotos realizando un cálculo del error cuadrático medio.

15 Este modo de realización particular permite evaluar esencialmente los resultados del procedimiento en recepción. Por otra parte, se puede considerar la transmisión de un símbolo denominado «nulo», con el fin de evaluar el valor exacto de la respuesta en frecuencia del canal, e integrar el error de estimación para la estimación del canal del siguiente símbolo.

20 El anexo A, que es una parte integral de la presente descripción, propone un ejemplo práctico de modo de realización de la invención según se elija una ley de transición aditiva o multiplicativa, y se fije o no uno de los parámetros de corrección. Este anexo también ilustra las etapas y los resultados obtenidos en la recepción.

También se pueden poner en práctica otros muchos modos de realización, que combinan los diferentes modos de realización citados anteriormente, según el procedimiento de la invención.

ANEXO A

Ejemplos prácticos del modo de realización

1^{er} caso: selección de una ley de transición aditiva: se considera que los parámetros Δ y C_k son, todos, variables de optimización.

5 **2^o caso: selección de una ley de transición multiplicativa:** se considera que Δ es fijo e igual a $e^{j2\pi/(2*Nb_p)}$, donde Nb_p es el número de portadoras pilotos dedicadas a la reducción de la PAPR y dedicadas a la estimación de canal (aquí, por ejemplo, 8), y solo los C_k son variables de optimización.

1^{er} caso: ley de transición aditiva implementada para dos símbolos multiportadora (OFDM)

Parámetros de simulación

10 =====

Canal de tipo AWGN (canal de ruido blanco gaussiano)

Modulación : 16QAM

L : 4

Modo FFT : 2 k

15 Intervalo de guarda : 1/4

Número de subportadoras de datos : 1512

$\Gamma_{\text{máx}}$: 10 dB

Modelo de amplificador: SSPA : p=100, IBO = 8,50 dB

Relación señal/ruido Eb/N0 : 7 dB

20 **Símbolo 1**

En la emisión:

=====

Índice de 8 subportadoras pilotos dedicadas a la reducción de la PAPR:

828 840 852 864 876 900 912 924

25 -----

Valor de los datos de corrección C_k obtenidos para cada subportadora piloto dedicada a la estimación del canal =

-1,0924 - 2,6039i

-0,6897 - 1,5143i

-0,2870 - 0,4248i

30 0,1157 + 0,6648i

0,5184 + 1,7544i

0,9211 + 2,8440i

1,3237 + 3,9336i

1,7264 + 5,0232i

35 $\Delta = 0,4027 + 1,0896i$

PAPR de la señal antes de la corrección = 9,9245 dB

PAPR de la señal después de la corrección según el procedimiento de la invención = 8,6922 dB

En la recepción,

=====

$$\tilde{\Delta} = 0,4088 + 1,1122i$$

5 $\tilde{C}_k =$

$$-1,1165 - 2,7549i$$

$$-0,7076 - 1,6427i$$

$$-0,2988 - 0,5305i$$

$$0,1100 + 0,5817i$$

10 $0,5189 + 1,6939i$

$$0,9277 + 2,8061i$$

$$1,3365 + 3,9183i$$

$$1,7454 + 5,0304i$$

$$\varepsilon \text{ (error de estimación de } \Delta, \text{ como } \varepsilon = \Delta - \tilde{\Delta} \text{)} = -0.0061 - 0.0226i$$

15 $|\varepsilon|^2 \text{ (error cuadrático medio)} = 5.4797e-004$

Símbolo 2

En la emisión:

=====

20 Índice de 8 subportadoras pilotos dedicadas a la reducción de la PAPR:

828 840 852 864 876 900 912 924

Valor de los datos de corrección C_k obtenidos para cada subportadora piloto dedicada a la estimación de canal =

$$-1,0526 - 0,2000i$$

25 $-1,0982 - 0,7397i$

$$-1,1439 - 1,2794i$$

$$-1,1895 - 1,8191i$$

$$-1,2351 - 2,3589i$$

$$-1,2807 - 2,8986i$$

30 $-1,3263 - 3,4383i$

$$-1,3719 - 3,9780i$$

$$\Delta = -0,0456 - 0,5397i$$

PAPR de la señal antes de la corrección = 9,4141 dB

PAPR de la señal después de la corrección según el procedimiento de la invención = 8,0749 dB

35

Valor de los datos de corrección C_k obtenidos para cada subportadora piloto dedicada a la estimación del canal =

$$-2,4861 + 1,8234i$$

$$-2,7941 + 1,3033i$$

$$-2,9947 + 0,7332i$$

5 $-3,0802 + 0,1349i$

$$-3,0473 - 0,4686i$$

$$-2,8973 - 1,0541i$$

$$-2,6360 - 1,5991i$$

$$-2,2734 - 2,0826i$$

10 Δ (fijado en emisión) = $0,9808 + 0,1951i$

PAPR de la señal antes de la corrección = 10,2969 dB

PAPR de la señal después de la corrección según el procedimiento de la invención = 9,2792 dB

En la recepción,

=====

15 $\tilde{\Delta}$ (el receptor no lo conoce, lo encuentra mediante promediado) = $0,9762 + 0,1974i$

$$\tilde{C}_k =$$

$$-2,5136 + 1,8617i$$

$$-2,8212 + 1,3212i$$

$$-3,0148 + 0,7329i$$

20 $-3,0876 + 0,1204i$

$$-3,0378 - 0,4919i$$

$$-2,8684 - 1,0798i$$

$$-2,5869 - 1,6203i$$

$$-2,2055 - 2,0923i$$

25 ε (error de estimación de Δ , tal que $\varepsilon = \Delta - \tilde{\Delta}$) = $0,0046 - 0,0023i$

$$|\varepsilon|^2 \text{ (error cuadrático medio) } = 2,6450e-005$$

Símbolo 2

30 En la emisión,

=====

Índice de 8 subportadoras pilotos dedicadas a la reducción de la PAPR:

828 840 852 864 876 900 912 924

35 Valor de los datos de corrección C_k obtenidos para cada subportadora piloto dedicada a la estimación del canal =

- 1,7448 + 0,9890i
- 1,5183 + 1,3104i
- 1,2335 + 1,5814i
- 0,9013 + 1,7917i
- 5 0,5344 + 1,9331i
- 0,1470 + 2,0002i
- 0,2460 + 1,9904i
- 0,6296 + 1,9042i

- 10 Δ (fijado en la emisión) = 0,9808 + 0,1951i
- PAPR de la señal antes de la corrección = 9,7290 dB
- PAPR de la señal después de la corrección según el procedimiento de la invención = 8,9491 dB

En la recepción,

- 15 =====
- $\tilde{\Delta}$ (el receptor no lo conoce, lo encuentra por promediado) = 0,9681 + 0,2029i
- $\tilde{C}_k =$
- 1,8883 + 0,8936i
- 1,6468 + 1,2481i
- 20 1,3410 + 1,5423i
- 0,9853 + 1,7651i
- 0,5958 + 1,9086i
- 0,1896 + 1,9685i
- 0,2158 + 1,9441i
- 25 -0,6033 + 1,8382i

ε (error de estimación de Δ , tal que $\varepsilon = \Delta - \tilde{\Delta}$) = 0,0127 - 0,0078i

$|\varepsilon|^2$ (error cuadrático medio) = 2,2213e-004

30

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Procedimiento de transmisión multiportadora de una señal representativa de una señal fuente, que comprende símbolos (33) constituidos por un conjunto de subportadoras, destinadas a emitirse de manera simultánea, y que comprende subportadoras pilotos destinadas al menos a un procesamiento de ayuda a, y/o de mejora de, la decodificación en al menos un receptor, y subportadoras de datos,
- siendo conocidos por el receptor o receptores la ubicación en el espacio tiempo-frecuencia y un valor de referencia de dichas subportadoras pilotos,
- 10 caracterizado por que el procedimiento comprende una fase de modificación (20), para un símbolo dado (33), del valor de referencia de al menos un subconjunto de dichas subportadoras pilotos, con la ayuda de un dato de corrección de la fase y/o de la amplitud para cada una de dichas subportadoras pilotos de dicho subconjunto, con el fin de minimizar la relación entre la potencia de pico y la potencia media,
- de tal modo que dichos datos de corrección toman al menos tres valores distintos, siendo constante la transición entre los valores de dos subportadoras pilotos sucesivas de dicho subconjunto según el eje de frecuencias, y siendo dicha transición predeterminada según una ley de transición multiplicativa o aditiva.
- 15 2. Procedimiento de transmisión según la reivindicación 1, caracterizado por que dicho subconjunto de dichas subportadoras pilotos comprende subportadoras pilotos que pertenecen al menos a una de las categorías siguientes:
- subportadoras pilotos dedicadas a la sincronización;
 - subportadoras pilotos dedicadas a la estimación del canal;

20 - subportadoras de señalización, que contienen informaciones relativas particularmente al tipo de modulación, al modo de transmisión y/o al rendimiento de codificación.
3. Procedimiento de transmisión según la reivindicación 2, caracterizado por que al menos ciertas de dichas subportadoras pilotos están dedicadas a la estimación de canal, y por que se llevan a cabo las etapas siguientes:
- determinación (21) de dichos datos de corrección, que comprende, al menos para un símbolo dado:
 - 25 - una subetapa de cálculo de un parámetro de corrección inicial (214, 216) aplicada a una primera subportadora piloto dedicada a la estimación del canal P_0 según el eje de frecuencias de dicho subconjunto de dichas subportadoras pilotos dedicadas a la estimación de canal, y/o
 - una subetapa de cálculo de un parámetro de transición (215, 217) que define el valor de transición de una subportadora piloto dedicada a la estimación del canal P_i a la subportadora piloto dedicada a la estimación de canal siguiente P_{i+1} según el eje de frecuencias de dicho subconjunto de dichas subportadoras pilotos dedicadas a la estimación de canal,

30 de tal manera que dicho parámetro de corrección inicial y dicho parámetro de transición se escogen con el fin de minimizar la relación entre la potencia de pico y la potencia media,

 - una subetapa de obtención de dichos datos de corrección (218, 219) a partir de dicho parámetro de corrección inicial y de dicho parámetro de transición;
 - modificación (22) del valor de referencia de dichas subportadoras pilotos dedicadas a la estimación de canal en función de dichos datos de corrección, aportando valores corregidos destinados a modular dichas subportadoras pilotos, dedicadas a la estimación de canal, de dicho subconjunto.
- 35 4. Procedimiento de transmisión según la reivindicación 3, caracterizado por que dicha subetapa de obtención determina dichos datos de corrección en función de dicho parámetro de corrección inicial para la subportadora piloto dedicada a la estimación de canal de la frecuencia más baja, y en función de la modificación aplicada a la subportadora piloto dedicada a la estimación de canal anterior según el eje de frecuencias y de dicho parámetro de transición, para las demás subportadoras pilotos dedicadas a la estimación de canal.
- 40 5. Procedimiento de transmisión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que dichos datos de corrección, dicho parámetro de corrección inicial y/o dicho parámetro de transición se definen con un paso predeterminado y/o escogido de entre un conjunto de valores predeterminados.
- 45 6. Procedimiento de transmisión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que se lleva a cabo una etapa previa (210) de selección de dicha ley de transición, para un símbolo dado o una serie de símbolos dados.
- 50 7. Procedimiento de transmisión según la reivindicación 6, caracterizado por que dicha etapa previa de

selección de dicha ley de transición ofrece (211) una información binaria de selección, y caracterizado por que se lleva a cabo una etapa de transmisión de dicha información de selección.

5 **8.** Procedimiento de transmisión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que una ley de transición multiplicativa determina la modificación que se ha de aplicar a dicha subportadora piloto dedicada a la estimación de canal P_{i+1} , mediante la multiplicación de un parámetro de corrección C_i aplicado a dicha subportadora piloto anterior dedicada a la estimación de canal P_i según el eje de frecuencias, por dicho parámetro de transición.

10 **9.** Procedimiento de transmisión según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que una ley de transición aditiva determina la modificación que se ha de aplicar a dicha subportadora piloto dedicada a la estimación de canal P_{i+1} mediante la adición de un parámetro de corrección C_i aplicado a dicha subportadora piloto anterior, dedicada a la estimación del canal P_i según el eje de frecuencias, por dicho parámetro de transición.

15 **10.** Dispositivo de transmisión multiportadora de una señal representativa de una señal fuente, que comprende símbolos constituidos por un conjunto de subportadoras, destinadas a emitirse de manera simultánea, y que comprende subportadoras pilotos dedicadas al menos a un procesamiento de ayuda a, y/o de mejora de, la decodificación en al menos un receptor, y subportadoras de datos,

siendo conocidos por el receptor o receptores la ubicación en el espacio tiempo-frecuencia y un valor de referencia de dichas subportadoras pilotos,

20 caracterizado por que el dispositivo comprende medios de modificación, para un símbolo dado, del valor de referencia de al menos un subconjunto de dichas subportadoras pilotos, con la ayuda de un dato de corrección de la fase y/o de la amplitud para cada una de dichas subportadoras pilotos de dicho subconjunto, con el fin de minimizar la relación entre la potencia de pico y la potencia media,

de tal manera que dichos datos de corrección toman al menos tres valores distintos, siendo constante la transición entre los valores de dos subportadoras pilotos sucesivas de dicho subconjunto según el eje de frecuencias, y estando predeterminada dicha transición según una ley de transición multiplicativa o aditiva.

25 **11.** Señal multiportadora obtenida mediante el procedimiento de transmisión según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 9, que consta de símbolos (33) constituidos por un conjunto de subportadoras, destinadas a emitirse de manera simultánea, y que comprende subportadoras pilotos dedicadas al menos a un procesamiento de ayuda a, y/o de mejora de, la decodificación en al menos un receptor, y subportadoras de datos,

30 siendo conocidos por el receptor o receptores la ubicación en el espacio tiempo-frecuencia y un valor de referencia de dichas subportadoras pilotos,

caracterizado por que, para un símbolo dado (33), se modifica el valor de referencia de al menos un subconjunto de subportadoras pilotos dedicadas a la estimación de canal, con la ayuda de un parámetro de corrección de la fase y/o la amplitud de cada una de dichas subportadoras pilotos de dicho subconjunto, con el fin de minimizar la relación entre la potencia de pico y la potencia media,

35 de tal manera que los parámetros de corrección toman al menos tres valores distintos, siendo constante la transición entre los valores de dos subportadoras pilotos sucesivas de dicho subconjunto según el eje de frecuencias, y estando predeterminada dicha transición según una ley de transición multiplicativa o aditiva.

12. Señal según la reivindicación 11, caracterizada por que comprende al menos una información de ayuda en la recepción, de entre las informaciones pertenecientes al grupo que incluye:

- 40
- una información representativa de dicho parámetro de corrección inicial;
 - una información representativa de dicho parámetro de transición;
 - una información binaria representativa de la selección de una ley de transición entre dos de las citadas subportadoras pilotos dedicadas a la estimación de canal de dicho subconjunto.

45 **13.** Producto de programa de ordenador descargable desde una red de comunicaciones y/o grabado en un soporte legible por ordenador y/o ejecutable por un procesador, caracterizado por que comprende instrucciones de código de programa para la implementación del procedimiento de transmisión según al menos una de las reivindicaciones 1 a 9, cuando se ejecuta en un ordenador.

14. Procedimiento de recepción de una señal según una cualquiera de las reivindicaciones 11 y 12, emitida por al menos un emisor a través de un canal de transmisión,

50 de tal modo que dicha señal está formada por una sucesión temporal de símbolos constituidos por un conjunto de subportadoras, destinadas a emitirse de manera simultánea, y que comprende subportadoras pilotos destinadas al

menos a un procesamiento de ayuda a, y/o de mejora de, la decodificación en al menos un receptor, y subportadoras de datos,

siendo conocidos por el receptor o receptores la ubicación en el espacio tiempo-frecuencia y un valor de referencia de dichas subportadoras pilotos,

5 de tal modo que se modifica el valor de referencia de al menos un subconjunto de dichas subportadoras pilotos dedicadas a la estimación de canal, para un símbolo dado, con la ayuda de un parámetro de corrección de la fase y/o la amplitud de cada una de las citadas subportadoras pilotos de dicho subconjunto, con el fin minimizar la relación entre la potencia de pico y la potencia media,

10 de manera que dichos parámetros de corrección toman al menos tres valores distintos, siendo constante la transición entre los valores de dos subportadoras pilotos sucesivas de dicho subconjunto según el eje de frecuencias, y siendo dicha transición predeterminada según una ley de transición multiplicativa o aditiva, que comprende las etapas siguientes:

- extraer (41) las informaciones recibidas modulando cada una de las subportadoras de dicho subconjunto de subportadoras;

15 - analizar (42) el conjunto de dichas informaciones recibidas, con el fin de determinar una estimación de dichos datos de corrección;

- estimar (43) el canal de transmisión a partir de dichos datos de corrección.

15. Procedimiento de recepción según la reivindicación 14, caracterizado por que dicha etapa de análisis comprende:

20 - una etapa de determinación (421) de un parámetro de transición que define el valor de transición de una subportadora piloto dedicada a la estimación de canal P_i a la subportadora piloto dedicada a la estimación de canal siguiente P_{i+1} , según el eje de frecuencias de dicho subconjunto de dichas subportadoras pilotos dedicadas a la estimación de canal, mediante análisis del conjunto de transiciones; y/o

25 - una etapa de determinación (422) de un parámetro de corrección inicial C_0 aplicado a la primera subportadora piloto dedicada a la estimación de canal P_0 según el eje de frecuencias de dicho subconjunto de dichas subportadoras pilotos dedicadas a la estimación de canal, en función del valor de al menos una de dichas subportadoras pilotos de dicho subconjunto de dichas subportadoras pilotos dedicadas a la estimación de canal y del parámetro de transición;

30 - una etapa de determinación (423) de los parámetros de corrección aplicados a todas las demás subportadoras pilotos dedicadas a la estimación de canal $P_i, i \neq 0$ según el eje de frecuencias de dicho subconjunto de dichas subportadoras pilotos dedicadas a la estimación de canal, en función del valor del parámetro de corrección inicial C_0 aplicado a la primera subportadora piloto dedicada a la estimación de canal P_0 , y del del parámetro de transición.

35 16. Procedimiento de recepción según la reivindicación 15, caracterizado por que al menos una de dichas etapas de determinación lleva a cabo un promediado.

17. Procedimiento de recepción según una cualquiera de las reivindicaciones 15 y 16, caracterizado por que, para al menos una de las citadas etapas de determinación, dicho parámetro de corrección inicial y/o dicho parámetro de transición se define con un paso predeterminado y/o se elige de entre un conjunto de valores predeterminados.

40 18. Procedimiento de recepción según una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 17, caracterizado por que comprende una etapa previa de decodificación de al menos una de las informaciones pertenecientes al grupo que incluye:

- una información representativa del citado parámetro de corrección inicial;

- una información representativa del citado parámetro de transición;

45 - una información binaria representativa de la elección de una ley de transición entre dos de las citadas subportadoras pilotos dedicadas a la estimación de canal del citado subconjunto.

19. Dispositivo de recepción de una señal según una cualquiera de las reivindicaciones 11 y 12, emitida por al menos un emisor a través de un canal de transmisión,

de tal manera que dicha está formada por una sucesión temporal de símbolos constituidos por un conjunto de subportadoras, destinadas a emitirse de manera simultánea, y que comprende subportadoras pilotos dedicadas al

menos a un procesamiento de ayuda a, y/o de mejora de, la decodificación en al menos un receptor, y subportadoras de datos,

siendo conocidos por el receptor o receptores la ubicación en el espacio tiempo-frecuencia y un valor de referencia de dichas subportadoras pilotos,

5 de tal manera que el valor de referencia de al menos un subconjunto de dichas subportadoras pilotos dedicadas a la estimación de canal se modifica, para un símbolo dado, con la ayuda de un parámetro de corrección de la fase y/o de la amplitud de cada una de las citadas subportadoras pilotos de dicho subconjunto, con el fin minimizar la relación entre la potencia de pico y la potencia media,

10 de modo que dichos parámetros de corrección toman al menos tres valores distintos, siendo constante la transición entre los valores de dos subportadoras pilotos sucesivas de dicho subconjunto según el eje de frecuencias, estando dicha transición predeterminada según una ley de transición multiplicativa o aditiva,

caracterizado por que comprende:

- medios de extracción de las informaciones recibidas que modulan cada una de las subportadoras de dicho subconjunto de portadoras;
- 15 - medios de análisis del conjunto de las informaciones recibidas, con el fin de determinar una estimación de dichos datos de corrección;
- medios de estimación del canal de transmisión a partir de dichos datos de corrección.

20 **20.** Producto de programa de ordenador descargable desde una red de comunicaciones y/o grabado en un soporte legible por ordenador y/o ejecutable por un procesador, caracterizado por que comprende instrucciones de código de programa para la puesta en práctica del procedimiento de recepción según al menos una de las reivindicaciones 14 a 18, cuando se ejecuta en un ordenador.

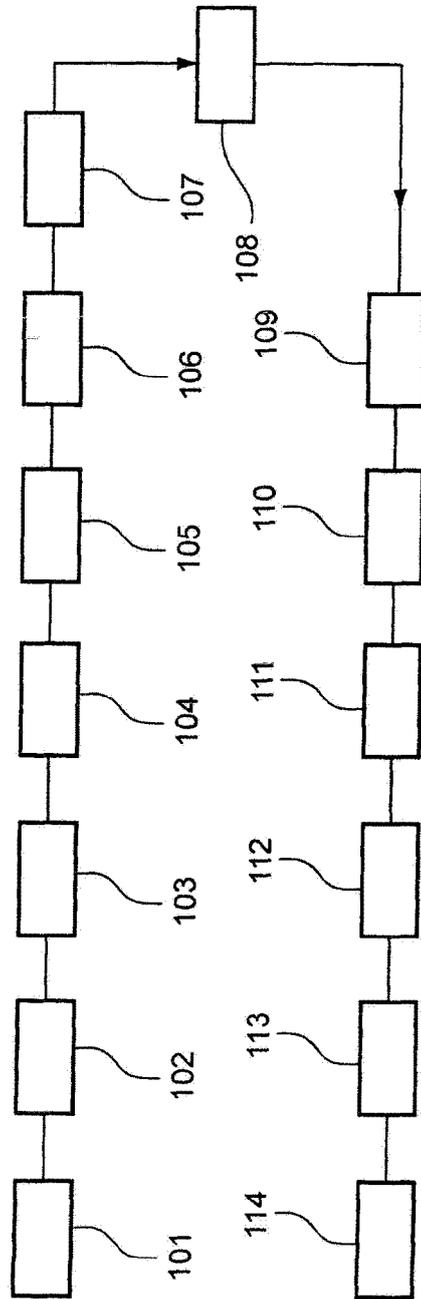
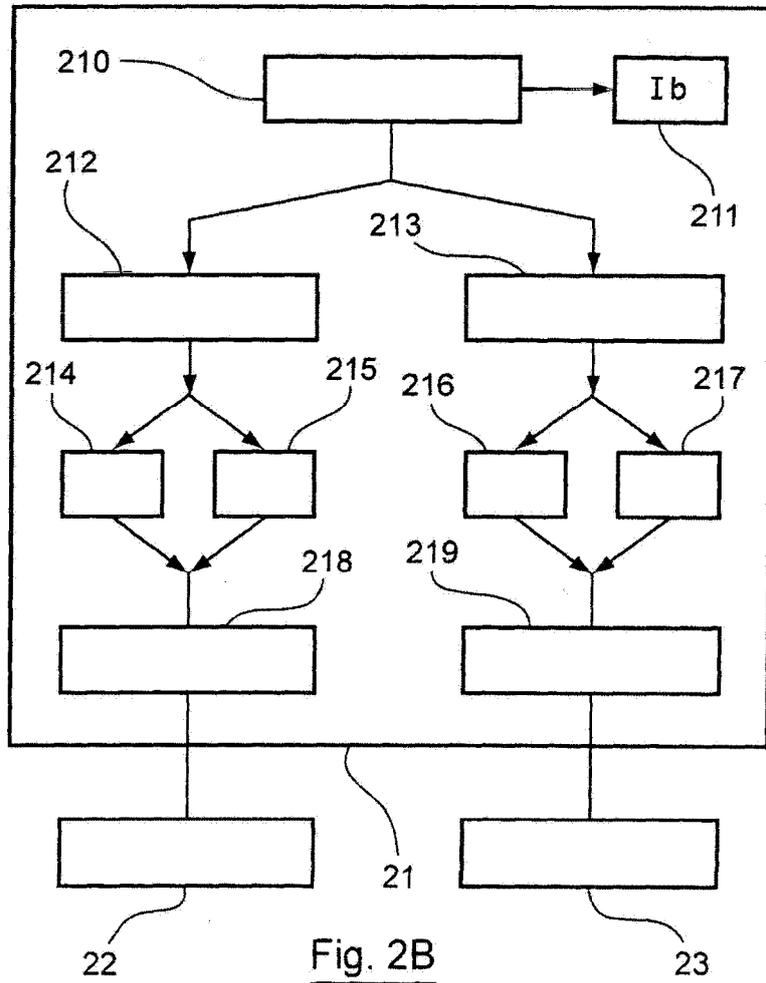
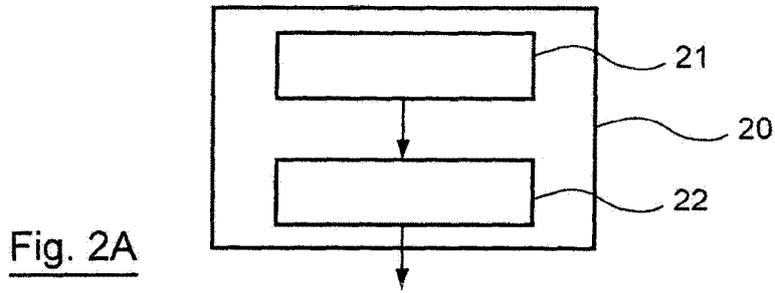


Fig. 1



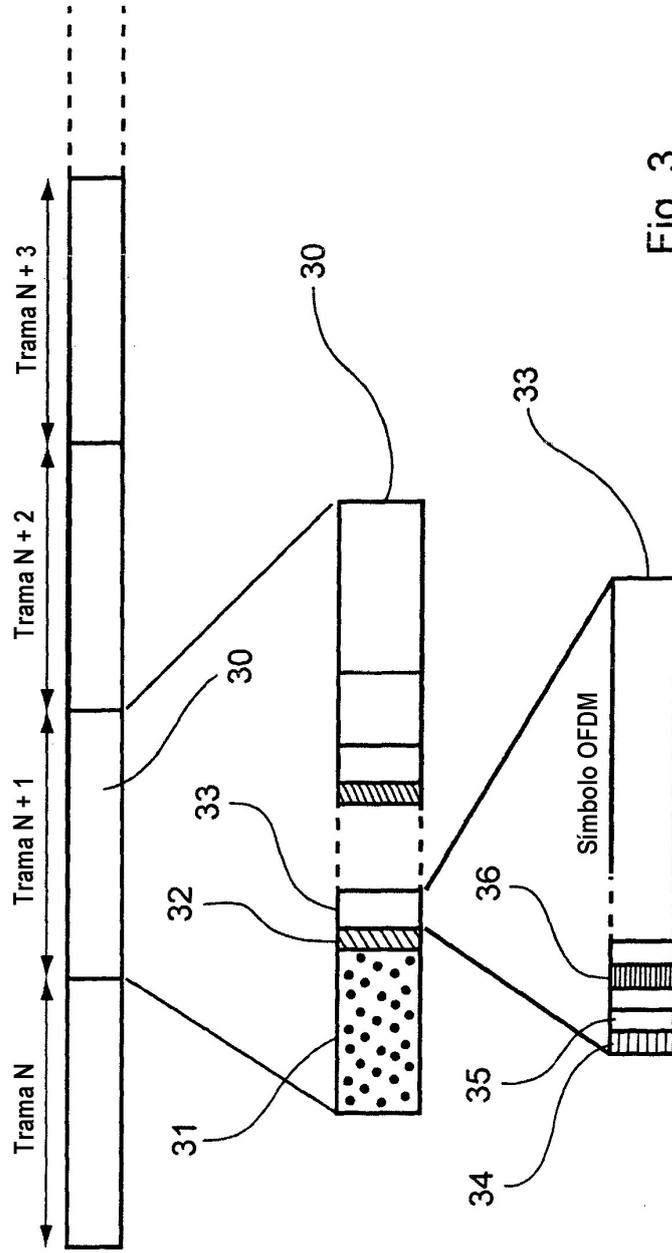


Fig. 3

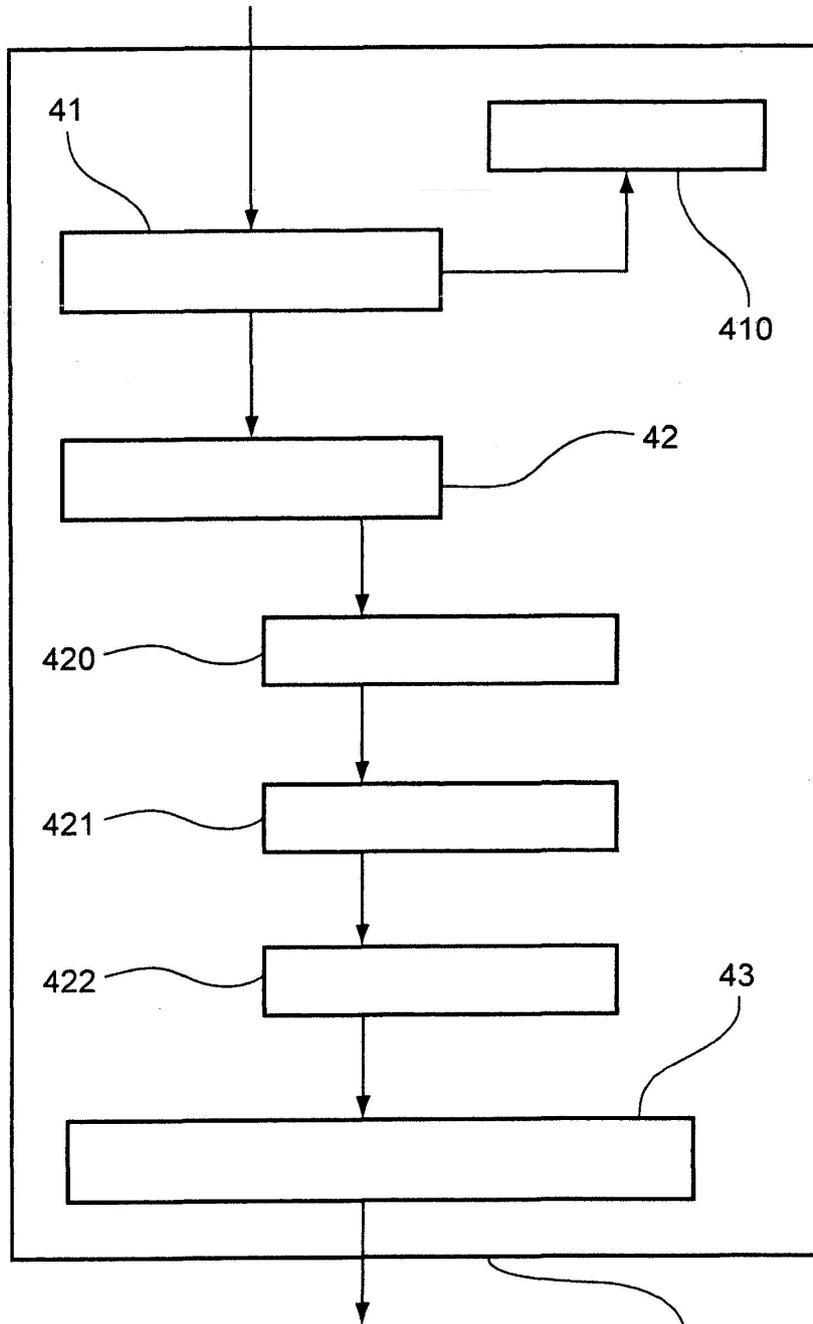


Fig. 4