

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 421 782**

51 Int. Cl.:

**H04L 27/26** (2006.01)

**H04L 5/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.04.2005 E 10011886 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.06.2013 EP 2288100**

54 Título: **Dispositivo de transmisión, dispositivo de recepción y método de comunicación para un sistema de comunicaciones OFDM con nueva estructura del preámbulo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**05.09.2013**

73 Titular/es:

**SONY DEUTSCHLAND GMBH (100.0%)**  
**Kemperplatz 1**  
**10785 Berlin, DE**

72 Inventor/es:

**STADELMEIER, LOTHAR;**  
**ZUMKELLER, MARKUS;**  
**SCHWAGER, ANDREAS;**  
**TIEDEMANN, STEPHEN y**  
**GAEDEKEN, GRALF**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 421 782 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

Dispositivo de transmisión, dispositivo de recepción y método de comunicación para un sistema de comunicaciones OFDM con nueva estructura del preámbulo

5 La presente invención está relacionada con un dispositivo de transmisión, un dispositivo de recepción y un método de comunicación, para transmitir y recibir datos modulados sobre sub-portadoras de frecuencia de un sistema de comunicaciones OFDM (Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales).

10 En los sistemas bidireccionales de comunicaciones digitales orientados a ráfagas, existe la necesidad de sincronizar un dispositivo de recepción con una ráfaga de datos procedente de un dispositivo de transmisión. Esto es cierto para los sistema de comunicaciones cableados así como para los inalámbricos. Generalmente, se utilizan preámbulos con el fin de efectuar la detección de la señal, el ajuste del AGC (control automático de ganancia), la estimación del desplazamiento de frecuencias, la sincronización de tiempos y la ecualización del canal en el lado de recepción, Se inserta un preámbulo justamente antes de la parte de datos de carga útil de una ráfaga, o bien en el centro de una ráfaga por medio de un dispositivo de transmisión, y se procesa en el lado de recepción con el fin de realizar las funciones mencionadas.

15 En los sistemas digitales de comunicaciones actuales orientados a ráfagas, en los cuales se inserta un preámbulo justamente antes de la parte de datos de carga útil, el preámbulo puede ser dividido aproximadamente en tres secciones. La primera sección comprende información o símbolos que se utilizan en el lado de la recepción para la detección de señales y para el control automático de ganancia, así como para una estimación aproximada de frecuencias y tiempos. La segunda sección comprende símbolos e información utilizada en el lado de la recepción, para la estimación del canal, la estimación afinada del desplazamiento de frecuencias y para la sincronización de tiempos. La tercera sección comprende información y símbolos relativos a la información adicional de señalización, tal como el esquema de modulación utilizado, la longitud de los paquetes, la información de servicios y similares. En los sistemas de comunicaciones OFDM, en los cuales los datos o símbolos se modulan sobre sub-portadoras de frecuencia, la primera sección comprende generalmente alguna clase de modelo de auto-correlación, es decir, se utilizan símbolos piloto que están modulados sobre sub-portadoras de frecuencias, por ejemplo, secuencias como CAZAC (Auto-correlación Cero de Amplitud Constante). Por eso, las secuencias con los símbolos piloto se extienden sobre sub-portadoras de frecuencias de un símbolo OFDM, por lo que todas las portadoras que están entre las dos portadoras moduladas con los símbolos piloto son puestas a cero. La idea de estos modelos piloto especiales es obtener modelos adecuados de correlación con máximos de alta correlación, con el fin de conseguir una primera sincronización aproximada. La información sobre el control automático de ganancia se coloca generalmente antes del modelo de auto-correlación. En la segunda sección, los símbolos OFDM conocidos, es decir, las secuencias de entrenamiento o modelos piloto que son conocidos para el receptor, son puestos en correspondencia con sub-portadoras de frecuencias que permiten una ecualización del canal, así como una sincronización afinada de frecuencias y tiempo. La tercera sección comprende los datos adicionales de señalización, cuyo control específico depende básicamente de la arquitectura MAC (Control de Acceso al Medio).

40 El problema general de los preámbulos es que al aumentar la longitud del preámbulo, es decir, al aumentar la longitud de los diversos modelos de entrenamiento y correlación, mejora la sincronización y la probabilidad de la estimación del canal y los inconvenientes, disminuyendo por otra parte el rendimiento global de los datos, ya que la relación entre los datos transmitidos del preámbulo y los datos transmitidos de la carga útil se hace mayor. Particularmente, en una red de comunicaciones con muchos nodos activos, y por tanto un alto número de intercambios de datos con muchos preámbulos, los preámbulos largos originan una disminución significativa de la velocidad efectiva de los datos.

45 El documento EP 1 168 746 A2 hace referencia a un esquema OFDM que utiliza una pluralidad de portadoras. La información se codifica sobre las portadoras que forman parte de una señal OFDM. Se insertan otras portadoras para las señales piloto utilizadas para reproducir una señal de referencia cuya amplitud y fase son conocidas por el receptor. En el lado de la recepción, se reproduce un vector de la señal de referencia basado en una señal piloto para cada portadora. Para una portadora sin señal piloto, la señal de referencia se produce basándose en las señales piloto de portadoras vecinas. Las señales piloto se dispersan en la dirección de las frecuencias y en la dirección del tiempo.

50 El objeto de la presente invención es por tanto proporcionar un dispositivo de transmisión, un dispositivo de recepción y un método de comunicación para transmitir y recibir datos modulados sobre sub-portadoras de frecuencias de un sistema de comunicaciones de multiplexación por división de frecuencias ortogonales, por el que se transmiten ráfagas que comprenden una parte de preámbulo y una parte de carga útil, en el cual la parte del preámbulo es lo más corta posible, mientras que sigue garantizando la seguridad de la sincronización en el lado de recepción.

55 El objeto anterior se consigue por medio de un dispositivo de transmisión para transmitir datos modulados sobre sub-portadoras de frecuencias de un sistema de comunicaciones de multiplexación por división de frecuencias

ortogonales (OFDM), de acuerdo con la reivindicación 1. El dispositivo de transmisión de acuerdo con la presente invención está adaptado para transmitir ráfagas OFDM que comprenden una parte de preámbulo y una parte de datos de carga útil, y comprende medios de generación de preámbulos adaptados para generar dicha parte de preámbulo, con una sección consistente en símbolos piloto en correspondencia con cada sub-portadora de frecuencia enésima y datos de señalización en correspondencia con sub-portadoras de frecuencias entre sub-portadoras de frecuencias con símbolos piloto. En ellos,  $n = 2, 3, 4, \dots$

Los símbolos piloto forman un modelo de correlación cruzada. En otras palabras, los símbolos piloto son conocidos para el lado de recepción. Además, ventajosamente, los medios de generación de preámbulos modulan los datos de señalización de la sección mencionada de la parte de preámbulo con un esquema de modulación robusto. Con ello, el esquema de modulación robusto es un esquema de modulación en el cual los símbolos han de transmitirse o ponerse en correspondencia con 2 o 4 puntos de la constelación del esquema de modulación. Por ejemplo, el esquema de modulación robusto puede ser un esquema de modulación BPSK o un QPSK. Además, ventajosamente, los medios de generación de preámbulos proporcionan los datos de señalización con una corrección de errores en recepción, con el fin de aumentar la probabilidad de una decisión correcta en el decodificador del lado de recepción.

Un ejemplo de tal corrección de errores en recepción es el código Viterbi.

El objeto anterior se consigue además por medio de un dispositivo de recepción para recibir datos modulados en sub-portadoras de frecuencias de un sistema de comunicaciones OFDM, de acuerdo con la reivindicación 9. El dispositivo de recepción de acuerdo con la presente invención está adaptado para recibir ráfagas OFDM que comprenden una parte de preámbulo y una parte de datos de carga útil, comprendiendo dicha parte de preámbulo una sección con símbolos piloto en correspondencia con cada frecuencia sub-portadora enésima ( $n = 2, 3, 4, 5, \dots$ ) y datos de señalización en correspondencia con sub-portadoras de frecuencias entre las sub-portadoras de frecuencias con los símbolos piloto, y comprende medios de estimación del canal adaptados para realizar una primera estimación del canal sobre la base de dichos símbolos piloto recibidos, el resultado de lo cual se utiliza para reconstruir la sección completa del preámbulo recibido como un modelo de entrenamiento para una estimación precisa del canal, y primeros medios de ecualización del canal adaptados para utilizar el resultado de la estimación precisa del canal para una ecualización del canal de la parte de carga útil recibida.

Ventajosamente, los medios de estimación del canal son adaptados para efectuar dicha estimación precisa del canal comparando el modelo de entrenamiento con la sección recibida de la parte del preámbulo. También ventajosamente, el primer resultado de estimación del canal proporcionado por los medios de estimación del canal sobre la base de los símbolos piloto recibidos, es suministrado a unos segundos medios de ecualización del canal adaptados para realizar la ecualización de un canal sobre los datos de señalización recibidos. Con ello, los datos de señalización ecualizados se utilizan ventajosamente para reconstruir la sección completa del preámbulo recibido, como dicho modelo de entrenamiento para dicha estimación precisa del canal.

El objeto anterior se consigue además por medio de un método de comunicaciones para transmitir y recibir datos modulados sobre sub-portadoras de frecuencias de un sistema de comunicaciones OFDM, de acuerdo con la reivindicación 15. En el método de comunicación de la presente invención, se transmiten ráfagas OFDM que comprenden una parte de preámbulo y una parte de datos de carga útil, teniendo dicha parte de preámbulo una sección consistente en símbolos piloto en correspondencia con cada sub-portadora enésima de frecuencia ( $n = 2, 3, 4, 5, \dots$ ) y datos de señalización en correspondencia con sub-portadoras de frecuencias entre las sub-portadoras de frecuencias con los símbolos piloto, y por lo que se efectúa una primera estimación del canal sobre la base de los símbolos piloto recibidos, el resultado de lo cual se utiliza para reconstruir la sección completa del preámbulo recibido, como modelo de entrenamiento para una estimación precisa del canal, que se utiliza para una ecualización del canal de la parte de carga útil recibida.

Ventajosamente, la estimación precisa del canal es realizada comparando el modelo de entrenamiento con la sección recibida de la parte del preámbulo. También ventajosamente, el resultado de la primera estimación de canal se utiliza para formar la ecualización de un canal sobre dichos datos de señalización recibidos. Con ello, los datos de señalización ecualizados se utilizan ventajosamente para reconstruir la sección completa del preámbulo recibido, como modelo de entrenamiento para dicha estimación precisa del canal.

La presente invención se basa en la idea de minimizar el número de símbolos del preámbulo mezclando las partes o toda la señalización de datos de la tercera sección de los preámbulos conocidos, con el modelo de estimación del canal de la segunda sección del preámbulo. Esto se consigue sustituyendo los datos de entrenamiento o símbolos piloto de pilotos específicos de frecuencia (sub-portadoras de frecuencias) de cada uno de los símbolos de entrenamiento, por los datos de señalización, preferiblemente en un modelo de constelación robusto, decidiendo después el modelo de datos transmitido tras una estimación aproximada del canal obtenida a partir del modelo de entrenamiento restante, y reutilizando finalmente el modelo de datos decidido para reconstruir el modelo o símbolo completo de entrenamiento en todas las sub-portadoras de frecuencias de la sección del preámbulo. Combinando la ecualización del canal con la información de señalización en la misma sección del preámbulo, se acorta

significativamente la longitud global del preámbulo.

Debe observarse que la longitud del preámbulo puede hacerse más corta cuanto más estable o estática es la transmisión en un canal de comunicaciones. La sincronización en canales estáticos o cuasi-estáticos es mucho más fácil que en los canales de transmisión rápidamente cambiantes, ya que la atenuación y el desplazamiento de fase permanecen estables durante un período de tiempo largo, de manera que se necesita menos información de sincronización. Además, un canal estático o cuasi-estático abre posibilidades para acortar el preámbulo, ya que el ajuste automático de ganancia es mucho más fácil que en los canales que cambian rápidamente. Generalmente, la presente invención es ventajosa para canales de comunicaciones estáticos o cuasi-estáticos, como en la mayoría de los sistemas de comunicaciones cableados, específicamente los sistemas de comunicaciones de líneas de potencia, sistema de comunicaciones DSL y similares. Por ejemplo, en un sistema de comunicaciones de líneas de potencia, los canales de transmisión son cuasi-estáticos, ya que excepto en eventos como la conmutación de luces y enchufar o desenchufar dispositivos, las características del canal permanecen estables. Lo mismo es cierto para sistemas de comunicaciones que utilizan la red telefónica cableada. Por otra parte, también los sistemas de comunicaciones inalámbricas pueden tener características de canales cuasi-estáticos, tales como por ejemplo los sistemas de comunicaciones de WLAN. La presente invención no está restringida por tanto a sistemas de comunicaciones cableados, sino que también pueden ser aplicados a redes de comunicaciones inalámbricas.

La presente invención se explica con más detalles en la descripción siguiente, con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

La figura 1 muestra un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo de transmisión de acuerdo con la presente invención,

La figura 2 muestra esquemáticamente la correspondencia de símbolos piloto con cada sub-portadora enésima,

La figura 3 muestra esquemáticamente un esquema de modulación robusto para los datos de señalización, y

La figura 4 muestra esquemáticamente un diagrama de bloques de un dispositivo de recepción de acuerdo con la presente invención.

La figura 1 muestra un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo 1 de transmisión. El dispositivo 1 de transmisión está adaptado para transmitir datos modulados sobre sub-portadoras de frecuencias de un sistema de comunicaciones OFDM y comprende todos los medios necesarios para la preparación y proceso de los datos y la correspondencia de los datos sobre las sub-portadoras de frecuencias del sistema OFDM y la transmisión de las ráfagas OFDM formadas de manera correspondiente en el sistema de comunicaciones OFDM cableado o inalámbrico. Sin embargo, por razones de claridad, solamente se ilustran y se explican en la figura 1 los elementos y medios necesarios para la presente invención. Lo mismo es cierto para el dispositivo de recepción ilustrado esquemáticamente en la figura 4.

Generalmente, la presente invención sugiere una transmisión y recepción OFDM de una ráfaga OFDM con un preámbulo que está acortado con respecto a los preámbulos de la técnica anterior, al tiempo que sigue garantizando una sincronización segura en el lado del receptor. Por ello, la presente invención sugiere el uso de ráfagas OFDM que comprenden una parte de preámbulo y una parte de carga útil, donde la parte de preámbulo tiene una sección consistente en símbolos piloto en correspondencia con cada sub-portadora enésima de frecuencia, y datos de señalización en correspondencia con las sub-portadoras de frecuencias entre las sub-portadoras de frecuencias con los símbolos piloto. En ello,  $n = 2, 3, 4, 5, \dots$  o más, dependiendo de la fiabilidad requerida para la sincronización en el lado del receptor. En otras palabras, los símbolos piloto están en correspondencia con las sub-portadoras de frecuencias en lugares equidistantes, por lo que la distancia entre símbolos piloto contiguos se elige de manera que la interpolación en el lado de recepción es suficientemente buena para predecir la atenuación de la amplitud y el desplazamiento de fase para los datos de señalización colocados entre ellos. En la parte frontal de la sección del preámbulo con los símbolos piloto y los datos de señalización, se sitúa una sección precedente que comprende información del control automático de ganancia para el lado de recepción, así como un modelo de auto-correlación que permite una sincronización aproximada en el lado de la recepción.

Por tanto, el dispositivo 1 de transmisión de la presente invención, como se ilustra en la figura 1, comprende medios 2 de generación de símbolos piloto y medios 3 de generación de datos de señalización. Los medios 2 de generación de símbolos piloto generan símbolos piloto de un modelo de correlación cruzada, es decir, símbolos piloto que son conocidos en el lado de la recepción. Se puede utilizar cualquier clase de símbolos piloto conocidos o futuros. Los datos de señalización generados por los medios de generación de datos de señalización pueden ser de cualquier clase de datos de señalización que contengan información útil para el lado de la recepción. Por ejemplo, los datos de señalización pueden contener información de identificación sobre el dispositivo de transmisión y el dispositivo de recepción. Esto permite reutilizar un valor de control automático de ganancia transmitido anteriormente entre el dispositivo de transmisión y el dispositivo de recepción en un canal cuasi-estático. La información de identificación del dispositivo de transmisión y del dispositivo de recepción incluida en los datos de señalización, es utilizada para identificar la conexión, a partir de lo cual se puede utilizar el valor del control automático de ganancia anteriormente

utilizado por el lado de recepción. Además, o alternativamente, los datos de señalización pueden contener información sobre el nivel de potencia de transmisión. El dispositivo de recepción puede indicar el nivel de potencia de transmisión al dispositivo de transmisión. Además, o alternativamente, los datos de señalización pueden contener información del tiempo de control de acceso al medio. Además, o alternativamente, los datos de señalización pueden contener información sobre la modulación adaptativa OFDM. Los posibles contenidos mencionados de los datos de señalización se explican en detalle al final de la memoria.

Los símbolos piloto procedentes de los medios 2 de generación de símbolos piloto y los datos de señalización procedentes de los medios 3 de generación de datos de señalización se suministran a unos medios 5 de generación de preámbulos, que están adaptados para establecer una correspondencia entre los símbolos piloto y cada sub-portadora enésima de frecuencia del sistema OFDM y para establecer una correspondencia entre los datos de señalización y las sub-portadoras de frecuencias entre las sub-portadoras de frecuencias con los símbolos piloto. La densidad de símbolos piloto depende de la sincronización que se consigue en el lado de recepción. Debe asegurarse que los símbolos piloto están colocados con una densidad que permita una interpolación en el lado de recepción, que sea suficientemente buena para predecir la atenuación de amplitud y el desplazamiento de fase de los datos de señalización, en las sub-portadoras de frecuencias entre los símbolos piloto.

El dispositivo 1 de transmisión comprende además unos medios 4 para generar información del control automático de ganancia y el modelo de auto-correlación para una sección del preámbulo que precede a la sección con los símbolos piloto y los datos de señalización. Por tanto, en un modo de realización muy básico, el preámbulo consiste solamente en dos secciones, donde la primera sección comprende información de control automático de ganancia y un modelo de auto-correlación, y la segunda sección consiste en símbolos piloto y datos de señalización. Con ello, debe observarse que la generación de diversos símbolos y datos en los medios 2, 3 y 4 incluyen naturalmente la obtención de los correspondientes datos o señales o información desde otras fuentes, así como la generación de señales o datos o información in situ, es decir, en el dispositivo de transmisión. Los medios 5 de generación de preámbulos generan todo el preámbulo para la ráfaga OFDM, lo cual implica que se efectúan diversos pasos de proceso necesarios para crear un preámbulo para un sistema OFDM, tal como el cifrado de los datos, la codificación de errores en recepción de los datos, la intercalación de los datos, el establecimiento de una correspondencia de los datos y la modulación OFDM de los datos, que incluyen normalmente una transformada inversa rápida de Fourier. El preámbulo generado por los medios 5 de generación de preámbulos es suministrado después a unos medios 6 de generación de ráfagas OFDM, que combinan el preámbulo obtenido con los datos de la carga útil. Los datos de la carga útil son generados u obtenidos en unos medios 7 de generación de datos de carga útil, donde se procesan los datos de carga útil en unos medios 8 de proceso de OFDM de la manera necesaria para el respectivo sistema de comunicaciones, por ejemplo, mediante cifrado, codificación de errores en recepción, intercalación, establecimiento de correspondencia y modulación OFDM de los datos de carga útil. Los medios 6 de generación de ráfagas OFDM ponen el preámbulo y los datos de carga útil juntos y generan una ráfaga OFDM, por ejemplo, añadiendo intervalos de guarda, efectuando una forma de onda de símbolos y similares. La ráfaga OFDM generada es suministrada después a unos medios 9 de transmisión y se transmiten hacia un dispositivo receptor mediante los correspondientes medios 10 de interfaz. Los medios de interfaz pueden ser de cualquier clase de interfaz cableado o inalámbrico. Por ejemplo, en el caso de un sistema de comunicaciones inalámbricas, los medios 10 de interfaz podrían ser una antena.

La figura 2 muestra esquemáticamente la correspondencia de los símbolos pilotos 11 con la sub-portadoras de frecuencias del preámbulo y la correspondencia de los datos 12 de señalización con las sub-portadoras de frecuencias que están entre las sub-portadoras de frecuencias con los símbolos piloto 11. En el ejemplo ilustrado en la figura 2, los símbolos piloto están en correspondencia con cada cuarta sub-portadora de frecuencias, de manera que  $n = 4$ . Sin embargo, se puede utilizar cualquier otro número adecuado para  $n$ . Como se ha mencionado anteriormente, la densidad y el número de símbolos piloto o, en otras palabras, la distancia entre las sub-portadoras equidistantes de símbolos piloto, depende de la densidad requerida que permita una sincronización suficientemente buena en el lado de recepción. Por ello, sería posible implementar una correspondencia variable de los símbolos piloto, dependiendo de las características del canal.

La modulación de los datos de señalización realizada por los medios 5 de generación de preámbulos debe ser suficientemente robusta, de manera que el lado de recepción puede detectar fiablemente el valor de la señal transmitida. Por ejemplo, como se ilustra esquemáticamente en la figura 3, se puede utilizar una modulación binaria de alternancia del desplazamiento de fase (modulación BPSK), en la cual los valores transmitidos son solamente "-1" y "+1". Como la estimación del canal en el lado de recepción para los datos de señalización de la sección estudiada del preámbulo está basada en una interpolación a partir de los símbolos piloto vecinos, el esquema de modulación debe ser suficientemente robusto con el fin de asegurar una detección segura de los valores transmitidos. Un esquema de modulación robusto en este sentido en un esquema de modulación en el cual los datos de señalización están en correspondencia con 2 o 4 puntos de la constelación del esquema de constelación. Por ejemplo, se podría utilizar un esquema BPSK, un QPSK, un QAM o cualquier otro esquema de modulación similarmente robusto. Además, los datos de señalización podrían ser proporcionados y asegurados con un código de corrección de errores en recepción por los medios 5 de generación de preámbulos, con el fin de aumentar la probabilidad de una decisión correcta en el descodificador del lado de la recepción.

La figura 4 muestra un diagrama de bloques esquemático de un dispositivo 20 de recepción, de acuerdo con la presente invención. El dispositivo 20 de recepción comprende un interfaz 21 de recepción, el cual está conectado al sistema cableado o establece la conexión con el sistema de comunicaciones inalámbricas. En el caso de un sistema de comunicaciones inalámbricas, los medios 21 de interfaz son por ejemplo una antena. Las ráfagas OFDM recibidas desde los medios 21 de interfaz son procesadas por los medios receptores 22, los cuales realizan el proceso necesario para la recepción, dependiendo del sistema de comunicaciones. Después de una conversión de analógico a digital en unos medios 23 de A/D, se desmodula la ráfaga OFDM recibida en un demodulador 24 de OFDM. Generalmente, el dispositivo 20 de recepción realiza todo el proceso necesario para obtener los datos recibidos en una ráfaga OFDM del correspondiente sistema de comunicaciones. Sin embargo, por razones de claridad, en la figura 4 solamente se ilustran los elementos y medios necesarios para la comprensión de la presente invención. Generalmente, el dispositivo 20 de recepción procesa una ráfaga OFDM como por ejemplo la generada y transmitida por un dispositivo 1 de transmisión, como se ha ilustrado y explicado con respecto a la figura 1. Como se ha explicado, la ráfaga OFDM desde el dispositivo 1 de transmisión tiene un preámbulo estructurado de manera exclusiva, en el cual una sección consiste en símbolos piloto y datos de señalización como se ha explicado con detalle anteriormente. En el dispositivo 20 de recepción, después de la demodulación OFDM, se separa una ráfaga OFDM recibida en una parte de preámbulo y una parte de carga útil, mediante unos medios 25 de conmutación. La parte de carga útil se sigue procesando en una rama 27 de carga útil como se explica con más detalle a continuación. La parte de preámbulo se sigue procesando en una rama 26 de preámbulo, la cual comprende unos medios 28 de reparto de portadoras que dividen la sección recibida de la parte de preámbulo que comprende los símbolos piloto y los datos de señalización en símbolos piloto, que son suministrados a través de una rama 29 de símbolos piloto a unos medios 31 de estimación del canal. Los datos de señalización de la sección de la parte del preámbulo son suministrados a través de una rama 30 de datos de señalización a unos primeros medios 33 de ecualización del canal.

Los medios 31 de estimación del canal están adaptados para realizar una primera estimación del canal sobre la base de los símbolos piloto recibidos. Los símbolos piloto forman un modelo de correlación cruzada que significa que el modelo es conocido por los medios 31 de estimación del canal.

Los medios 31 de estimación del canal realizan una primera (aproximada) estimación del canal sobre la base de dichos símbolos piloto recibidos, y proporciona el resultado 32 de la estimación aproximada del canal a los primeros medios 33 de ecualización del canal. Los primeros medios 32 de ecualización del canal están adaptados para realizar una ecualización aproximada del canal, por ejemplo mediante interpolación o similar, sobre los datos de señalización recibidos, tras lo cual, unos medios 34 de detección de símbolos realizan la detección de símbolos de los datos de señalización ecualizados. De ahí en adelante, unos medios 35 de descodificación realizan la descodificación del código de errores en recepción. Esto implica, naturalmente, que los datos de señalización en la sección de la parte del preámbulo son codificados en errores de recepción por los medios 5 de generación de preámbulos del dispositivo 1 de transmisión que transmitió la ráfaga OFDM. Los datos de señalización ecualizados y descodificados de la sección estudiada de la parte del preámbulo, se utilizan después para reconstruir la sección completa como modelo de entrenamiento para una estimación precisa del canal. Por tanto, los datos de señalización descodificados procedentes de los medios 35 de descodificación, son suministrados a un codificador 36 de código de errores de recepción, que realiza idéntica codificación de errores en recepción que los medios 5 de generación de preámbulos del dispositivo 1 de transmisión. De ahí en adelante, el proceso de correspondencia de símbolos se realiza por los medios 37 de establecimiento de símbolos correspondiente al establecimiento OFDM y modulación realizados por los medios 5 de generación de preámbulos del dispositivo 1 de transmisión. De ahí en adelante, la sección completa reconstruida obtenida del preámbulo recibido se utiliza como modelo de entrenamiento que se almacena en una correspondiente memoria 38 del modelo de entrenamiento. El modelo de entrenamiento reconstruido se utiliza después por los medios 31 de estimación del canal para efectuar una estimación precisa del canal, comparando dicho modelo de entrenamiento con la sección completa recibida de la parte del preámbulo. El resultado 39 de tal estimación precisa del canal se suministra a unos segundos medios 40 de ecualización del canal, los cuales realizan una ecualización del canal en la parte de los datos de carga útil recibida. Las partes de datos de carga útil ecualizadas son procesadas después por unos medios 41 de detección de símbolos y por el descodificador 42 del código de errores en recepción de la manera requerida.

Como se ha afirmado anteriormente, los datos de señalización se pueden utilizar para transmitir diversas clases de datos que son útiles en el dispositivo de recepción o para la comunicación entre el dispositivo de transmisión y el dispositivo de recepción. Por ejemplo, los datos de señalización pueden contener identificación de la transmisión y la recepción. En canales cuasi-estáticos, el valor del control automático de ganancia que fue utilizado por una cierta conexión entre un transmisor y un receptor, se pueden reutilizar la vez siguiente. Las identificaciones del transmisor y el receptor que están incluidas en los datos de señalización pueden por ello ser utilizadas para identificar la conexión y reutilizar el valor del control automático de ganancia, el cual no necesita ser transmitido de nuevo en este caso. Además, los datos de señalización pueden contener información sobre el nivel de potencia de transmisión. Con ello, el dispositivo de recepción puede indicar el nivel de potencia de transmisión al dispositivo de transmisión. Se puede utilizar el ajuste del nivel de potencia de transmisión por el dispositivo de transmisión para mejorar la coexistencia o para minimizar la interferencia con los sistemas de comunicaciones vecinos. Se puede transmitir una

aplicación de la demanda de ancho de banda exclusiva con un nivel de potencia disminuido y una constelación de carga de bits de portadoras inferiores. Además, los datos de señalización pueden contener información de los tiempos de control de acceso al medio, por ejemplo en arquitecturas centralizadas de control de acceso al medio. Por ejemplo, el receptor puede señalar las franjas de tiempo preferidas o con perturbaciones de una trama de control de acceso al medio. Esto permite una mayor flexibilidad en las arquitecturas en las cuales coexisten diversos sistemas de comunicaciones.

Además, los datos de señalización pueden contener información de señalización adaptativa de la modulación OFDM. Con ello, los bits de datos del preámbulo se utilizan para señalar la información de la carga de bits adaptada para la constelación de portadoras OFDM a su comunicación asociada. Por ejemplo, algunos sistemas de comunicaciones como la comunicación por línea de potencia, utilizan esquemas adaptativos de acuerdo con las condiciones actuales del canal. El OFDM, como esquema de modulación que consiste en muchas sub-portadoras de frecuencias ortogonales, puede ser ampliado de manera que cada sub-portadora de frecuencia pueda adaptarse a su característica del canal. Las sub-portadoras con buenas condiciones del canal pueden ser transmitidas con un esquema de alta modulación que permita un alto rendimiento de la velocidad de bits, y las sub-portadoras con muy malas condiciones del canal pueden ser transmitidas con un esquema de modulación más robusto, que da como resultado un rendimiento inferior en la velocidad de los bits. Además, las sub-portadoras con muy malas condiciones de canal pueden ser desechadas, es decir, pueden no utilizarse para la transmisión de datos. El objetivo de la señalización del modelo OFDM adaptativo en los datos de señalización de la sección del preámbulo, es proporcionar una evaluación muy rápida de los modelos adaptativos. Un receptor conoce, mediante la descodificación, la sección del preámbulo del modelo OFDM del transmisor. Por otra parte, un receptor puede devolver al transmisor la señalización de las mejores constelaciones posibles para el siguiente bloque de datos de esta conexión.

De acuerdo con una realización, un dispositivo (1) de transmisión para transmitir datos modulados en sub-portadoras de frecuencias de un sistema de comunicaciones OFDM, es adaptado para transmitir ráfagas OFDM que comprenden una parte de preámbulo y una parte de datos de carga útil y comprende medios (5) de generación de preámbulos adaptados para generar dicha parte de preámbulo con una sección consistente en símbolos piloto en correspondencia con cada sub-portadora enésima de frecuencia y datos de señalización en correspondencia con las sub-portadoras de frecuencias entre las sub-portadoras de frecuencias con los símbolos piloto dichos símbolos piloto pueden formar un modelo de correlación cruzada, dichos medios (5) de generación de preámbulos pueden modular dichos datos de señalización con un esquema de modulación robusto, dicho esquema de modulación robusto puede ser un esquema de modulación BPSK o QPSK, dichos medios (5) de generación de preámbulos pueden proporcionar dichos datos de señalización con una corrección de datos en recepción, dichos medios (5) de generación de preámbulos pueden generar una sección adicional que comprende datos de AGC y un modelo de auto-correlación, un método de transmisión para transmitir datos modulados en sub-portadoras de frecuencias de un sistema de comunicaciones OFDM, que puede comprender el paso de transmitir ráfagas OFDM que comprenden una parte de preámbulo y una parte de datos de carga útil, donde dicha parte de preámbulo se genera con una sección consistente en símbolos piloto en correspondencia con cada sub-portadora enésima de frecuencia y datos de señalización en correspondencia con las sub-portadoras de frecuencias entre sub-portadoras de frecuencias con símbolos piloto, dichos símbolos piloto pueden formar un modelo de correlación cruzada, en dicho paso de generación de dicha parte de preámbulo, dichos datos de señalización pueden ser modulados con un esquema de modulación robusto, dicho esquema de modulación robusto puede ser un esquema de modulación BPSK o QPSK, en dicho paso de generación de dicha parte de preámbulo, dichos datos de señalización pueden ser provistos de una corrección de errores en recepción, en dicho paso de generación de dicha parte de preámbulo, se puede generar una sección adicional que puede comprender datos de AGC y se puede generar un modelo de auto-correlación.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo (1) de transmisión para transmitir datos modulados en sub-portadoras de frecuencias de un sistema de comunicaciones OFDM, estando adaptado dicho dispositivo (1) de transmisión para transmitir ráfagas OFDM que comprenden una parte de preámbulo y una parte de datos de carga útil, comprendiendo la parte de preámbulo datos de señalización y símbolos piloto,
- caracterizado por
- medios (5) de generación de preámbulos adaptados para generar dicha parte de preámbulo con una sección consistente en símbolos piloto en correspondencia con cada sub-portadora enésima de frecuencia,  $n = 2, 3, 4$ , o más, y los datos de señalización en correspondencia con las sub-portadoras de frecuencias entre sub-portadoras de frecuencias con símbolos piloto, donde se establece una correspondencia sobre las subportadoras de frecuencia entre las subportadoras de frecuencia con datos de señalización de símbolos piloto, en lugar de hacerlo con símbolos piloto, donde los datos de señalización y los símbolos piloto se combinan de forma que se acorta la parte del preámbulo.
- 10 2. Dispositivo (1) de transmisión de acuerdo con la reivindicación 1, en el que
- 15 dichos símbolos piloto forman un modelo de correlación cruzada.
3. Dispositivo (1) de transmisión de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que
- dichos medios (5) de generación de preámbulos modulan dichos datos de señalización con un esquema de modulación robusto.
4. Dispositivo (1) de transmisión de acuerdo con la reivindicación 3, en el que
- 20 dicho esquema de modulación robusto es un esquema de modulación BPSK o QPSK.
5. Dispositivo (1) de transmisión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que
- dichos medios (5) de generación de preámbulos proporcionan dichos datos de señalización con una corrección de datos en recepción.
6. Dispositivo (1) de transmisión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que
- 25 dichos medios (5) de generación de preámbulos generan una sección adicional que comprende datos de AGC y un modelo de auto-correlación.
7. El dispositivo (1) de transmisión, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde  $n$  se puede seleccionar variablemente, dependiendo de las características del canal.
8. El dispositivo (1) de transmisión, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde  $n$  es
- 30 igual a seis.
9. Dispositivo (20) de recepción para recibir datos modulados en sub-portadoras de frecuencias de un sistema de comunicaciones OFDM, estando adaptado dicho dispositivo (20) de recepción para recibir ráfagas OFDM que comprenden una parte de preámbulo y una parte de datos de carga útil, comprendiendo dicha parte de preámbulo una sección con símbolos piloto en correspondencia con cada sub-portadora enésima de frecuencia,  $n = 2, 3, 4$  o más, y datos de señalización en correspondencia con las sub-portadoras de frecuencias entre las sub-portadoras de frecuencias con los símbolos piloto, donde se establece una correspondencia sobre las subportadoras de frecuencia entre las subportadoras de frecuencia con datos de señalización de símbolos piloto, en lugar de hacerlo con símbolos piloto, donde los datos de señalización y los símbolos piloto se combinan de forma tal que se acorta la parte del preámbulo, comprendiendo el dispositivo (20) de recepción
- 35 medios (31) de estimación del canal adaptados para efectuar una primera estimación del canal sobre la base de dichos símbolos piloto recibidos, cuyo resultado se utiliza para reconstruir la sección completa del preámbulo recibido como modelo de entrenamiento para una estimación precisa del canal, y
- medios (40) de ecualización del canal, adaptados para utilizar el resultado de dicha estimación precisa del canal, para una ecualización del canal de dicha parte de carga útil recibida.
- 40 10. El dispositivo de recepción, de acuerdo con la reivindicación 9, donde
- dichos medios (31) de estimación del canal están adaptados para efectuar dicha estimación precisa del canal comparando dicho modelo de entrenamiento con dicha sección recibida de dicha parte de preámbulo.
- 45

11. El dispositivo de recepción, de acuerdo con la reivindicación 9 o 10, donde el primer resultado de estimación del canal proporcionado por dichos medios (31) de estimación del canal, sobre la base de dichos símbolos piloto recibidos, es suministrado a unos medios adicionales (33) de ecualización del canal adaptados para efectuar una ecualización del canal sobre dichos datos de señalización recibidos.
- 5 12. El dispositivo de recepción, de acuerdo con la reivindicación 11, donde dichos datos de señalización ecualizados se utilizan para reconstruir toda la sección del preámbulo recibido, como modelo de entrenamiento para dicha estimación precisa del canal.
13. El dispositivo de recepción de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, donde n es variable.
- 10 14. El dispositivo de recepción, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, donde n es igual a seis.
15. Método de comunicación para transmitir y recibir datos modulados sobre sub-portadoras de frecuencias de un sistema de comunicaciones OFDM, donde se transmiten ráfagas OFDM que comprenden una parte de preámbulo y una parte de carga útil, dicha parte de preámbulo teniendo una sección consistente en símbolos piloto en correspondencia con cada sub-portadora enésima de frecuencia,  $n = 2, 3, 4$  o más, y datos de señalización en correspondencia con las sub-portadoras de frecuencias entre las sub-portadoras de frecuencias con los símbolos piloto, donde los datos de señalización y los símbolos piloto se combinan de forma que se acorta la parte del preámbulo, y
- 20 se efectúa una primera estimación del canal sobre la base de dichos símbolos piloto recibidos, cuyo resultado se utiliza para reconstruir la sección completa del preámbulo recibido como modelo de entrenamiento para una estimación precisa del canal, la cual se utiliza para la ecualización del canal de dicha parte de carga útil recibida.

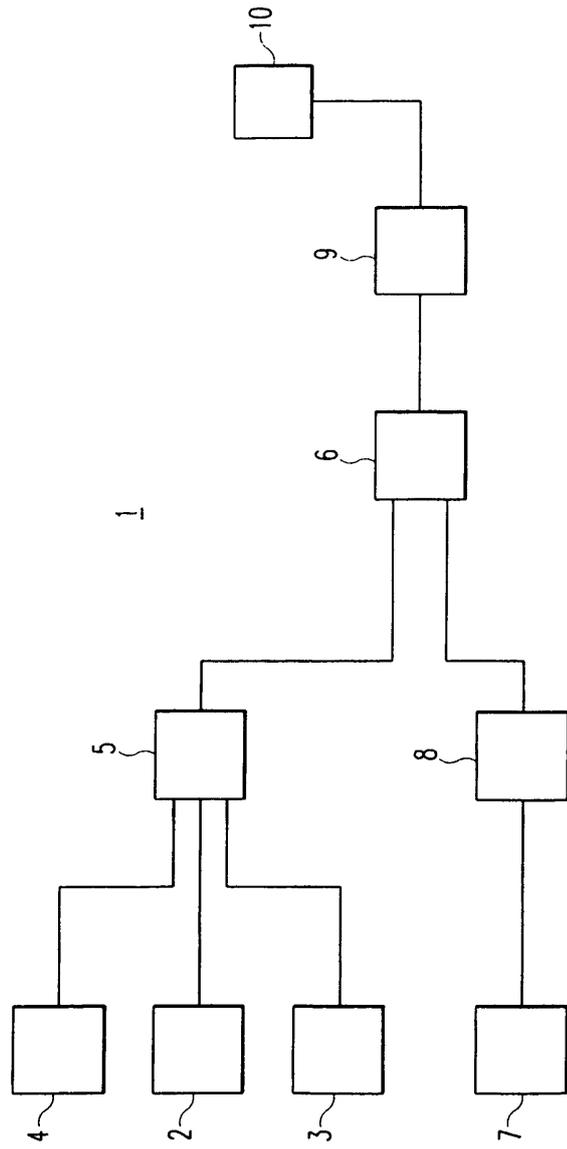


Fig. 1

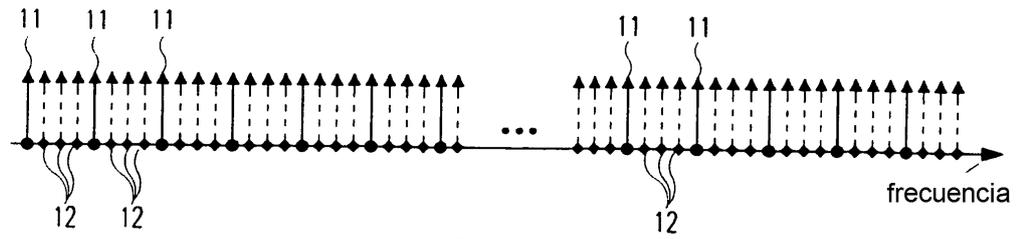


Fig. 2

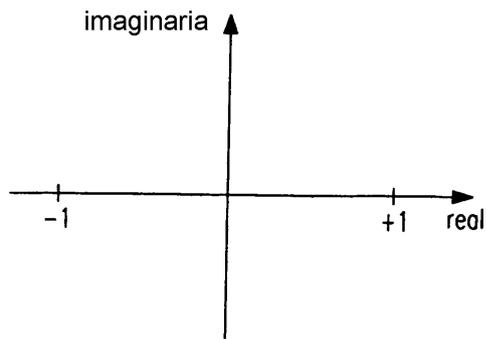


Fig. 3

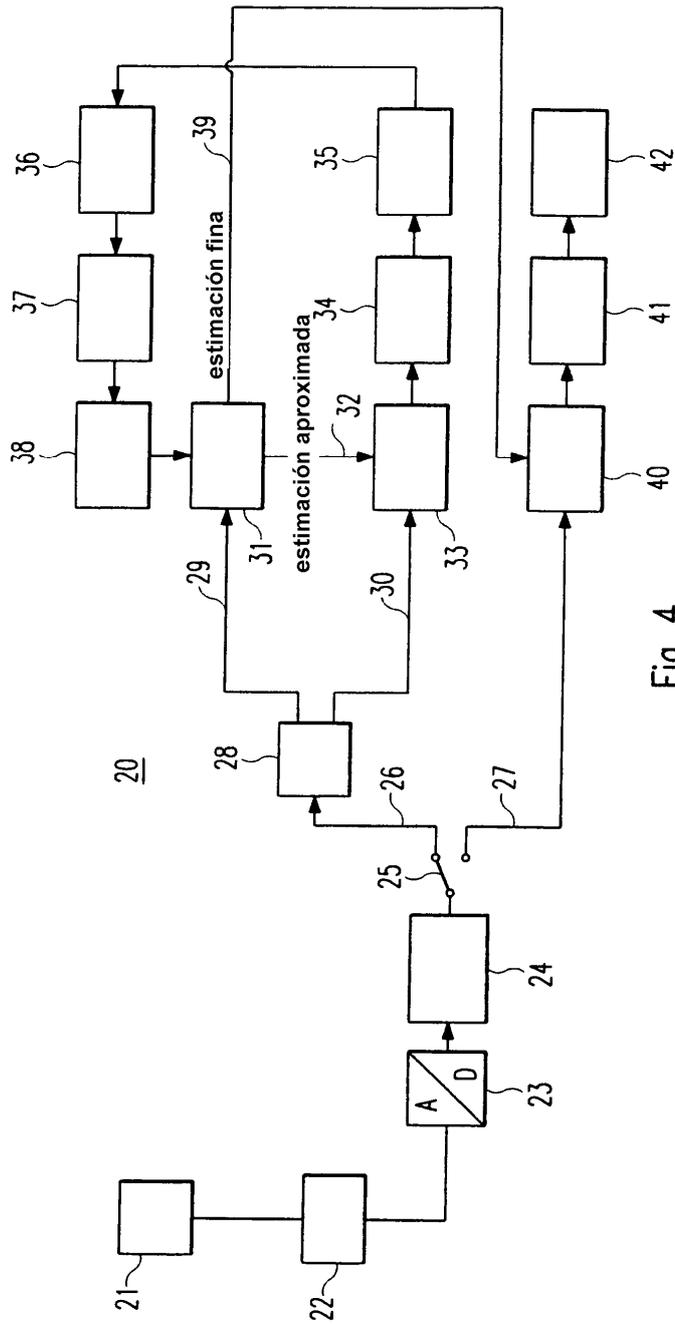


Fig. 4