

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 685 486**

51 Int. Cl.:

H04L 5/00 (2006.01)

H04B 1/69 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.01.2011 PCT/SE2011/050052**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.07.2011 WO11087448**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.01.2011 E 11703286 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.06.2018 EP 2526643**

54 Título: **Estación base de radio y equipo de usuario y métodos aquí**

30 Prioridad:

18.01.2010 US 295885 P

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

09.10.2018

73 Titular/es:

**TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)
(100.0%)
164 83 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:

**BALDEMAIR, ROBERT;
ASTELY, DAVID;
GERSTENBERGER, DIRK;
LARSSON, DANIEL y
PARKVALL, STEFAN**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 685 486 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

Estación base de radio y equipo de usuario y métodos aquí

5 **Campo técnico**

Las realizaciones en el presente documento se refieren a una estación base de radio, un equipo de usuario y métodos en el mismo. En particular, las realizaciones en el presente documento se refieren a la transmisión de información de control de enlace ascendente comprendida en un bloque de bits a través de un canal de radio a la estación base de radio.

Antecedentes

En las redes actuales de comunicaciones por radio se usan varias tecnologías diferentes, como evolución a largo plazo (LTE), LTE avanzada, acceso múltiple por división de código de banda ancha (WCDMA) de proyecto asociación de tercera generación (3GPP), sistema global para las comunicaciones móviles/tasas de datos mejoradas para la evolución de GSM (GSM/EDGE), interoperabilidad mundial para acceso por microondas (WiMax) y banda ultra ancha (UMB), solo por mencionar algunos.

La evolución a largo plazo (LTE) es un proyecto dentro del proyecto asociación de tercera generación (3GPP) para evolucionar el estándar WCDMA hacia la cuarta generación de redes de telecomunicaciones móviles. En las comparaciones con WCDMA, LTE proporciona una mayor capacidad, tasas pico de datos mucho más altas y números de latencia significativamente mejorados. Por ejemplo, las especificaciones LTE soportan velocidades máximas de datos de enlace descendente de hasta 300 Mbps, velocidades máximas de datos de enlace ascendente de hasta 75 Mbit/s y tiempos de ida y vuelta de red de acceso por radio de menos de 10 ms. Además, LTE admite anchos de banda de portadora escalables desde 20 MHz hasta 1,4 MHz y soporta tanto la operación de dúplex por división de frecuencia (FDD) como de dúplex por división de tiempo (TDD).

LTE es una tecnología de multiplexación por división de frecuencia en la que la multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) se usa en una transmisión de enlace descendente (DL) desde una estación base de radio a un equipo de usuario. El acceso múltiple por dominio de la frecuencia de portadora única (SC-FDMA) se usa en una transmisión de enlace ascendente (UL) desde el equipo del usuario a la estación base de radio. Los servicios en LTE son soportados en el dominio de conmutación de paquetes. El SC-FDMA usado en el enlace ascendente también se conoce como OFDM de expansión de transformada de Fourier discreta (DFTS).

El recurso físico de enlace descendente LTE básico se puede ver por lo tanto como una cuadrícula de tiempo-frecuencia como se ilustra en la figura 1, donde cada elemento de recurso (RE) corresponde a una subportadora de OFDM durante un intervalo de símbolo de OFDM. Un intervalo de símbolos comprende un prefijo cíclico (cp), cuyo cp es un prefijo de un símbolo con una repetición del final del símbolo para actuar como una banda de guarda entre símbolos y/o facilita el procesamiento del dominio de la frecuencia. Las frecuencias f o subportadoras que tienen un espaciado de subportadora Δf se definen a lo largo de un eje z y los símbolos se definen a lo largo de un eje x .

En el dominio del tiempo, las transmisiones de enlace descendente de LTE están organizadas en tramas de radio de 10 ms, comprendiendo cada trama de radio diez subtramas del mismo tamaño, # 0 - # 9, cada una con un $T_{\text{subtrama}} = 1\text{ms}$ de longitud en el tiempo como se muestra en la figura 2. Además, la asignación de recursos en LTE se describe típicamente en términos de bloques de recursos, donde un bloque de recursos corresponde a un intervalo de 0,5 ms en el dominio del tiempo y 12 subportadoras en el dominio de la frecuencia. Los bloques de recursos se numeran en el dominio de la frecuencia, comenzando con el bloque 0 de recursos desde un extremo del ancho de banda del sistema.

Las transmisiones de enlace descendente se planifican dinámicamente, es decir, en cada subtrama la estación base o estación base de radio transmite información de control de qué equipos de usuario o datos de terminales se transmiten y sobre qué bloques de recursos se transmiten los datos, en la subtrama de enlace descendente actual. Esta señalización de control se transmite típicamente en los primeros símbolos de OFDM 1, 2, 3 o 4 en cada subtrama. Un sistema de enlace descendente con 3 símbolos de OFDM usados para la señalización de control se ilustra en la figura 3 y se designa como región de control. Los elementos de recursos usados para la señalización de control se indican con líneas formadas por ondas y los elementos de recursos usados para los símbolos de referencia se indican con líneas diagonales. Las frecuencias f o subportadoras se definen a lo largo de un eje z y los símbolos se definen a lo largo de un eje x .

LTE usa la solicitud de repetición automática híbrida (ARQ), donde, después de recibir datos de enlace descendente en una subtrama, el equipo del usuario intenta decodificarla e informa a la estación base de radio usando un control de enlace ascendente que indica si la descodificación fue exitosa enviando un acuse de recibo (ACK) si la decodificación fue exitosa o un "acuse de recibo negativo" (NACK) si no se realizó correctamente la decodificación. En caso de un intento de descodificación fallido, la estación base de radio puede retransmitir los datos erróneos.

La señalización de control de enlace ascendente desde el equipo de usuario o terminal hasta la estación base o estación base de radio comprende

- acuses de recibo de ARQ híbrida para datos de enlace descendente recibidos;
- informes de equipo de usuario o terminal relacionados con las condiciones del canal de enlace descendente, usados como asistencia para la planificación de enlace descendente;
- solicitudes de planificación, que indican que un equipo de usuario o terminal necesita recursos de enlace ascendente para las transmisiones de datos de enlace ascendente.

La información de control de enlace ascendente se puede transmitir de dos maneras diferentes:

- en el canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH). Si al equipo de usuario o terminal se le han asignado recursos para la transmisión de datos en la subtrama actual, la información de control de enlace ascendente, que incluye acuses de recibo de ARQ híbrida, se transmite junto con los datos en el PUSCH.
- en el canal de control de enlace ascendente físico (PUCCH). Si al equipo de usuario o terminal no se le han asignado recursos para la transmisión de datos en la subtrama actual, la información de control de enlace ascendente se transmite por separado en el PUCCH, usando bloques de recursos específicamente asignados para ese fin.

En el presente documento el foco está en el último caso, es decir, donde la información de control de Capa1/Capa2 (L1/L2), ejemplificada por informes de estado de canal, acuses de recibo de ARQ híbrida y solicitudes de planificación, se transmite en recursos de enlace ascendente, es decir, en los bloques de recursos, específicamente asignados para la información de control de L1/L2 de enlace ascendente en el canal de control de enlace ascendente físico (PUCCH). La capa 1 comprende una capa física y la capa 2 comprende la capa de enlace de datos. Como se ilustra en la figura 4, los recursos 41, 42 de PUCCH están ubicados en los bordes del ancho de banda del sistema de enlace ascendente de la célula total disponible. Cada uno de esos recursos comprende doce "subportadoras", es decir, comprende un bloque de recursos, dentro de cada una de los dos intervalos de una subtrama de enlace ascendente. Para proporcionar diversidad de frecuencia, estos recursos de frecuencia están saltando de frecuencia en el límite de intervalo, como se ilustra mediante la flecha, es decir, dentro de una subtrama hay un "recurso" 41 que comprende 12 subportadoras en la parte superior del espectro dentro de un primer intervalo de la subtrama y un recurso 42 de igual tamaño en la parte inferior del espectro durante un segundo intervalo de la subtrama o viceversa. Si se necesitan más recursos para la señalización de control de L1/L2 de enlace ascendente, por ejemplo en el caso de ancho de banda de transmisión global muy grande que soporta una gran cantidad de usuarios, se pueden asignar bloques de recursos adicionales junto a los bloques de recursos asignados previamente. Las frecuencias f o subportadoras se definen a lo largo de un eje z y los símbolos se definen a lo largo de un eje x .

Las razones para ubicar los recursos de PUCCH en los bordes del espectro global disponible son:

- junto con el salto de frecuencia descrito anteriormente, la ubicación de los recursos de PUCCH en los bordes del espectro global disponible maximiza la diversidad de frecuencia experimentada por la señalización de control.
- asignar recursos de enlace ascendente para el PUCCH en otras posiciones dentro del espectro, es decir, no en los bordes, habría fragmentado el espectro de enlace ascendente, imposibilitando asignar anchos de banda de transmisión muy amplios al equipo de usuario móvil único o terminal y aun conservar la propiedad de portadora única de la transmisión de enlace ascendente.

El ancho de banda de un bloque de recursos durante una subtrama es demasiado grande para las necesidades de señalización de control de un solo equipo de usuario o terminal. Por lo tanto, para explotar eficientemente los recursos reservados para la señalización de control, múltiples equipos de usuario o terminales pueden compartir el mismo bloque de recursos. Esto se hace asignando a los diferentes equipos de usuario o terminales diferentes rotaciones de fase ortogonal de una secuencia de dominio de la frecuencia de longitud 12 específica de célula.

El recurso usado por un PUCCH no solo se especifica en el dominio de tiempo-frecuencia por el par de bloque de recursos, sino también por la rotación de fase aplicada. De forma similar al caso de las señales de referencia, se especifican hasta doce rotaciones de fase diferentes, que proporcionan hasta doce secuencias ortogonales diferentes de cada secuencia específica de célula. Sin embargo, en el caso de canales selectivos de frecuencia, no se pueden usar todas las rotaciones de doce fases si se quiere retener la ortogonalidad. Típicamente, hasta seis rotaciones se consideran utilizables en una célula.

Como se menciona anteriormente, la señalización de control de L1/L2 de enlace ascendente incluye acuses de recibo de ARQ híbrida, informes de estado de canal y solicitudes de planificación. Diferentes combinaciones de

estos tipos de mensajes son posibles, usando uno de los dos formatos de PUCCH disponibles, capaces de transportar diferentes cantidades de bits.

5 Formato 1 de PUCCH. En realidad, hay tres formatos, 1, 1a y 1b en las especificaciones de LTE, aunque en el presente documento son referidos como formato 1 por simplicidad. El formato 1 de PUCCH se usa para los acuses de recibo de ARQ híbrida y las solicitudes de planificación. Es capaz de transportar hasta dos bits de información además de la transmisión discontinua (DTX). Si no se detectó transmisión de información en el enlace descendente, no se genera acuse de recibo, también conocido como DTX. Por lo tanto, hay 3 o 5 combinaciones diferentes, dependiendo de si se usó MIMO en el enlace descendente o no. Esto se ilustra en la figura 5. En la columna 51 se indica el índice de combinación, en la columna 52 se muestra la información de ARQ enviada cuando no se usa MIMO, y en la columna 53 se muestra la información de ARQ cuando se usa MIMO cuando se reciben un primer bloque de transporte y un segundo bloque de transporte.

15 El formato 1 de PUCCH usa la misma estructura en los dos intervalos de una subtrama, como se ilustra en la figura 6. Para la transmisión de un acuse de recibo (ACK) de ARQ híbrida, el bit de acuse de recibo de ARQ híbrida único se usa para generar un símbolo de modulación por desplazamiento de fase binario (BPSK); en caso de multiplexación espacial de enlace descendente, los dos bits de acuse de recibo se usan para generar símbolo de modulación por desplazamiento de fase cuadrifásica (QPSK). Para una solicitud de planificación, por otro lado, el símbolo de BPSK/QPSK se reemplaza por un punto de constelación tratado como acuse de recibo negativo en la estación base de radio o en el Nodo B evolucionado (eNodoB). Cada símbolo de BPSK/QPSK se multiplica con una secuencia girada de fase de longitud 12. Estos se ponderan con una secuencia de longitud 4 antes de transformarse en un proceso de IFFT. Los cambios de fase varían según el nivel de símbolo SC-FDMA o DFTS-OFDM. Los símbolos de referencia (RS) se ponderan con una secuencia de longitud 3. El símbolo de modulación se usa luego para generar la señal a transmitir en cada una de los dos intervalos de PUCCH. Los símbolos de modulación de BPSK, los símbolos de modulación de QPSK y los símbolos de modulación de valor complejo son ejemplos de símbolos de modulación.

25 Para el formato 2 de PUCCH, también hay tres variantes en las especificaciones de LTE, formatos 2, 2a y 2b, donde los dos últimos formatos se usan para la transmisión simultánea de acuses de recibo de ARQ híbrida, como se explica más adelante en esta sección. Sin embargo, por simplicidad, todos se denominan formato 2 en el presente documento.

30 Los informes de estado de canal se usan para proporcionar a la estación base de radio o eNodoB una estimación de las propiedades del canal en el equipo de usuario o terminal para ayudar a la planificación dependiente del canal. Un informe de estado de canal comprende múltiples bits por subtrama. El formato 1 de PUCCH, que es capaz de como máximo dos bits de información por subtrama, obviamente no se puede usar para este propósito. La transmisión de los informes de estado del canal en el PUCCH es manejada por el formato 2 de PUCCH, que es capaz de múltiples bits de información por subtrama.

35 El formato 2 de PUCCH, ilustrado para el prefijo cíclico normal en la figura 7, se basa en una rotación de fase de la misma secuencia específica de célula que el formato 1, es decir, secuencia girada de longitud 12 que varía por símbolo de SC-FDMA o DFTS-OFDM. Los bits de información están codificados en bloque, modulados por QPSK, cada símbolo b0-b9 de QPSK de la codificación se multiplica por la secuencia de longitud 12 girada de fase y todos los símbolos SC-FDMA o DFTS-OFDM finalmente se procesan con IFFT antes de transmitirse.

40 Para cumplir con los próximos requisitos avanzados de las telecomunicaciones móviles internacionales (IMT), 3GPP actualmente está estandarizando la Versión 10 de LTE también conocida como LTE avanzada. Una de las propiedades de la Versión 10 es el soporte con anchos de banda superiores a 20 MHz y, al mismo tiempo, ofrece compatibilidad retroactiva con la Versión 8. Esto se logra agregando portadoras de múltiples componentes, cada uno de los cuales puede ser compatible con la Versión 8, para formar un ancho de banda global más grande para un equipo de usuario de la Versión 10. Esto se ilustra en la figura 8, donde cinco 20 MHz se agregan a 100 MHz.

45 En esencia, cada una de las portadoras de componentes en la figura 8 se procesa por separado. Por ejemplo, la ARQ híbrida es operada por separado en cada portadora de componentes, como se ilustra en la figura 9. Para el funcionamiento de la ARQ híbrida, se requieren acuses de recibo para informar al transmisor si la recepción de un bloque de transporte fue exitosa o no. Una forma directa de darse cuenta de esto es transmitir múltiples mensajes de acuse de recibo, uno por cada portadora de componentes. En caso de multiplexación espacial, un mensaje de acuse de recibo correspondería a dos bits ya que hay dos bloques de transporte en un soporte de componentes en este caso ya en la primera versión de LTE. En ausencia de multiplexación espacial, un mensaje de acuse de recibo es un bit único, ya que solo hay un único bloque de transporte por cada portadora de componente. Cada flujo F1-Fi ilustra un flujo de datos para el mismo usuario. El control de enlace de radio (RLC) para cada flujo de datos recibido se realiza en la capa de RLC. En la capa de control de acceso al medio (MAC) se realiza la multiplexación de MAC y el procesamiento HARQ en el flujo de datos. En la capa física (PHY) se realiza la codificación y la modulación de OFDM del flujo de datos.

La transmisión de múltiples mensajes de acuse de recibo ARQ híbrida, uno por cada portadora de componentes, puede ser problemático en algunas situaciones. Si se van a reutilizar las estructuras de señalización de control de enlace ascendente del multiplexado por división de frecuencia (FDM) de LTE actuales, como máximo se pueden enviar de vuelta dos bits de información a la estación base de radio o eNodeB usando el formato 1 de PUCCH.

5 Una posibilidad es agrupar múltiples bits de acuse de recibo en un solo mensaje. Por ejemplo, el ACK podría ser señalado solo si todos los bloques de transporte en todas las portadoras de componentes se reciben correctamente en una subtrama determinada, de lo contrario se retroalimenta un NACK. Una desventaja de esto es que algunos bloques de transporte podrían retransmitirse incluso si se recibieran correctamente, lo que podría reducir el rendimiento del sistema.

15 La presentación de un formato de acuse de recibo de ARQ híbrida de múltiples bits es una solución alternativa. Sin embargo, en el caso de múltiples portadoras de componentes de enlace descendente, el número de bits de acuse de recibo en el enlace ascendente puede llegar a ser bastante grande. Por ejemplo, con cinco portadoras de componentes, cada una usando MIMO, hay 5^5 combinaciones diferentes, teniendo en cuenta que el DTX también se tiene en cuenta preferiblemente, que requiere al menos $\log_2(5^5) \approx 11,6$ bits. La situación puede incluso empeorar en duplexación por división de tiempo (TDD), donde múltiples subtramas de enlace descendente pueden necesitar ser reconocidas en una única subtrama de enlace ascendente. Por ejemplo, en una configuración TDD con 4 subtramas de enlace descendente y 1 subtrama de enlace ascendente cada 5 ms, existen $5^{5,4}$ combinaciones, correspondientes a más de 46 bits de información.

20 Actualmente, no existe un formato de PUCCH en LTE especificado capaz de transportar una cantidad tan grande de bits. El documento US 2008/0247477 A1 se refiere a un sistema donde las muestras dentro de un símbolo DFTS-OFDM se escalan con un factor de escala. Volker Jungnickel et al: "Diseño de forma de onda SC-FDMA, rendimiento y dinámicas de potencia y evolución a MIMO" se refiere a diseño de formas de onda, rendimiento y dinámicas de potencia de la forma localizada de SC-FDMA considerada para enlace ascendente en LTE.

Sumario

30 Un objetivo de las realizaciones del presente documento es proporcionar un mecanismo que permita un alto rendimiento de transmisión en una red de comunicaciones por radio de una manera eficiente. El objetivo se logra mediante un equipo de usuario, una estación base de radio y los métodos correspondientes de acuerdo con las reivindicaciones 1, 2, 8 y 9.

35 De acuerdo con un primer ejemplo, se proporciona un método en un equipo de usuario para transmitir información de control de enlace ascendente en intervalos de tiempo en una subtrama a través de un canal de radio a una estación base de radio. El canal de radio está dispuesto para transportar información de control de enlace ascendente y el equipo de usuario y la estación base de radio están comprendidos en una red de comunicaciones por radio. La información de control de enlace ascendente está comprendida en un bloque de bits.

40 El equipo de usuario mapea el bloque de bits a una secuencia de símbolos de modulación de valor complejo. El equipo de usuario también expande por bloques la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo a través de los símbolos de multiplexación por división de frecuencia ortogonal de transformada de Fourier discreta (DFTS-OFDM). Esto se realiza aplicando una secuencia de expansión a la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo, para lograr una secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo. El equipo de usuario transforma adicionalmente la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo por el símbolo DFTS-OFDM. Esto se realiza aplicando una matriz que depende de un índice de símbolo DFTS-OFDM y/o un índice de intervalo a la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo. El equipo de usuario también transmite la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo que se ha transformado a través del canal de radio a la estación base de radio.

45 De acuerdo con otro ejemplo, se proporciona un equipo de usuario para transmitir información de control de enlace ascendente en intervalos de tiempo en una subtrama a través de un canal de radio a una estación base de radio. El canal de radio está dispuesto para transportar información de control de enlace ascendente, y la información de control de enlace ascendente está comprendida en un bloque de bits.

50 El equipo de usuario comprende un circuito de mapeo configurado para mapear el bloque de bits a una secuencia de símbolos de modulación de valor complejo. Además, el equipo de usuario comprende un circuito de expansión de bloques configurado para expandir por bloques la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo a través de símbolos DFTS-OFDM aplicando una secuencia de expansión a la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo, para lograr una secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo. Además, el equipo de usuario comprende un circuito de transformación configurado para transformar la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo por símbolo DFTS-OFDM. Esto se hace aplicando una matriz que depende de un índice de símbolo DFTS-OFDM y/o un índice de intervalo a la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo. El equipo de usuario también comprende un

transmisor configurado para transmitir la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo que se ha transformado a través del canal de radio a la estación base de radio.

5 De acuerdo con otro ejemplo, se proporciona un método en una estación base de radio para recibir información de control de enlace ascendente en intervalos de tiempo en una subtrama a través de un canal de radio desde un equipo de usuario. El canal de radio está dispuesto para transportar información de control de enlace ascendente y la información de control de enlace ascendente está comprendida en un bloque de bits. El equipo de usuario y la estación base de radio están comprendidos en una red de comunicaciones por radio.

10 La estación base de radio recibe una secuencia de símbolos de modulación de valor complejo. La estación base de radio también demodula por OFDM la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo. La estación base de radio también transforma, por símbolo DFTS-OFDM, la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo que han sido demodulados por OFDM aplicando una matriz que depende de un índice de símbolo DFTS-OFDM y/o un índice de intervalo a la secuencia demodulada por OFDM de símbolos de modulación de valor complejo.

15 La estación base de radio desexpande además la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo que se ha demodulado por OFDM y transformado con una secuencia de desexpansión. La estación base de radio también mapea la secuencia desexpandida de símbolos de modulación de valor complejo que se han demodulado OFDM y transformado, al bloque de bits.

20 De acuerdo con otro ejemplo, se proporciona una estación base de radio para recibir información de control de enlace ascendente en intervalos de tiempo en una subtrama a través de un canal de radio desde un equipo de usuario. El canal de radio está dispuesto para transportar información de control de enlace ascendente, y la información de control de enlace ascendente está comprendida en un bloque de bits. La estación base de radio comprende un receptor configurado para recibir una secuencia de símbolos de modulación de valor complejo. La estación base de radio también comprende un circuito demodulador de OFDM configurado para demodular por OFDM la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo. La estación base de radio comprende además un circuito de transformación configurado para transformar, por símbolo DFTS-OFDM, la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo que se han demodulado por OFDM aplicando una matriz que depende de un índice de símbolo DFTS-OFDM y/o índice de intervalo para la secuencia demodulada por OFDM de símbolos de modulación de valor complejo. La estación base de radio también comprende un circuito de desexpansión de bloques configurado para expandir por bloques la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo que han sido demodulados por OFDM y transformados, con una secuencia de desexpansión. Además, la estación base de radio comprende un circuito de mapeo configurado para mapear la secuencia desexpandida de símbolos de modulación de valor complejo que se han demodulado OFDM y transformado, al bloque de bits.

Por lo tanto, la interferencia entre células se reduce ya que la matriz o matrices transforman la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo por símbolo DFTS-OFDM y de ese modo aumenta la supresión de interferencia.

40 De acuerdo con otro ejemplo, se proporciona un método en un terminal para transmitir información de control de enlace ascendente en un intervalo en una subtrama a través de un canal a una estación base en un sistema de comunicación inalámbrico. La información de control de enlace ascendente está comprendida en una palabra de código. El terminal mapea la palabra de código a los símbolos de modulación. El bloque de terminales expande los símbolos de modulación a través de símbolos DFTS-OFDM repitiendo los símbolos de modulación para cada símbolo DFTS-OFDM y aplicando una secuencia de expansión de bloques de factores de ponderación a los símbolos de modulación repetidos para lograr una copia ponderada respectiva de los símbolos de modulación para cada símbolo DFTS-OFDM. El terminal luego transforma, para cada símbolo DFTS-OFDM, la copia ponderada respectiva de los símbolos de modulación aplicando una matriz que depende de un índice de símbolo DFTS-OFDM y/o índice de intervalo a la copia ponderada respectiva de los símbolos de modulación. El terminal transmite, en o dentro de cada símbolo DFTS-OFDM, la copia ponderada respectiva de los símbolos de modulación que se ha transformado en la estación base.

55 En algunos ejemplos en el presente documento, se proporciona un formato de transmisión en el que una palabra de código o bloque de bits correspondiente a la información de control de enlace ascendente de todas las portadoras de componentes configuradas o activadas de un único usuario son mapeados a símbolos de modulación tales como una secuencia de símbolos de modulación de valor complejo y expansión de bloques a través de los símbolos DFTS-OFDM usando una secuencia de expansión. La secuencia de símbolos dentro de un símbolo DFTS-OFDM luego se transforma y se transmite dentro de un símbolo DFTS-OFDM. La multiplexación de usuarios se habilita con la expansión de bloques, es decir, la misma secuencia de señal o símbolo se expande a todos los símbolos DFTS-OFDM dentro de un intervalo o subtrama y la transformación por símbolo DFTS-OFDM reduce la interferencia entre células.

65 Breve descripción de los dibujos

Las realizaciones se describirán ahora con más detalle en relación con los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es un diagrama de bloques que representa recursos en una cuadrícula de frecuencia-tiempo.

5 La figura 2 es un diagrama de bloques que representa una estructura de dominio del tiempo de LTE de una trama de radio.

La figura 3 es un diagrama de bloques que representa símbolos distribuidos a través de una subtrama de enlace descendente.

10 La figura 4 es un diagrama de bloques que representa la transmisión de señalización de control de L1/L2 de enlace ascendente en PUCCH.

La figura 5 es una tabla que define combinaciones de información de HARQ.

15 La figura 6 es un diagrama de bloques del formato 1 de PUCCH con una longitud normal de prefijo cíclico.

La figura 7 es un diagrama de bloques del formato 2 de PUCCH con una longitud normal de prefijo cíclico.

20 La figura 8 es un diagrama de bloques que representa la agregación de portadora.

La figura 9 es un diagrama de bloques que representa las capas RLC/MAC y PHY para la agregación de portadora.

La figura 10 es un diagrama de bloques que representa una red de comunicaciones por radio.

25 La figura 11 es un diagrama de bloques que representa un proceso en un equipo de usuario.

La figura 12 es un diagrama de bloques que representa un proceso en un equipo de usuario.

30 La figura 13 es un diagrama de bloques que representa un proceso en un equipo de usuario.

La figura 14 es un diagrama de bloques que representa un proceso en un equipo de usuario.

La figura 15 es un diagrama de bloques que representa un proceso en un equipo de usuario.

35 La figura 16 es un diagrama de bloques que representa un proceso en un equipo de usuario.

La figura 17 es un diagrama de bloques que representa un proceso en un equipo de usuario.

40 La figura 18 es un diagrama de bloques que representa un proceso en un equipo de usuario.

La figura 19 es un diagrama de bloques que representa un proceso en un equipo de usuario.

La figura 20 es un diagrama de flujo esquemático de un proceso en un equipo de usuario.

45 La figura 21 es un diagrama de bloques que representa un equipo de usuario.

La figura 22 es un diagrama de flujo esquemático de un proceso en una estación base de radio, y

50 La figura 23 es un diagrama de bloques que representa una estación base de radio.

Descripción detallada

55 La figura 10 divulga una red de comunicación por radio esquemática, también denominada sistema de comunicación inalámbrico, de acuerdo con una tecnología de acceso por radio como evolución a largo plazo (LTE), LTE avanzada, acceso múltiple por división de código de banda ancha (WCDMA) de proyecto asociación de tercera generación (3GPP), sistema global para las comunicaciones móviles/tasas de datos mejoradas para la evolución de GSM (GSM/EDGE), interoperabilidad mundial para acceso por microondas (WiMax) y banda ultra ancha (UMB), solo por mencionar algunas implementaciones posibles.

60 La red de comunicaciones por radio comprende un equipo 10 de usuario, también denominado terminal 10, y una estación base 12 de radio. La estación base 12 de radio sirve al equipo 10 de usuario en una célula 14 al proporcionar cobertura de radio en un área geográfica. La estación base 12 de radio está transmitiendo datos en una transmisión de enlace descendente (DL) al equipo 10 de usuario y el equipo 10 de usuario está transmitiendo datos en una transmisión de enlace ascendente (UL) a la estación base 12 de radio. La transmisión de UL puede generarse eficientemente mediante el uso de un proceso de transformada de Fourier rápida inversa (IFFT) en el

65

equipo 10 de usuario y luego demodularse en la estación base 12 de radio mediante el uso de un proceso de transformada de Fourier rápida (FFT).

5 Se debe observar aquí que la estación base 12 de radio también se puede denominar, por ejemplo, como un Nodo B, un Nodo B evolucionado (eNB, eNodo B), una estación base, una estación transceptora base, una estación base de punto de acceso, un enrutador de estación base o cualquier otra unidad de red capaz de comunicarse con un equipo de usuario dentro de la célula servida por la estación base 12 de radio, dependiendo, por ejemplo, de la tecnología de acceso de radio y la terminología usadas. El equipo 10 de usuario puede estar representado por un terminal, por ejemplo un equipo de usuario de comunicación inalámbrica, un teléfono celular móvil, un asistente digital personal (PDA), una plataforma inalámbrica, un ordenador portátil, un ordenador o cualquier otro tipo de dispositivo capaz de comunicarse de forma inalámbrica con la estación base 12 de radio.

15 La estación base 12 de radio transmite información de control de qué datos de equipo de usuario se transmiten y sobre qué bloques de recursos se transmiten los datos. El equipo 10 de usuario intenta decodificar la información y los datos de control e informa a la estación base 12 de radio usando control de enlace ascendente señalizando si la decodificación de datos fue exitosa en cuyo caso se transmite un acuse de recibo (ACK), o no exitosa, en cuyo caso se transmite un acuse de recibo negativo (NACK, NAK).

20 De acuerdo con las realizaciones en el presente documento, el equipo 10 de usuario está dispuesto para transmitir un bloque de bits correspondiente a la información de control de enlace ascendente en intervalos, es decir intervalos de tiempo, en una subtrama a través de un canal, es decir, un canal de radio, a la estación base 12 de radio. El bloque de bits puede comprender ACK y/o NACK, codificados conjuntamente. El canal puede ser un canal de control de enlace ascendente físico (PUCCH), que es un canal de radio dispuesto para transportar información de control de enlace ascendente. El bloque de bits también puede denominarse número de bits, palabra de código, bits codificados, bits de información, una secuencia de ACK/NACK o similar.

30 El equipo 10 de usuario mapea el bloque de bits a símbolos de modulación, es decir, a una secuencia de símbolos de modulación de valor complejo. Este mapeo puede ser un mapeo QPSK donde el símbolo de modulación QPSK resultante es de valor complejo, donde uno de los dos bits en cada símbolo de modulación QPSK representa la parte real, también referida como un canal I, del símbolo de modulación y el otro bit la parte imaginaria, también referida como un canal Q, del símbolo de modulación. Los símbolos de modulación pueden denominarse símbolos de modulación de valor complejo, símbolos QPSK, símbolos BPSK o similares.

35 El equipo 10 de usuario entonces expande por bloques la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo con una secuencia de expansión, tal como una secuencia ortogonal. Por ejemplo, la misma señal o bloque de bits que se ha mapeado a los símbolos de modulación de valor complejo puede expandirse entre todos los símbolos DFTS-OFDM en un conjunto de símbolos DFTS-OFDM aplicando la secuencia de expansión a la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo representando la señal o bloque de bits. La secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo puede dividirse en partes o segmentos donde cada segmento o parte de la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo corresponde o está asignado a un símbolo DFTS-OFDM fuera del conjunto de símbolos DFTS-OFDM, es decir, hay una correspondencia uno a uno entre los segmentos o partes y los símbolos DFTS-OFDM. Los símbolos DFTS-OFDM también se conocen como símbolos SC-FDMA. SC-FDMA puede verse como OFDM normal con una precodificación basada en DFT.

45 De acuerdo con las realizaciones en el presente documento, el equipo 10 de usuario transforma o precodifica la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo por el símbolo DFTS-OFDM con una matriz que depende de un índice de símbolo DFTS-OFDM y/o índice de intervalo. Por lo tanto, cada segmento o parte de la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo que corresponde o se asigna a un símbolo DFTS-OFDM se transforma por separado aplicando la matriz a este segmento o parte de la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo. La matriz puede ser una matriz general que comprende una matriz DFT, por ejemplo, una matriz DFT que se desplaza cíclicamente, en la que la cantidad de desplazamiento cíclico varía con el índice de símbolo DFTS-OFDM y/o el índice de intervalo. Al transformar la secuencia de expansión de bloques de los símbolos de modulación de valor complejo de esta manera, se reduce la interferencia entre células. Un intervalo comprende varios símbolos DFTS-OFDM, es decir, cada intervalo está asociado a matrices múltiples, una para cada símbolo DFTS-OFDM. El índice de intervalo indica el intervalo de tiempo dentro del cual se aplicará la matriz o las matrices. El índice de símbolo DFTS-OFDM indica el símbolo DFTS-OFDM, y por lo tanto el segmento o parte de la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo, a los que se aplicará la matriz.

60 El equipo 10 de usuario transmite luego la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo que se ha transformado. Por ejemplo, el equipo 10 de usuario puede además modular y transmitir cada segmento transformado o precodificado o parte de la secuencia de expansión de bloques dentro de la duración de tiempo de un símbolo DFTS-OFDM, es decir, el símbolo DFTS-OFDM que corresponde al segmento o parte respectiva de la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo. El proceso puede denominarse modulación OFDM transformada/precodificada.

En una variación de esta realización, la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo puede dividirse en múltiples partes y cada parte de la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo puede transmitirse en un intervalo de tiempo.

5 Algunas realizaciones en el presente documento pueden referirse a la transmisión de ACK/NACK en PUCCH en una red de comunicaciones por radio que emplea agregación de múltiples células, es decir, portadoras de componentes, para proporcionar soporte de anchos de banda mayores que una sola portadora mientras que todavía proporciona compatibilidad retroactiva con tecnologías anteriores. En dicha red de comunicaciones por radio, se proporciona un formato de PUCCH, de acuerdo con las realizaciones en el presente documento, que es capaz de transportar un mayor número de bits que los proporcionados por los formatos PUCCH existentes, para permitir la señalización de ACK/NACK para cada una de las múltiples portadoras de componentes.

15 Las realizaciones en el presente documento permiten las transmisiones de PUCCH de alta carga requeridas para tal señalización proporcionando un formato de transmisión DFTS-OFDM de expansión de bloques. De acuerdo con este formato, toda la información de ACK/NACK de todas las portadoras de componentes de un solo equipo de usuario se codifica conjuntamente en una palabra de código. Esta palabra de código, que corresponde al bloque de bits de la información de control de enlace ascendente, en algunas realizaciones puede ser cifrada para mitigar la interferencia entre células y mapearse en símbolos tales como la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo. La multiplexación de los equipos de usuario se habilita con expansión de bloques, es decir, la misma señal en forma de código, posiblemente cifrada con una secuencia diferente, o en forma de símbolos si la palabra de código se ha mapeado a símbolos antes de la expansión de bloques o repetido en todos los símbolos DFTS-OFDM de un intervalo o subtrama, pero los símbolos se ponderan con un factor escalar o de ponderación diferente de una secuencia de expansión para cada símbolo DFTS-OFDM dentro de la subtrama o intervalo de tiempo. La secuencia de símbolos de cada símbolo DFTS-OFDM se transforma o precodifica con la matriz, por ejemplo, una matriz de precodificación modificada, y se transmite dentro del tiempo de duración de un símbolo DFTS-OFDM. Para mitigar aún más la interferencia, la matriz del modulador DFTS-OFDM modificado se modifica de una manera pseudoaleatoria, por ejemplo por la permutación de los elementos de la matriz. La transformación o precodificación puede ser una modulación DFTS-OFDM modificada, donde la operación DFT se combina con una operación de desplazamiento cíclico o una operación de cifrado.

Las realizaciones en el presente documento proporcionan un formato, denominado formato 3 de PUCCH, que proporciona flexibilidad en el sentido de que algunas soluciones pueden adaptarse a la carga útil creciente requerida de información de control de enlace ascendente. También introduce medios para mejorar la supresión de interferencia entre células. Estos medios son, o en combinación, cifrado con un código de cifrado, selección de la matriz o desplazamiento cíclico de los elementos de la matriz con un patrón de cambio cíclico. La selección del código de cifrado y/o el patrón de cambio cíclico puede depender de la identificación de la célula y/o del símbolo DFTS-OFDM/intervalo/subtrama/número de trama de radio de forma aleatoria para aleatorizar la interferencia entre células. Además, el formato o estructura permite intercambiar la carga útil y/o la ganancia de codificación y/o la supresión de interferencia entre células contra la capacidad de multiplexación. Una velocidad de código baja significa muchos bits codificados con relación a los bits de información y si los bits codificados están cifrados, cuanto mayor sea la secuencia cifrada, mejor será la supresión de interferencia entre células. La longitud de la secuencia de expansión determina la capacidad de multiplexación.

45 La figura 11 junto con la figura 12 representa una realización del proceso en un equipo 10 de usuario para expandir por bloques la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo. La figura 11 muestra cómo se transmite una secuencia ACK/NACK a, que es un ejemplo de un bloque de bits correspondiente a la información de control de enlace ascendente, dentro de un símbolo DFTS-OFDM. La secuencia a representa ACK/NACK de todas las portadoras de componentes agregados. Alternativamente, los bits individuales también pueden presentar una conexión AND lógica de bits ACK/NACK individuales. Esta secuencia a puede no solo representar ACK/NACK, sino que los estados de transmisión discontinua (DTX) pueden codificarse también, por ejemplo si no se ha recibido una asignación de planificación para ciertas portadoras de componentes.

55 En un primer paso, la secuencia a puede codificarse en un módulo 111 de codificación de corrección de errores para hacerlo más robusto frente a errores de transmisión. Un esquema de codificación de corrección de errores usado pueden ser códigos de bloque, códigos de convolución, etc. El módulo 111 de codificación de corrección de errores también puede comprender, posiblemente, una funcionalidad de intercalador que disponga el bloque de bits para que puedan producirse errores de una manera más uniformemente distribuida para aumentar el rendimiento.

60 Con el fin de aleatorizar la interferencia de células vecinas, el cifrado específico de célula con un código c puede aplicarse en un módulo de cifrado que da como resultado una secuencia cifrada, es decir, un bloque cifrado de bits. La secuencia cifrada es mapeada entonces a símbolos de modulación, usando QPSK por ejemplo, en un módulo 112 de mapeo de símbolos que da como resultado una secuencia x de símbolos de modulación de valor complejo y modulada y transmitida con un modulador DFTS-OFDM 113 que da como resultado la secuencia v de símbolos para transmisión. La secuencia v es una señal digital, por lo que se puede alimentar a un convertidor de digital a analógico, modulada a radiofrecuencia, amplificada, alimentada a la antena y luego transmitida.

El modulador DFTS-OFDM 113 es un modulador DFTS-OFDM modificado que comprende una matriz G 114 y también puede comprender un módulo 115 de IFFT y un generador 116 de prefijo cíclico. Por lo tanto, la secuencia v se transmite a través de un símbolo DFTS-OFDM o dentro de una duración de símbolo DFTS-OFDM. Sin embargo,

5 para permitir la multiplexación de diferentes usuarios o equipos de usuario, el bloque de bits debe transmitirse a través de varios símbolos DFTS-OFDM a la estación base 12 de radio. La matriz G 114 comprende elementos de matriz, y la matriz puede corresponder a una operación DFT junto con una operación de desplazamiento cíclico de filas o columnas de elementos de matriz, o corresponde a una operación DFT junto con una operación de cifrado de los elementos de matriz.

10 Por ejemplo, el módulo 112 de mapeo de símbolos mapea el bloque de bits en una secuencia de símbolos de modulación de valor complejo, x . La secuencia de expansión de bloques de los símbolos de modulación de valor complejo $[w(0)x, w(1)x, w(2)x, \dots, w(K-1)x]$ se obtiene después de la expansión de bloques donde $w = [w(0), w(1), w(2), \dots, w(K-1)]$ es una secuencia de expansión de escalares o factores de ponderación, cuya secuencia de expansión puede comprender en algunas realizaciones una secuencia ortogonal. La modulación DFTS-OFDM modificada se realiza luego por separado para cada copia ponderada o instancia de los símbolos de modulación $w(0)x, w(1)x, w(2)x, \dots, w(K-1)x$. La transmisión también se realiza por separado, por ejemplo OFDM(precodificado ($w(0)x$)), OFDM(precodificado ($w(1)x$)), etc. se realizan. Por lo tanto, la precodificación y la transmisión pueden realizarse de modo que una copia ponderada o instancia de los símbolos de modulación $w(k)x$ sea precodificada y transmitida en cada símbolo DFTS-OFDM, para $k = 0, \dots, K-1$ donde K es el número de símbolos DFTS-OFDM sobre los cuales los símbolos de modulación son expandidos por bloques. La secuencia de expansión, por ejemplo una secuencia ortogonal, proporciona separación entre los equipos de usuario, o más específicamente, entre las transmisiones de enlace ascendente realizadas por diferentes equipos de usuario.

25 También debe entenderse que, si no se aplica salto de frecuencia, las soluciones descritas anteriormente se aplican a una subtrama, con parámetros adaptados en consecuencia. El número de símbolos DFTS-OFDM disponibles podría ser 12, suponiendo que 2 símbolos DFTS-OFDM se reservan para señales de referencia.

30 Si se habilita el salto de frecuencia, la solución arriba indicada se puede aplicar a cada intervalo, posiblemente con diferentes códigos de cifrado y secuencias de expansión. En este caso, la misma carga útil se transmitirá en ambos intervalos. Alternativamente, la secuencia cifrada o los símbolos de modulación, es decir, la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo se divide en dos partes y una primera parte se transmite en un primer intervalo y una segunda parte en un segundo intervalo. En principio, incluso el bloque de bits a podría dividirse y la primera parte podría transmitirse en el primer intervalo y la segunda parte en el segundo intervalo. Sin embargo, esto es menos preferible ya que en este caso el bloque de bits procesados y transmitidos en cada intervalo es más pequeño, por ejemplo, la mitad del tamaño antes de la división, lo que da como resultado una ganancia de codificación reducida.

40 La figura 12 muestra una realización en la que la señal o bloque de bits es expandida por bloques. La cadena de procesamiento comprende el módulo de codificación de corrección de errores 111. En el caso más simple, la misma señal o bloque de bits es expandida por bloques, es decir, repetida varias veces y mapeada a símbolos de modulación, es decir, una secuencia de símbolos de modulación de valor complejo, y cada copia o instancia de los símbolos de modulación se pondera con un escalar $w[k]$, también denominado factor de ponderación de una secuencia de expansión. Cabe señalar que el mapeo puede ocurrir antes de la expansión de bloques. Si tenemos símbolos DFTS-OFDM K , la secuencia de expansión tiene longitud K , es decir, $w[k], k = 0, 1 \dots K-1$. A continuación, pueden construirse secuencias ortogonales K de expansión y, por lo tanto, los usuarios K pueden ser multiplexados. Por lo tanto, estas secuencias ortogonales K se usan en la expansión de bloques de los símbolos de modulación, es decir, la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo. Esto se muestra en la figura 12, donde cada caja etiquetada Mod1-ModK comprende los módulos 112-116 de acuerdo con la figura 11. Implementaciones equivalentes permiten la aplicación del factor de ponderación en otras posiciones en cualquier lugar después del módulo 112 de mapeo de símbolos como se ilustra en la figura 12 donde un factor de ponderación $w[0] - w[K-1]$ se aplica a la secuencia v respectiva después del modulador DFTS-OFDM 113 de las respectivas cadenas de proceso para símbolos DFTS-OFDM $0 \dots K-1$. Además, es equivalente a mapear primero el bloque de bits a los símbolos de modulación, es decir, símbolos de modulación de valor complejo y luego repetir los símbolos de modulación y repetir el bloque de bits y luego mapear cada bloque de bits repetido a los símbolos de modulación.

55 En una configuración alternativa, la señal o bloque de bits transmitidos en los símbolos DFTS-OFDM K no es una copia, si se ignora la escala de los símbolos por $w[k]$, pero cada bloque Mod1-ModK en la figura 12 en realidad realiza el cifrado con una secuencia de cifrado diferente. De lo contrario, la figura 11 sigue siendo válida. En este caso, la secuencia de cifrado respectiva puede depender además de la ID de la célula también en el símbolo DFTS-OFDM /intervalo/subtrama/número de trama de radio. El cifrado, y especialmente que la secuencia de cifrado pueda depender de la ID de célula y/o símbolo DFTS-OFDM/intervalo/subtrama/número de trama de radio, proporciona una mejor aleatorización y mitigación de interferencia entre células que las transmisiones de PUCCH DFTS-OFDM de última generación.

65

Suponiendo, por ejemplo, un símbolo de referencia, también denominado señal de referencia, por intervalo, K podría ser seis, suponiendo el prefijo cíclico normal, en LTE. Alternativamente, si no se usa salto de frecuencia, K podría ser 12 suponiendo una señal de referencia por intervalo. El diseño exacto de las señales de referencia no se discute más.

5 Dependiendo del número de bloques de recursos asignados en el modulador DFTS-OFDM 113, se puede controlar el número de bits codificados y, por lo tanto, la velocidad del código y/o el tamaño de la carga útil, la longitud de la secuencia de ACK/NACK o el bloque de bits a . Por ejemplo, si solo se asigna un solo bloque de recursos en el dominio de la frecuencia, están disponibles 24 bits codificados por símbolo DFTS-OFDM, suponiendo símbolos
10 QPSK. Si esto no es suficiente, se puede aumentar la cantidad de bloques de recursos asignados. Más bits codificados también permiten un código c de cifrado más largo que da como resultado una mayor ganancia de cifrado.

15 Vale la pena mencionar que el esquema propuesto permite la multiplexación de usuarios con diferentes asignaciones de bloques de recursos. En la figura 13, se proporciona un ejemplo donde se multiplexan tres equipos de usuario. El primer equipo 10 de usuario requiere una mayor carga útil de ACK/NACK y ocupa, por lo tanto, dos bloques de recursos. Para los dos equipos de usuario restantes es suficiente con un bloque de recursos cada uno y estos son multiplexación por división de frecuencia (FDM) multiplexada. Dado que los equipos de usuario son multiplexados por FDM, los equipos de usuario pueden reutilizar la misma secuencia de expansión, pero, por
20 supuesto, también pueden usar diferentes secuencias de expansión. En este ejemplo, el factor de expansión es 4. El equipo 10 de usuario que asigna dos bloques de recursos usa el código de expansión $[1 \ -1 \ 1 \ -1]$ que da como resultado secuencias de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo a través de símbolos DFTS-OFDM indicados como 121-124. Los equipos de usuario restantes usan el código de expansión $[1 \ 1 \ 1 \ 1]$ dando como resultado secuencias de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo a través
25 de símbolos DFTS-OFDM indicados como 131-134 para un segundo equipo de usuario y como 135-138 para un tercer equipo de usuario.

La figura 14 es un diagrama de bloques de acuerdo con una realización que representa una cadena de procesamiento para la transmisión de información de control de enlace ascendente para un símbolo DFTS-OFDM tal
30 como un transmisor en el equipo 10 de usuario. El equipo 10 de usuario puede comprender el módulo 111 de codificación de corrección de errores, en el que el bloque de bits a se puede codificar para hacerlo más robusto contra errores de transmisión. Con el fin de aleatorizar la interferencia de células vecinas, el cifrado específico de célula con el código c puede aplicarse dando como resultado una secuencia cifrada. La secuencia cifrada puede entonces mapearse en símbolos de modulación, es decir, una secuencia de símbolos de modulación de valor
35 complejo en el módulo 112 de mapeo de símbolos, que a continuación es expandida por bloques con una secuencia de expansión (no mostrada). El equipo 10 de usuario se transforma, por ejemplo precodifica, por símbolo DFTS-OFDM, la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo en el modulador DFTS-OFDM 113 con la matriz G 114 que depende del índice de símbolo DFTS-OFDM y/o índice de intervalo. En el ejemplo ilustrado, la matriz G 114 corresponde a una operación 141 de transformación de Fourier discreta (DFT) junto con una operación 142 de desplazamiento cíclico de filas o columnas. El equipo 10 del usuario también puede comprender el módulo 115 de IFFT y el generador 116 de prefijo cíclico. Por lo tanto, la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo es modulada y transmitida a través del símbolo DFTS-OFDM o dentro de una duración de símbolo DFTS-OFDM. Sin embargo, para permitir la multiplexación de diferentes usuarios, el bloque de bits codificado de corrección de errores se debe transmitir a través de varios símbolos DFTS-OFDM a la estación base 12 de radio.

Una variación de la realización anterior es cuando la secuencia cifrada no se mapea en un símbolo DFTS-OFDM sino en varios símbolos DFTS-OFDM. La figura 15 muestra un ejemplo en el que un bloque cifrado de bits s se transmite a través de dos símbolos DFTS-OFDM, o durante el tiempo de duración de dos símbolos DFTS-OFDM. En este ejemplo, una secuencia cifrada de 48 bits de largo o un bloque de bits s se asigna a $24 = 2 \times 12$ símbolos QPSK y se transmite en dos símbolos DFTS-OFDM, suponiendo una asignación de bloque de recursos y cada símbolo DFTS-OFDM que lleva 12 símbolos. El bloque de bits a puede procesarse en un módulo 151 de codificación de corrección de errores, que puede corresponder al módulo 111 de codificación de corrección de errores en la figura 11. Para aleatorizar la interferencia de la célula vecina, se puede aplicar el cifrado específico de célula con un código c en un módulo 152 de cifrado de bits dando como resultado una secuencia cifrada s , es decir, un bloque cifrado de bits. La secuencia cifrada s es expandida o dividida en dos símbolos DFTS-OFDM diferentes. La primera mitad de s se asigna a símbolos, usando QPSK, por ejemplo, en un primer módulo 153 de mapeo de símbolos y modulado y transmitido con un primer modulador DFTS-OFDM modificado. El primer modulador DFTS-OFDM modificado comprende una primera matriz de precodificación G 154 y también puede comprender un primer módulo 155 de IFFT y un primer generador 156 de prefijo cíclico.

La segunda mitad de s es mapeada a los símbolos, por ejemplo, a los símbolos de modulación de valor complejo, usando QPSK, por ejemplo, en un segundo módulo 153' de asignación de símbolos y modulado y transmitido con un segundo modulador DFTS-OFDM modificado. El segundo modulador DFTS-OFDM modificado comprende una segunda matriz de precodificación G 154' y también puede comprender un segundo módulo 155' de IFFT y un segundo generador 156' de prefijo cíclico.

Por lo tanto, la primera mitad del bloque de bits se transmite a través del primer símbolo DFTS-OFDM y la segunda mitad del bloque de bits se transmite a través del segundo símbolo DFTS-OFDM. Sin embargo, para permitir la multiplexación de diferentes usuarios, el bloque cifrado codificado de corrección de errores s se va a transmitir a través de varios símbolos DFTS-OFDM a la estación base 12 de radio.

En la figura 16 se representa una realización de un proceso de expansión de bloques modificado correspondiente. En este ejemplo, se muestra la expansión de bloques en caso de que se transmita el bloque codificado de bits s a través de dos símbolos DFTS-OFDM. Cada bloque "Mod" comprende la disposición mostrada en la figura 15, excluyendo la funcionalidad de codificación de corrección de errores. Esta variación permite una mayor carga útil y ganancia de cifrado en comparación con el caso de línea base de la figura 11. Sin embargo, el precio a pagar es la capacidad de multiplexación reducida. Si suponemos que los símbolos DFTS-OFDM K están disponibles para la transmisión, y usamos L de ellos para una instancia del bloque cifrado de bits, la longitud del código de expansión o secuencia de expansión -y por lo tanto la capacidad de multiplexación- se reduce a K/L . En este ejemplo, la capacidad de multiplexación se reduce por un factor de 2 en comparación con el caso cuando el bloque cifrado de bits s se modula y se transmite a través de un símbolo DFTS-OFDM. El bloque de bits correspondiente a la información de enlace ascendente, tal como ACK/NACK, se procesa en un módulo 161 de codificación de corrección de errores, que puede corresponder al módulo 111 de codificación de corrección de errores en la figura 11. Varios módulos Mod1-ModK/2 en la figura 16 realizan el cifrado con una secuencia de cifrado diferente, donde se aplica un factor de ponderación $w[0] - w[(K/2) - 1]$ a los respectivos símbolos de modulación de expansión de bloques, es decir, la secuencia de expansión de bloques respectiva de los símbolos de modulación de valor complejo después de los módulos Mod1-ModK/2.

En otra realización, en la que se realiza el orden de la operación de cifrado y el mapeo de símbolos se cambian de acuerdo con la figura 17. Aquí el cifrado se aplica en el nivel de símbolo en lugar de en el nivel de bit, lo que significa que el mapeo de símbolos se realiza antes del cifrado del símbolo. El código de cifrado c puede depender de la ID de la célula así como del índice de símbolo DFTS-OFDM/intervalo/subtrama/número de trama de radio. El equipo 10 de usuario puede comprender en el presente documento un módulo 171 de codificación de corrección de errores, en el que la secuencia o bloque de bits a se puede codificar para hacerlo más robusto frente a errores de transmisión. El módulo 171 de codificación de corrección de errores puede corresponder al módulo 111 de codificación de corrección de errores en la figura 11. El bloque de bits es mapeado entonces sobre los símbolos de modulación, es decir, una secuencia de símbolos de modulación de valor complejo en un módulo 172 de mapeo de símbolos. Para aleatorizar la interferencia de células vecinas, el cifrado específico de célula con el código \tilde{c} se puede aplicar a los símbolos en un módulo 173 de cifrado de símbolos, dando como resultado una secuencia cifrada s' . La secuencia cifrada es entonces transformada de Fourier discreta en un módulo DFT 174. El módulo 173 de cifrado de símbolos y el módulo 174 de DFT pueden estar comprendidos en la matriz G 114. Por lo tanto, el equipo 10 de usuario luego transforma, por ejemplo precodifica, por símbolo DFTS-OFDM, los símbolos de modulación expandidos por bloques, es decir, la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo, con la matriz G 114 que depende de un índice de símbolo DFTS-OFDM y /o índice de intervalo. El equipo 10 de usuario también puede comprender un módulo 175 de IFFT y un generador 176 de prefijo cíclico. Por lo tanto, los símbolos de modulación de expansión de bloques, es decir, la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo, se transmite a través del símbolo DFTS-OFDM o dentro de una duración de símbolo DFTS-OFDM. Sin embargo, para permitir la multiplexación de diferentes usuarios, el bloque de bits debe transmitirse a través de varios símbolos DFTS-OFDM a la estación base 12 de radio.

La operación de cifrado puede describirse matemáticamente en algunas realizaciones mediante multiplicación con una matriz diagonal C cuyos elementos diagonales están constituidos por los elementos del código \tilde{c} de cifrado, en el que \tilde{c} es la secuencia de cifrado en el nivel del símbolo. La operación DFT posterior se puede describir mediante la matriz DFT F . Usando esta notación, la operación combinada puede expresarse para estos ejemplos ilustrados mediante la matriz $G = FC$. La operación de cifrado y DFT puede realizarse en la matriz G . En este caso, la expansión de bloques se realiza antes de la operación de cifrado.

En la figura 18, se divulga un diagrama de bloques de las realizaciones en el presente documento. El equipo 10 de usuario puede comprender alternativamente un módulo 181 de codificación de corrección de errores, en el que la secuencia o bloque de bits a puede codificarse para hacerlo más robusto frente a errores de transmisión. El módulo 181 de codificación de corrección de errores puede corresponder al módulo 111 de codificación de corrección de errores en la figura 11. Con el fin de aleatorizar la interferencia de célula vecina, la codificación específica de célula con el código c se puede aplicar al bloque de bits codificado de corrección de error posible en un módulo 182 de cifrado de bits. El bloque cifrado de bits s es mapeado entonces en una secuencia de símbolos de modulación de valor complejo en un módulo 183 de mapeo de símbolos. Los símbolos de modulación se expanden por bloques con una secuencia de expansión (no mostrada). El equipo 10 de usuario luego transforma, por ejemplo precodifica, por símbolo DFTS-OFDM, la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo, con la matriz G 114 que depende de un índice de símbolo DFTS-OFDM y /o índice de intervalo. El equipo 10 de usuario también puede comprender un módulo 185 de IFFT y un generador 186 de prefijo cíclico. Los símbolos de modulación de expansión de bloques, es decir, la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de

valor complejo, se modulan y transmiten a través del símbolo DFTS-OFDM o dentro de una duración de símbolo DFTS-OFDM. Sin embargo, para permitir la multiplexación de usuarios, el bloque cifrado de bits s se debe transmitir a través de varios símbolos DFTS-OFDM a la estación base 12 de radio.

- 5 La matriz G_{114} en el modulador DFTS-OFDM 113 puede variar con la ID de célula y/o el índice de símbolo DFTS-OFDM/intervalo/subtrama/número de trama de radio debido a la dependencia del código de cifrado.

10 La matriz G puede ser un producto de una matriz diagonal y una matriz DFT. Sin embargo, en lugar de un producto, podemos suponer una matriz general G . Para aleatorizar la matriz G de interferencia puede depender de la ID de célula y/o del índice de símbolo DFTS-OFDM/intervalo/subtrama/número de trama de radio. Para poder decodificar la señal transmitida de la información de control de enlace ascendente en el receptor, el requisito mínimo sobre G es que exista su inversa.

15 Se puede construir un receptor más simple si la matriz G es ortogonal, ya que en este caso su inversa es solo la transposición hermitiana de la matriz G . Dependiendo de la aplicación, puede ser de interés una baja fluctuación de la envoltura de la señal transmitida de la información de control de enlace ascendente, la baja métrica cúbica o la relación de potencia máxima media. En este caso, la combinación de la matriz G y la operación de IFFT posterior deberían dar como resultado una señal con baja métrica cúbica.

20 Una de tales matrices sería una matriz DFT, cuyas filas o columnas se desplazan cíclicamente, por ejemplo suponiendo M filas, la fila 1 se convierte en la fila n , la fila 2 se convierte en la fila $(n + 1) \bmod M$, y así sucesivamente. Esta operación da como resultado un desplazamiento cíclico de las subportadoras o símbolos de modulación de valor complejo mapeados, véase la figura 14 para una ilustración. La cantidad de desplazamiento cíclico o patrón de cambio cíclico puede depender de la ID de la célula y/o del índice de símbolo DFTS-OFDM /intervalo/subtrama/número de trama de radio. El desplazamiento cíclico de subportadoras o símbolos de modulación de valor complejo que dependen de la ID de célula así como, o, índice de símbolo DFTS-OFDM/intervalo/subtrama/número de trama de radio aleatoriza la interferencia entre células y mitiga la interferencia entre células. Esto mejora la mitigación de la interferencia entre células en comparación con las transmisiones de PUCCH DFTS-OFDM de la técnica anterior. La matriz DFT puede ser en algunas realizaciones el producto de una matriz DFT y una matriz de cifrado diagonal.

También es posible una permutación general de filas o columnas; sin embargo, la métrica cúbica aumenta en este caso.

35 Las técnicas divulgadas en el presente documento permiten, por ejemplo transmisiones de PUCCH de alta carga útil, en algunas realizaciones. Además, estas técnicas también pueden proporcionar flexibilidad para adaptar la solución a la carga útil requerida. Estas técnicas también son útiles porque introducen medios para mejorar la interferencia entre células. Estos medios están cifrando con un código de cifrado, selección de una matriz G y/o desplazamiento cíclico de los elementos de la matriz con un patrón de cambio cíclico. La selección del código de cifrado c o el patrón de cambio cíclico puede depender de la ID de célula y/o del símbolo DFTS-OFDM/intervalo/subtrama/número de trama de radio de una manera pseudoaleatoria para aleatorizar la interferencia entre células. Además, las realizaciones en el presente documento permiten variar la estructura del formato de PUCCH para intercambiar la carga útil y/o la ganancia de codificación y/o la supresión de interferencia entre células frente a la capacidad de multiplexación.

45 La figura 19 es un diagrama de bloques esquemático que representa una realización de un proceso de transmisión en el equipo 10 de usuario. Un bloque de bits correspondiente a la información de control de enlace ascendente debe transmitirse a través de un canal de radio a la estación base 12 de radio. Por ejemplo, un número de bits de retroalimentación HARQ puede determinarse por el número de células configuradas y el modo de transmisión, por ejemplo, portadora 1 de componente (CC1), CC3: MIMO, CC2: no MIMO. El bloque de bits puede estar codificado con corrección de errores en un módulo 191 de corrección de errores de avance (FEC). Además, el bloque de bits codificado de corrección de errores puede ser cifrado en un módulo 192 de cifrado de bits, que puede corresponder al módulo 182 de cifrado de bits en la figura 18. El equipo 10 de usuario comprende además un número de módulos de bloque Mod0-Mod4. Cada módulo de bloques comprende un módulo de mapeo de bit a símbolo en el que el bloque de bits está mapeado a una secuencia de símbolos de modulación de valor complejo. Además, cada módulo de bloques Mod0-Mod4 comprende un módulo de expansión de bloques configurado para bloquear conjuntamente la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo con una secuencia de expansión oc_1 - oc_4 , por ejemplo cubierta ortogonal para multiplexar equipos de usuario. Dentro de cada módulo de bloques, la expansión de bloques es solo una multiplicación por oc_i , $i = 0, \dots, 4$. Los módulos de bloque Mod0-Mod4 se expanden por bloques juntos la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo con $[oc_0, oc_1, \dots, oc_4]$. Además, la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo se transforma por símbolo DFTS-OFDM, es decir, cada segmento de la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo se transforma aplicando una matriz que depende, es decir, varía con, un índice de símbolo DFTS-OFDM y/o índice de intervalo. Esto puede realizarse desplazando cíclicamente primero cada segmento de la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo, realizando así un desplazamiento cíclico pseudoaleatorio para aleatorizar la interferencia entre células. Entonces cada segmento cíclicamente desplazado se procesa, por ejemplo

transformado, en una matriz DFT. El segmento desplazado cíclicamente y transformado mediante DFT se transforma luego en IFFT y la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo que se ha transformado se transmite a través de los símbolos DFTS-OFDM o dentro de la duración de los símbolos DFTS-OFDM.

5 Las señales de referencia (RS) s también se transmiten de acuerdo con un patrón durante una duración de símbolo DFTS-OFDM. Cada RS es transformada por IFFT antes de ser transmitida.

10 Varias realizaciones en el presente documento incluyen métodos de codificación y/o transmisión de mensajes de señalización de acuerdo con las técnicas descritas anteriormente, en LTE avanzada u otros sistemas de comunicación inalámbricos. Otras realizaciones incluyen equipos de usuario u otros nodos inalámbricos configurados para llevar a cabo uno o más de estos métodos, incluyendo estaciones móviles configuradas para codificar y/o transmitir mensajes de señalización de acuerdo con estas técnicas, y estaciones base inalámbricas, por ejemplo, los e-NodoB, configuradas para recibir y/o decodificar señales transmitidas de acuerdo con estos métodos de señalización. Varias de estas realizaciones pueden comprender uno o más circuitos de procesamiento que ejecutan instrucciones de programa almacenadas para llevar a cabo las técnicas de señalización y los flujos de señalización descritos en el presente documento; los expertos en la materia apreciarán que estos circuitos de procesamiento pueden comprender uno o más microprocesadores, microcontroladores o similares, ejecutando instrucciones de programa almacenadas en uno o dispositivos de memoria.

20 Por supuesto, los expertos en la materia apreciarán que las técnicas inventivas discutidas anteriormente no están limitadas a sistemas de LTE o a aparatos que tienen una configuración física idéntica a la sugerida anteriormente, pero apreciarán que estas técnicas pueden aplicarse a otros sistemas de telecomunicaciones y/o a otros aparatos.

25 Los pasos del método en el equipo 10 de usuario para transmitir información de control de enlace ascendente en intervalos de tiempo en una subtrama a través de un canal de radio a la estación base 12 de radio de acuerdo con algunas realizaciones generales se describirán ahora con referencia a un diagrama de flujo representado en la figura 20. Los pasos no tienen que tomarse en el orden indicado a continuación, pero pueden tomarse en cualquier orden adecuado. El canal de radio está dispuesto para transportar información de control de enlace ascendente y el equipo 30 10 de usuario y la estación base 12 de radio están comprendidos en una red de comunicaciones por radio. La información de control de enlace ascendente está comprendida en un bloque de bits. En algunas realizaciones, el bloque de bits corresponde a información de control de enlace ascendente y comprende acuses de recibo y acuses de recibo negativos codificados conjuntamente. El canal de radio puede ser un PUCCH.

35 Paso 201. El equipo 10 de usuario puede, en algunas realizaciones, como se indica mediante la línea discontinua, codificar por corrección de errores el bloque de bits. Por ejemplo, el bloque de bits puede ser una corrección de error directa procesada o similar.

40 Paso 202. El equipo 10 de usuario puede, en algunas realizaciones, como se indica mediante la línea discontinua, codificar el bloque de bits antes de mapear el bloque de bits a la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo. El proceso de cifrado es para reducir la interferencia entre células y puede ser específico de célula o similar.

45 Paso 203. El equipo 10 de usuario mapea el bloque de bits a una secuencia de símbolos de modulación de valor complejo.

Paso 204. El bloque de equipo 10 de usuario expande la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo a través de símbolos DFTS-OFDM aplicando una secuencia de expansión a la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo, para lograr una secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor 50 complejo.

Paso 205. El equipo 10 de usuario transforma, por símbolo DFTS-OFDM, la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo aplicando una matriz que depende de un índice de símbolo DFTS-OFDM y/o índice de intervalo a la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo. 55 En algunas realizaciones, la matriz comprende elementos de matriz, y la matriz corresponde a una operación DFT junto con una operación de desplazamiento cíclico de filas o columnas de los elementos de matriz. En algunas realizaciones alternativas, la matriz, que comprende elementos de matriz, corresponde a una operación de transformación de Fourier discreta junto con una operación de cifrado de los elementos de matriz.

60 Paso 206. El equipo 10 de usuario puede, en algunas realizaciones, como se indica por la línea discontinua, modular adicionalmente por ODMF, por símbolo DFTS-OFDM, la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo que se ha transformado. Por ejemplo, la secuencia se puede transformar en un proceso de IFFT y se puede agregar un prefijo cíclico en un proceso de prefijo cíclico.

65 Paso 207. El equipo 10 de usuario transmite la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo que se ha transformado a través del canal de radio a la estación base 12 de radio. En alguna

realización, la transmisión comprende transmitir una primera parte de la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo en un primer intervalo de tiempo y una segunda parte de la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo en un segundo intervalo de tiempo.

- 5 Dependiendo de si se aplica el salto de frecuencia en los límites de los intervalos, pueden derivarse otras variantes.

En algunas realizaciones, se proporciona un método en un terminal para transmitir información de control de enlace ascendente en un intervalo en una subtrama a través de un canal a una estación base en un sistema de comunicación inalámbrico. La información de control de enlace ascendente puede estar comprendida en una palabra de código. El terminal mapea la palabra de código a los símbolos de modulación. El bloque de terminal luego expande por bloques los símbolos de modulación a través de los símbolos DFTS-OFDM repitiendo los símbolos de modulación para cada símbolo DFTS-OFDM y aplicando una secuencia de expansión de bloques de factores de ponderación a los símbolos de modulación repetidos, donde los símbolos de modulación repetidos incluyen los símbolos de modulación a los que la palabra clave ha sido mapeada, para lograr una copia ponderada respectiva de los símbolos de modulación para cada símbolo DFTS-OFDM. El terminal luego transforma, en algunas realizaciones mediante precodificación o modulación DFTS-OFDM, para cada símbolo DFTS-OFDM, la copia ponderada respectiva de los símbolos de modulación mediante la aplicación de una matriz que depende de un índice de símbolo DFTS-OFDM y/o índice de intervalo para la respectiva copia ponderada de los símbolos de modulación. El terminal 10 transmite entonces, sobre, o en/dentro de, cada símbolo DFTS-OFDM o duración del símbolo, la copia ponderada respectiva de los símbolos de modulación que se ha transformado en la estación base. En realizaciones alternativas, la palabra de código se puede repetir para cada símbolo DFTS-OFDM y luego las palabras de código repetidas, incluyendo la palabra de código que se ha repetido, son mapeadas a símbolos de modulación, es decir en estas realizaciones los pasos de repetición y mapeo de la expansión de bloques se realiza en orden inverso, y luego sigue el paso de ponderación.

25 El canal puede ser un canal de control de enlace ascendente físico y la palabra de código puede ser un número de bits. Los símbolos de modulación pueden ser símbolos QPSK o símbolos BPSK. En algunas realizaciones, la secuencia de expansión de bloques puede ser una secuencia ortogonal. El paso de transformación puede comprender en algunas realizaciones desplazar cíclicamente la matriz, cuya matriz puede ser una matriz de transformada de Fourier discreta.

30 Para realizar los pasos del método anteriores para transmitir información de control de enlace ascendente en intervalos de tiempo en la subtrama por el canal de radio a la estación base 12 de radio, el equipo 10 de usuario comprende una disposición representada en la figura 21. El canal de radio puede comprender PUCCH u otros canales de radio de control de enlace ascendente y está dispuesto para transportar información de control de enlace ascendente. Como se indicó anteriormente, el bloque de bits puede corresponder a información de control de enlace ascendente y comprender acuses de recibo y acuses de recibo negativos codificados conjuntamente.

35 En algunas realizaciones, el equipo 10 de usuario puede comprender un circuito 211 de codificación de corrección de errores configurado para codificar por corrección de errores el bloque de bits.

Además, el equipo de usuario puede comprender un circuito 212 de cifrado configurado para cifrar el bloque de bits antes de mapear el bloque de bits a la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo.

40 El equipo 10 de usuario comprende un circuito 213 de mapeo configurado para mapear el bloque de bits a la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo.

Además, el equipo 10 de usuario comprende un circuito 214 de expansión de bloques configurado para expandir por bloques la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo a través de símbolos DFTS-OFDM aplicando una secuencia de expansión a la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo, logrando así una secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo.

45 El equipo 10 de usuario también comprende un circuito 215 de transformación configurado para transformar, por símbolo DFTS-OFDM, la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo aplicando una matriz que depende de un índice de símbolo DFTS-OFDM y/o índice de intervalo a la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo. La matriz puede comprender en algunas realizaciones elementos de matriz y corresponden a una operación de transformación de Fourier discreta junto con una operación de desplazamiento cíclico de filas o columnas de los elementos de la matriz. La matriz, que puede comprender elementos de matriz, puede corresponder a una operación de transformación de Fourier discreta junto con una operación de cifrado de los elementos de la matriz.

50 Además, el equipo 10 de usuario comprende un transmisor 217 configurado para transmitir la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo que se ha transformado a través del canal de radio a la estación base 12 de radio. El transmisor 217 puede en algunas realizaciones estar configurado para transmitir una primera parte de la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo en un primer intervalo de

tiempo y una segunda parte de la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo en un segundo intervalo de tiempo.

5 En algunas realizaciones, el equipo 10 de usuario comprende además un modulador OFDM 216, que está modificado o configurado para modular por OFDM, por símbolo DFTS-OFDM, la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo que se ha transformado. Por ejemplo, cada segmento de la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo dentro de un símbolo DFTS-OFDM se transforma aplicando la matriz al segmento de la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo en el circuito 215 de transformación, y luego se modula por OFDM en el modulador OFDM 216 y se transmite dentro del símbolo DFTS-OFDM. El transmisor 217 puede estar comprendido en el modulador OFDM 216.

15 Las realizaciones en el presente documento para transmitir información de control de enlace ascendente a través de un canal de radio a la estación base 12 de radio pueden implementarse a través de uno o más procesadores, tales como un circuito 218 de procesamiento en el equipo 10 de usuario representado en la figura 21, junto con el código de programa informático para realizar las funciones y/o los pasos del método de las realizaciones en el presente documento. El código de programa mencionado anteriormente también se puede proporcionar como un producto de programa informático, por ejemplo en la forma de una portadora de datos que lleva el código de programa informático para realizar la presente solución cuando se carga en el equipo 10 de usuario. Una de estas portadoras puede estar en forma de un disco CD ROM. Sin embargo, es factible con otros soportes de datos, como una tarjeta de memoria. El código de programa informático puede proporcionarse además como código de programa puro en un servidor y descargarse al equipo 10 de usuario.

20 El equipo 10 de usuario puede comprender además una memoria 219 configurada para ser usada para almacenar datos, secuencia de expansión, matriz y aplicación para realizar el método cuando se ejecuta en el equipo 10 de usuario y/o similar.

30 Los pasos del método en la estación base 12 de radio para recibir información de control de enlace ascendente en intervalos de tiempo en una subtrama a través de un canal de radio desde el equipo 10 de usuario de acuerdo con algunas realizaciones generales se describirán ahora con referencia a un diagrama de flujo representado en la figura 22. Los pasos no tienen que tomarse en el orden indicado a continuación, pero pueden tomarse en cualquier orden adecuado. El canal de radio está dispuesto para transportar información de control de enlace ascendente y el equipo 10 de usuario y la estación base 12 de radio están comprendidos en una red de comunicaciones por radio. La información de control de enlace ascendente está comprendida en un bloque de bits. En algunas realizaciones, el bloque de bits corresponde a información de control de enlace ascendente y comprende acuses de recibo y acuses de recibo negativos codificados conjuntamente. El canal de radio puede ser un PUCCH.

Paso 221. La estación base 12 de radio recibe una secuencia de símbolos de modulación de valor complejo.

40 Paso 222. La estación base 12 de radio demodula por OFDM la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo.

45 Paso 223. La estación base 12 de radio transforma entonces, por símbolo DFTS-OFDM, la secuencia demodulada por OFDM de símbolos de modulación de valor complejo aplicando una matriz que depende de un índice de símbolo DFTS-OFDM y/o índice de intervalo a la secuencia demodulada por OFDM de símbolos de modulación de valor complejo. Esta matriz puede realizar/dar como resultado la operación inversa a la de la matriz G en el equipo 10 de usuario. La operación inversa puede en algunas realizaciones comprender una operación de transformada de Fourier discreta inversa, y la matriz inversa a la matriz G puede comprender una matriz de transformada de Fourier discreta inversa.

50 Paso 224. La estación base 12 de radio también expande por bloques la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo que se han demodulado por OFDM y transformado, con una secuencia de desparramamiento, tal como una secuencia ortogonal.

55 Paso 225. La estación base 12 de radio mapea la secuencia desexpandida de símbolos de modulación de valor complejo que se han demodulado por OFDM y transformado, a un bloque de bits que representa la información de control de enlace ascendente.

Por lo tanto, la estación base 12 de radio puede decodificar la información de control de enlace ascendente recibida.

60 El método puede ser realizado por una estación base 12 de radio. La figura 23 es un diagrama de bloques de la estación base 12 de radio para recibir información de control de enlace ascendente en intervalos de tiempo en una subtrama a través de un canal de radio desde el equipo 10 de usuario. El canal de radio está dispuesto para transportar información de control de enlace ascendente.

La estación base 12 de radio comprende un receptor 231 configurado para recibir una secuencia de símbolos de modulación de valor complejo y un circuito 232 de demodulación por OFDM configurado para demodular por OFDM la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo.

5 Además, la estación base 12 de radio comprende un circuito 233 de transformación configurado para transformar, por símbolo DFTS-OFDM, la secuencia demodulada por OFDM de símbolos de modulación de valor complejo aplicando una matriz que depende de un índice de símbolo DFTS-OFDM y/o índice de intervalo para la secuencia demodulada por OFDM de símbolos de modulación de valor complejo. Esta matriz puede realizar/dar como resultado la operación inversa a la de la matriz G en el equipo 10 de usuario. La operación inversa puede en algunas realizaciones comprender una operación de transformada de Fourier discreta inversa, y la matriz inversa a la matriz G puede comprender una matriz de transformada de Fourier discreta inversa.

10 La estación base 12 de radio también comprende un circuito 234 de desexpansión de bloques configurado para desexpandir por bloques la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo que se han demodulado por OFDM y transformado, con una secuencia de desexpansión.

15 Además, la estación base 12 de radio comprende un circuito 235 de mapeo configurado para mapear la secuencia desexpandida de símbolos de modulación de valor complejo que han sido demodulados por OFDM y transformados, a un bloque de bits que representa la información de control de enlace ascendente.

20 Las realizaciones en el presente documento para recibir información de control de enlace ascendente a través de un canal de radio desde el equipo 10 de usuario pueden implementarse a través de uno o más procesadores, tales como un circuito 238 de procesamiento en la estación base 12 de radio representada en la figura 23, junto con código de programa informático para realizar las funciones y/o los pasos del método de las realizaciones en el presente documento. El código de programa mencionado anteriormente también puede proporcionarse como un producto de programa informático, por ejemplo en forma de una portadora de datos que lleva código de programa informático para realizar la presente solución cuando se carga en la estación base 12 de radio. Una de estas portadoras puede estar en forma de un disco CD ROM. Sin embargo, es factible con otros soportes de datos, como una tarjeta de memoria. El código de programa informático puede proporcionarse además como código de programa puro en un servidor y descargarse a la estación base 12 de radio.

25 La estación base 12 de radio puede comprender además una memoria 239 que comprende una o más unidades de memoria y configurada para usarse para almacenar datos, secuencia de expansión, matriz y aplicación para realizar el método cuando se ejecuta en la estación base 12 de radio y/o similar.

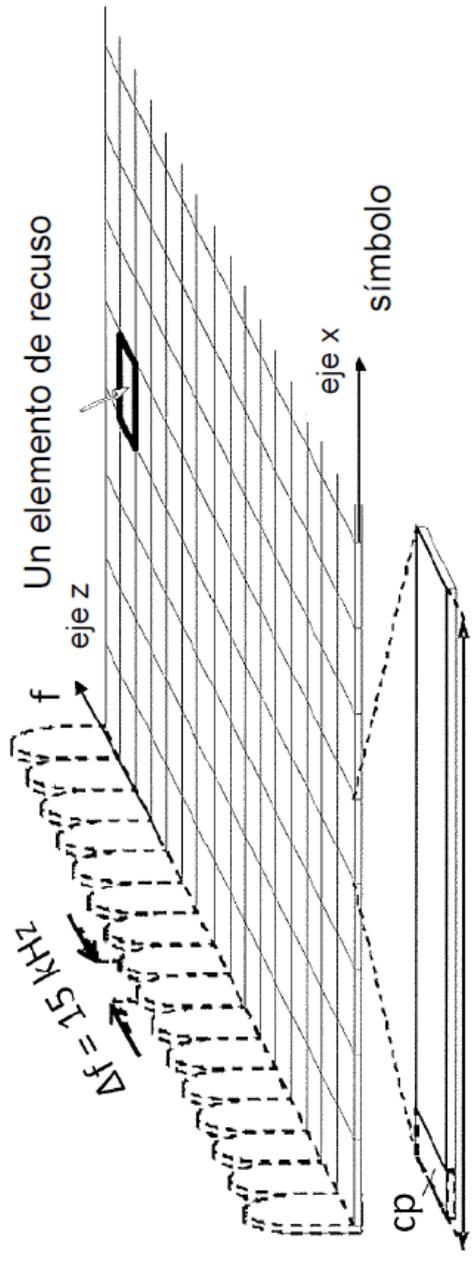
35 En los dibujos y las especificaciones, se han divulgado realizaciones de ejemplo en el presente documento. Sin embargo, se pueden realizar muchas variaciones y modificaciones a estas realizaciones sin apartarse sustancialmente de los principios de las realizaciones. Por consiguiente, aunque se emplean términos específicos, se usan en un sentido genérico y descriptivo únicamente y no con fines de limitación, definiéndose el alcance de la invención mediante las siguientes reivindicaciones.

40

REIVINDICACIONES

- 1.- Un método en una estación base (12) de radio para recibir información de control de enlace ascendente en intervalos de tiempo en una subtrama a través de un canal de radio desde un equipo (10) de usuario, cuyo canal de radio está dispuesto para transportar información de control de enlace ascendente, la información de control de enlace ascendente está comprendida en un bloque de bits, y cuyo equipo (10) de usuario y estación base (12) de radio están comprendidos en una red de comunicaciones por radio, el método comprende
- 5 - recibir (221) una secuencia de símbolos de modulación de valor complejo,
- 10 - multiplexación por división de frecuencia ortogonal, OFDM, que demodula (222) la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo,
- 15 - transformar (223), por símbolo de multiplexación por división de frecuencia ortogonal de expansión de transformada de Fourier discreta, DFTS-OFDM, la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo que se ha demodulado por OFDM aplicando, para cada símbolo DFTS-OFDM, a una parte de la secuencia demodulada por OFDM de símbolos de modulación de valor complejo que corresponden a ese símbolo DFTS-OFDM, una matriz que comprende elementos de matriz, cuyos elementos de matriz se desplazan cíclicamente dependiendo de un índice de símbolo DFTS-OFDM y/o índice de intervalo,
- 20 - desexpandir por bloques (224) la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo que ha sido demodulada por OFDM y transformada con una secuencia de desexpansión, y
- 25 - mapear (225) la secuencia desexpandida de símbolos de modulación de valor complejo que ha sido demodulada por OFDM y transformada, a un bloque de bits.
- 2.- Un equipo (10) de usuario para transmitir información de control de enlace ascendente en intervalos de tiempo en una subtrama a través de un canal de radio a una estación base (12) de radio, cuyo canal de radio está dispuesto para transportar información de control de enlace ascendente, y la información de control de enlace ascendente está comprendida en una bloque de bits, y cuyo equipo (10) de usuario comprende
- 30 un circuito (213) de mapeo configurado para mapear el bloque de bits a una secuencia de símbolos de modulación de valor complejo,
- 35 un circuito (214) de expansión de bloques configurado para expandir por bloques la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo a través de la expansión de transformada de Fourier discreta,
- 40 símbolos de multiplexación por división de frecuencia ortogonal, DFTS-OFDM, aplicando una secuencia de expansión a la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo, para lograr una secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo,
- 45 un circuito (215) de transformación configurado para transformar, por símbolo DFTS-OFDM, la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo mediante la aplicación, para cada símbolo DFTS-OFDM, a una parte de la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo que corresponde a ese símbolo DFTS-OFDM, una matriz que comprende elementos de matriz, cuyos elementos de matriz se desplazan cíclicamente dependiendo del índice de símbolo DFTS-OFDM y/o índice de intervalo, y un transmisor (217) configurado para transmitir la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo que se ha transformado a través del canal de radio a la estación base de radio (12).
- 50 3.- Un equipo (10) de usuario de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la matriz corresponde a una operación de transformación de Fourier discreta junto con una operación de desplazamiento cíclico de filas o columnas de elementos de matriz.
- 55 4.- Un equipo (10) de usuario de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2-3, que comprende además
- un circuito (211) de codificación de corrección de errores configurado para codificar por error de corrección el bloque de bits, y
- 60 un circuito (212) de cifrado configurado para cifrar el bloque de bits antes de mapear el bloque de bits a la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo.
- 65 5.- Un equipo (10) de usuario de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2-4, que comprende además
- un modulador OFDM (216) configurado para modular por OFDM, por símbolo DFTS-OFDM, la secuencia de expansión de bloques de símbolos de modulación de valor complejo que se ha transformado.

- 6.- Un equipo (10) de usuario de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2-5, en el que el transmisor (217) está configurado para transmitir una primera parte de la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo en un primer intervalo de tiempo y una segunda parte de la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo en un segundo intervalo de tiempo.
- 5
- 7.- Un equipo (10) de usuario de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2-6, en el que el bloque de bits corresponde a información de control de enlace ascendente y comprende acuses de recibo y acuses de recibo negativos codificados conjuntamente.
- 10
- 8.- Una estación base (12) de radio para recibir información de control de enlace ascendente en intervalos de tiempo en una subtrama a través de un canal de radio desde un equipo (10) de usuario, cuyo canal de radio está dispuesto para transportar información de control de enlace ascendente, estando comprendida la información de control de enlace ascendente en un bloque de bits, y la estación base (12) de radio comprende
- 15 un receptor (231) configurado para recibir una secuencia de símbolos de modulación de valor complejo,
- un circuito (232) de demodulación de multiplexación por división de frecuencia ortogonal, OFDM, configurado para demodular por OFDM la secuencia de símbolos de modulación de valor complejo,
- 20 un circuito (233) de transformación configurado para transformar, por símbolo de multiplexación por división de frecuencia ortogonal de expansión de transformada de Fourier discreta, DFTS-OFDM, la secuencia demodulada por OFDM de símbolos de modulación de valor complejo aplicando, para cada símbolo DFTS-OFDM, a una parte de la secuencia demodulada por OFDM de símbolos de modulación de valor complejo que corresponde a ese símbolo DFTS-OFDM, una matriz que comprende elementos de matriz, cuyos elementos de matriz se desplazan
- 25 cíclicamente dependiendo del índice de símbolo DFTS-OFDM y/o índice de intervalo,
- un circuito (234) de desexpansión de bloque configurado para desexpandir por bloques la secuencia de la símbolos de modulación de valor complejo que ha sido desmodulada por OFDM y transformada, con una secuencia de desexpansión, y un circuito (235) de mapeo configurado para mapear la secuencia desexpandida de símbolos de modulación de valor complejo que se ha demodulado por OFDM y transformado, en un bloque de bits.
- 30
- 9.- Un método en un terminal para transmitir información de control de enlace ascendente en un intervalo en una subtrama a través de un canal a una estación base en un sistema de comunicación inalámbrico, la información de control de enlace ascendente estando comprendida en una palabra de código, comprendiendo el método:
- 35 - mapear la palabra de código a símbolos de modulación;
- expandir por bloques los símbolos de modulación a través de la multiplexación por división de frecuencia ortogonal, OFDM, de expansión de transformada de Fourier discreta, DFTS, repitiendo los símbolos de modulación
- 40 para cada símbolo DFTS-OFDM y aplicando una secuencia de expansión de bloques de factores de ponderación a los símbolos de modulación repetidos para lograr una copia ponderada respectiva de los símbolos de modulación para cada símbolo DFTS-OFDM;
- transformar, para cada símbolo DFTS-OFDM, la copia ponderada respectiva de los símbolos de modulación aplicando una matriz que comprende, cuyos elementos de matriz se desplazan cíclicamente dependiendo de un
- 45 índice de símbolo DFTS-OFDM y/o índice de intervalo a la copia ponderada respectiva de los símbolos de modulación;
- transmitir, en cada símbolo DFTS-OFDM, la copia ponderada respectiva de los símbolos de modulación que se ha
- 50 transformado en la estación base.
- 10.- Un método de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el canal es un canal de control de enlace ascendente físico.
- 55
- 11.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9-10, en el que la palabra de código es un número de bits.
- 12.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9-11, en el que los símbolos de modulación son símbolos de desplazamiento de fase cuadrifásica o símbolos de desplazamiento de fase binario.
- 60
- 13.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9-12, en el que la secuencia de expansión de bloques es una secuencia ortogonal.
- 14.- Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9-13, en el que la transformación comprende
- 65 desplazar cíclicamente filas o columnas de la matriz, cuya matriz es una matriz de transformada de Fourier discreta.



Un símbolo OFDM que incluye cp

Fig. 1

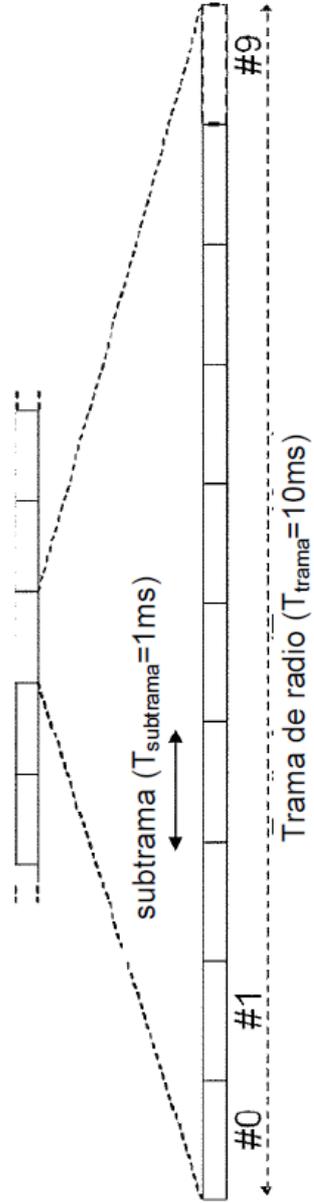


Fig. 2

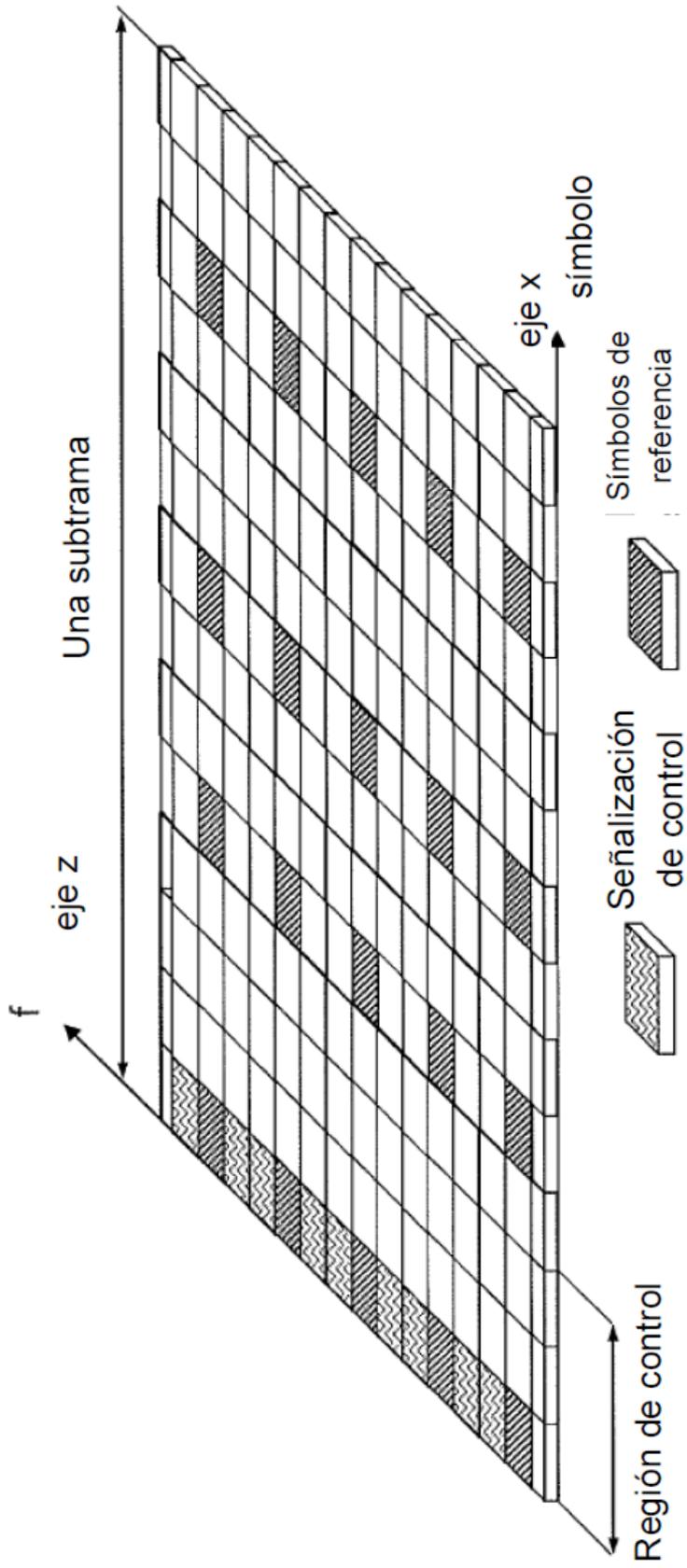


Fig. 3

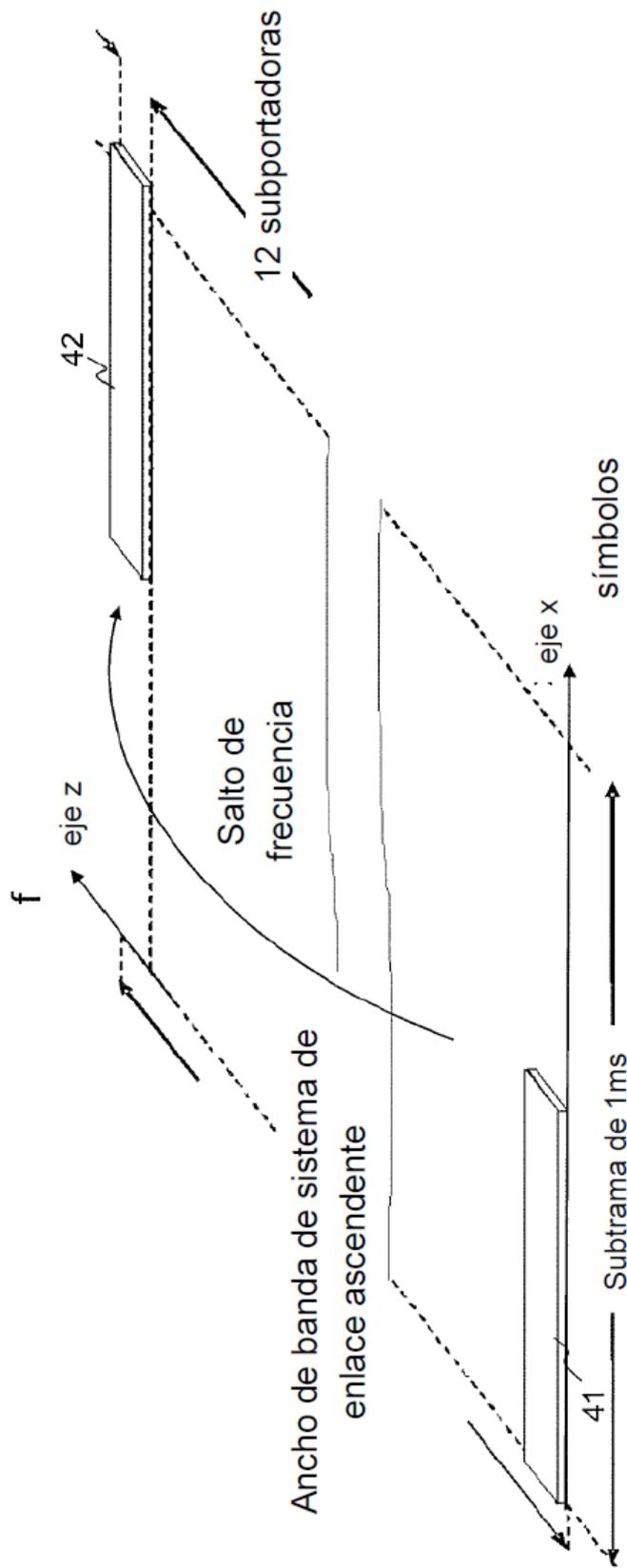


Fig. 4

Combinación	51		52		53	
	No MIMO	MIMO	1 ^{er} bloque de transporte	2 ^o bloque de transporte		
1	ACK		ACK		ACK	
2	NAK		ACK		NAK	
3	DTX		NAK		ACK	
4			NAK		NAK	
5			DTX			

Fig. 5

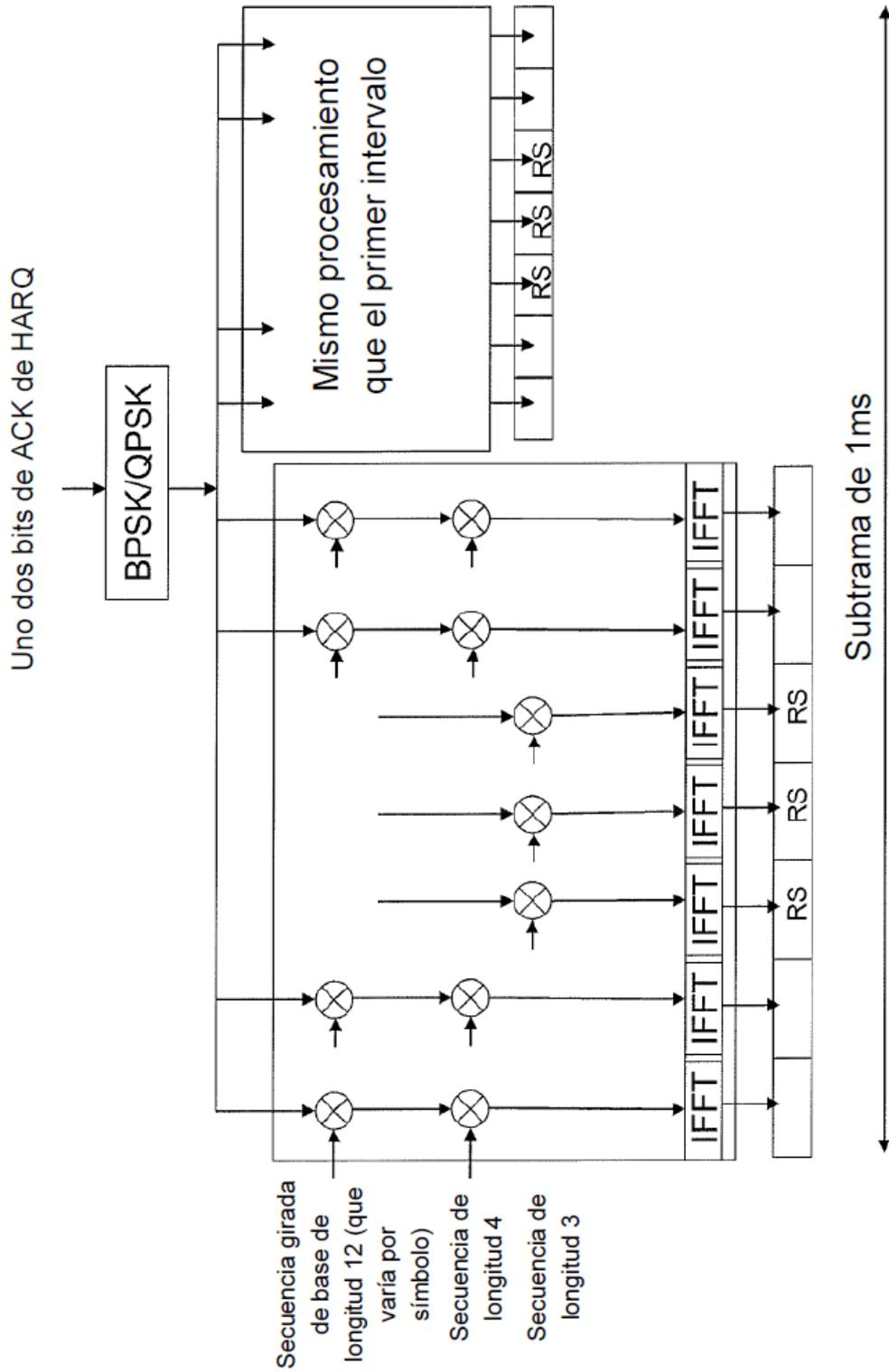


Fig. 6



Ancho de banda agregado de 100 MHz

Fig. 8

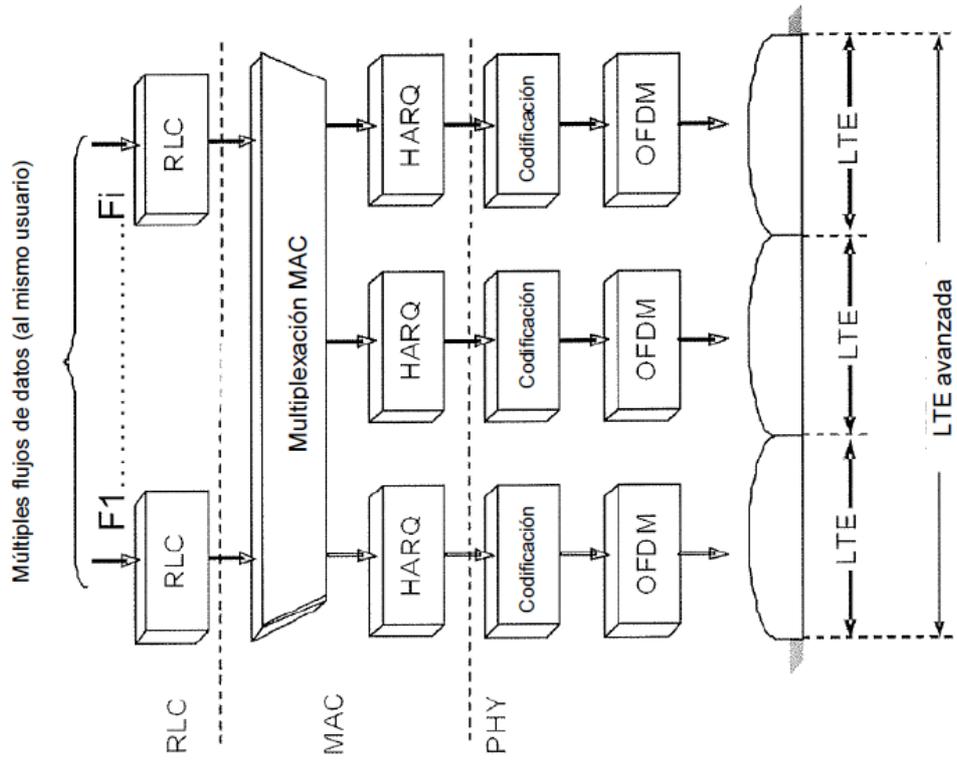


Fig. 9

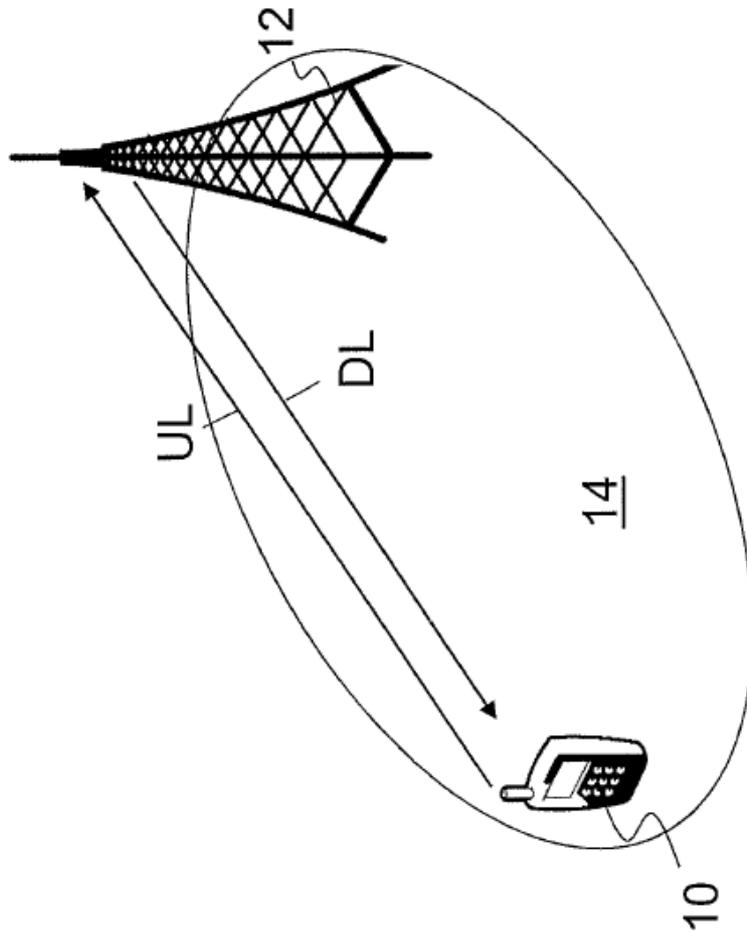


FIG. 10

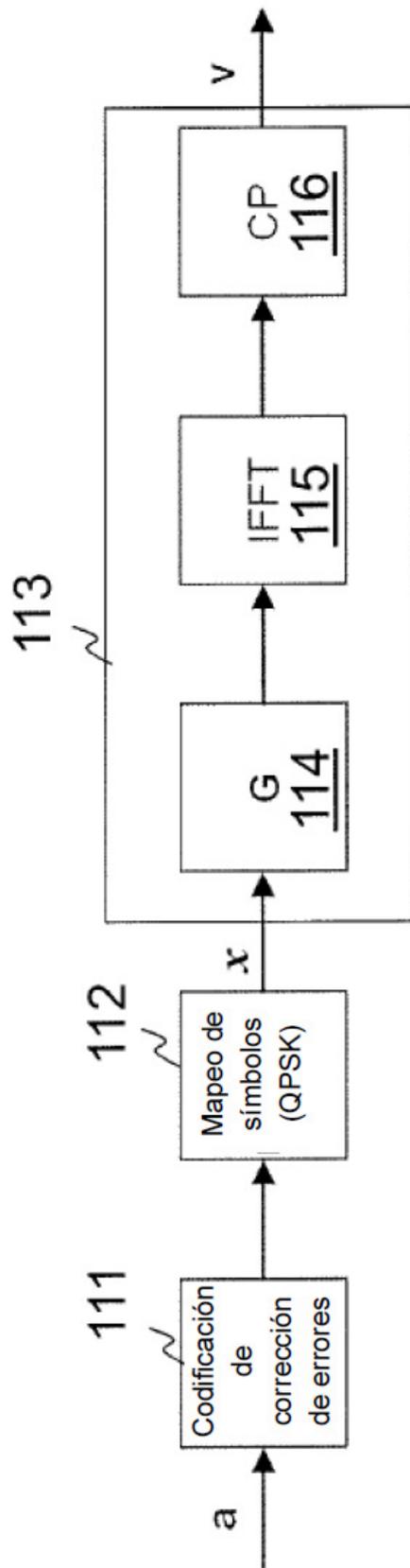


Fig. 11

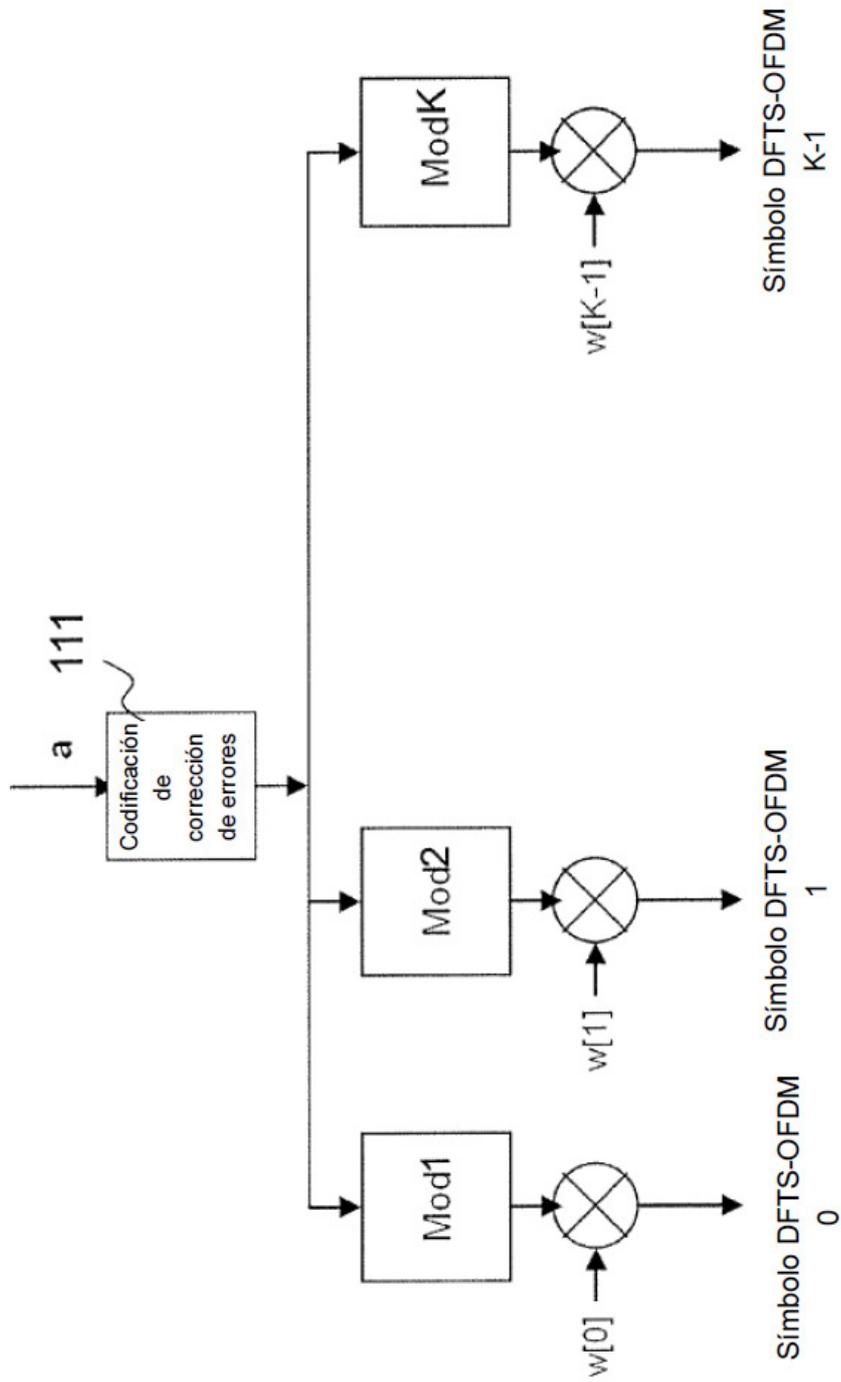


Fig. 12

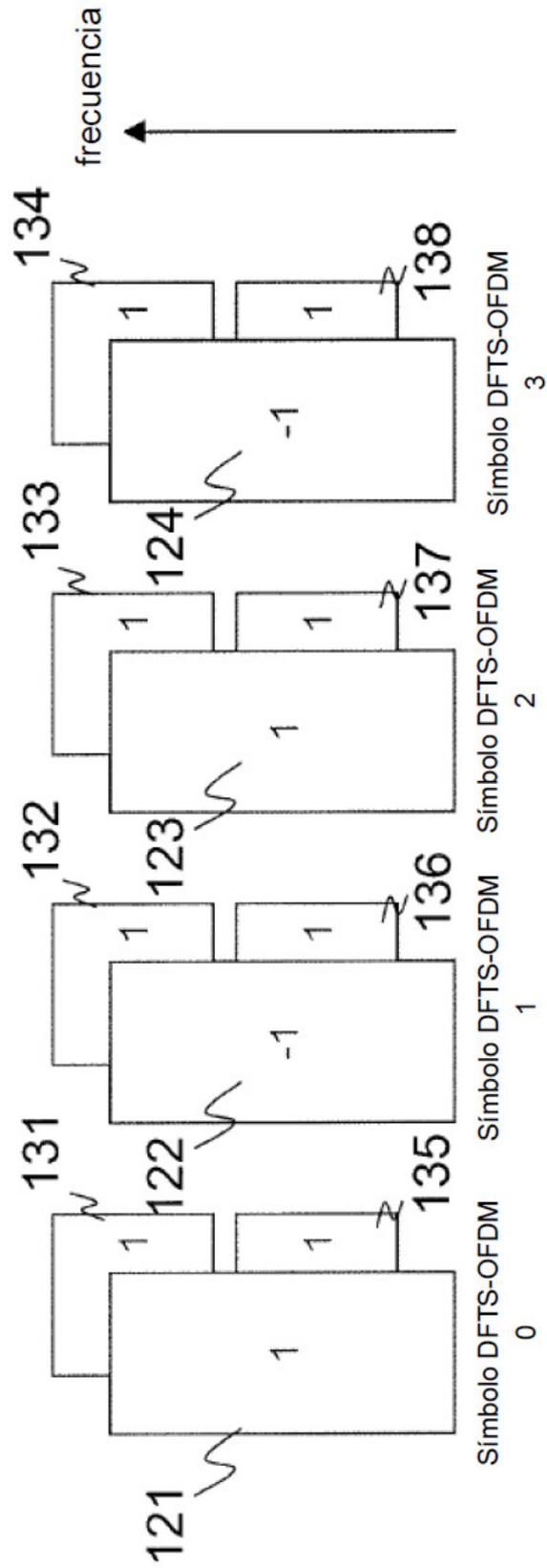


Fig. 13

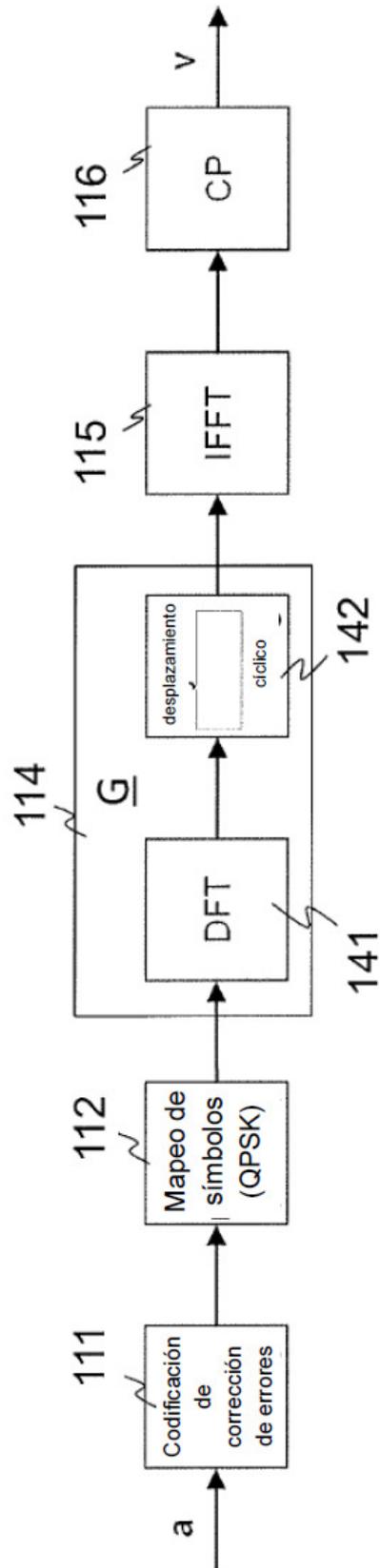


Fig. 14

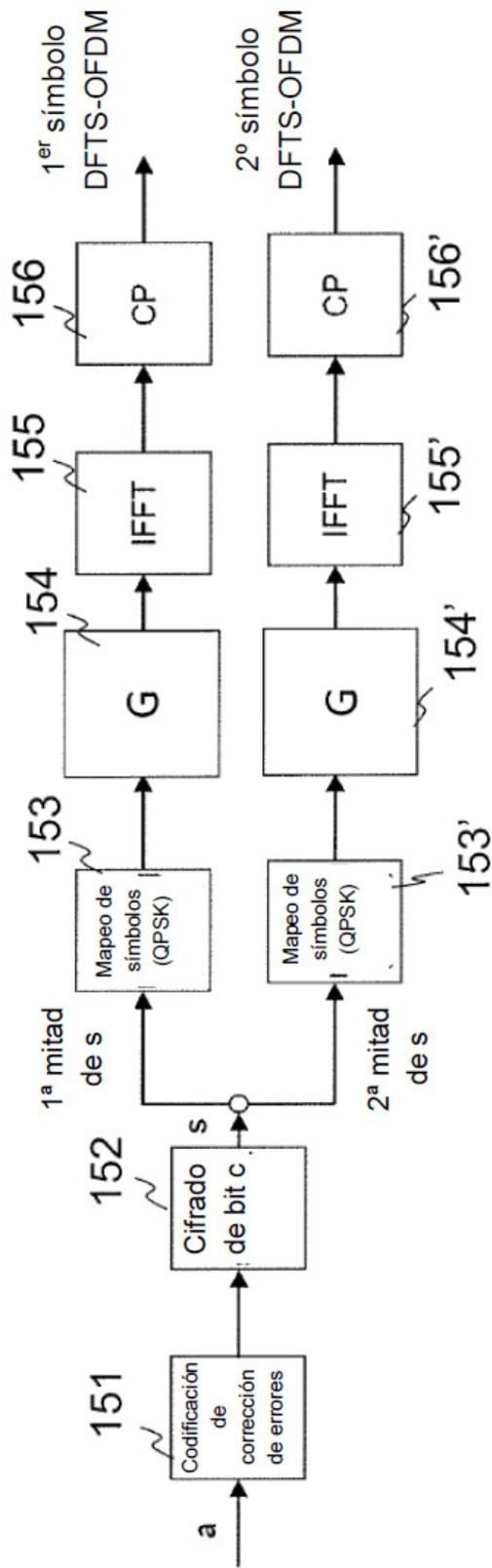


Fig. 15

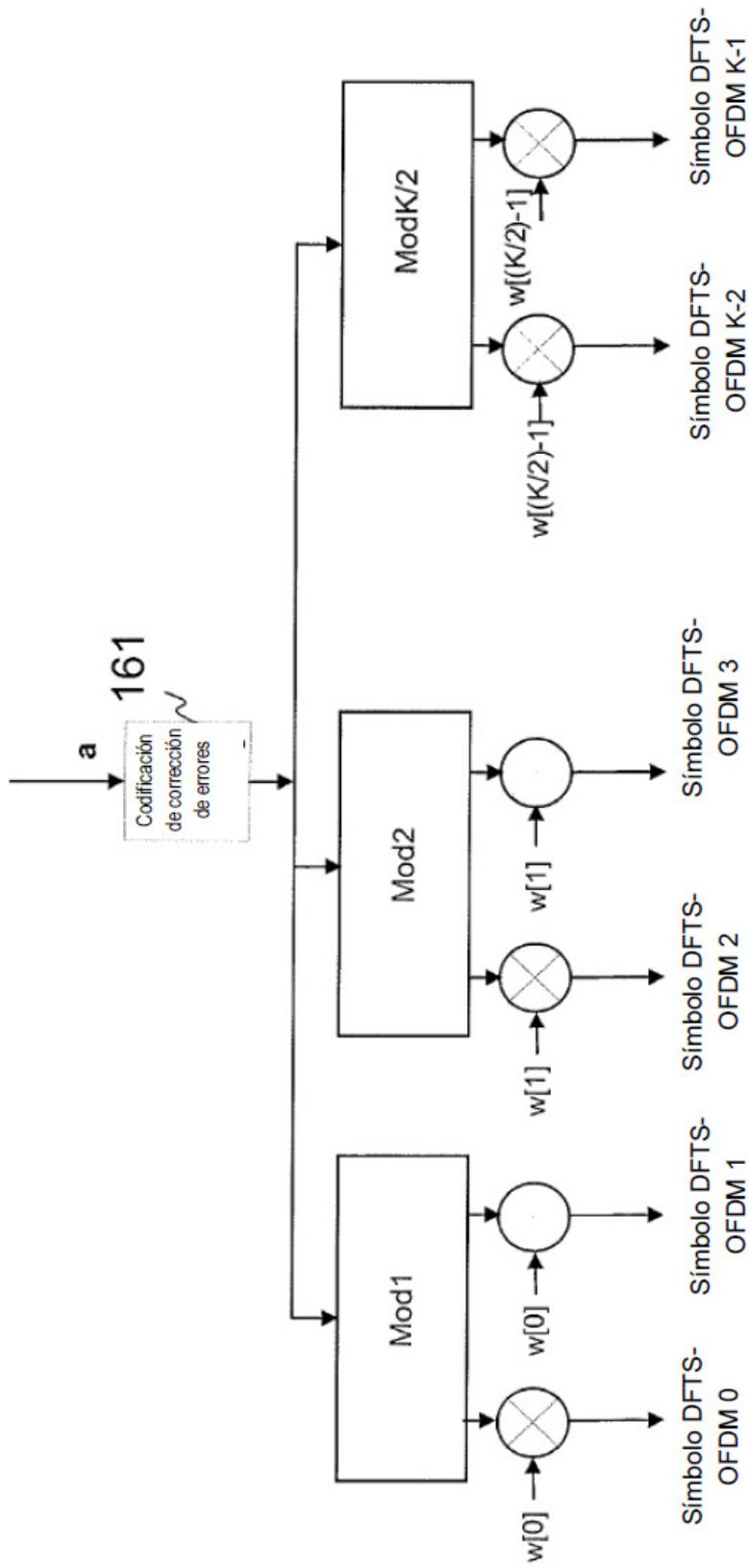


Fig. 16

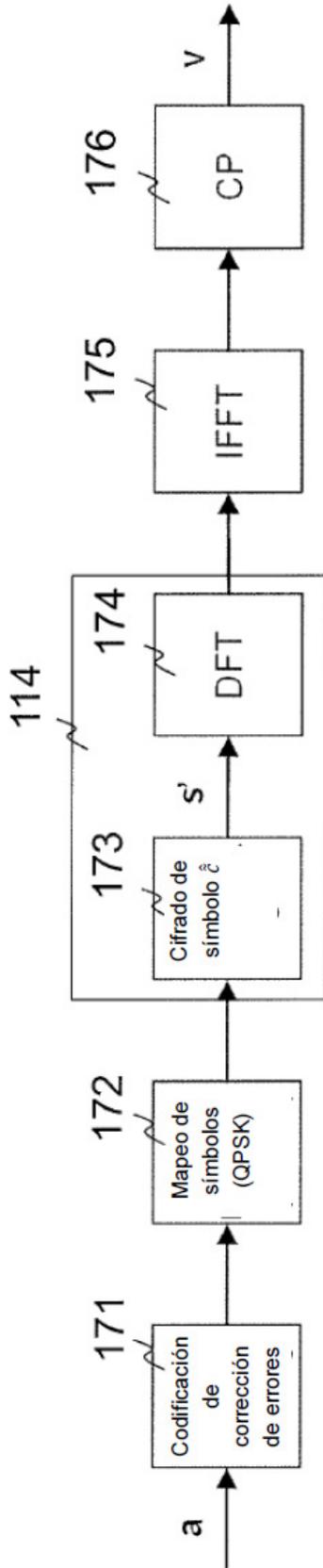


Fig. 17

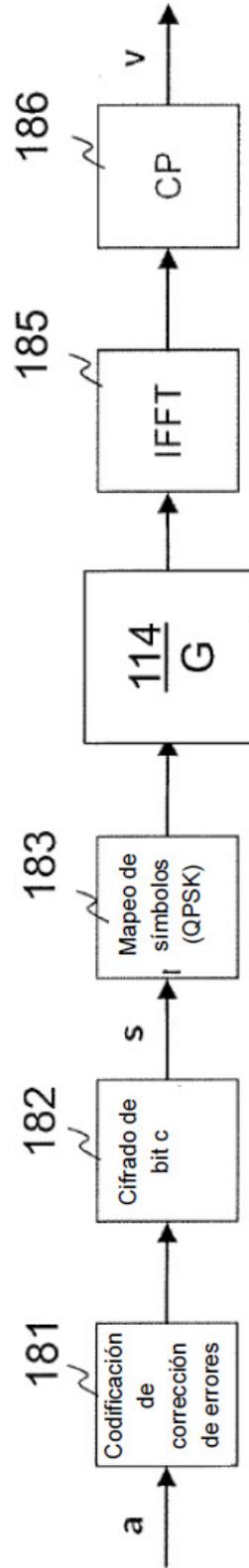


Fig. 18

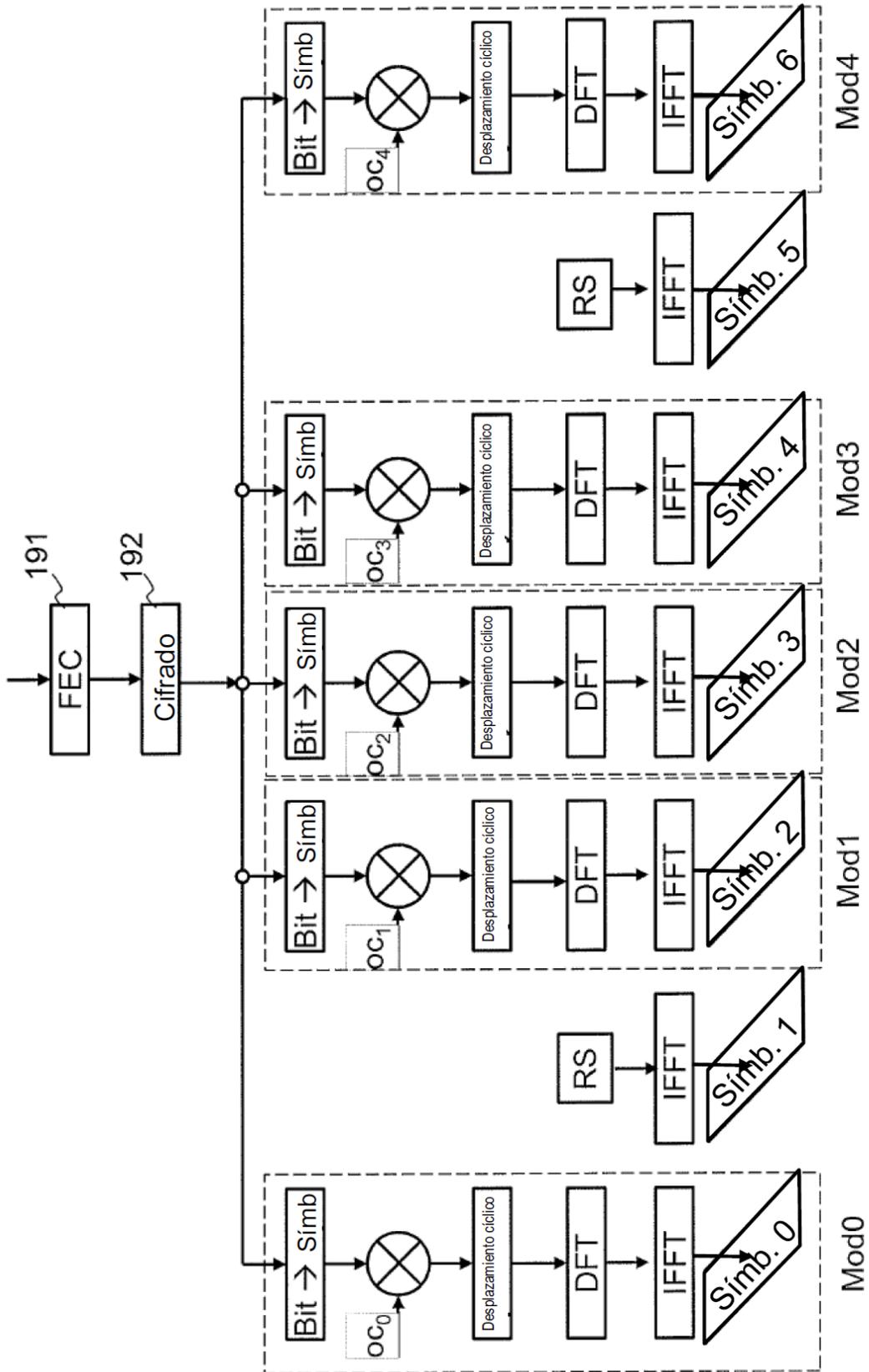


Fig. 19

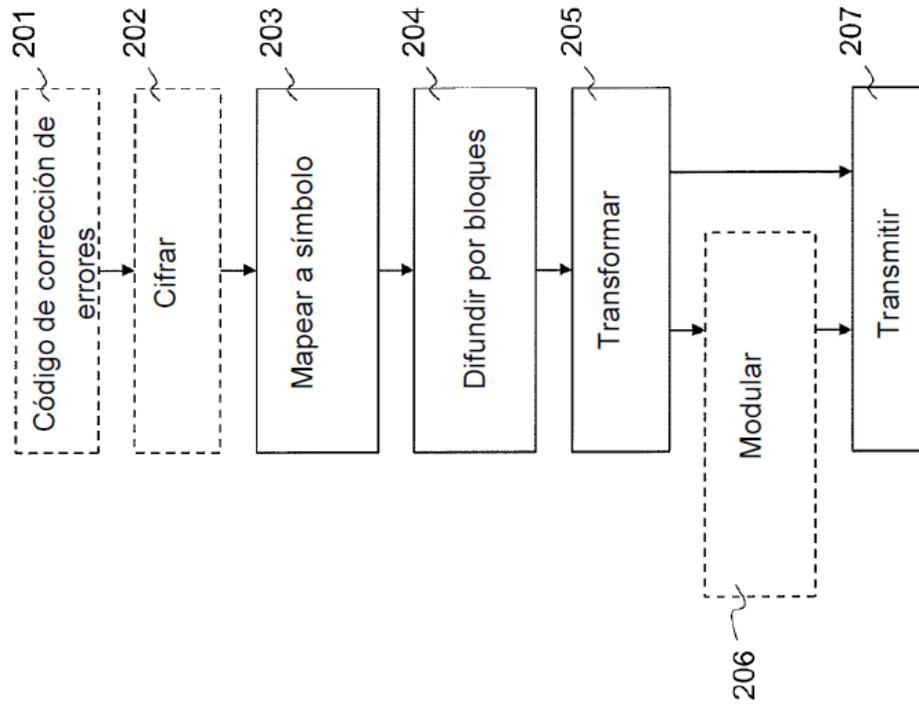


Fig. 20

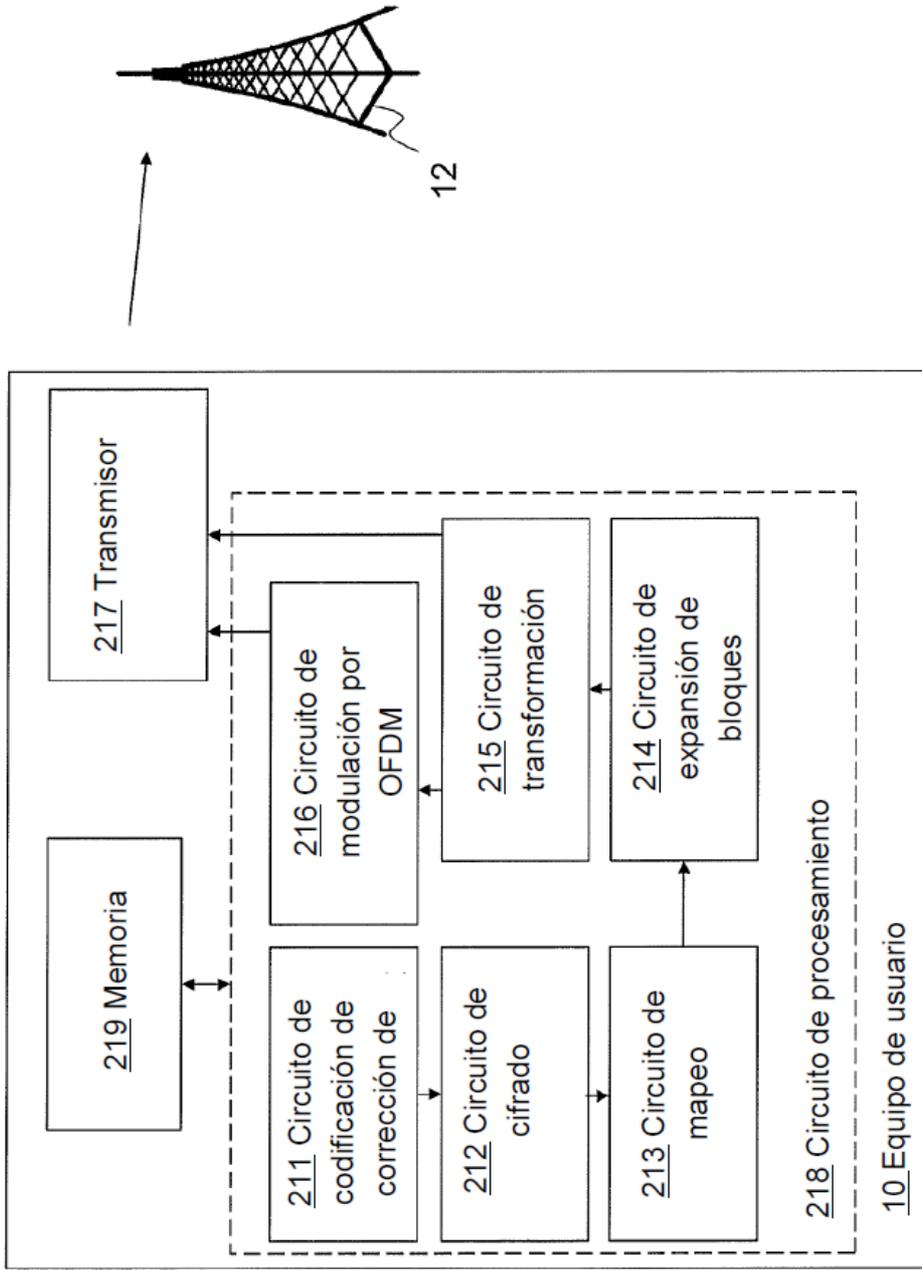


Fig. 21

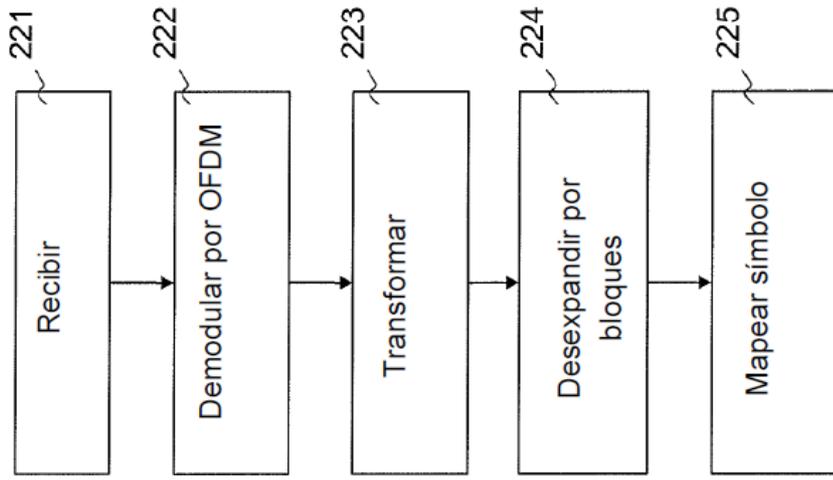


Fig. 22

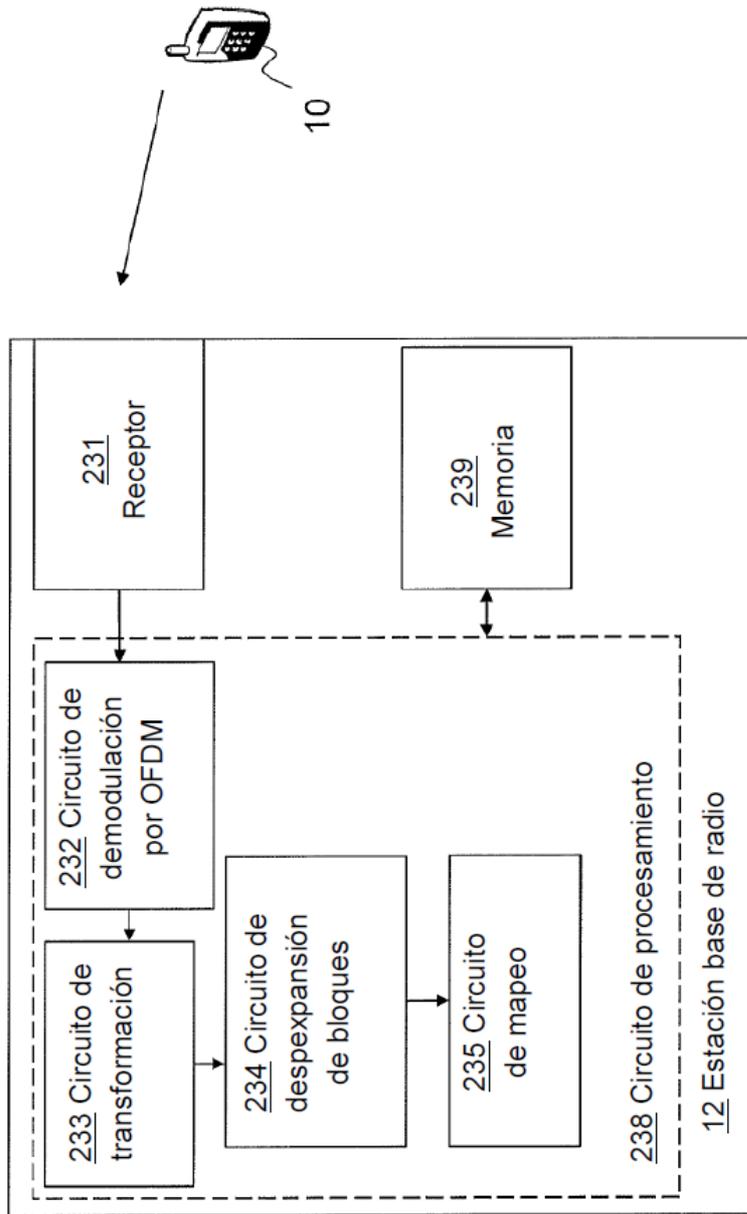


Fig. 23