

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 729 264**

51 Int. Cl.:

<b>H04W 72/04</b>	(2009.01)
<b>H04L 5/00</b>	(2006.01)
<b>H04B 7/04</b>	(2007.01)
<b>H04L 25/02</b>	(2006.01)
<b>H04L 27/26</b>	(2006.01)
<b>H04J 13/00</b>	(2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.06.2010 PCT/CN2010/000927**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.12.2011 WO11156939**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.06.2010 E 10853049 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2019 EP 2583514**

54 Título: **Métodos y disposiciones para transmitir y decodificar señales de referencia**

30 Prioridad:

**16.06.2010 WO PCT/CN2010/000865**

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

**31.10.2019**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**HU, YANG;  
SONG, XINGHUA y  
WANG, JIANFENG**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

ES 2 729 264 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

Métodos y disposiciones para transmitir y decodificar señales de referencia

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a métodos y disposiciones para transmitir una señal de referencia, y a métodos y disposiciones para decodificar una señal de referencia.

10 **Antecedentes**

El proyecto asociación de tercera generación (3GPP) es responsable de la estandarización del sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS) y la evolución a largo plazo (LTE). El trabajo 3GPP en LTE también se conoce como Red de acceso radio terrestre universal evolucionada (E-UTRAN). LTE es una tecnología para realizar comunicaciones basadas en paquetes de alta velocidad que pueden alcanzar altas velocidades de datos tanto en el enlace descendente como en el enlace ascendente, y se considera como un sistema de comunicación móvil de próxima generación en relación con UMTS. Para soportar altas velocidades de datos, LTE permite un ancho de banda del sistema de hasta 20 MHz. LTE también puede operar en diferentes bandas de frecuencia y puede operar en al menos modos dúplex por división de frecuencia (FDD) y dúplex por división de tiempo (TDD). La técnica de modulación o el método de transmisión usado en LTE se conoce como multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM). Se espera que la primera versión de LTE brinde velocidades pico de 300 Mbps, un retardo de red de radio, por ejemplo 5 ms o menos, un aumento significativo en la eficiencia del espectro y una arquitectura de red diseñada para simplificar el funcionamiento de la red, reducir costos, etc.

Para los sistemas de comunicaciones móviles de próxima generación, por ejemplo, se está discutiendo el soporte avanzado de telecomunicaciones móviles internacionales (IMT) avanzadas y/o LTE avanzada, que es una evolución de LTE, para el ancho de banda de hasta 100 MHz. Tanto en LTE como en LTE avanzada, las estaciones base de radio se conocen como los eNB o los eNodeB, donde "e" significa evolucionado. Además, se pueden usar múltiples antenas con tecnología de precodificación y/o formación de haz para proporcionar altas velocidades de datos a los equipos de usuario (UE). Por lo tanto, LTE y LTE avanzada constituyen ejemplos de sistemas de radio de múltiple entrada, múltiple salida (MIMO). Otro ejemplo de un sistema basado en MIMO y OFDM es la interoperabilidad mundial para acceso por microondas (WiMAX). Dado que LTE avanzada es una evolución de LTE, la compatibilidad con versiones anteriores es importante para que LTE avanzada pueda implementarse en el espectro ya ocupado por LTE.

En LTE avanzada, también conocido como 3GPP versión 10, debería soportarse una transmisión de hasta 8 capas para cumplir con la eficiencia espectral del enlace descendente de LTE avanzada, 30bps/Hz. Esto se puede lograr utilizando algún tipo de configuración avanzada de antena, por ejemplo, MIMO de alto orden 8x8, donde se usan 8 antenas de transmisión y 8 antenas de recepción. A lo largo de este documento, se usará el término "puerto de antena" en lugar de antena, para enfatizar que a lo que se refiere no corresponde necesariamente a una sola antena física.

Para proporcionar un contexto para la divulgación posterior, ahora se proporcionará una breve revisión de la estructura de recursos físicos del enlace descendente de LTE. En los sistemas OFDM tal como LTE, los recursos físicos disponibles se dividen en una cuadrícula de tiempo-frecuencia. La dimensión del tiempo se divide en subtramas, cada una de las cuales comprende una serie de símbolos OFDM. En LTE y LTE avanzada, una subtrama tiene una longitud de 1 ms, dividido en dos intervalos de tiempo de 0,5 ms cada uno. Un intervalo de guarda, llamado prefijo cíclico (CP), se anexa a cada símbolo OFDM para reducir la interferencia entre símbolos. Para la longitud normal del prefijo cíclico (CP), el número de símbolos OFDM por subtrama es 14, lo que implica que el tiempo se cuantifica en 14 símbolos durante una subtrama. Para la longitud del prefijo cíclico extendido, hay 12 símbolos OFDM por subtrama. La frecuencia corresponde a las subportadoras en los símbolos OFDM, y el número de subportadoras varía dependiendo del ancho de banda del sistema usado. Cada cuadro dentro de la cuadrícula de tiempo-frecuencia representa una subportadora única para un período de símbolo, y se conoce como un elemento de recurso. La unidad planificable más pequeña de elementos de recurso se denomina bloque de recursos físicos (PRB), o simplemente un bloque de recursos (RB). En LTE y LTE avanzada, un bloque de recursos abarca 12 subportadoras y 0,5 ms, es decir, 7 o 6 símbolos OFDM, dependiendo de la longitud del prefijo cíclico. Sin embargo, los bloques de recursos se asignan en pares en el dominio del tiempo. Por lo tanto, una subtrama de LTE de 1 ms tiene dos bloques de recursos de ancho.

También hay un tipo especial de subtrama de LTE, compuesta por tres campos: intervalo de tiempo piloto de enlace descendente (DwPTS), período de guardia (GP) e intervalo de tiempo piloto de enlace ascendente (UpPTS). Esta subtrama especial se usa para la conmutación de enlace descendente a enlace ascendente en modo TDD. La duración del campo GP varía dependiendo del tiempo que tarda el UE en pasar de recibir a enviar, y también en el tiempo de propagación de la señal desde la estación base al UE. El campo DwPTS transporta datos de sincronización y de usuario, así como el canal de control de enlace descendente para transmitir información de

planificación y control. Dado que la duración total de la subtrama se fija en 1 ms, la duración de los campos DwPTS y UpPTS se ajusta en función de la duración del campo GP.

5 Una señal de referencia es una señal conocida que se inserta en posiciones predeterminadas en la cuadrícula de tiempo-frecuencia OFDM. La presencia de esta señal conocida permite al UE estimar el canal de enlace descendente para que pueda llevar a cabo una demodulación de canal coherente. Se acordó para LTE que se introducirán hasta 8 señales de referencia (RS) específicas del UE para la demodulación del canal. Las señales de referencia específicas del UE también se denominan RS de demodulación o DM-RS. Por lo tanto, cada puerto de antena transmite una DM-RS, que es específico para ese puerto de antena, así como para el UE al que se dirige la transmisión.

10 Las señales de referencia generalmente se transmiten de acuerdo con un patrón predefinido en tiempo y frecuencia, de modo que el UE sabe dónde encontrar las señales. En la figura 1 se muestra un patrón DM-RS de la técnica anterior con prefijo cíclico (CP) normal, que soporta hasta el rango 8. La expresión "rango", o rango de transmisión, se refiere al número de flujos de datos independientes, o capas espaciales, que pueden transmitirse de manera fiable a través de un canal inalámbrico. En el contexto actual, el rango puede interpretarse como el número máximo de puertos de antena de transmisión que son soportados.

15 La figura 1 muestra una cuadrícula de tiempo-frecuencia para una subtrama normal, es decir, no una subtrama especial. Cada fila en la cuadrícula representa una subportadora, y cada columna representa un símbolo OFDM. Los primeros tres símbolos OFDM se representan en color gris claro, para indicar que estos símbolos pueden estar reservados para la señalización de control. La cuadrícula cubre dos intervalos de tiempo LTE, como se explicó anteriormente. El patrón DM-RS de la figura 1 soporta un total de 8 puertos de antena DM-RS. El patrón muestra una sobrecarga de DM-RS de 12 RE por capa; es decir, cada puerto de antena usará 12 RE por subtrama para transmitir señales de referencia. Por ejemplo, un puerto de antena transmitirá señales de referencia en los RE representados por los 12 cuadrados rellenos con líneas inclinadas en la figura 1. Los 8 puertos de antena DM-RS están separados por una combinación de CDM y FDM, como se explicará más adelante. Debe entenderse que también pueden transmitirse otros tipos de señales de referencia; sin embargo, estos se han omitido en la figura 1 por razones de simplicidad.

20 Se reservan hasta dos grupos de multiplexación por división de código (CDM) para DM-RS, donde cada grupo de CDM consta de 12 elementos de recurso (RE) por par de bloque de recursos físicos (PRB). En el contexto de esta divulgación, un grupo de CDM es un grupo de elementos de recurso que se usan para multiplexar las señales de referencia desde una serie de puertos de antena que usan multiplexación por división de código. Por lo tanto, los 12 cuadrados con líneas inclinadas en la figura 1 forman un grupo de CDM, y los 12 cuadrados con líneas horizontales forman otro grupo de CDM. Cada grupo de CDM soporta un máximo de cuatro capas, es decir, un máximo de cuatro puertos de antena. Los dos grupos de CDM están multiplexados por FDM; en otras palabras, los RE que pertenecen al primer y segundo grupo de CDM se transmiten en diferentes frecuencias, es decir, subportadoras.

25 Hay un clúster de CDM en cada intervalo de tiempo, como lo indican los contornos negros gruesos 110, 120 en la figura 1.

30 Además, cada grupo de CDM comprende tres subgrupos de CDM, es decir, grupos de elementos de recurso que comparten la misma subportadora. Por ejemplo, los cuatro cuadrados con líneas inclinadas en la fila superior de la cuadrícula de tiempo-frecuencia en la figura 1 forman un subgrupo de CDM, como lo indica el contorno gris grueso 130. Otros dos subgrupos están indicados por contornos grises gruesos 140 y 150. Cada subgrupo de CDM comprende 4 RE en el dominio del tiempo y, en cada subgrupo de CDM, se pueden multiplexar hasta cuatro puertos de antena DM-RS.

35 La multiplexación de las señales de referencia dentro de un subgrupo de CDM se logra aplicando códigos de cobertura ortogonales (OCC) en el dominio del tiempo. Un OCC es un conjunto de códigos que tienen una correlación cruzada cero. Por lo tanto, dos señales codificadas con dos códigos diferentes del conjunto no interferirán entre sí. Un ejemplo de un OCC es un código de Walsh. Los códigos de Walsh se definen usando una matriz de Walsh de longitud N, es decir, con N columnas. Cada fila en la matriz de Walsh es un código de Walsh de longitud N. Por ejemplo, la matriz de Walsh de longitud 4 es:

$$W = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{pmatrix}$$

Cada fila en esta matriz forma un código de longitud 4, es decir, los códigos son [1, 1, 1, 1], [1, -1, 1, -1], [1, 1, -1, -1] y [1, -1, -1, 1]. Estos cuatro códigos son todos ortogonales entre sí. Los "1" y "-1" individuales de cada código se denominarán "elementos de código" a continuación.

- 5 Aunque los códigos de Walsh se usarán a lo largo de esta divulgación para ejemplificar la invención, debe entenderse que se puede usar cualquier OCC. Cuando esta divulgación se refiere a "aplicar un código de cobertura ortogonal" o "transmitir una señal usando un código de cobertura ortogonal", debe entenderse que se refiere a un código de un conjunto de códigos ortogonales entre sí, por ejemplo, una fila de la matriz de Walsh.
- 10 Cada puerto de antena transmite una señal de referencia dentro del subgrupo de CDM, aplicando un código de cobertura ortogonal a la señal. Si se multiplexan cuatro puertos de antena dentro de un subgrupo de CDM, se usará un OCC de longitud 4, y cada uno de los cuatro puertos de antena usará un código diferente del conjunto. Esto permite que las señales de referencia se separen y decodifiquen en el lado del receptor.
- 15 Se ha introducido el concepto de mapeo de OCC para la formación de haz de doble capa, con el objetivo de alcanzar la aleatorización de potencia máxima, lo que se espera que mejore la utilización de energía en el lado del eNodeB. El mapeo de OCC significa que los elementos de código en cada OCC se mapean a elementos de referencia en un patrón específico, o un orden específico. En la figura 2 se muestra un ejemplo de un diseño de mapeo de OCC, que usa códigos de Walsh de longitud 2. En la esquina inferior derecha de la figura 2, se muestra la matriz de Walsh de longitud 2. Como se usa un código de longitud 2, en este ejemplo se multiplexan dos puertos de antena en cada subgrupo de CDM. Cada puerto de antena transmitirá dos señales de referencia; uno en el primer intervalo de tiempo, y uno en el segundo intervalo de tiempo. La capa 1, es decir, el primer puerto de antena, usa el código de la primera fila en la matriz de Walsh, es decir, [+1, +1]. La capa 2, es decir, el segundo puerto de antena, usa el código de la segunda fila, [+1, -1]. El índice a corresponde al primer elemento de código, y el índice b corresponde al segundo elemento de código de cada código. Así, en el segundo código [+1, -1], el índice a corresponde a +1 y b corresponde a -1. Cada puerto de antena codificará su señal de referencia aplicando los elementos de código en el orden indicado por el patrón de aes y bes en la cuadrícula de tiempo-frecuencia de la figura 2.
- 20
- 25
- 30 Un ejemplo puede ayudar a ilustrar el proceso de codificación. Centrándose en el primer subgrupo 210 de CDM, el primer puerto de antena transmitirá dos señales de referencia, indicadas como X1 y X2, en este subgrupo de CDM. El segundo puerto de antena también transmitirá dos señales de referencia, indicadas como Y1 e Y2, en el mismo subgrupo 210 de CDM. El primer puerto de antena codificará su primera señal de referencia, X1, en los símbolos OFDM 6 y 7 aplicando los elementos de código [a, b], correspondientes a [+1, +1], ya que el primer puerto de antena usa el primer código de Walsh. Así, el primer puerto de antena transmitirá [X1, X1]. El segundo puerto de antena también codificará su primera señal de referencia, indicada Y1, en los símbolos OFDM 6 y 7. Aplicará los elementos de código [a, b] del segundo código de Walsh, es decir, [+1, -1]. Por lo tanto, el segundo puerto de antena transmitirá [Y1, -Y1]. Estas señales se superpondrán, de modo que la señal resultante transmitida en los símbolos OFDM 6 y 7 sea [X1 + Y1, X1 - Y1].
- 35
- 40 Sin embargo, en el segundo subgrupo 220 de CDM, es decir, en la sexta fila de la cuadrícula de tiempo-frecuencia, los dos puertos de antena codificarán sus señales de referencia aplicando los elementos de código en orden inverso. Centrándose de nuevo en los símbolos OFDM 6 y 7, el primer puerto de antena usará el código [+1, +1], es decir, [X1, X1] - efectivamente el mismo código nuevamente, ya que revertir los elementos del código no hace ninguna diferencia en este caso - pero el segundo puerto de antena usará el código [-1, +1], es decir, [-Y1, Y1]. Por lo tanto, la señal resultante transmitida en los símbolos OFDM 6 y 7 en el segundo subgrupo 220 de CDM será [X1 - Y1, X1 + Y1].
- 45
- 50 Para completar, se señala que cada puerto de antena también transmitirá una segunda señal de referencia, indicada como X2 e Y2, respectivamente, en los símbolos OFDM 13 y 14. El patrón de código es el mismo que en el ejemplo anterior y la señal resultante transmitida en símbolos OFDM 13 y 14 puede derivarse de la misma manera.
- Se señala que en este ejemplo, solo se asigna el grupo 1 de CDM. Además, el patrón de mapeo es diferente en los PRB pares y los PRB impares. Se puede alcanzar una aleatorización de potencia máxima completa entre dos PRB adyacentes. Para entender por qué, hay que considerar el caso especial donde las señales de referencia X1 e Y1 son las mismas, es decir, X1 = X2. Usando el mismo ejemplo anterior, la señal transmitida en los símbolos 6 y 7 del primer subgrupo 210 de CDM será [X1 + X1, X1 - X1], es decir, [2X1, 0]. En el segundo subgrupo 220 de CDM, la señal resultante será [X1 - X1, X1 + X1], es decir, [0, 2X1]. Por lo tanto, en el símbolo OFDM 6, la señal 2X1 se transmitirá en el primer subgrupo 210 de CDM, y 0 se transmitirá en el segundo subgrupo 220 de CDM. En el símbolo OFDM 7, la situación es inversa, es decir, 0 en el primer subgrupo 210 de CDM, y 2X1 en el segundo subgrupo 220 de CDM. Esto significa que el nivel de potencia de transmisión total será aproximadamente el mismo en el símbolo OFDM 6 que en el símbolo 7. En otras palabras, el nivel de potencia de transmisión se equilibra entre los símbolos OFDM, lo que implica que se pueden evitar altos picos en los niveles de potencia de transmisión entre los símbolos.
- 55
- 60
- 65

Como se mencionó anteriormente, el uso de códigos de cobertura ortogonales permite al receptor decodificar las señales de referencia para estimar el canal. Por lo tanto, en el lado del UE, la estimación por canal de puerto se realiza usando el OCC adecuado. En otras palabras, cada señal de referencia se decodifica, o se desexpande, usando el OCC correspondiente que se usó para codificar la señal. Se aplica una OCC de longitud diferente para la estimación del canal, dependiendo de cuántas capas se multiplexen en un grupo de CDM. Ahora se describirán dos casos de ejemplo con dos y cuatro capas, respectivamente, con referencia a las figuras 3(a) y 3(b).

- Cuando se multiplexan hasta dos capas en un grupo de CDM, se puede usar un OCC de longitud 2 para cada clúster 340, 350 de CDM en ambos intervalos, como se muestra en la figura 3(a). Esto significa que el impacto Doppler introducido por la movilidad se puede capturar bien al ponderar dos clústeres de CDM.

- Cuando se multiplexan más de dos capas en un grupo de CDM, se debe usar un OCC de longitud 4 en ambos clústeres en una subtrama, como se ilustra en la figura 3(b). El OCC de longitud 4 se usa típicamente para casos de alto rango, es decir, cuatro o más puertos de antena.

En el lado del UE, una estrategia común para realizar una estimación de canal basada en DM-RS es aplicar un método de filtro 2x1 D por PRB, es decir, primero un filtro de dominio de la frecuencia y luego un filtro de dominio del tiempo. El principio básico se muestra en la figura 4. El filtrado del dominio de la frecuencia y el filtrado del dominio del tiempo se realizan basándose en las entradas respectivas de la expansión de retardo, Doppler y SNR. Debido a la asignación incierta de recursos y al ancho de banda, se ha encontrado que el filtro de dominio de la frecuencia requiere un tiempo de procesamiento mucho más largo que el filtro de dominio del tiempo. Hasta cierto punto, el tiempo requerido por el filtro del dominio de la frecuencia se convierte en un cuello de botella que impide acelerar el procesamiento en la estimación del canal y la detección adicional, y esto puede afectar la latencia general de la detección.

Cuando se realiza la estimación de canal con un OCC de longitud 2, como se muestra en la figura 3(a), notamos que la estimación de canal intervalo por intervalo puede explotarse. Es decir, la estimación del canal en el primer intervalo se puede realizar primero antes de la recepción de toda la subtrama. La razón de esto es que una señal de referencia se transmite en dos RE consecutivos, que están comprendidos en el mismo intervalo de tiempo. En otras palabras, toda la información requerida para decodificar la señal de referencia está disponible dentro de un único intervalo de tiempo. Esto permite reducir el tiempo de procesamiento que toma el filtro de dominio de la frecuencia en el primer intervalo, ya que la información recibida en el primer intervalo se puede procesar durante el tiempo que se recibe el segundo intervalo. Esto puede resultar en un estimador de canal de baja latencia.

Sin embargo, en la versión 10 de 3GPP, se usa un OCC de longitud 4 para soportar la multiplexación de hasta cuatro capas en cada grupo de CDM, como se explicó anteriormente. Cuando se realiza la estimación del canal con el OCC de longitud 4, como se muestra en la figura 3(b), se usa un OCC de longitud 4 en lugar del OCC de longitud 2. Sin embargo, la desexpansión del OCC de longitud 4 no se puede realizar hasta que se reciba la subtrama completa. Esto se debe a que cada señal de referencia se expande en cuatro RE, que se distribuyen en dos intervalos de tiempo (véase la figura 1). Por lo tanto, en el esquema convencional, la estimación de canal no puede realizarse hasta que se reciban ambos intervalos de tiempo. Esto significa que el procesamiento del primer intervalo no puede realizarse en paralelo con la recepción del segundo intervalo, y se requerirá tiempo adicional, particularmente por el filtro de dominio de la frecuencia. En consecuencia, existe un riesgo de mayor latencia cuando se realiza la estimación del canal en el caso de OCC de longitud 4, ya que la estimación de canal intervalo por intervalo no es posible, como en el caso OCC de longitud 2. Además, en el caso de un OCC de longitud 4, el impacto Doppler no se puede superar bien, ya que es necesario tener en cuenta la desexpansión del código en ambos intervalos.

Además, el patrón de mapeo de OCC que se muestra en la figura 2 logra una aleatorización de potencia máxima en dos RB, como se describió anteriormente, pero solo para la longitud del prefijo cíclico (CP) normal. Por lo tanto, existe la necesidad de un mecanismo para habilitar la aleatorización de potencia máxima también en el caso de CP extendido, y/o para subtramas especiales que comprenden el campo DwPTS (intervalo de tiempo piloto de enlace descendente).

“Esquema de mapeo de OCC para DMRS de enlace descendente” de Huawei divulga un método basado en CDM para transmitir señales de referencia. “Investigaciones adicionales den diseño de DMRS para LTE-A” de CATT divulga un método para transmitir señales de DMRS para rangos de 5 a 8. Investigaciones adicionales en “Diseño de DMRS para LTE-A 3GPP TSG RAN WG1 de 9-13 de noviembre de 2009 y “Diseño de DMRS para rango 5 a 8 en LTE avanzada” 3GPP TSG RANW G1 18-22 de enero de 2010 divulgan métodos de transmitir señales de referencia.

## Sumario

Un objeto de algunas realizaciones de la invención es proporcionar un mecanismo para reducir la latencia cuando se realiza la estimación del canal. De acuerdo con un primer aspecto, se proporciona un método para transmitir una señal de referencia en un nodo de red de radio de acuerdo con la reivindicación 1. De acuerdo con un segundo

aspecto, se proporciona un método en un equipo de usuario para decodificar una señal de referencia de acuerdo con la reivindicación 6. De acuerdo con un tercer aspecto, se proporciona un nodo de red de acuerdo con la reivindicación 7. De acuerdo con un cuarto aspecto se proporciona un equipo de usuario de acuerdo con la reivindicación 8.

5

**Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es un diagrama esquemático que ilustra un patrón de señal de referencia.

10

La figura 2 es un diagrama esquemático que ilustra un patrón de señal de referencia.

La figura 3 es un diagrama esquemático que ilustra un patrón de señal de referencia.

La figura 4 es un diagrama que ilustra una parte del procedimiento de estimación de canal.

15

La figura 5 es un diagrama esquemático que ilustra un patrón de señal de referencia.

La figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra un método de ejemplo.

20

La figura 7 es un diagrama esquemático que ilustra un patrón de señal de referencia.

La figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra un método de ejemplo.

La figura 8a es un diagrama que muestra una comparación de rendimiento entre diferentes métodos.

25

La figura 9 es un diagrama esquemático que ilustra un patrón de señal de referencia.

La figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra un método de ejemplo.

30

La figura 11 es un diagrama esquemático que ilustra un patrón de señal de referencia.

La figura 12 es un diagrama esquemático que ilustra un patrón de señal de referencia.

La figura 13 es un diagrama de flujo que ilustra un método de ejemplo.

35

La figura 14 es un diagrama esquemático que ilustra un patrón de señal de referencia.

La figura 15 es un diagrama de flujo que ilustra un método de ejemplo.

40

La figura 16 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra un nodo de red de radio de ejemplo.

La figura 17 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra un equipo de usuario de ejemplo.

**Abreviaciones**

45

3GPP	proyecto asociación de tercera generación
CDM	multiplexación por división de código
DwPTS	intervalo de tiempo piloto de enlace descendente
DM-RS	señales de referencia de demodulación
FDD	dúplex por división de frecuencia
FDM	multiplexación por división de frecuencia
LTE	evolución a largo plazo
MIMO	múltiple entrada, múltiple salida
OCC	código de cobertura ortogonal
OFDM	múltiple por división de frecuencia ortogonal
PRB	bloque de recursos físicos
TDD	dúplex por división de tiempo

**Descripción detallada**

50

Cabe señalar que aunque la terminología de LTE de 3GPP se ha usado en esta divulgación para ejemplificar la invención, esto no debe considerarse como limitativo del alcance de la invención a solo el sistema mencionado anteriormente. Otros sistemas inalámbricos, como WiMax, también pueden beneficiarse de la explotación de las ideas cubiertas en esta divulgación.

En el diseño de OCC, comúnmente se aplican tres criterios: compatibilidad con versiones anteriores, propiedades de ortogonalidad 2D y aleatorización de potencia máxima. Uno o más de estos criterios serán satisfechos por al menos algunas de las siguientes realizaciones.

5 Como se explicó anteriormente, se puede usar un OCC de longitud 4 para soportar la multiplexación de hasta cuatro capas, es decir, puertos de antena, en cada grupo de CDM. Si se usan dos grupos de CDM, se pueden soportar hasta ocho puertos de antena, es decir, cuatro puertos de antena en cada grupo de CDM. Sin embargo, el uso de un OCC de longitud 4 hará que cada señal de referencia se expanda sobre cuatro elementos de recurso en dos intervalos de tiempo. Esto conduce a una mayor latencia de detección, porque el UE debe esperar el segundo intervalo de tiempo antes de que pueda comenzar a decodificar las señales de referencia.

10 En algunas realizaciones, la latencia se puede reducir utilizando un patrón de mapeo de OCC modificado, que hace posible decodificar las señales de referencia basándose en la información en el primer intervalo de tiempo, aplicando el código de cobertura ortogonal en el dominio de la frecuencia sobre dos o más subgrupos de CDM, en lugar de, o además de, aplicar el OCC en el dominio del tiempo dentro de un solo subgrupo de CDM.

Ahora se describirá un método para transmitir una señal de referencia en un nodo de red de radio de acuerdo con algunas realizaciones con referencia a la figura 5 y la figura 6. La figura 5 es una cuadrícula de tiempo-frecuencia que ilustra un patrón de mapeo de OCC, donde un OCC de longitud 4 se construye sobre dos subgrupos de CDM adyacentes en el dominio de la frecuencia mediante el mapeo de OCC. Las letras a, b, c y d en la cuadrícula corresponden a diferentes elementos de código en un código de Walsh, de manera similar al ejemplo descrito en relación con la figura 2 anterior. La matriz de Walsh de longitud 4 se muestra a la derecha de la cuadrícula de tiempo-frecuencia. Como en este ejemplo se usa un código de longitud 4, se necesitan cuatro letras para indicar los diferentes elementos de código. Por ejemplo, el segundo puerto de antena usaría el código de Walsh de la segunda fila de la matriz, [1, -1, 1, -1] para codificar su señal de referencia, y las letras a, b, c, y d corresponden a los diferentes elementos de código en esta fila, es decir, a = 1, b = -1, c = 1 y d = -1. El tercer puerto de antena usaría el código en la tercera fila, [1, 1, -1, -1], es decir, a = 1, b = 1, c = -1 y d = -1.

La figura 6 es un diagrama de flujo que muestra los pasos del método de ejemplo para transmitir una señal de referencia de acuerdo con el patrón de la figura 5. Los pasos del método se describirán desde el punto de vista de un solo puerto de antena. Sin embargo, se señala que las señales de hasta cuatro puertos de antena pueden multiplexarse dentro de cada subgrupo de CDM, aplicando diferentes códigos de cobertura ortogonales a cada señal de referencia como se describió anteriormente. Por lo tanto, debe entenderse que hasta tres puertos de antena adicionales pueden estar realizando los siguientes pasos de método al mismo tiempo; sin embargo, cada puerto de antena usará su propia señal de referencia específica y OCC.

Por lo tanto, de acuerdo con esta realización, un nodo de red de radio transmite una señal de referencia en un grupo de CDM, que comprende tres subgrupos de CDM. Cada subgrupo de CDM se transmite en una subportadora diferente. En la figura 5, los cuatro cuadrados marcados a, b, c y d en la fila superior de la cuadrícula, es decir, la primera subportadora, forman un subgrupo 510 de CDM. Los cuatro cuadrados correspondientes en la sexta fila forman un segundo subgrupo 520 de CDM, y los cuatro cuadrados en el duodécimo grupo forman un tercer subgrupo de CDM. Sin embargo, debe entenderse que se puede usar cualquier número de subgrupos de CDM de dos, hasta el número disponible de subportadoras, para transmitir la señal de referencia. Cada subgrupo de CDM comprende cuatro elementos de recurso.

Con referencia ahora a la figura 6, en un primer paso 610, el nodo de red de radio transmite la señal de referencia a través de un primer subgrupo 510 de CDM usando un código de cobertura ortogonal. El primer subgrupo 510 de CDM, que se transmite en la primera subportadora, es decir, la fila superior de la cuadrícula en la figura 5, comprende elementos de recurso en un primer intervalo de tiempo y un intervalo de tiempo posterior. Como puede verse en la figura 5, los RE marcados a y b están comprendidos en el primer intervalo de tiempo, y los RE marcados c y d están comprendidos en el segundo intervalo de tiempo.

En realizaciones particulares, el OCC es un código de Walsh de longitud 4. Como ejemplo específico, considérese la transmisión desde el tercer puerto de antena. El tercer puerto de antena está transmitiendo una señal de referencia, que se indicará como Z1, en el primer subgrupo 510 de CDM. Se usará el código [1, 1, -1, -1], y los elementos de código se aplicarán en el orden a, b, c, d, es decir, 1, 1, -1, -1. Por lo tanto, la señal transmitida por el tercer puerto de antena en el primer subgrupo 510 de CDM será [Z1, Z1, -Z1, -Z1].

Luego, el nodo de red de radio transmite la señal de referencia a través de un segundo subgrupo 520 de CDM en el paso 620. El segundo subgrupo 520 de CDM también comprende elementos de recurso en el primer intervalo de tiempo y el segundo intervalo de tiempo. En la figura 5, el segundo subgrupo 520 de CDM corresponde a los RE en la sexta subportadora, es decir, la sexta fila, que están marcados con d, c, b, a. La misma señal de referencia se transmite en el segundo subgrupo 520 de CDM que en el primer subgrupo 510 de CDM, es decir, usando el mismo ejemplo específico que el anterior, el tercer puerto de antena transmitirá la señal de referencia Z1. Sin embargo, en el segundo subgrupo 520 de CDM, la señal de referencia se transmite usando una permutación del código de cobertura ortogonal. Es decir, los elementos de código en el OCC se aplican en un orden diferente en el segundo

subgrupo 520 de CDM, en comparación con el primer subgrupo 510 de CDM. La permutación del código de cobertura ortogonal se selecciona de tal manera que permita la decodificación de la señal de referencia en el dominio de la frecuencia, aplicando el código de cobertura ortogonal solo a los elementos de recurso en el grupo de CDM que están comprendidos en el primer intervalo de tiempo.

5 Para comprender por qué esto es posible, considérese que en el primer subgrupo 510 de CDM, los elementos de código a y b se aplican en el primer intervalo de tiempo. Sin embargo, en el segundo subgrupo 520 de CDM, los elementos de código d y c se aplican en el primer intervalo de tiempo, debido a la permutación del OCC. Esto significa que la señal codificada con los cuatro elementos del OCC (a, b, c y d) se recibirá dentro del primer intervalo de tiempo. Así, el UE recibe toda la información que necesita para decodificar la RS combinando a y b del primer subgrupo 510 de CDM con la c y d del segundo subgrupo 520 de CDM.

15 Volviendo a nuestro ejemplo específico del tercer puerto de antena, en el segundo subgrupo 520 de CDM, el tercer puerto de antena transmitirá la señal de referencia Z1 usando la permutación d, c, b, a, es decir, -1, -1, 1, 1. Por lo tanto, la señal transmitida en el segundo subgrupo 520 de CDM es [-Z1, -Z1, Z1, Z1]. Ahora, recuérdese que en el primer subgrupo 510 de CDM, la señal transmitida fue [Z1, Z1, -Z1, -Z1]. Por lo tanto, los dos últimos elementos del primer subgrupo 510 de CDM son iguales a los dos primeros elementos del segundo subgrupo 520 de CDM. Por lo tanto, en el primer intervalo de tiempo, el UE recibirá [Z1, Z1] en el primer subgrupo 510 de CDM y [-Z1, -Z1] en el segundo subgrupo 520 de CDM. Al combinar las señales del primer y segundo subgrupo de CDM en el primer intervalo de tiempo, el UE receptor obtiene [Z1, Z1, -Z1, -Z1]. Esta es la misma señal que se transmitió en el primer subgrupo 510 de CDM a través de ambos intervalos de tiempo y, por lo tanto, el UE ahora puede decodificar la señal de referencia Z1, incluso si aún no ha recibido el segundo intervalo de tiempo.

25 En consecuencia, la permutación del OCC en el presente ejemplo permite la decodificación por intervalo de las señales de referencia. Dicho de otra manera, la desexpansión de código de un OCC de longitud 4 puede procesarse dentro de cada intervalo. Esto proporciona la posibilidad de estimación de canal intervalo por intervalo. Como se ha explicado anteriormente, en esta realización, la desexpansión de código del OCC de longitud 4 ya no se procesa en el dominio del tiempo, sino en el dominio de la frecuencia en dos subgrupos de CDM, por ejemplo, dos subgrupos de CDM adyacentes. Sin embargo, todavía es posible realizar la desexpansión de código en el dominio del tiempo, además del dominio de la frecuencia, cuando sea necesario.

35 En una alternativa de esta realización, la permutación comprende aplicar los elementos de código que se aplicaron a los RE en el segundo intervalo de tiempo en el primer subgrupo 510 de CDM a los RE en el primer intervalo de tiempo en el segundo subgrupo 520 de CDM, y viceversa. Es decir, si los elementos a y b se aplicaron en el primer intervalo de tiempo, y c y d se aplicaron en el segundo intervalo de tiempo en el primer subgrupo 510 de CDM, entonces los elementos a y b se aplicarán en el segundo intervalo de tiempo, y c y d en el primer intervalo de tiempo, en el segundo subgrupo 520 de CDM.

40 En otra alternativa, la permutación comprende aplicar los elementos de código en orden inverso en el segundo subgrupo 520 de CDM. Es decir, si el orden a, b, c, d se usó en el primer subgrupo 510 de CDM, el orden inverso d, c, b, a se usará en el segundo subgrupo 520 de CDM.

45 Un método adicional para transmitir una señal de referencia en un nodo de red de radio de acuerdo con algunas realizaciones se describirá ahora con referencia al patrón que se muestra en la figura 7, y el diagrama de flujo de la figura 8.

50 En el mapeo de OCC ilustrado en la figura 7, el mismo patrón se usa para dos grupos de CDM. Como en el ejemplo anterior, los códigos de Walsh de longitud 4 se usan para la asignación de OCC. El patrón para el primer grupo de CDM, es decir, las subportadoras 1, 6 y 11 del primer RB, es el mismo que en el ejemplo anterior. Sin embargo, en este ejemplo, se usa un segundo grupo de CDM, que comprende las subportadoras 2, 7 y 12 del primer RB. Por lo tanto, se pueden soportar hasta ocho puertos de antena en este ejemplo; cuatro en el primer grupo de CDM y cuatro en el segundo grupo de CDM. Cada puerto de antena transmitirá una señal de referencia en cada subgrupo de CDM, y la señal de referencia se expande en cuatro RE en el dominio del tiempo usando un código de Walsh de longitud 4.

55 Con referencia ahora a la figura 8, en un primer paso 810, el nodo de red de radio transmite la señal de referencia a través de un primer subgrupo 710 de CDM usando un código de cobertura ortogonal. El primer subgrupo 710 de CDM, que se transmite en la primera subportadora, es decir, la fila superior de la cuadrícula en la figura 7, comprende elementos de recurso en un primer intervalo de tiempo y un intervalo de tiempo posterior. Como se puede ver en la figura 7, los RE marcados a y b se transmiten en el primer intervalo de tiempo, y los RE marcados c y d se transmiten en el segundo intervalo de tiempo.

65 En el paso 820, el nodo de red de radio transmite la señal de referencia a través de un segundo subgrupo 720 del CDM, que también comprende elementos de recurso en el primer intervalo de tiempo y el segundo intervalo de tiempo. En la figura 7, el segundo subgrupo 720 de CDM corresponde a los RE en la sexta subportadora, es decir, la sexta fila, que están marcados con d, c, b, a. La misma señal de referencia se transmite en el segundo subgrupo 720

de CDM que en el primer subgrupo 710 de CDM. Sin embargo, en el segundo subgrupo 720 de CDM, la señal de referencia se transmite mediante una permutación del código de cobertura ortogonal. Es decir, los elementos de código en el OCC se aplican en un orden diferente en el segundo subgrupo 720 de CDM, en comparación con el primer subgrupo 710 de CDM. La permutación del código de cobertura ortogonal se selecciona de tal manera que permita la decodificación de la señal de referencia en el dominio de la frecuencia, aplicando el código de cobertura ortogonal solo a los elementos de recurso en el grupo de CDM que están comprendidos en el primer intervalo de tiempo.

El método comprende además transmitir una segunda señal de referencia a través de un segundo puerto de antena en un segundo grupo de CDM. El segundo grupo de CDM comprende al menos dos subgrupos de CDM, cada subgrupo de CDM se transmite en una subportadora diferente. Cada subgrupo de CDM comprende cuatro elementos de recurso. La transmisión de la segunda señal de referencia comprende un paso adicional 830, en la que el nodo de red transmite la segunda señal de referencia a través de un tercer subgrupo 730 de CDM, por ejemplo, la segunda subportadora, que usa el mismo código de cobertura ortogonal que se aplicó a la primera RS en el primer subgrupo 710 de CDM. El tercer subgrupo 730 de CDM comprende elementos de recurso en un primer intervalo de tiempo y un intervalo de tiempo posterior.

La transmisión de la segunda señal de referencia comprende además un paso 840, en el que el nodo de red transmite la segunda señal de referencia a través de un cuarto subgrupo 740 de CDM, por ejemplo, la 7ª subportadora, que usa la misma permutación del código de cobertura ortogonal que se aplicó a la primera RS en el segundo subgrupo 720 de CDM. El cuarto subgrupo 740 de CDM comprende elementos de recurso en el primer intervalo de tiempo y en el intervalo de tiempo posterior.

En una alternativa de esta realización, la permutación comprende aplicar los elementos de código que se aplicaron a los RE en el segundo intervalo de tiempo en el primer subgrupo 710 de CDM a los RE en el primer intervalo de tiempo en el segundo subgrupo 720 de CDM y viceversa. Es decir, si los elementos a y b se aplicaron en el primer intervalo de tiempo, y c y d se aplicaron en el segundo intervalo de tiempo en el primer subgrupo de CDM, entonces los elementos a y b se aplicarán en el segundo intervalo de tiempo, y c y d en el primer intervalo de tiempo en el segundo subgrupo 720 de CDM.

En otra alternativa, la permutación comprende aplicar los elementos de código en orden inverso en el segundo subgrupo 720 de CDM. Es decir, si el orden a, b, c, d se usó en el primer subgrupo 710 de CDM, el orden inverso d, c, b, a se usará en el segundo subgrupo 720 de CDM.

En una alternativa, el primer subgrupo 710 de CDM se repite la misma cantidad de veces que el segundo subgrupo 720 de CDM sobre dos bloques de recursos. Por ejemplo, en el patrón que se muestra en la figura 7, el primer subgrupo 710 de CDM se transmite tres veces en el curso de dos bloques de recursos, y el segundo subgrupo 720 de CDM también se transmite tres veces. De esta manera, la aleatorización de potencia máxima se logra en dos PRB consecutivos. Se señala que esta alternativa también puede aplicarse al patrón descrito en relación con las figuras 5 y 6 anteriores, donde solo se usa un grupo de CDM.

En algunas alternativas adicionales, el tercer subgrupo 730 de CDM se repite el mismo número de veces que el cuarto subgrupo 740 de CDM sobre dos bloques de recursos. Esto mejora aún más la aleatorización de potencia máxima, de manera análoga a la alternativa descrita anteriormente.

Como se explicó anteriormente, el mismo patrón se usa en ambos grupos de CDM en este ejemplo, lo que proporciona una implementación de baja complejidad. Otras características clave de esta realización son:

- implementación de baja complejidad con una extensión simple al mapeo de OCC de longitud 2 existente. Es decir, en el caso del rango 1-2, cuando c y d es igual a a y b, respectivamente, el patrón es el mismo que el mapeo de OCC de longitud 2 de la técnica anterior. Esto también implica que el patrón de mapeo de OCC de longitud 2 es compatible con versiones anteriores cuando solo se asignan dos capas en el grupo 1 de CDM.

- cada grupo de CDM puede proporcionar ortogonalidad 2D por PRB para permitir el procesamiento por intervalo, como se describe anteriormente.

- se puede alcanzar una aleatorización de potencia máxima parcial. En el presente ejemplo, la aleatorización de potencia máxima se logra sobre dos PRB consecutivos.

- el patrón también es aplicable al patrón DM-RS de DwPTS.

El diagrama en la figura 8a proporciona una comparación de rendimiento entre el presente método de ejemplo en el que se realizó la desexpansión en el dominio de la frecuencia, y el método de la técnica anterior para la desexpansión en el dominio del tiempo. Observamos que se espera que los dos métodos alcancen un rendimiento similar en 3 km/h, pero a medida que aumenta la velocidad, el método de dominio de la frecuencia funciona mejor y se puede obtener una ganancia significativa. Por lo tanto, se pueden esperar dos ventajas del método del dominio

de la frecuencia: 1) el tiempo de procesamiento se puede reducir de manera eficiente al permitir el procesamiento de intervalo por intervalo, especialmente para la transmisión de alto rango, es decir, dos intervalos se pueden procesar de manera independiente; 2) el rendimiento puede mejorarse teniendo en cuenta el impacto Doppler entre dos intervalos, es decir, ponderando el 2º intervalo usando el factor Doppler adecuado. En principio, en la transmisión de alto rango, se espera que un canal menos selectivo de frecuencia soporte esta función.

Un método de ejemplo adicional para transmitir una señal de referencia en un nodo de red de radio se describirá ahora con referencia al patrón que se muestra en la figura 9, y el diagrama de flujo de la figura 10.

En el mapeo de OCC que se muestra en la figura 9, se usa un mapeo de OCC diferente para dos grupos de CDM, con un cambio específico de grupo de CDM entre los dos grupos. Aquí, como en el ejemplo anterior, los códigos de Walsh de longitud 4 se usan para la asignación de OCC.

Los pasos del método de la figura 10 corresponden esencialmente a los de la figura 8. Sin embargo, una diferencia es que cuando el tercer subgrupo de CDM se transmite en el paso 1030, esto se hace usando una versión modificada del OCC que se usó en el primer subgrupo. Por ejemplo, los elementos de código aplicados en el primer subgrupo de CDM, es decir, la primera subportadora, en la figura 9 son a, b, c, d. Sin embargo, en el tercer subgrupo de CDM, es decir, la segunda subportadora, los elementos de código se aplican en un orden cambiado, como c, d, a, b.

Además de las ventajas ya descritas en relación con la realización de las figuras 7 y 8, la aleatorización de potencia máxima adicional puede ser explotada por el cambio del código de cobertura ortogonal. La aleatorización de potencia máxima se mejora debido a los elementos de código alternos en el dominio de la frecuencia. Sin embargo, el patrón de la figura 9 es un poco más complejo, debido al cambio de código entre los grupos de CDM.

Un método en un nodo de red, por ejemplo, un eNodeB, para transmitir una señal de referencia de acuerdo con una realización adicional, se describirá ahora con referencia a las figuras 11-13. El patrón de mapeo de OCC que se muestra en las figuras 11 y 12, respectivamente, presenta dos mecanismos diferentes, tanto para una subtrama normal como para una subtrama especial con DwPTS, cuando se usa el prefijo cíclico (CP) extendido. La figura 11 muestra el mismo patrón aplicado para dos grupos de CDM, mientras que la figura 12 muestra un patrón diferente aplicado para el grupo de CDM respectivo. Aquí, se usan los códigos de Walsh de longitud 2.

En este ejemplo, una primera señal de referencia se transmite en un primer grupo de multiplexado por división de código, CDM, y una segunda señal de referencia se transmite en un segundo grupo de CDM. Cada grupo de CDM que comprende al menos dos subgrupos de CDM, y cada subgrupo de CDM comprende dos elementos de recurso.

Los pasos del método se muestran en el diagrama de flujo de la figura 13. En un primer paso 1310, el nodo de red transmite la primera señal de referencia a través de un primer subgrupo de CDM usando un código de cobertura ortogonal, y a través de un segundo subgrupo de CDM usando una permutación del código de cobertura ortogonal.

En un paso adicional 1320, el nodo de red transmite la segunda señal de referencia a través de un tercer subgrupo de CDM usando el código de cobertura ortogonal, y a través de un cuarto subgrupo de CDM usando la permutación del código de cobertura ortogonal. La permutación del código de cobertura ortogonal se selecciona de tal manera que permita la aleatorización de potencia máxima dentro de un único bloque de recursos.

En una variante, la permutación comprende invertir el orden de los elementos de código. Esto se muestra en la figura 11, donde los elementos de código a, b en el primer subgrupo 1110 de CDM y el tercer subgrupo 1130 de CDM se invierten para convertirse en b, a en el segundo subgrupo 1120 de CDM y el cuarto subgrupo 1140 de CDM.

En algunas realizaciones, el primer subgrupo de CDM se repite la misma cantidad de veces que el segundo subgrupo de CDM dentro de un bloque de recursos.

En algunas realizaciones adicionales, el tercer subgrupo de CDM se repite la misma cantidad de veces que el cuarto subgrupo de CDM dentro de un bloque de recursos.

En algunas variantes, como la que se muestra en la figura 12, el código de cobertura ortogonal usado en el tercer subgrupo de CDM se desplaza en comparación con el código de cobertura ortogonal usado en el primer subgrupo de CDM. En otras palabras, el OCC se desplaza entre el primer y el segundo grupo de CDM. En otras variantes, el código de cobertura ortogonal usado en el tercer subgrupo de CDM se aplica en el mismo orden que el código de cobertura ortogonal usado en el primer subgrupo de CDM. Es decir, se usa el mismo patrón en los dos grupos de CDM.

En el presente ejemplo, el código de cobertura ortogonal es un código de Walsh de longitud 2.

Debe entenderse que aunque el presente ejemplo se describe desde el punto de vista de un solo puerto de antena, las señales de referencia de hasta dos puertos de antena pueden multiplexarse a través del primer subgrupo de CDM y el segundo subgrupo de CDM, siendo usado un código de cobertura ortogonal diferente para cada uno de los dos puertos de antena. Además, las señales de referencia de dos puertos de antena adicionales se pueden multiplexar a través del tercer subgrupo de CDM y el cuarto subgrupo de CDM, siendo usado un código de cobertura ortogonal diferente para cada uno de los dos puertos de antena adicionales.

Una ventaja del presente ejemplo es que la aleatorización de potencia máxima total puede alcanzarse dentro de un PRB. Esto se debe a que el OCC está permutado de manera que los elementos de código se alternan en el dominio de la frecuencia. Por ejemplo, en el patrón que se muestra en la figura 12(a), en el quinto símbolo OFDM hay cuatro apariciones del elemento de código "a", y cuatro apariciones del elemento de código "b". Lo mismo se aplica a los símbolos OFDM sexto, decimotercero y decimocuarto. Esto implica que la potencia de transmisión del puerto de la antena se equilibra entre diferentes símbolos OFDM dentro de un solo PRB, lo que reduce los picos de potencia.

Algunas características adicionales del presente ejemplo son:

- un mapeo de OCC de longitud 2 está diseñado basándose en un patrón DM-RS de ejemplo, donde se usa un OCC de longitud 2 para la estimación de canal. Aquí se supone que solo el rango 1-4 será soportado en el caso del CP extendido. Por lo tanto, cada grupo de CDM soporta hasta dos capas.
- el ejemplo presente reutiliza el mismo mecanismo aplicado en CP normal para CP extendido, lo que reduce la complejidad de la implementación.
- el patrón de mapeo de OCC es el mismo para los PRB pares e impares.
- la ortogonalidad 2D de tiempo-frecuencia puede ser explotada por intervalo por PRB.

La figura 14 muestra un patrón DM-RS de ejemplo para DwPTS usando CP normal. Se señala que varias realizaciones descritas en el presente documento también son aplicables a este patrón. En particular, en la cuadrícula más a la derecha de la figura 14, las cuatro RE que transportan señales de referencia en un subgrupo de CDM están comprendidas en el primer intervalo de tiempo. Sin embargo, aquí se pueden usar los mismos principios para la permutación de los elementos de código entre el primer y el segundo subgrupo de CDM. Por ejemplo, si los elementos de código a, b, c y d se aplican en el primer subgrupo de CDM, el código permutado puede ser, por ejemplo, d, a, b, c. Otras posibilidades son, por ejemplo, a, d, b, c o a, b, d, c. Además, el OCC aplicado en el segundo grupo de CDM puede o no cambiarse en comparación con el OCC en el primer grupo de CDM. Las permutaciones del OCC se pueden seleccionar de tal manera que permitan la aleatorización de potencia máxima, de manera análoga a las realizaciones descritas en relación con las figuras 11-13 anterior.

Ahora se describirá un método en un equipo de usuario para decodificar una señal de referencia de acuerdo con algunas realizaciones, con referencia al patrón de la figura 7 y al diagrama de flujo de la figura 15. La señal de referencia se recibe en un grupo de CDM, el grupo de CDM comprendiendo al menos dos subgrupos de CDM. Cada subgrupo de CDM se recibe en una subportadora diferente, y cada subgrupo de CDM comprende elementos de recurso en un primer intervalo de tiempo y un intervalo de tiempo posterior.

En un primer intervalo de tiempo, el UE recibe una primera señal en un primer conjunto de elementos de recurso comprendidos en un primer subgrupo 710 de CDM, y una segunda señal en un segundo conjunto de elementos de recurso comprendidos en un segundo subgrupo 720 de CDM. Como ejemplo específico, la primera señal se recibe en los RE marcados con "a" y "b" en el subgrupo 710 de CDM, y la segunda señal se recibe en los RE marcados con "d" y "c" en el subgrupo 720 de CDM.

El UE decodifica la señal de referencia aplicando un código de cobertura ortogonal a las señales en el primer y segundo conjunto de elementos de recurso. Como se puede ver en la figura 7, la primera señal corresponde a una señal de referencia que ha sido codificada usando los elementos de código a y b, mientras que la segunda señal corresponde a la misma señal de referencia, pero codificada usando los elementos de código c y d. La primera y la segunda señal juntas contienen suficiente información para restaurar la señal de referencia original. Por lo tanto, el UE puede decodificar la RS basándose en la información recibida en el primer intervalo de tiempo, y no tiene que esperar a que llegue el segundo intervalo de tiempo.

En una variante de esta realización, el UE decodifica una segunda señal de referencia que se recibe en un segundo grupo de CDM. El segundo grupo de CDM comprende al menos dos subgrupos de CDM, cada subgrupo de CDM siendo recibido en una subportadora diferente. Cada subgrupo de CDM comprende elementos de recurso en un primer intervalo de tiempo y un intervalo de tiempo posterior. El UE recibe, en un primer intervalo de tiempo, una tercera señal en un conjunto de elementos de recurso comprendidos en un tercer subgrupo 730 de CDM, y una cuarta señal en un conjunto de elementos de recurso comprendidos en un cuarto subgrupo 740 de CDM. De manera similar a lo que se describió anteriormente, la tercera y cuarta señal contienen cada una El UE decodifica la segunda señal de referencia aplicando un código de cobertura ortogonal al tercer y cuarto conjunto de elementos de recurso.

En algunas variantes, cada subgrupo de CDM comprende cuatro RE, dos de los cuales están comprendidos en el primer intervalo de tiempo.

5 Se señala que las señales de hasta cuatro puertos de antena pueden multiplexarse dentro de cada subgrupo de CDM, aplicando diferentes códigos de cobertura ortogonales a cada señal de referencia como se describió anteriormente. Por lo tanto, en una realización adicional, el UE decodifica tres señales de referencia adicionales, correspondientes a tres puertos de antena adicionales multiplexados dentro del primer grupo de CDM, aplicando un código de cobertura ortogonal diferente para cada señal de referencia a la primera y segunda señal. Debe entenderse aquí que cuando varias señales de referencia se multiplexan dentro del mismo subgrupo de CDM, los diferentes códigos de cobertura ortogonales deben provenir del mismo conjunto de OCC, de modo que todos los códigos sean mutuamente ortogonales. Por ejemplo, los diferentes códigos pueden ser filas diferentes de la matriz de Walsh de longitud 4.

15 En otra realización adicional, el UE decodifica tres señales, correspondientes a tres puertos de antena adicionales multiplexados en el segundo grupo de CDM, aplicando un código de cobertura ortogonal diferente para cada señal de referencia a las señales tercera y cuarta. En consecuencia, en esta realización, se decodifican un total de ocho señales de referencia, cuatro en cada grupo de CDM.

20 Un nodo de red de radio, configurado para transmitir señales de referencia de acuerdo con algunas de las realizaciones descritas anteriormente, se ilustra en la figura 16. El nodo 1600 de red de radio podría implementarse, por ejemplo, como un eNodoB de LTE. Los expertos en la técnica reconocerán que el nodo 1600 de red de radio en una o más realizaciones incluye uno o más circuitos 1610, 1620 de procesamiento, tales como microprocesadores, circuitos transceptores 1620 u otros circuitos de procesamiento digital/informático, que están configurados para llevar a cabo las funciones divulgadas en el presente documento para transmitir señales de referencia. Aunque la figura 16 muestra el nodo de red equipado con ocho puertos de antena, debe entenderse que en algunas realizaciones, el nodo 1600 de red puede tener otro número de puertos de antena, por ejemplo, dos o cuatro.

30 En un ejemplo, dicho o más circuitos 1610, 1620 de procesamiento están configurados para transmitir una señal de referencia a través de un primer subgrupo de CDM usando un código de cobertura ortogonal, comprendiendo el primer subgrupo de CDM elementos de recurso en un primer intervalo de tiempo y un intervalo de tiempo posterior. Además, dicho o más circuitos 1610, 1620 de procesamiento están configurados para transmitir la señal de referencia a través de un segundo subgrupo de CDM usando una permutación del código de cobertura ortogonal, en el que el segundo subgrupo de CDM comprende elementos de recurso en el primer intervalo de tiempo y el segundo intervalo de tiempo. Dicho o más circuitos 1610, 1620 de procesamiento están configurados además para seleccionar la permutación del código de cobertura ortogonal de tal manera que permita la decodificación de la señal de referencia en el dominio de la frecuencia. Es decir, un UE receptor puede decodificar la señal aplicando el código de cobertura ortogonal solo a los elementos de recurso en el grupo de CDM que están comprendidos en el primer intervalo de tiempo.

40 En algunas variantes de esta realización, dicho o más circuitos 1610, 1620 de procesamiento están configurados para transmitir una segunda señal de referencia a través de un segundo puerto de antena en un segundo grupo de CDM, comprendiendo el segundo grupo de CDM al menos dos subgrupos de CDM, siendo transmitido cada subgrupo de CDM en una subportadora diferente, comprendiendo cada subgrupo de CDM uno o más elementos de recurso. Para realizar esta transmisión de la segunda señal de referencia, dicho o más circuitos 1610, 1620 de procesamiento están configurados para transmitir 830 la segunda señal de referencia a través de un tercer subgrupo 730 de CDM usando el código de cobertura ortogonal, comprendiendo el tercer subgrupo de CDM elementos de recurso en un primer intervalo de tiempo y un intervalo de tiempo posterior. Además, dicho o más circuitos 1610, 1620 de procesamiento están configurados para transmitir 840 la segunda señal de referencia a través de un cuarto subgrupo 740 de CDM usando una segunda permutación del código de cobertura ortogonal, comprendiendo el cuarto subgrupo de CDM elementos de recurso en el primer intervalo de tiempo y el intervalo de tiempo posterior. Dicho o más circuitos 1610, 1620 de procesamiento están configurados para seleccionar la segunda permutación del código de cobertura ortogonal de tal manera que permita la decodificación de la segunda señal de referencia en el dominio de la frecuencia, aplicando el código ortogonal solo a los elementos de recurso en el segundo grupo de CDM que se compone en el primer intervalo de tiempo.

60 En algunas variantes, dicho o más circuitos 1610, 1620 de procesamiento están configurados para transmitir la segunda señal de referencia en el tercer subgrupo 730 de CDM usando un código de cobertura ortogonal que se desplaza, por ejemplo, usando un cambio cíclico, en comparación con el código de cobertura ortogonal usado en el primer subgrupo 710 de CDM. Es decir, el OCC se desplaza entre el primer y el segundo grupo de CDM.

65 En otras variantes, dicho o más circuitos 1610, 1620 de procesamiento están configurados para aplicar el código de cobertura ortogonal usado en el tercer subgrupo 730 de CDM en el mismo orden que el código de cobertura ortogonal usado en el primer subgrupo 710 de CDM.

En algunas variantes, el código de cobertura ortogonal es un código de Walsh. En variantes particulares, el OCC es de longitud 4, y cada subgrupo de CDM comprende cuatro elementos de recurso.

5 En algunas variantes, dicho o más circuitos 1610, 1620 de procesamiento están configurados para realizar la permutación del código de cobertura ortogonal desplazando el código de cobertura ortogonal.

10 En algunas variantes, dicho o más circuitos 1610, 1620 de procesamiento están configurados para realizar la permutación del código de cobertura ortogonal aplicando los elementos de código que se aplicaron a los elementos de recurso en el primer intervalo de tiempo en el primer subgrupo 510 de CDM, 710 a los elementos de recurso en el segundo intervalo de tiempo en el segundo subgrupo 520 de CDM, 720 y viceversa.

En otras variantes, dicho o más circuitos 1610, 1620 de procesamiento están configurados para realizar la permutación del código de cobertura ortogonal invirtiendo el orden de los elementos de código.

15 En algunas variantes, dicho o más circuitos 1610, 1620 de procesamiento están configurados para multiplexar las señales de referencia de cuatro puertos de antena a través del primer subgrupo 510 de CDM y el segundo subgrupo 520 de CDM, y para usar un código de cobertura ortogonal diferente para cada uno de los cuatro puertos de antena.

20 En algunas variantes adicionales, dicho o más circuitos 1610, 1620 de procesamiento están configurado para multiplexar las señales de referencia de cuatro puertos de antena adicionales en el tercer y cuarto subgrupos 730, 740 de CDM, y usar un código de cobertura ortogonal diferente para cada uno de los cuatro puertos de antena adicionales.

25 En algunas variantes, dicho o más circuitos 1610, 1620 de procesamiento están configurados para repetir el primer subgrupo 510 de CDM, 710 el mismo número de veces que el segundo subgrupo 520 de CDM, 720 sobre dos bloques de recursos.

30 En algunas variantes adicionales, dicho o más circuitos 1610, 1620 de procesamiento están configurados para repetir el tercer subgrupo 730 de CDM el mismo número de veces que el cuarto subgrupo 740 de CDM en dos bloques de recursos.

35 En otro ejemplo, dicho o más circuitos 1610, 1620 de procesamiento están configurados para transmitir una primera señal de referencia a través de un primer subgrupo de CDM usando un código de cobertura ortogonal, y a través de un segundo subgrupo de CDM usando una permutación del código de cobertura ortogonal. Dicho o más circuitos 1610, 1620 de procesamiento están configurados para transmitir la segunda señal de referencia a través de un tercer subgrupo de CDM usando el código de cobertura ortogonal, y a través de un cuarto subgrupo de CDM usando la permutación del código de cobertura ortogonal. Dicho o más circuitos 1610, 1620 de procesamiento están además configurados para seleccionar la permutación del código de cobertura ortogonal de tal manera que permita la aleatorización de potencia máxima dentro de un solo bloque de recursos.

40 En algunas variantes de este ejemplo, dicho o más circuitos 1610, 1620 de procesamiento están configurados para realizar la permutación del código de cobertura ortogonal invirtiendo el orden de los elementos del código.

45 En algunas variantes, dicho o más circuitos 1610, 1620 de procesamiento están configurados para repetir el primer subgrupo de CDM el mismo número de veces que el segundo subgrupo de CDM dentro de un bloque de recursos.

50 En algunas variantes adicionales, dicho o más circuitos 1610, 1620 de procesamiento están configurados para repetir el tercer subgrupo de CDM el mismo número de veces que el cuarto subgrupo de CDM dentro de un bloque de recursos.

55 En algunas variantes, dicho o más circuitos 1610, 1620 de procesamiento están configurados para usar un código de cobertura ortogonal en el tercer subgrupo de CDM, que se desplaza, por ejemplo, usando un cambio cíclico, en comparación con el código de cobertura ortogonal usado en el primer subgrupo de CDM. Por lo tanto, el OCC se desplaza entre el primer y el segundo grupo de CDM.

60 La figura 17 ilustra un equipo 1700 de usuario, configurado para decodificar señales de referencia de acuerdo con algunas de las realizaciones descritas anteriormente. Los expertos en la técnica reconocerán que el UE 1700 en una o más realizaciones incluye uno o más circuitos 1710, 1720 de procesamiento, tales como microprocesadores, circuitos transceptores 1720 u otros circuitos de procesamiento digital/informático, que están configurados para llevar a cabo las funciones divulgadas en el presente documento para decodificar señales de referencia. En un ejemplo, el UE 1700 está configurado para recibir, en un primer intervalo de tiempo, un primer conjunto de elementos de recurso que forman parte de un primer subgrupo de CDM. El UE 1700 está configurado además para recibir, en el primer intervalo de tiempo, un segundo conjunto de elementos de recurso comprendidos en un segundo subgrupo de CDM. El UE 1700 también está configurado para decodificar la señal de referencia aplicando un código de cobertura ortogonal al primer y segundo conjunto de elementos de recurso.

65

5 En algunas variantes de este ejemplo, dicho o más circuitos 1710, 1720 de procesamiento están configurados para decodificar una segunda señal de referencia que se recibe en un segundo grupo de multiplexación por división de código, CDM, comprendiendo el grupo de CDM al menos dos subgrupos de CDM, siendo recibido cada subgrupo de CDM en una subportadora diferente, comprendiendo cada subgrupo de CDM elementos de recurso en un primer intervalo de tiempo y un intervalo de tiempo posterior. Para realizar la decodificación de la segunda señal de referencia, dicho o más circuitos 1710, 1720 de procesamiento están configurados para recibir, en el primer intervalo de tiempo, un tercer conjunto de elementos de recurso comprendido en un tercer subgrupo de CDM, y un cuarto conjunto de elementos de recurso comprendido en un cuarto subgrupo de CDM. Además, dicho o más circuitos 1710, 1720 de procesamiento están configurados para decodificar la señal de referencia aplicando un código de cobertura ortogonal al tercer y cuarto conjunto de elementos de recurso.

10 En algunas variantes, cada subgrupo de CDM comprende cuatro RE, dos de los cuales están comprendidos en el primer intervalo de tiempo.

15 En algunas variantes, dicho o más circuitos 1710, 1720 de procesamiento están configurados para decodificar tres señales de referencia adicionales, enviadas por tres puertos de antena adicionales, aplicando un código de cobertura ortogonal diferente para cada señal de referencia al primer y segundo conjunto de elementos de recurso. Debe entenderse aquí que cuando varias señales de referencia se multiplexan dentro del mismo subgrupo de CDM, los diferentes códigos de cobertura ortogonales deben provenir del mismo conjunto de OCC, de modo que todos los códigos sean mutuamente ortogonales. Por ejemplo, los diferentes códigos pueden ser filas diferentes de la matriz de Walsh de longitud 4.

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Un método en un nodo de red de radio para transmitir una señal de referencia a través de un puerto de antena, en el que la señal de referencia se transmite en un grupo de multiplexación por división de código, CDM, consistiendo el grupo de CDM al menos en dos subgrupos de CDM, siendo transmitido cada subgrupo de CDM en una subportadora diferente, comprendiendo cada subgrupo de CDM elementos de recurso, en el que el método comprende los pasos de:
- transmitir (610) la señal de referencia a través de un primer subgrupo (910) de CDM usando un código de cobertura ortogonal, comprendiendo el primer subgrupo (910) de CDM elementos de recurso en un primer intervalo de tiempo y un intervalo de tiempo posterior,
  - transmitir (620, 920) la señal de referencia a través de un segundo subgrupo (920) de CDM usando una primera permutación del código de cobertura ortogonal, comprendiendo el segundo subgrupo (920) de CDM elementos de recurso en el primer intervalo de tiempo y el segundo intervalo de tiempo;
- en el que la primera permutación del código de cobertura ortogonal se selecciona de tal manera que permita la decodificación de la señal de referencia en el dominio de la frecuencia, aplicando el código de cobertura ortogonal solo a los elementos de recurso en el grupo de CDM que están comprendidos en el primer intervalo de tiempo, y el primer subgrupo (510, 910) de CDM se repite el mismo número de veces que el segundo subgrupo (520, 920) de CDM sobre dos bloques de recursos, y
- en el que el método además comprende transmitir una segunda señal de referencia a través de un segundo puerto de antena en un segundo grupo de CDM, consistiendo el segundo grupo de CDM al menos en dos subgrupos de CDM, siendo transmitido cada subgrupo de CDM en una subportadora diferente, comprendiendo cada subgrupo de CDM uno o más elementos de recurso, y los pasos de:
- transmitir (830) la segunda señal de referencia a través de un tercer subgrupo (930) de CDM usando una segunda permutación del código de cobertura ortogonal, comprendiendo el tercer subgrupo (930) de CDM elementos de recurso en un primer intervalo de tiempo y un intervalo de tiempo posterior,
  - transmite (840) la segunda señal de referencia a través de un cuarto subgrupo (940) de CDM usando el código de cobertura ortogonal, comprendiendo el cuarto subgrupo (940) de CDM elementos de recurso en el primer intervalo de tiempo y el intervalo de tiempo posterior;
- en el que la segunda permutación del código de cobertura ortogonal se selecciona de tal manera que permita la decodificación de la segunda señal de referencia en el dominio de la frecuencia, aplicando el código ortogonal solo a los elementos de recurso en el segundo grupo de CDM que están comprendidos en el primer intervalo de tiempo, y
- en el que la primera permutación comprende una inversión del orden de los elementos de código del código de cobertura ortogonal, y la segunda permutación es el código de cobertura ortogonal cambiado cíclicamente dos veces, con un primer par de elementos de código adyacentes de los códigos de cobertura ortogonal intercambiado con respecto a la posición con un segundo par de elementos de código adyacentes.
- 2.- El método de una cualquiera de la reivindicación 1, en el que el tercer subgrupo (930) de CDM es adyacente al primer subgrupo (910) de CDM, y el cuarto subgrupo (940) de CDM es adyacente al segundo subgrupo (920) de CDM.
- 3.- El método de una cualquiera de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que una permutación del código de cobertura ortogonal comprende aplicar los elementos de código que se aplicaron a los elementos de recurso en el primer intervalo de tiempo en el primer subgrupo (910) de CDM a los elementos de recurso en el segundo intervalo de tiempo en el segundo subgrupo (920) de CDM, y viceversa.
- 4.- El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que el código de cobertura ortogonal es de longitud 4, y cada subgrupo de CDM comprende cuatro elementos de recurso y las señales de referencia de cuatro puertos de antena se multiplexan a través del primer subgrupo (510) de CDM y el segundo subgrupo (520) de CDM, y donde se usa un código de cobertura ortogonal diferente para cada uno de los cuatro puertos de antena.
- 5.- El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que el código de cobertura ortogonal es de longitud 4, y cada subgrupo de CDM comprende cuatro elementos de recurso y las señales de referencia de cuatro puertos de antena adicionales se multiplexan a través de los subgrupos de CDM tercero y cuarto (930, 940), y donde se usa un código de cobertura ortogonal diferente para cada uno de los cuatro puertos de antena adicionales.
- 6.- Un método en un equipo de usuario para decodificar una señal de referencia que se recibe en un grupo de multiplexación por división de código, CDM, consistiendo el grupo de CDM al menos en dos subgrupos de CDM, siendo recibido cada subgrupo de CDM en una subportadora diferente, comprendiendo cada subgrupo de CDM los

elementos de recurso en un primer intervalo de tiempo y un intervalo de tiempo posterior, en el que el método comprende los pasos de:

5 - recibir (1510), en el primer intervalo de tiempo, un primer conjunto de elementos de recurso comprendido en un primer subgrupo de CDM que se ha transmitido usando un código de cobertura ortogonal, y un segundo conjunto de elementos de recurso comprendido en un segundo subgrupo de CDM que se ha transmitido usando una primera permutación del código de cobertura ortogonal, en el que el primer subgrupo (510, 910) de CDM se repite el mismo número de veces que el segundo subgrupo (520, 920) de CDM sobre dos bloques de recursos;

10 - decodificar (1520) la señal de referencia aplicando un código de cobertura ortogonal al primer y segundo conjunto de elementos de recurso,

15 - decodificar una segunda señal de referencia que se recibe en un segundo grupo de multiplexación por división de código, CDM, consistiendo el segundo grupo de CDM al menos en dos subgrupos de CDM, siendo recibido cada subgrupo de CDM en una subportadora diferente, comprendiendo cada subgrupo de CDM elementos de recurso en un primer intervalo de tiempo y un intervalo de tiempo posterior,

20 - recibir (1530), en un primer intervalo de tiempo, un tercer conjunto de elementos de recurso comprendido en un tercer subgrupo de CDM que ha sido transmitido usando una segunda permutación del código de cobertura ortogonal, y un cuarto conjunto de elementos de recurso comprendido en un cuarto subgrupo de CDM que ha sido transmitido usando el código de cobertura ortogonal, y

25 - decodificar (1540) la señal de referencia aplicando un código de cobertura ortogonal al tercer y cuarto conjunto de elementos de recurso,

30 en el que la primera permutación comprende una inversión del orden de los elementos de código del código de cobertura ortogonal, y la segunda permutación es el código de cobertura ortogonal cambiado cíclicamente dos veces, con un primer par de elementos de código adyacentes de los códigos de cobertura ortogonal intercambiado con respecto a la posición con un segundo par de elementos de código adyacentes.

35 7.- Un nodo (1600) de red de radio configurado para transmitir una señal de referencia a través de un puerto de antena, en el que la señal de referencia se transmite en un grupo de multiplexación por división de código, CDM, consistiendo el grupo de CDM al menos en dos subgrupos de CDM, siendo transmitido cada subgrupo de CDM en una subportadora diferente, comprendiendo cada subgrupo de CDM elementos de recurso, caracterizado porque el nodo (1600) de red de radio comprende uno o más circuitos (1610, 1620) de procesamiento configurados para:

40 - transmitir (610) la señal de referencia a través de un primer subgrupo (910) de CDM usando un código de cobertura ortogonal, comprendiendo el primer subgrupo (910) de CDM elementos de recurso en un primer intervalo de tiempo y un intervalo de tiempo posterior,

45 - transmitir (620) la señal de referencia a través de un segundo subgrupo (920) de CDM usando una primera permutación del código de cobertura ortogonal, comprendiendo el segundo subgrupo (920) de CDM elementos de recurso en el primer intervalo de tiempo y el segundo intervalo de tiempo;

50 en el que el uno o más circuitos (1610, 1620) de procesamiento están configurados además para seleccionar la primera permutación del código de cobertura ortogonal de tal manera que permita la decodificación de la señal de referencia en el dominio de la frecuencia, aplicando el código de cobertura ortogonal solo a los elementos de recurso en el grupo de CDM que están comprendidos en el primer intervalo de tiempo y el primer subgrupo (910) de CDM se repite el mismo número de veces que el segundo subgrupo (920) de CDM, sobre dos bloques de recursos, y

55 en el que el nodo (1600) de red de radio está configurado además para transmitir una segunda señal de referencia a través de un segundo puerto de antena en un segundo grupo de CDM, consistiendo el segundo grupo de CDM en dos subgrupos de CDM, siendo transmitido cada subgrupo de CDM en una subportadora diferente, comprendiendo cada subgrupo de CDM uno o más elementos de recurso, caracterizado porque dicho o más circuitos (1610, 1620) de procesamiento están configurado además para:

60 - transmitir (830) la segunda señal de referencia a través de un tercer subgrupo (930) de CDM usando una segunda permutación del código de cobertura ortogonal, comprendiendo el tercer subgrupo (930) de CDM elementos de recurso en un primer intervalo de tiempo y un intervalo de tiempo posterior,

- transmitir (840) la segunda señal de referencia a través de un cuarto subgrupo (940) de CDM usando el código de cobertura ortogonal, comprendiendo el cuarto subgrupo (940) de CDM elementos de recurso en el primer intervalo de tiempo y el intervalo de tiempo posterior;

en el que la segunda permutación del código de cobertura ortogonal se selecciona de tal manera que permita la decodificación de la segunda señal de referencia en el dominio de la frecuencia, aplicando el código ortogonal solo a los elementos de recurso en el segundo grupo de CDM que están comprendidos en el primer intervalo de tiempo, y

5 en el que la primera permutación comprende una inversión del orden de los elementos de código del código de cobertura ortogonal, y la segunda permutación es el código de cobertura ortogonal cambiado cíclicamente dos veces, con un primer par de elementos de código adyacentes de los códigos de cobertura ortogonal intercambiado con respecto a la posición con un segundo par de elementos de código adyacentes.

10 8.- Un equipo (1700) de usuario configurado para decodificar una señal de referencia que se recibe en un grupo de multiplexación por división de código, CDM, consistiendo el grupo de CDM al menos en dos subgrupos de CDM, siendo recibido cada subgrupo de CDM en una subportadora diferente, comprendiendo cada subgrupo de CDM elementos de recurso en un primer intervalo de tiempo y un intervalo de tiempo posterior, caracterizado porque el equipo (1700) de usuario comprende uno o más circuitos (1710, 1720) de procesamiento configurados para:

15 - recibir, en el primer intervalo de tiempo, un primer conjunto de elementos de recurso comprendido en un primer subgrupo de CDM que se ha transmitido usando un código de cobertura ortogonal, y un segundo conjunto de elementos de recurso comprendido en un segundo subgrupo de CDM que se ha transmitido usando una primera permutación del código de cobertura ortogonal, en el que el primer subgrupo (910) de CDM se repite el mismo número de veces que el segundo subgrupo (920) de CDM sobre dos bloques de recursos;

20 - decodificar la señal de referencia aplicando un código de cobertura ortogonal al primer y segundo conjunto de elementos de recurso,

25 - decodificar una segunda señal de referencia que se recibe en un segundo grupo de multiplexación por división de código, CDM, consistiendo el segundo grupo de CDM al menos en dos subgrupos de CDM, siendo recibido cada subgrupo de CDM en una subportadora diferente, comprendiendo cada subgrupo de CDM elementos de recurso en el primer intervalo de tiempo y el intervalo de tiempo posterior,

30 - recibir, en un primer intervalo de tiempo, un tercer conjunto de elementos de recurso comprendido en un tercer subgrupo de CDM que ha sido transmitido usando una segunda permutación del código de cobertura ortogonal, y un cuarto conjunto de elementos de recurso comprendido en un cuarto subgrupo de CDM que ha sido transmitido usando el código de cobertura ortogonal, y

35 - decodificar la señal de referencia aplicando un código de cobertura ortogonal al tercer y cuarto conjunto de elementos de recurso,

40 en el que la primera permutación comprende una inversión del orden de los elementos de código del código de cobertura ortogonal, y la segunda permutación es el código de cobertura ortogonal cambiado cíclicamente dos veces, con un primer par de elementos de código adyacentes de los códigos de cobertura ortogonal intercambiado con respecto a la posición con un segundo par de elementos de código adyacentes.

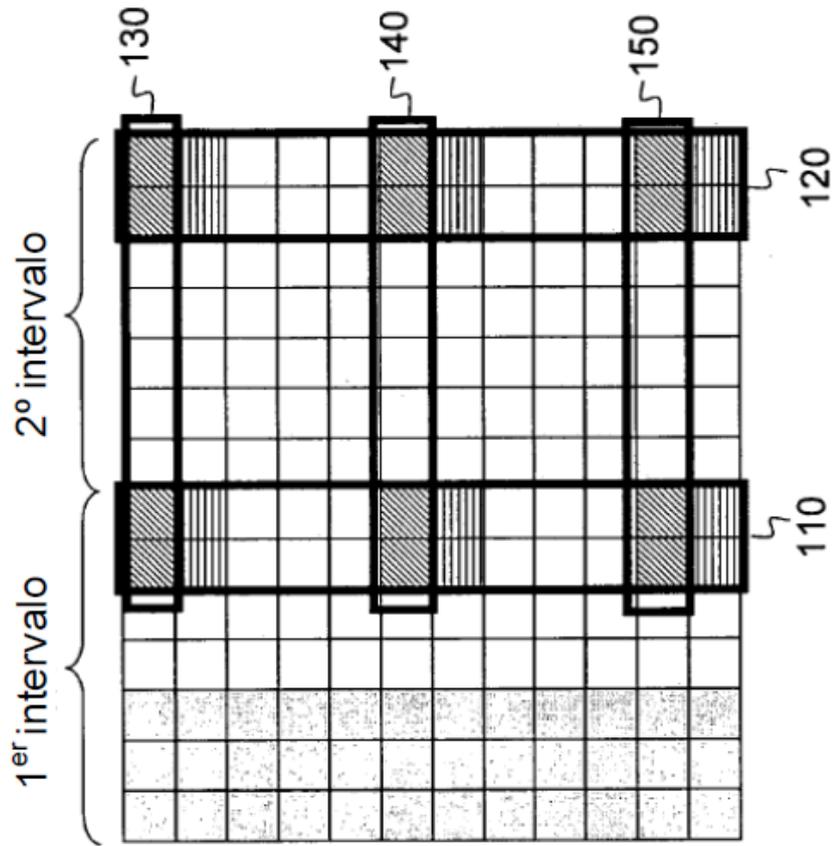


Figura 1

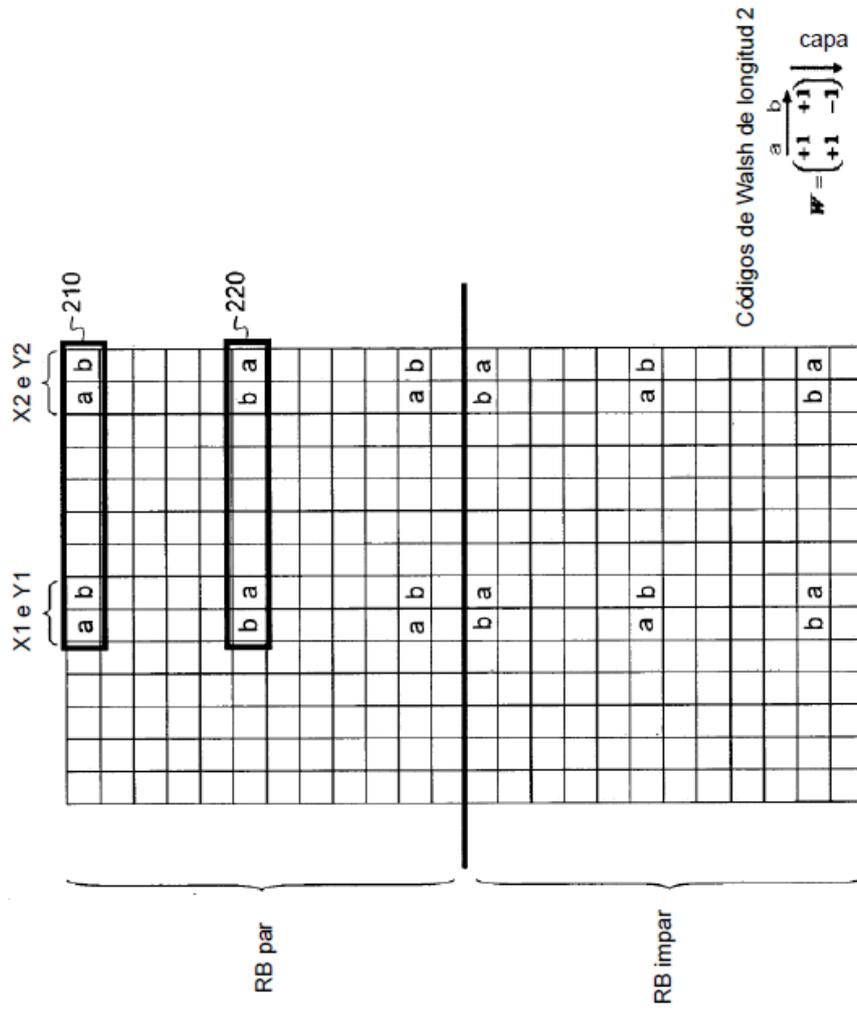


Figura 2

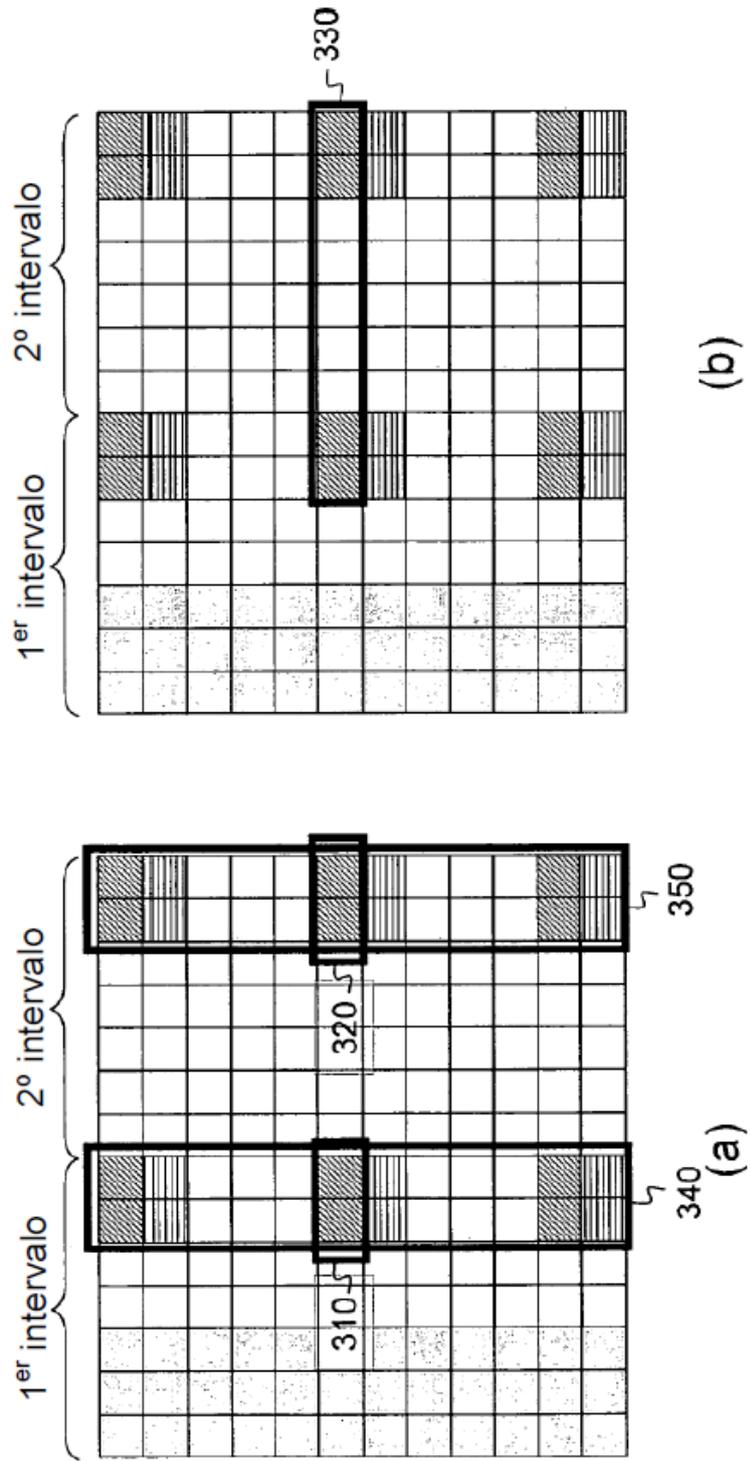


Figura 3

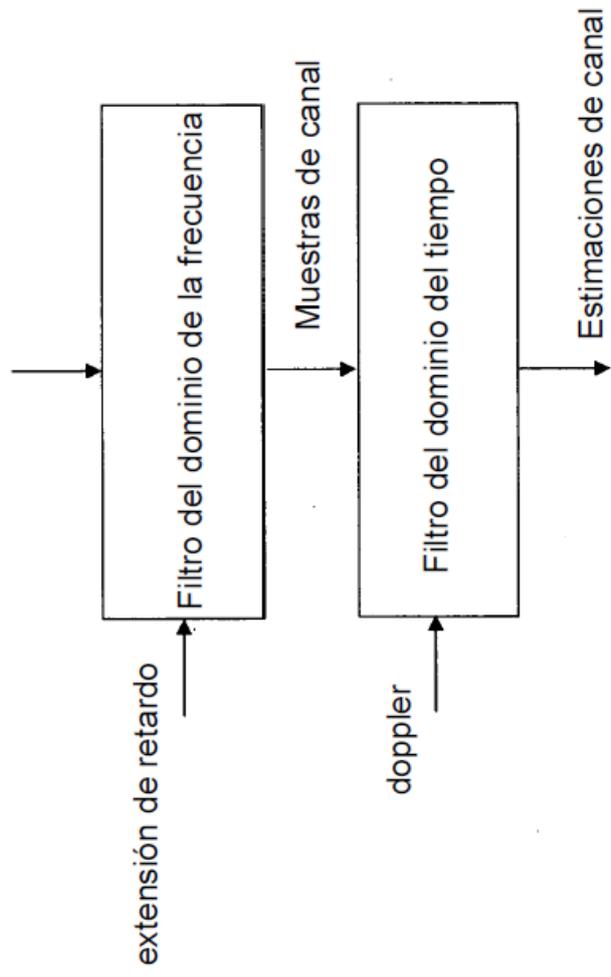


Figura 4

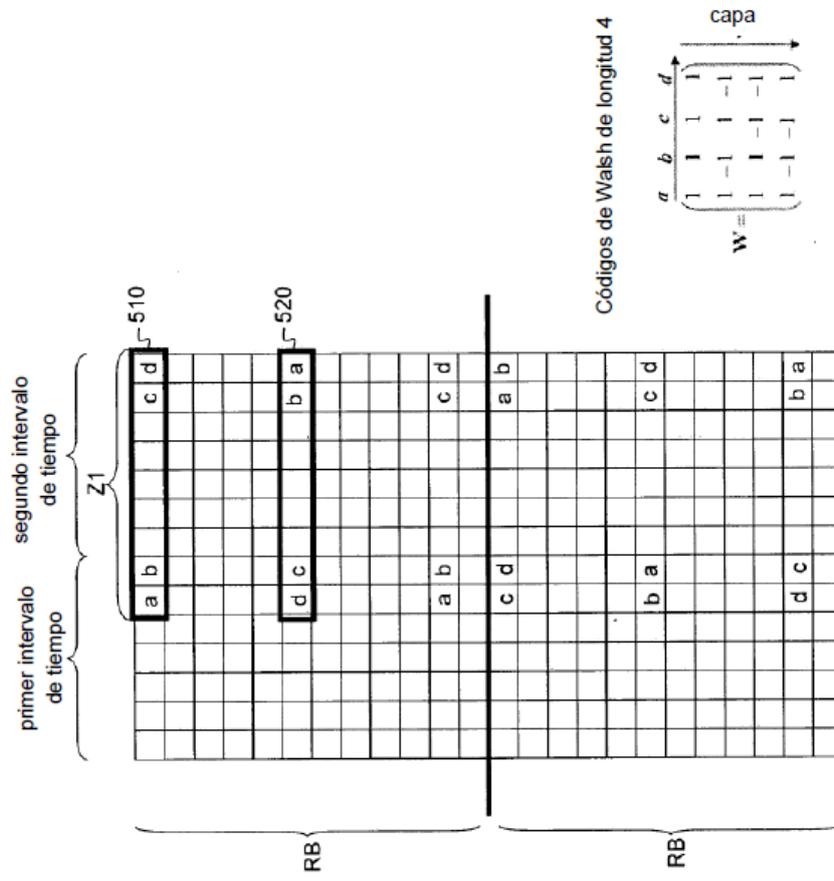


Figura 5

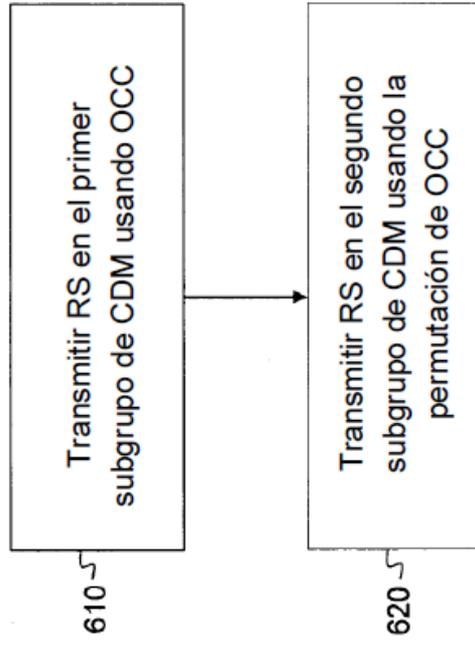


Figura 6

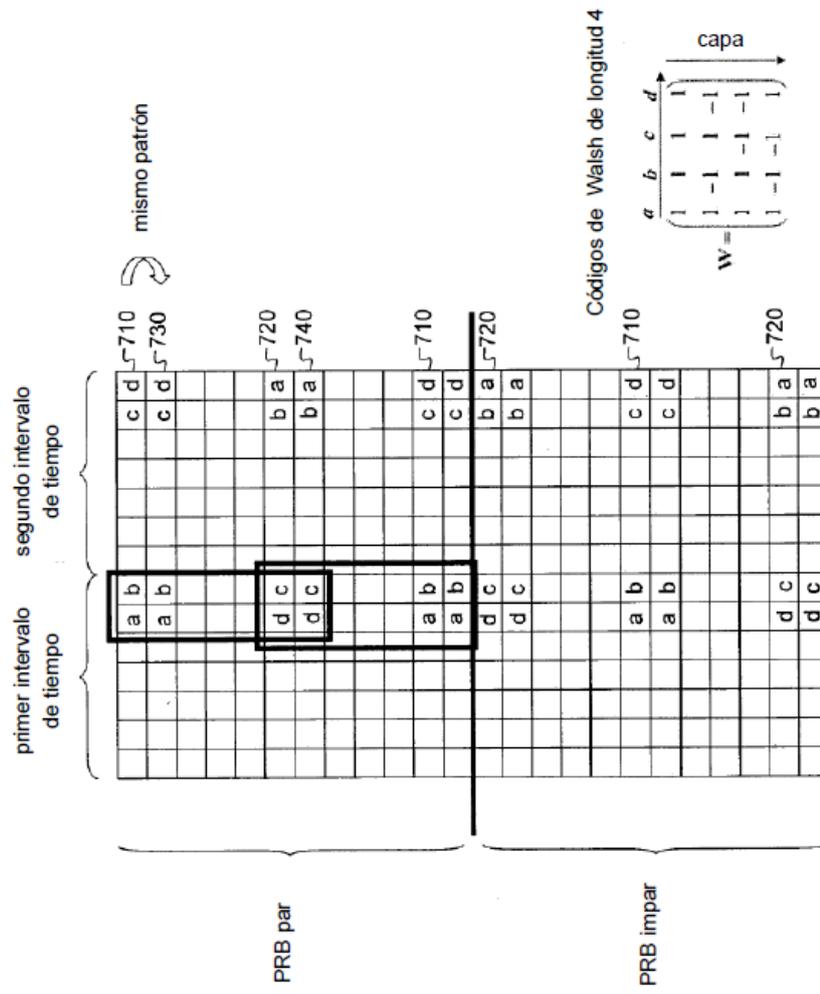


Figura 7

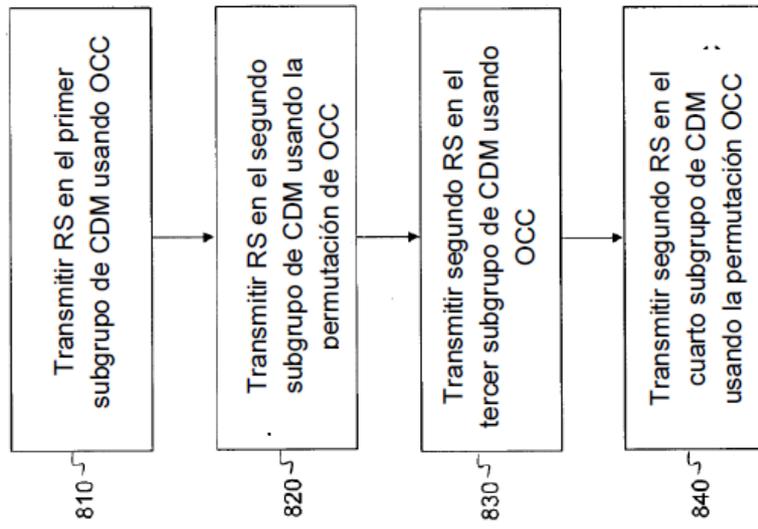


Figura 8

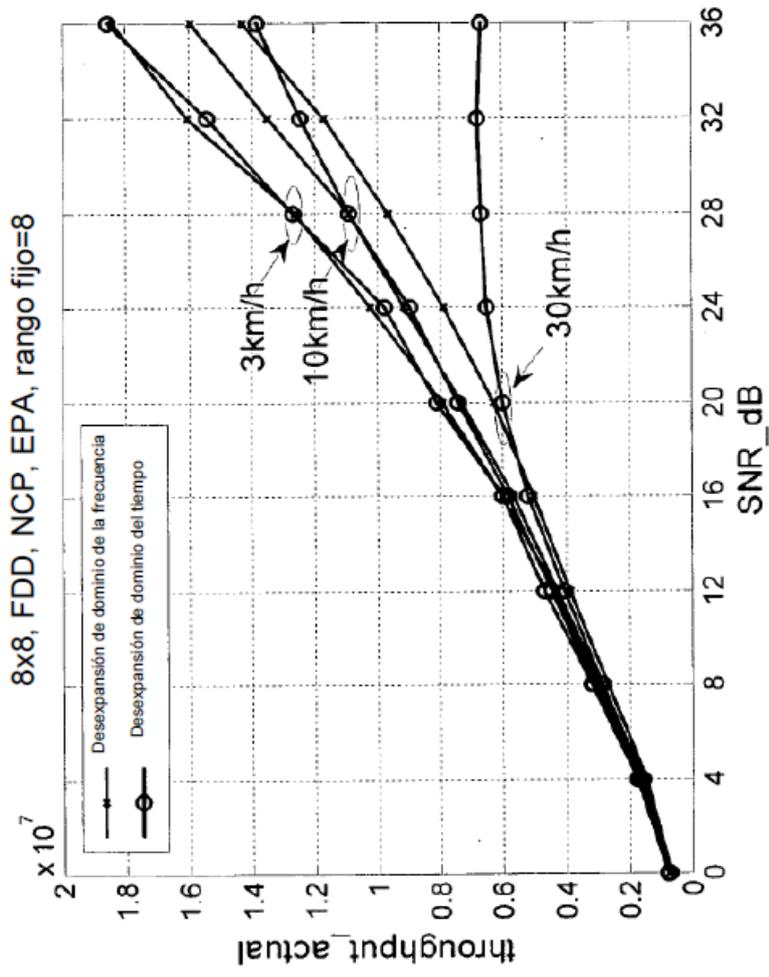


Figura 8(a)

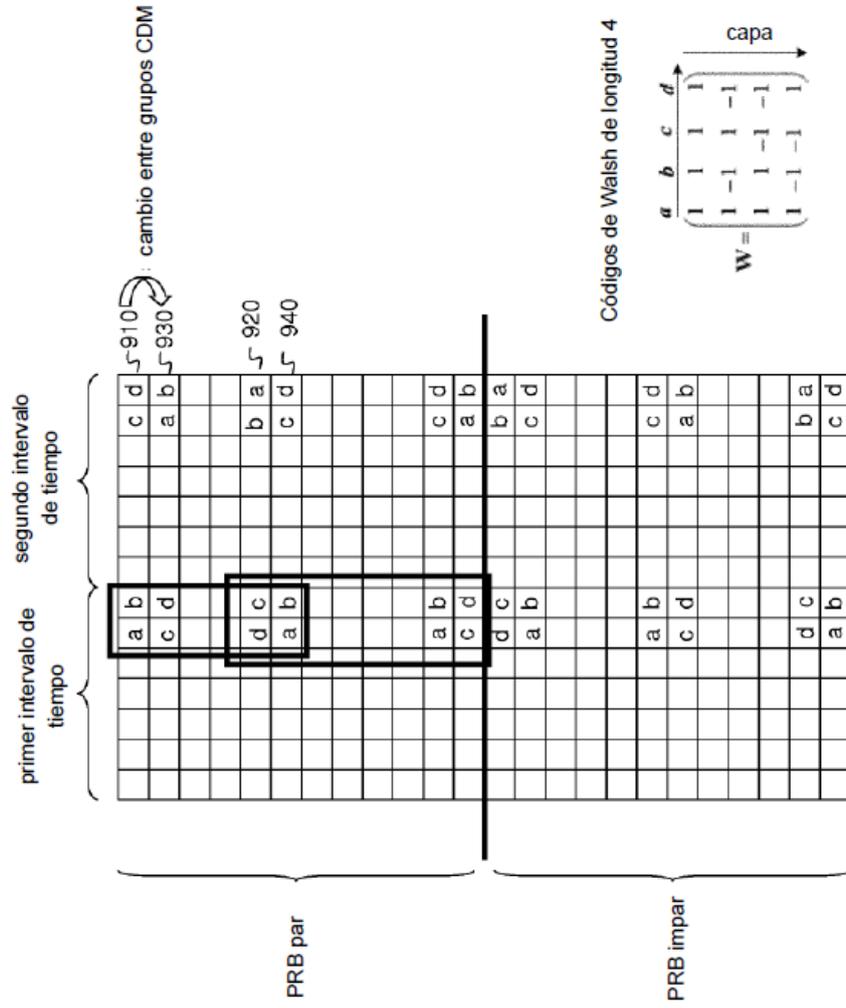


Figura 9

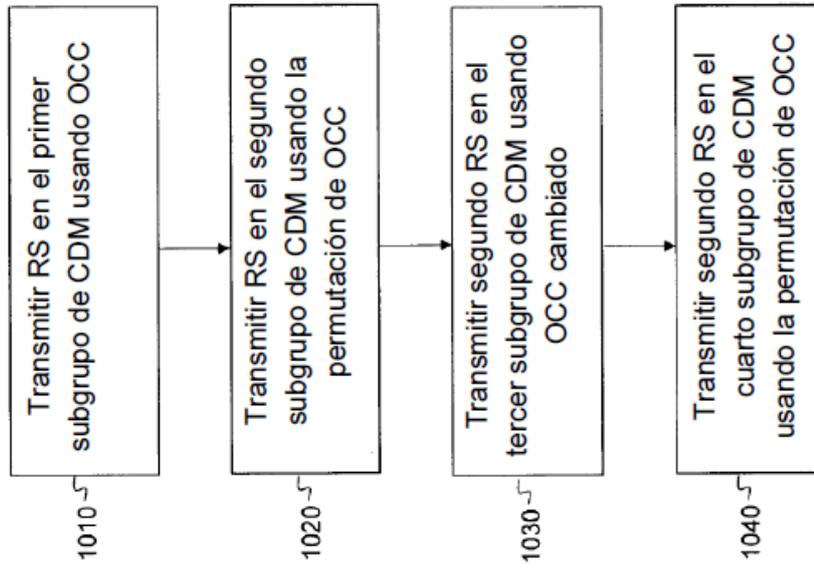


Figura 10

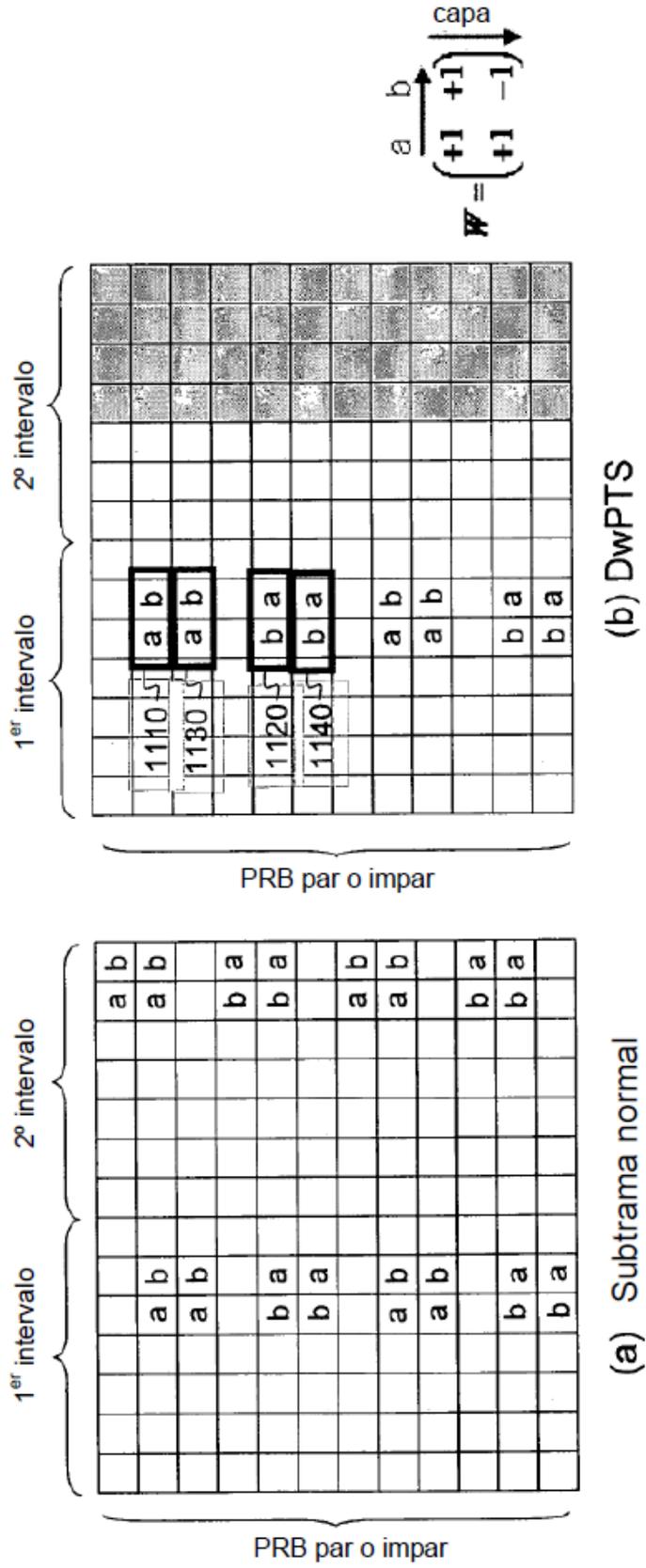


Figura 11

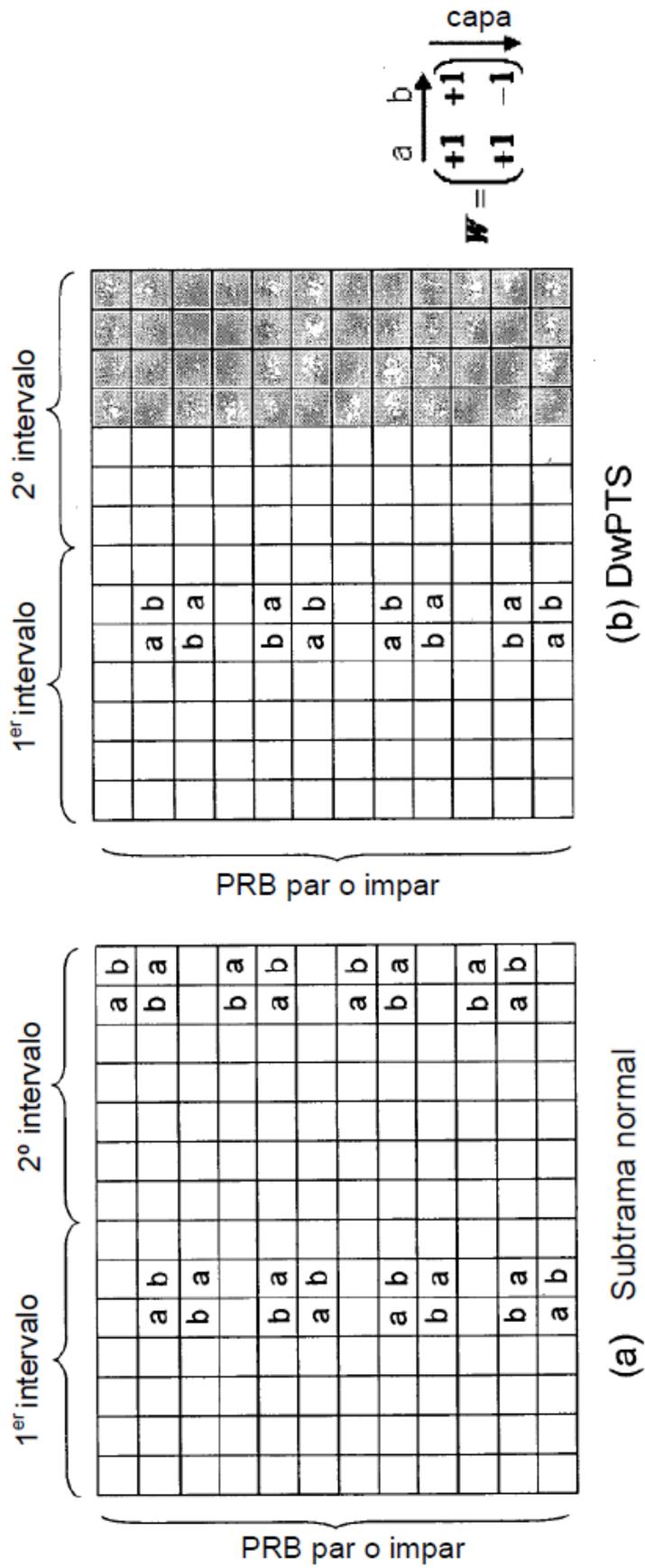


Figura 12

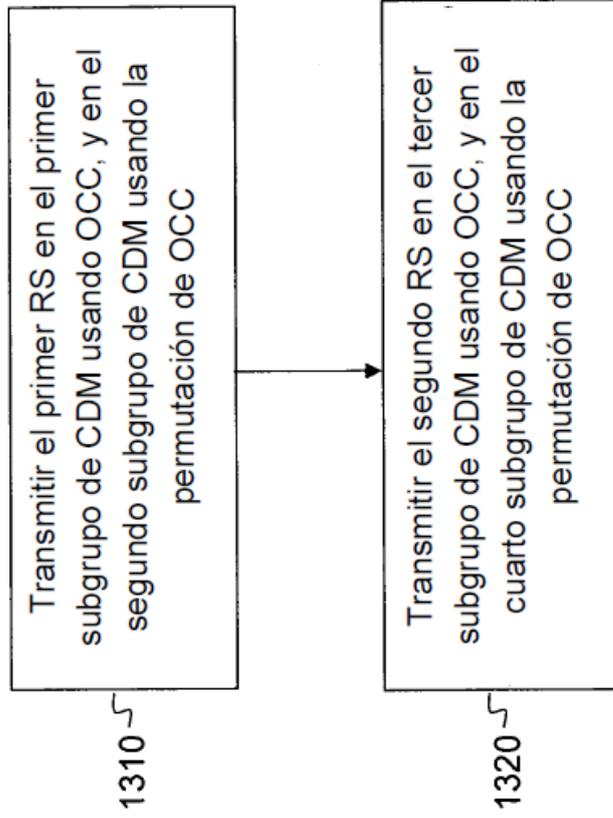


Figura 13

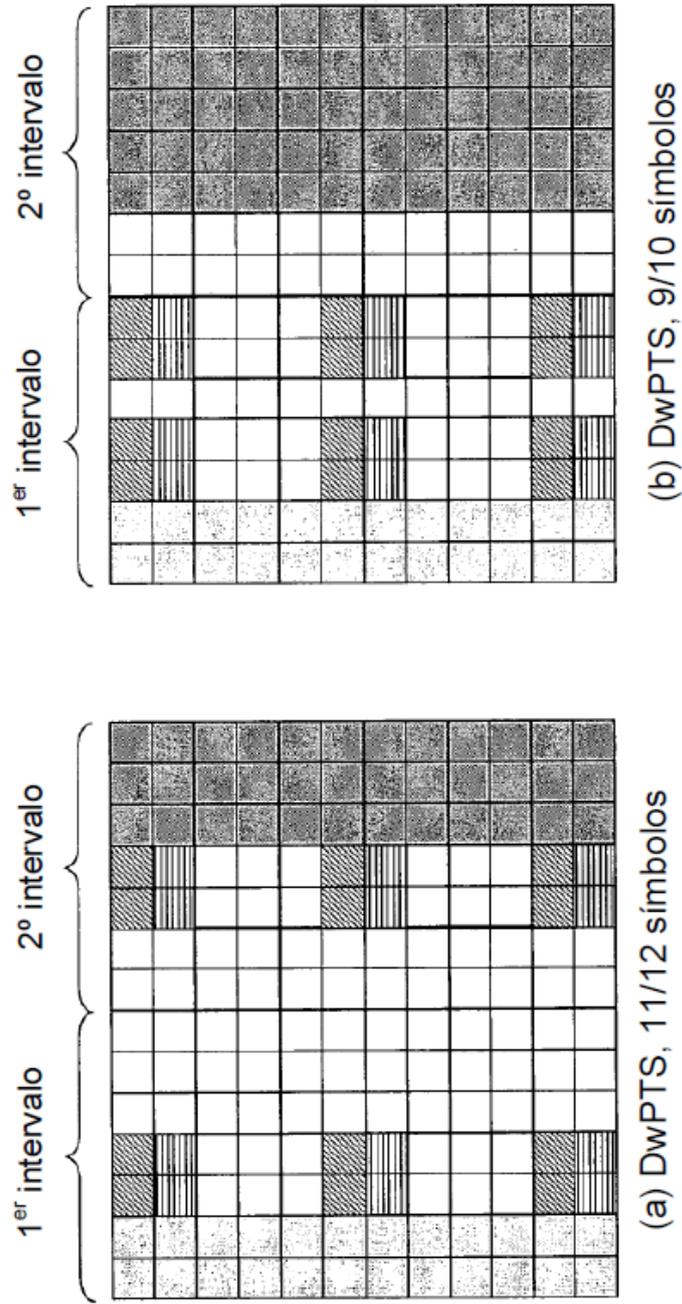


Figura 14

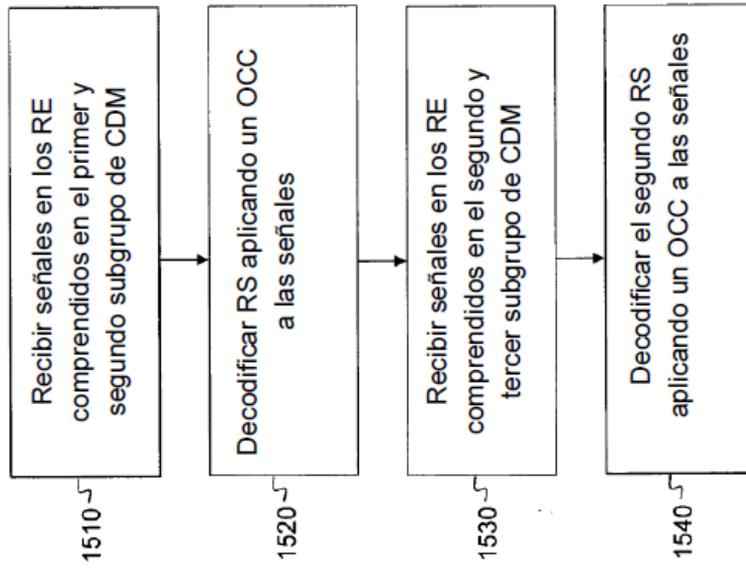


Figura 15

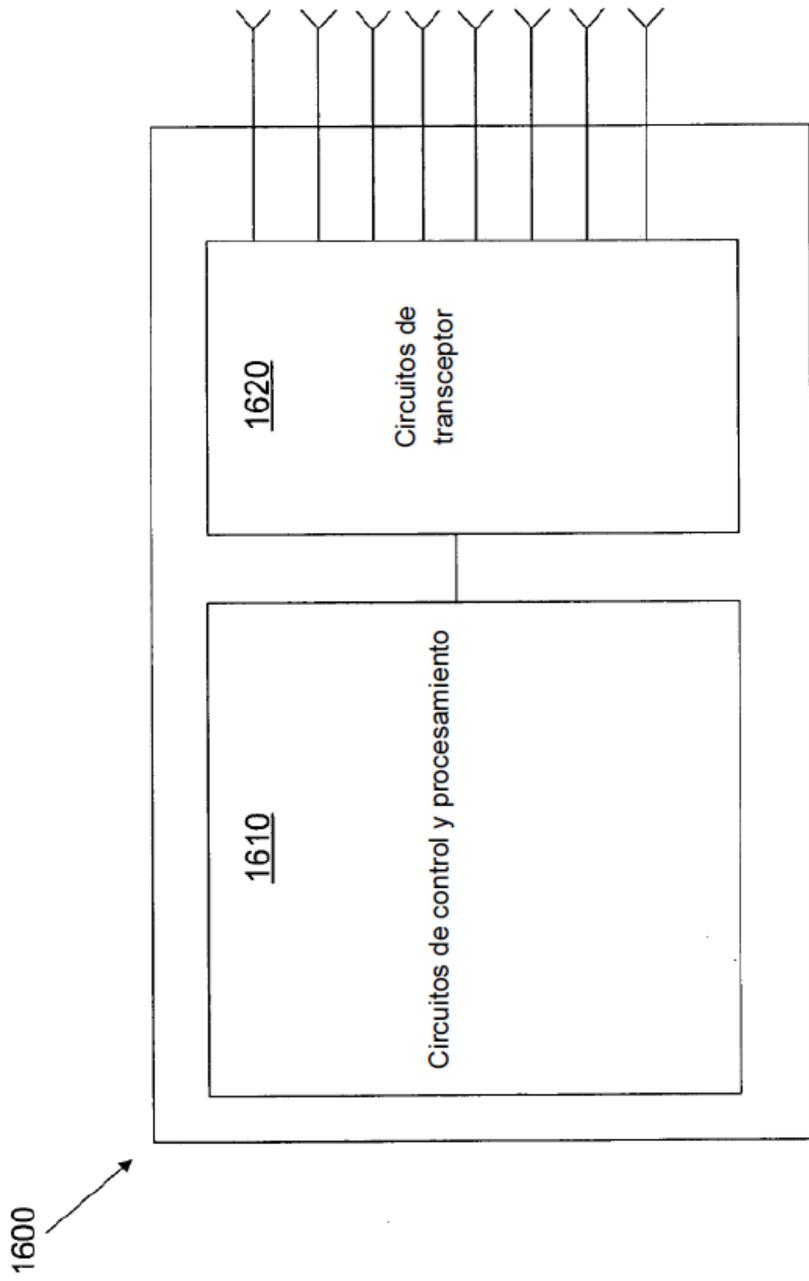


Figura 16

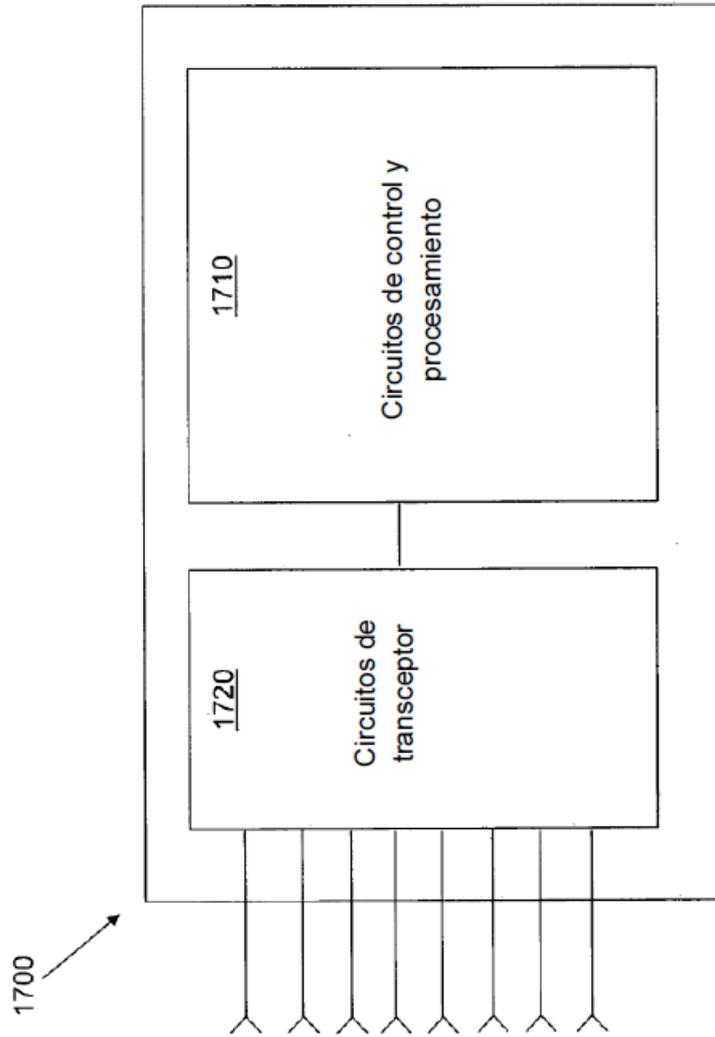


Figura 17