

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 817 546**

51 Int. Cl.:

H04B 7/0456 (2007.01)

H04B 7/0417 (2007.01)

H04B 7/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.03.2009 PCT/EP2009/053162**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.09.2010 WO10105670**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.03.2009 E 09779167 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2020 EP 2409415**

54 Título: **Métodos y aparatos para la precodificación basada en libros de códigos en sistemas MIMO**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.04.2021

73 Titular/es:
**NOKIA SOLUTIONS AND NETWORKS OY
(100.0%)
Karakaari 7
02610 Espoo, FI**

72 Inventor/es:
**HOOLI, KARI, JUHANI;
PAJUKOSKI, KARI, PEKKA y
TIIROLA, ESA, TAPANI**

74 Agente/Representante:
ISERN JARA, Jorge

ES 2 817 546 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 aparatos para la precodificación basada en libros de códigos en sistemas MIMO

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a métodos y aparatos y, en particular, pero no exclusivamente, a aparatos y métodos para su uso en una red de telecomunicaciones inalámbricas de múltiples entradas y múltiples salidas.

10 Antecedentes

Se ha propuesto mejorar la cobertura y la capacidad de comunicación mediante el uso de diversidad espacial o multiplexación espacial. Mediante el uso de multiplexación espacial, la velocidad de los datos se puede incrementar transmitiendo flujos de información independientes desde diferentes antenas pero usando el mismo canal definido por frecuencia y recurso de tiempo y, posiblemente, código de ensanchamiento.

Estos sistemas pueden denominarse sistemas de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO). Estos sistemas requieren controladores complejos para controlar los elementos tanto de transmisión como de recepción de la estación móvil y la estación base. Se ha propuesto la transmisión MIMO de un solo usuario de múltiples flujos y forma parte de WCDMA (acceso múltiple por división de código de banda ancha), 3GPP LTE (proyecto de colaboración de tercera generación - evolución a largo plazo) y estándares del sistema WiMax. En el sistema de múltiples entradas y múltiples salidas de un solo usuario (SU-MIMO), un receptor MIMO con múltiples antenas y circuitos de recepción recibe los múltiples flujos, separa los múltiples flujos y determina los símbolos de transmisión enviados sobre cada flujo de los flujos de datos multiplexados espacialmente.

En el foro 3GPP, se ha propuesto que LTE-Advanced sea una evolución del sistema LTE Rel'8 para abordar los requisitos del ITU-R (Sector de radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones) para IMT (Telecomunicaciones móviles internacionales) -Avanzado. 3GPP aprobó un nuevo artículo de estudio sobre LTE-Advanced en RAN # 39 (marzo de 2008). Se ha propuesto que SU-MIMO con 2-4 antenas de transmisión en el UE (equipo de usuario) será parte de LTE-Advanced [TR 36.913 v8.0.0].

Se ha propuesto que las transmisiones SU-MIMO UL (enlace ascendente) implicarán técnicas de precodificación de transmisión y que esta precodificación utiliza libros de códigos fijos.

En una presentación realizada a 3GPP en R1-090915, Ericsson ha propuesto un libro de códigos de precodificación 4Tx (transmisión) que intenta preservar una propiedad PAPR (relación de potencia de cresta/potencia media (PAPR) favorable de la señal transmitida. Sin embargo, los inventores han identificado que esta propuesta se limita a transmisiones de rango 2.

En la presentación R1-090590 a 3GPP, Texas Instruments señaló que los grandes conjuntos de libros de códigos en el rango de transmisión completo no proporcionan una ganancia significativa.

El desequilibrio de antena se ha considerado en el diseño del libro de códigos, propuesto en R1 -062355 a 3GPP por Nokia. Sin embargo, los inventores han identificado que estos diseños se han centrado en esquemas 2 Tx.

El libro de códigos de Householder utilizado en LTE Rel'8 DL (enlace descendente) aumenta la PAPR, pero los inventores han identificado que este esquema no tiene en cuenta el posible desequilibrio de antena de transmisión (por ejemplo, debido al movimiento del equipo de usuario en la mano de un usuario).

El documento WO 2008/086239 A1 desvela un método de transmisión de señales de comunicación, en donde se precodifica una señal de datos en respuesta a una matriz de precodificación que se selecciona de un conjunto de libros de códigos. A continuación, la señal de datos precodificada se transmite desde antenas.

Sumario

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un método para transmitir un flujo de datos desde un equipo de usuario con las características de la reivindicación 1.

También de acuerdo con la presente invención, se proporcionan un método para una estación base de radio para controlar transmisiones de un flujo de datos desde cuatro antenas de un equipo de usuario con las características de la reivindicación 2 y un programa informático de acuerdo con la reivindicación 5.

De acuerdo con la presente invención, también se proporcionan un equipo de usuario configurado para transmitir un flujo de datos de acuerdo con la reivindicación 6 y una estación base de radio configurada para controlar transmisiones de un flujo de datos desde cuatro antenas de un equipo de usuario de acuerdo con la reivindicación 9.

Breve descripción de los dibujos

A continuación se describirán varias realizaciones a modo de ejemplo de la presente invención únicamente con referencia a las figuras adjuntas, en las que:-

- 5 La figura 1 muestra una vista esquemática de un sistema que incluye una estación base esquemática y una configuración de equipo de usuario dentro de la cual se pueden implementar realizaciones de la invención;
- la figura 2 muestra un libro de códigos que incorpora la presente invención - rango 1;
- la figura 3 muestra un libro de códigos que incorpora la presente invención - rango 2;
- 10 la figura 4 muestra un libro de códigos que incorpora la presente invención - rango 3;
- la figura 5 muestra un diagrama de flujo de las etapas realizadas en la estación móvil; y
- la figura 6 muestra un diagrama de flujo de las etapas realizadas en la estación base

Descripción de realizaciones de ejemplo

15 Las realizaciones de la presente invención se describen en el presente documento a modo de ejemplos particulares y, específicamente, con referencia a realizaciones preferidas.

20 La figura 1 muestra una red de comunicación 30 en la que se pueden implementar algunas realizaciones de la presente invención. En particular, algunas realizaciones de la presente invención pueden referirse a la implementación de moduladores/desmoduladores de radio (módem) para diversos dispositivos que pueden incluir: equipo 201 de usuario, repetidores, puntos de acceso o estaciones base 101 que se comunican a través de un entorno inalámbrico 151.

25 Las realizaciones de la presente invención pueden ser aplicables a redes de comunicaciones implementadas de acuerdo con una serie de normas y su evolución, que incluyen: WCDMA (acceso múltiple por división de código de banda ancha), 3GPP LTE (evolución a largo plazo), WiMax (interoperabilidad mundial para acceso por microondas), UMB (Banda Ancha Ultra Móvil), CDMA (acceso múltiple por división de código), 1xEV-DO (evolución de datos optimizados), Receptores WLAN (red de área local inalámbrica) y UWB (banda ultra ancha).

30 Con respecto a la figura 1, se muestra una vista esquemática de un sistema dentro del cual se pueden implementar realizaciones de la invención. El sistema de comunicación 30 se muestra con una estación base 101 que puede ser un nodo B (NB), un nodo mejorado B (eNB) o cualquier servidor de acceso adecuado para permitir que el equipo 201 de usuario acceda de forma inalámbrica a un sistema de comunicación.

35 La figura 1 muestra un sistema mediante el cual la estación base (BS) 101 puede transmitir al equipo de usuario (UE) 201 a través del canal de comunicaciones del entorno inalámbrico 151, que puede ser conocido como enlace descendente (DL), y el equipo de usuario (UE) 201 puede transmitir a la estación base (BS) 101 a través del canal de comunicaciones del entorno inalámbrico 151, que puede ser conocido como enlace ascendente (UL).

40 La estación base 101 puede comprender un procesador 105 que puede configurarse para controlar el funcionamiento del circuito receptor/transmisor 103. El procesador puede configurarse para ejecutar software almacenado en la memoria 106.

45 La memoria 106 puede configurarse además para almacenar datos y/o información a transmitir y/o recibir. La memoria 106 puede usarse además para almacenar parámetros de configuración usados por el procesador 105 al operar la estación base 101.

50 El circuito transmisor/receptor 103 puede configurarse para que funcione como un transmisor y/o receptor configurable que convierte entre señales de radiofrecuencia de un protocolo específico para su transmisión (o recepción a través de) el entorno inalámbrico y señales digitales de banda base. El circuito transmisor/receptor 103 puede configurarse para usar la memoria 106 como una memoria intermedia para los datos y/o información que se transmitirán o recibirán desde el entorno inalámbrico 151.

55 El circuito transmisor/receptor 103 puede configurarse además para conectarse al menos a una antena para recibir y transmitir las señales de radiofrecuencia a través del entorno inalámbrico al equipo 201 de usuario. En la figura 1 se muestra la estación base que comprende 2 antenas, la primera antena 107₁ y la segunda antena 107₂ configuradas ambas para transmitir y recibir señales. En otras realizaciones de la invención, la estación base puede tener más antenas representadas por la antena de puntos 107_m en la figura 1. En una realización preferente, m puede ser 4. Se necesitan cuatro antenas receptoras para dar apoyo a la transmisión de rango 4.

60 La estación base 101 puede estar conectada a otros elementos de red a través de un enlace 111 de comunicaciones. El enlace 111 de comunicaciones puede recibir datos para su transmisión al equipo 201 de usuario a través del enlace descendente y transmite datos recibidos desde el equipo 201 de usuario a través del enlace ascendente. Estos datos pueden comprender datos para todo el equipo de usuario dentro del rango de comunicaciones inalámbricas o de célula de datos operado por la estación base 101. El enlace 111 de comunicaciones se muestra en la figura 1 como un enlace cableado. Sin embargo, se entenderá que el enlace de comunicaciones puede ser además un enlace de

comunicaciones inalámbricas.

En la figura 1, se muestra dos equipos 201 de usuario dentro del alcance de la estación base 101. Sin embargo, se entenderá que puede haber más o menos equipos 201 de usuario dentro del alcance de la estación base 101. El equipo de usuario puede ser una estación móvil o cualquier otro aparato o dispositivo electrónico adecuado para la comunicación con la estación base. Por ejemplo, en realizaciones adicionales de la invención, el equipo de usuario puede ser organizadores de datos personales u ordenadores portátiles adecuados para comunicaciones inalámbricas en el entorno como se describe a continuación. Debe apreciarse que las realizaciones de la invención también se pueden aplicar a una estación repetidora.

La figura 1 en particular muestra un primer equipo de usuario UE_1 201₁ y un segundo equipo de usuario UE_2 201₂. Además, la figura 1 muestra con más detalle el primer equipo de usuario UE_1 201₁. El primer equipo de usuario 201₁ puede comprender un procesador 205 configurado para controlar el funcionamiento de un circuito 203 receptor/transmisor. El procesador puede configurarse para ejecutar software almacenado en la memoria 207. El procesador puede además controlar y operar cualquier operación que debe llevar a cabo el equipo de usuario, tal como la operación de la pantalla del equipo de usuario, codificación y decodificación de audio y/o vídeo para reducir el uso del espectro, etc.

La memoria 207 puede configurarse además para almacenar datos y/o información a transmitir y/o recibir. La memoria 207 puede usarse además para almacenar parámetros de configuración usados por el procesador 205 al operar el equipo de usuario 201₁. La memoria puede ser una memoria de estado sólido, memoria óptica (tal como, por ejemplo, discos de datos en formato CD o DVD), memoria magnética (tal como disquetes o discos duros), o cualquier medio adecuado para almacenar los programas para operar los procesadores, datos de configuración o datos de transmisión/recepción.

El circuito transmisor/receptor 203 puede configurarse para que funcione como un transmisor y/o receptor configurable que convierte entre señales de radiofrecuencia de un protocolo específico para su transmisión (o recepción a través de) el entorno inalámbrico y señales digitales de banda base. El circuito 203 transmisor/receptor puede configurarse para usar la memoria 207 como una memoria intermedia para que los datos se transmitan o reciban desde el entorno 151 inalámbrico.

El circuito 203 transmisor/receptor está configurado para conectarse al menos a una antena para recibir y transmitir las señales de radiofrecuencia a través del entorno inalámbrico a la estación base 101. En la figura 1 se muestra el equipo de usuario que comprende 4 antenas, la primera antena 251₁₁ a la cuarta antena 251₁₄.

Aunque la figura 1 y los ejemplos descritos a continuación describen que el equipo de usuario y la estación base tienen un procesador dispuesto para llevar a cabo las operaciones descritas a continuación, se entenderá que, en las realizaciones de la invención, los respectivos procesadores pueden comprender un solo procesador o una pluralidad de procesadores. Los procesadores pueden implementarse mediante uno o más circuitos integrados.

Algunas realizaciones de la presente invención pueden usarse en el sistema LTE-Advanced que puede ser parte de 3GPP LTE Rel. 10. Sin embargo, debería apreciarse que esto es solo a modo de ejemplo y las realizaciones de la invención pueden usarse en sistemas alternativos.

Un esquema de precodificación PUSCH (canal físico compartido de enlace ascendente) para MIMO de usuario único (SU-MIMO), con un diseño de libro de códigos de precodificación para 4 antenas Tx (transmisión). En otra realización, estas técnicas podrían aplicarse también al formato 2 de PUCCH (por ejemplo, con precodificación de flujo único). Las mismas técnicas pueden aplicarse a las señales de referencia sonoras.

En algunas realizaciones de la invención, los libros de códigos de precodificación SU-MIMO están organizados para tener en cuenta las propiedades específicas del enlace ascendente del sistema LTE-Advanced.

Algunas realizaciones están dispuestas para tener en cuenta:

- Desequilibrio entre las antenas Tx en el UE debido, por ejemplo, al agarre de la mano y al cambio de orientación de la antena, que proporcionan diferentes respuestas a los componentes de polarización vertical y horizontal.
- Disminución de la eficiencia de la potencia debido al aumento de PAPR

En un sistema MIMO, el rendimiento de un sistema de radio se mejora mediante el uso de precodificación espacial en un transmisor y poscodificación espacial en el receptor. La precodificación espacial puede comprender la formación de haces espaciales y la codificación espacial. La precodificación espacial se realiza para mejorar la potencia de la señal en el destino y disminuir la potencia de interferencia.

En la formación de haces de una sola capa, la misma señal se emite desde cada una de las antenas de transmisión con una ponderación de fase apropiada (y opcionalmente de ganancia) de manera que la potencia de la señal se maximiza en la entrada del receptor. Los beneficios de la formación de haces son aumentar la ganancia de la señal

de la combinación constructora y reducir el efecto de desvanecimiento por trayectos múltiples. Cuando el receptor tiene varias antenas, la formación del haz de transmisión no puede maximizar simultáneamente el nivel de señal en toda la antena de recepción y se utiliza la precodificación. La precodificación requiere el conocimiento de la información de estado del canal (CSI) en el transmisor.

5 Algunas realizaciones de la invención utilizan un diseño de libro de códigos de precodificación para la transmisión simultánea de hasta 2 palabras de código. En esta realización, la palabra de código puede considerarse como un bloque de transporte que contiene datos codificados con, por ejemplo, código turbo. A continuación, se utilizará el bloque de transporte de terminología. Los bloques de transporte se transmiten desde 4 antenas transmisoras. En algunas realizaciones de la invención, el libro de códigos de precodificación está diseñado basándose en uno o más de los siguientes criterios:

- 15 • La precodificación contiene matrices de precodificación que preservan la PAPR de la transmisión SC-FDMA (acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única). Por lo tanto, solo se asigna una capa para cada antena.
- La precodificación tiene en cuenta el posible desequilibrio de antena de transmisión en uno o más de:
 - 20 ◦ Contener antena o selección de polarización contenidas en el libro de códigos para transmisión de rango 1
 - Asegurarse de que cada bloque de transporte se transmita desde una pluralidad de antenas que se pueden seleccionar de acuerdo con el estado actual del canal, cuando el rango de transmisión es menor que el número de antenas de transmisión.
 - Contener elementos de diversidad Tx con selección de antena o agrupación de antenas en el libro de códigos para minimizar el tamaño del libro de códigos

25 Basándose en los criterios, un libro de códigos para un rango específico se diseña con las siguientes etapas:
Para una transmisión de flujo único:

- las antenas de transmisión se agrupan en dos grupos, con 2 antenas por grupo.
- Después de esto, se enumeran todas las posibles asignaciones de grupos de antena a antena
- 30 • Las diferentes combinaciones de rotación de fase entre las antenas dentro del grupo de antenas se enumeran como entradas del libro de códigos.
- Adicionalmente, la selección de un solo grupo de antenas para la transmisión se incluye en el libro de códigos. Se incluyen diferentes opciones de grupo de antena a antena y se aplica la rotación de fase o un método de diversidad de transmisión Tx entre las antenas dentro del grupo de antenas.

35 Para una transmisión de múltiples flujos

- Se selecciona el número de antenas de transmisión por capa para que cada bloque de transporte se transmita desde múltiples antenas
- 40 • Después de esto, todas las posibles asignaciones de capa a antena (es decir, se forman grupos de antenas para cada capa) se enumeran con la restricción de que solo se asigna una capa por antena.
- Cuando una capa se asigna a varias antenas (es decir, grupos de antenas), las diferentes combinaciones de rotación de fase entre las antenas dentro del grupo de antenas se enumeran como entradas del libro de códigos.
 - Como alternativa, se puede aplicar un método de diversidad de transmisión Tx entre las antenas dentro del grupo de antenas.

50 Cabe señalar que un diseño de libro de códigos que contenga tanto la preservación de PAPR como las opciones de precodificación de selección de antena no es contradictorio. La precodificación de preservación de PAPR se utiliza cuando la transmisión UE tiene limitación de potencia, mientras que la precodificación con selección de antena (y, por lo tanto, aumento de potencia de las antenas de transmisión restantes) puede usarse cuando la transmisión del UE no tiene limitación de potencia.

55 El libro de códigos puede diseñarse para contener matrices de precodificación que preservan la PAPR. No obstante, el libro de códigos también puede contener matrices de precodificación que no preservan la PAPR.

60 Al mirar los diseños de libros de códigos específicos, debe apreciarse que las realizaciones de la invención se pueden usar con los rangos de transmisión 1, 2 y 3. El rango 4 no se considera a continuación. Se puede proporcionar un libro de códigos de rango 4, utilizando técnicas conocidas. El rango se puede considerar como el número de diferentes flujos de transmisión.

65 En el caso de que las señales piloto estén típicamente precodificadas y el libro de códigos contenga entradas con un método de diversidad Tx que requiera un piloto específico de antena, es necesario asignar dos secuencias piloto al UE. La segunda secuencia piloto se usa solo cuando se usa la diversidad Tx.

Rango 1

Los valores de las tablas representan la amplitud y la fase cuando se asigna una capa X a la antena Y.

Las antenas se agrupan en 2 grupos con 2 antenas por grupo. Después de esto, se forman vectores de precodificación con combinaciones de rotación QPSK entre antenas dentro de grupos de antenas. Adicionalmente, se incluyen vectores de precodificación para la selección de grupos de antenas. En el caso de la selección del grupo de antenas, puede haber rotación de fase, por ejemplo, BPSK (codificación por desplazamiento de fase binaria, entre las antenas transmisoras, o simplemente diversidad Tx, por ejemplo, codificación espacio-temporal por bloques STBC. El beneficio de usar la diversidad Tx es que permite un diseño de libro de códigos más compacto (más pequeño). Tal diseño de libro de códigos da como resultado 22 o 16 índices de matriz de precodificación si se utiliza BPSK o STBC. En la figura 2 se muestra un ejemplo de las opciones de libro de códigos resultantes. Se muestran tres tablas. La primera tabla es donde se usa STBC y la segunda tabla es donde se usa BPSK. En la tercera tabla, el libro de códigos se diseña tomando la correlación espacial, es decir, la polarización o posición de las antenas consideradas. En el diseño del libro de códigos, los vectores de precodificación con elementos de selección de antena están diseñados para que se puedan seleccionar las antenas con alta correlación espacial, es decir, la misma dirección de polarización o posiciones de antena adyacentes. Por lo tanto, en el libro de códigos solo se incluye un subconjunto de posibles combinaciones de selección de antena, en una realización de la invención.

En el ejemplo que se muestra, se aplica la rotación 3-PSK entre las antenas seleccionadas (en los PMI donde se presenta la selección de antena). Cabe señalar que también se pueden utilizar otras constelaciones de rotación de fase, en función, por ejemplo, de las rotaciones QPSK u 8-PSK.

En una realización alternativa de la invención, las entradas 11-16 (es decir, entradas de selección de antena) se toman de la tabla 3 y las entradas 1-10 se seleccionan de los vectores de precodificación de Householder utilizados, por ejemplo, en el libro de códigos de antena 3GPP LTE Release 8 DL 4Tx.

En la columna 1, se muestra el indicador de la matriz de precodificación. Estos indicadores van del 1 al 22. Las tablas enumeran para cada una de las cuatro antenas la rotación requerida o la diversidad de Tx.

Los ceros indican que la antena asociada no se ha utilizado para la transmisión. Más bien, la potencia de transmisión (que puede mantenerse constante para el UE) se concentra en las antenas que tienen canales favorables.

En ambas tablas, las primeras 10 entradas muestran que cada una de las antenas tiene una rotación de 0,5, -0,5, 0,5j y -0,5j.

Las combinaciones representan el emparejamiento de antenas y la rotación de fase entre pares de antenas. Por ejemplo, con la tabla 1, los PMI 1 a 4 representan la siguiente agrupación de antenas: el grupo de antenas número 1 comprende las antenas 1 y 2 y el grupo de antenas número 2 comprende las antenas 3 y 4, con rotación QPSK entre grupos. Así, las antenas 3 y 4 tienen la misma fase en estas filas, ya que pertenecen al mismo grupo de antenas. En los PMI 5 a 8, los grupos de antenas son las antenas 1 y 3 y las antenas 2 y 4, respectivamente.

Como puede verse, las antenas pueden considerarse como dos pares, asignándose a cada par la misma rotación. (Este es el caso de las primeras 10 entradas).

Para la primera de las tablas, las entradas 11ª a 16ª tienen STBC en dos de las cuatro antenas. Esto es así cuando el UE no está en, por ejemplo, un borde de célula, puede tener margen de potencia en los amplificadores de potencia. Entonces puede ser mejor concentrar la potencia de transmisión en buenas antenas.

En la segunda de las tablas, hay 12 entradas en las que se proporciona rotación solo para dos de las antenas. Un valor de rotación es siempre 0,5 en este ejemplo. En una realización, es un objetivo normalizar la potencia de transmisión total a 1 ($4 \times 0,5^2 = 1$). Sin embargo, el valor absoluto puede variar. En una realización, las consideraciones para la fase y la relación de amplitudes pueden ser más importantes. El otro valor de rotación es -0,5 o 0,5.

Como un ejemplo, se selecciona el vector de precodificación que se espera que maximice la SINR (relación señal/ruido de interferencia) en la salida del ecualizador en el receptor de la estación base. Esto puede estimarse basándose en estimaciones de canales existentes obtenidas de una señal de referencia de sonido.

Como se ha mencionado, los valores absolutos de la tabla se pueden cambiar. La amplitud puede ser la misma para todas las antenas en un vector de precodificación dado, y esas amplitudes pueden incrementarse cuando solo se usan dos antenas de transmisión de las cuatro, de modo que la misma potencia se distribuye entre dos en lugar de cuatro antenas.

Rango 2

Las antenas se agrupan en 2 grupos con 2 antenas por grupo, con cada grupo de antenas asignado a una capa o flujo de datos. Después de esto, se forman vectores de precodificación con rotación de fase, por ejemplo, BPSK (codificación por desplazamiento de fase binaria), combinaciones entre las antenas dentro de cada grupo de antenas.

Como alternativa, puede haber diversidad Tx, por ejemplo, codificación espacio-temporal por bloques entre las antenas asignadas a la misma capa/grupo de antenas. Tal diseño del libro de códigos da como resultado 12 o 3 índices de matriz de precodificación, dependiendo de si se usa BPSK o STBC. Las opciones del libro de códigos resultantes se muestran en la Figura 3.

5 El beneficio de usar la diversidad Tx es que permite un diseño de libro de códigos más compacto (más pequeño).

10 La primera tabla de la Figura 3 es el diseño del libro de códigos BPSK y la segunda tabla es el diseño del libro de códigos STBC. Como con la figura 2, la primera columna representa el indicador de la matriz del precodificador. La segunda columna indica el número de antena. La tercera columna representa la capa 1 y la cuarta columna, capa 2. Como puede verse, dos de las cuatro antenas están asignadas a cada una de las dos capas. Los diferentes indicadores de la matriz del precodificador tienen diferentes de la primera a la cuarta antenas asignadas a cada una de los primeros y segundos flujos o capas de datos.

15 Los valores asignados a cada antena en la primera tabla son 0,5 y -0,5. Con elementos BPSK y dos capas, hay 12 opciones. No es necesario tener una rotación de fase entre las antenas que están asignadas a diferentes capas, en algunas realizaciones de la invención.

20 Los valores de la tabla se refieren a la rotación de fase utilizada; en este caso, se utiliza la constelación BPSK (para mantener un tamaño razonable del libro de códigos). Como alternativa, la constelación QPSK podría usarse con los valores asociados en la tabla que también pueden incluir 0,5j y -0,5j.

25 En la segunda tabla, hay tres opciones dadas donde las antenas tienen cada una STBC se aplican a las mismas, pero se asignan diferentes antenas a las respectivas capas.

Rango 3

30 Cuando se asume la asignación de bloque a capa de transporte de LTE Rel'8 DL, el bloque de transporte # 1 se asigna a la capa # 1 y el bloque de transporte # 2 se asigna a las capas # 2 y # 3. Para asegurarse de que cada bloque de transporte se transmita desde múltiples antenas, la capa # 1 se asigna a 2 antenas, mientras que la capa # 2 y 3 se asignan a una sola antena cada una. Por tanto, cada palabra de código o bloque de transporte se asigna a 2 antenas de transmisión. El libro de códigos de precodificación contiene 6 asignaciones diferentes de capa a antena y aplica rotación BPSK o diversidad Tx (por ejemplo, STBC) entre las antenas utilizadas por la capa # 1. Tal diseño del libro de códigos da como resultado 12 o 6 índices de matriz de precodificación, dependiendo de si se utiliza BPSK o STBC.

35 40 En la figura 4, la primera tabla aplica la rotación BPSK y la segunda tabla aplica STBC. La primera columna es el PMI y la segunda columna muestra el número de antena. Las siguientes columnas son para la primera a la tercera capa. En cada tabla, la capa 1 tiene dos antenas asignadas, mientras que las capas 2 y 3 tienen, cada una, una sola antena asignada. Las últimas columnas indican cuáles.

45 En la primera de las tablas, se pueden asignar los valores de 0,5 y -0,5. En la segunda tabla, se puede aplicar STBC o el valor 0,5. En el rango 3, la capa 1 utiliza dos antenas. Dado que los mismos datos se transmiten desde dos antenas, STBC se aplica sobre las antenas asignadas a la capa 1. Sin embargo, las capas 2 y 3 usan una sola antena cada una, y por lo tanto, se envían diferentes datos desde estas antenas. Por lo tanto, no se aplica STBC.

Algunas realizaciones de la invención pueden tener una o más de las siguientes ventajas:

- 50 • Se mantienen las propiedades de una sola portadora, lo que es adecuado para LTE-Advanced UL.
- El tamaño del libro de códigos se puede mantener pequeño, lo que significa que hay una pequeña sobrecarga de señalización en DL -

55 El emparejamiento de antenas es útil para mantener pequeño el tamaño del libro de códigos. El emparejamiento de antenas reduce el número de combinaciones para las rotaciones de fase. Además, al limitar los pares de antenas para que contengan antenas con una correlación espacial significativa, por ejemplo, la misma dirección de polarización o posiciones de antena adyacentes, el libro de códigos se puede mantener pequeño. Finalmente, existe el uso de la diversidad de transmisión que nuevamente ayuda a mantener pequeño el libro de códigos.

60 Se hace referencia a la figura 5 que muestra un diagrama de flujo que incorpora la presente invención. Esto lo lleva a cabo el equipo del usuario. Además, se realiza la asignación de capas (es decir, cómo se asignan los bloques de transporte (palabras de código) a las capas espaciales. Esto se puede realizar en el UE, correspondiente a la eliminación de la asignación de capas en la estación base

65 En S1, se recibe un libro de códigos, o información que identifica el libro de códigos. También se recibe información que identifica una de las entradas del libro de códigos.

En S2, la información recibida se almacena en la memoria 207.

5 En S3, el o los flujos de datos están precodificados de acuerdo con la información de la entrada seleccionada. A continuación, las antenas respectivas transmiten los flujos de datos precodificados. Si es necesario, la precodificación seleccionada se puede utilizar en cualquier retransmisión necesaria.

En este sentido, se hace referencia a la figura 6 que muestra las etapas que puede llevar a cabo la estación base.

10 En T1, la estación base está dispuesta para determinar las condiciones de canal. Preferentemente, se determinan las condiciones instantáneas del canal. El canal es el canal entre el equipo de usuario y la estación base.

15 Se determina el rango de la comunicación - T2. En otras palabras, se determina el número de flujos de datos que deben transmitirse al mismo tiempo. En la realización tratada, el número de flujos de datos puede ser de hasta m donde m es el número de antenas que tiene el UE.

20 En la siguiente etapa T3, la estación base selecciona un libro de códigos basándose en el rango y una entrada del libro de códigos basándose en las condiciones de canal y/o la naturaleza de los flujos de datos. Preferentemente, la entrada del libro de códigos se selecciona basándose en las condiciones instantáneas del canal.

En T4, la entrada del libro de códigos seleccionada y el libro de códigos se envían al equipo de usuario. Como alternativa, se puede enviar información que identifica el libro de códigos, con la entrada del libro de códigos.

25 En realizaciones alternativas de la invención, en el lado del receptor, por ejemplo, en el caso de que las señales de referencia de desmodulación no estén precodificadas, el procesador 105 del receptor BTS necesita calcular el canal efectivo combinando la matriz de precodificación seleccionada con estimaciones de canal

Las realizaciones de la invención pueden usarse con menos antenas que cuatro o más de cuatro antenas.

30 Cabe señalar que, si bien se pueden haber descrito realizaciones en relación con el equipo de usuario o dispositivos móviles, tales como terminales móviles, las realizaciones de la presente invención pueden ser aplicables a cualquier otro tipo de aparato adecuado para la comunicación a través de sistemas de acceso. Se puede configurar un dispositivo móvil para permitir el uso de diferentes tecnologías de acceso, por ejemplo, basándose en una implementación multirradio apropiada.

35 También se observa que, aunque algunas realizaciones pueden haberse descrito anteriormente a modo de ejemplo con referencia a las arquitecturas de ejemplo de ciertas redes móviles y una red de área local inalámbrica, las realizaciones pueden aplicarse a cualquier otra forma adecuada de sistemas de comunicación diferente de las ilustradas y descritas en el presente documento. También se observa que el término sistema de acceso puede entenderse que se refiere a cualquier sistema de acceso configurado para permitir la comunicación inalámbrica para el usuario que accede a las aplicaciones.

40 Las operaciones descritas anteriormente pueden requerir procesamiento de datos en las diversas entidades. El procesamiento de datos se puede proporcionar por medio de uno o más procesadores de datos. De manera similar, varias entidades descritas en las realizaciones anteriores pueden implementarse dentro de una única o una pluralidad de entidades de procesamiento de datos y/o procesadores de datos. Se puede utilizar un producto de código de programa informático adaptado apropiadamente para implementar las realizaciones, cuando se carga en un ordenador. El producto de código de programa para proporcionar la operación puede almacenarse y proporcionarse por medio de un medio portador tal como un disco portador, tarjeta o cinta. Una posibilidad puede ser descargar el producto de código de programa mediante una red de datos. La implementación se puede proporcionar con el software apropiado en un servidor.

45 Por ejemplo, las realizaciones de la invención se pueden implementar como un chipset, en otras palabras, una serie de circuitos integrados que se comunican entre sí. El chipset puede comprender microprocesadores dispuestos para ejecutar código, circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC) o procesadores de señales digitales programables para realizar las operaciones descritas anteriormente.

50 Las realizaciones de las invenciones pueden ponerse en práctica en diversos componentes, tales como módulos de circuitos integrados. El diseño de circuitos integrados puede ser en términos generales un proceso altamente automatizado. Puede haber disponibles herramientas de software complejas y potentes para convertir un diseño de nivel lógico en un diseño de circuito de semiconductores listo para grabarse y formarse en un sustrato de semiconductores.

55 Los programas, tales como los proporcionados por Synopsys, Inc. de Mountain View, California y Cadence Design, de San José, California, puede enrutar automáticamente conductores y ubicar componentes en un chip semiconductor utilizando reglas de diseño bien establecidas, así como bibliotecas de módulos de diseño almacenados previamente.

Una vez que se haya completado el diseño de un circuito semiconductor, el diseño resultante, en un formato electrónico estandarizado (por ejemplo, Opus, GDSII, o similar) puede transmitirse a una instalación de fabricación de semiconductores o "fab" para su fabricación.

- 5 En el presente documento se señala que, si bien lo anterior describe ejemplos de realización de la invención, se pueden realizar diversas variaciones y modificaciones en la solución desvelada sin desviarse del alcance de la presente invención como se ha definido en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para transmitir un flujo de datos desde un Equipo de Usuario (201), comprendiendo el Equipo de Usuario cuatro antenas, mediante el cual se seleccionan uno o dos pares de antenas para la transmisión, comprendiendo el método las etapas de:
- recibir (S1), desde una estación base de radio (101), un libro de códigos de precodificación o información que identifica el libro de códigos de precodificación;
 - 10 - recibir (S1), desde la estación base de radio (101), información que identifica una entrada del libro de códigos de precodificación para controlar transmisiones desde dichas cuatro antenas, comprendiendo dicho libro de códigos una pluralidad de entradas, comprendiendo dichas entradas diferentes combinaciones de pares de antenas de dichas cuatro antenas, en donde una pluralidad de entradas de dicho libro de códigos está dispuesta para usar solo un par de dichas antenas;
 - 15 - almacenar (S2) la información recibida;
 - precodificar (S3) dicho flujo de datos de acuerdo con dicha entrada; y
 - transmitir (S3) el flujo de datos precodificado por dichos uno o dos pares de antenas.
- 20 2. Un método para una estación base de radio (101) para controlar transmisiones de un flujo de datos desde cuatro antenas de un Equipo de Usuario (201), mediante el cual uno o dos pares de antenas de dicho Equipo de Usuario (201) se seleccionan para la transmisión, comprendiendo el método las etapas de:
- determinar (T1) condiciones de canal;
 - determinar (T2) un rango de una comunicación;
 - 25 - seleccionar (T3) un libro de códigos de precodificación basándose en el rango;
 - seleccionar una entrada del libro de códigos de precodificación basándose en las condiciones de canal para controlar transmisiones desde dichas cuatro antenas, comprendiendo dicho libro de códigos una pluralidad de entradas, comprendiendo dichas entradas diferentes combinaciones de pares de antenas de dichas cuatro antenas, en donde una pluralidad de entradas de dicho libro de códigos está dispuesta para usar solo un par de dichas antenas;
 - 30 - enviar (T4), a dicho Equipo de Usuario (201), el libro de códigos o información que identifica el libro de códigos; y
 - enviar (T4), a dicho Equipo de Usuario (201), información que identifica dicha entrada de dicho libro de códigos.
- 35 3. Un método según la reivindicación 2, que comprende proporcionar una pluralidad de libros de precodificación, estando asociado cada uno de dichos libros de precodificación con un rango respectivo.
4. Un método según la reivindicación 3, que comprende proporcionar cuatro libros de precodificación para los rangos 1 a 4.
- 40 5. Un programa informático que comprende instrucciones que, cuando el programa es ejecutado por un ordenador, hacen que el ordenador lleve a cabo las etapas del método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
6. Equipo de usuario (201) configurado para transmitir un flujo de datos que comprende:
- 45 - cuatro antenas, mediante el cual uno o dos pares de antenas son seleccionables para la transmisión;
 - medios de recepción configurados para recibir, desde una estación base de radio (101), un libro de códigos de precodificación o información que identifica el libro de códigos de precodificación;
 - medios de recepción (203) configurados para recibir, desde la estación base de radio (101), información que
 - 50 - identifica una entrada del libro de códigos de precodificación para controlar transmisiones desde dichas cuatro antenas, comprendiendo dicho libro de códigos una pluralidad de entradas, comprendiendo dichas entradas diferentes combinaciones de pares de antenas de dichas cuatro antenas, en donde una pluralidad de entradas de dicho libro de códigos está dispuesta para usar solo un par de dichas antenas;
 - medios de almacenamiento configurados para almacenar la información de recepción;
 - medios de precodificación configurados para precodificar dicho flujo de datos de acuerdo con dicha entrada; y
 - 55 - medios de transmisión (203) configurados para transmitir el flujo de datos precodificado por dichos uno o dos pares de antenas.
7. Equipo de usuario (201) según la reivindicación 6, configurado además para controlar una potencia con la que una antena transmite de acuerdo con un número de antenas que están transmitiendo al mismo tiempo.
- 60 8. Equipo de usuario (201) según la reivindicación 6 y 7, configurado además para controlar una transmisión de al menos un bloque de transporte desde una pluralidad de antenas.
9. Estación base de radio (101) configurada para controlar transmisiones de un flujo de datos desde cuatro antenas de un Equipo de Usuario (201), mediante la cual uno o dos pares de antenas de dicho Equipo de Usuario (201) son seleccionables para la transmisión, comprendiendo la estación base de radio:
- 65

- medios para determinar condiciones de canal y un rango de una comunicación;
- medios de selección para seleccionar un libro de códigos de precodificación basándose en el rango;
- medios de selección configurados para seleccionar una entrada del libro de códigos de precodificación basándose en las condiciones de canal para controlar transmisiones desde dichas cuatro antenas, comprendiendo dicho libro de códigos una pluralidad de entradas, comprendiendo dichas entradas diferentes combinaciones de pares de antenas de dichas cuatro antenas, en donde dicha pluralidad de entradas de dicho libro de códigos está dispuesta para usar solo un par de dichas antenas;
- medios de envío configurados para enviar, a dicho Equipo de Usuario (201), un libro de códigos o información que identifica el libro de códigos; y
- medios de envío configurados para enviar, a dicho Equipo de Usuario, información que identifica dicha entrada de dicho libro de códigos.

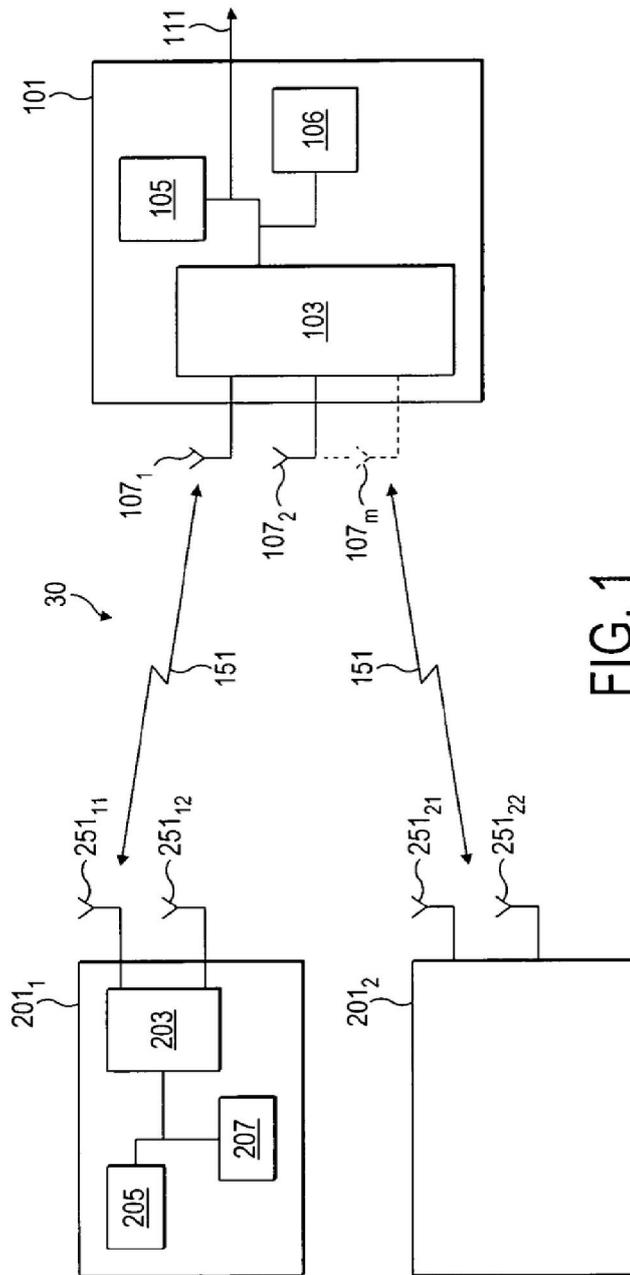


FIG. 1

Tabla 1

PMI	Ant1	Ant2	Ant3	Ant4
1	0,5	0,5	0,5	0,5
2	0,5	0,5	0,5 j	0,5 j
3	0,5	0,5	-0,5	-0,5
4	0,5	0,5	-0,5 j	-0,5 j
5	0,5	0,5 j	0,5	0,5 j
6	0,5	-0,5	0,5	-0,5
7	0,5	-0,5 j	0,5	-0,5 j
8	0,5	0,5 j	0,5 j	0,5
9	0,5	-0,5	-0,5	0,5
10	0,5	-0,5 j	-0,5 j	0,5
11	STBC	STBC	0	0
12	STBC	0	STBC	0
13	STBC	0	0	STBC
14	0	STBC	STBC	0
15	0	STBC	0	STBC
16	0	0	STBC	STBC

Tabla 2

PMI	Ant1	Ant2	Ant3	Ant4
1	0,5	0,5	0,5	0,5
2	0,5	0,5	0,5 j	0,5 j
3	0,5	0,5	-0,5	-0,5
4	0,5	0,5	-0,5 j	-0,5 j
5	0,5	0,5 j	0,5	0,5 j
6	0,5	-0,5	0,5	-0,5
7	0,5	-0,5 j	0,5	-0,5 j
8	0,5	0,5 j	0,5 j	0,5
9	0,5	-0,5	-0,5	0,5
10	0,5	-0,5 j	-0,5 j	0,5
11	0,71	0,71	0	0
12	0,71	-0,71	0	0
13	0,71	0	0,71	0
14	0,71	0	-0,71	0
15	0,71	0	0	0,71
16	0,71	0	0	-0,71
17	0	0,71	0,71	0
18	0	0,71	-0,71	0
19	0	0,71	0	0,71
20	0	0,71	0	-0,71
21	0	0	0,71	0,71
22	0	0	0,71	-0,71

FIG. 2

Tabla 3

PMI	Ant1	Ant2	Ant3	Ant4
1	0,5	0,5	0,5	0,5
2	0,5	0,5	0,5 j	0,5 j
3	0,5	0,5	-0,5	-0,5
4	0,5	0,5	-0,5 j	-0,5 j
5	0,5	0,5 j	0,5	0,5 j
6	0,5	-0,5	0,5	-0,5
7	0,5	-0,5 j	0,5	-0,5 j
8	0,5	0,5 j	0,5 j	0,5
9	0,5	-0,5	-0,5	0,5
10	0,5	-0,5 j	-0,5 j	0,5
11	0,71	0,71	0	0
12	0,71	-0,35-0,61 j	0	0
13	0,71	-0,35+0,61 j	0	0
14	0	0	0,71	0,71
15	0	0	0,71	-0,35-0,61 j
16	0	0	0,71	-0,35+0,61 j

FIG. 2 (CONTINUACIÓN)

Tabla 1

PMI	Ant	Capa 1	Capa 2
1	1	0,5	
	2	0,5	
	3		0,5
	4		0,5
2	1	0,5	
	2	-0,5	
	3		0,5
	4		0,5
3	1	0,5	
	2	0,5	
	3		0,5
	4		-0,5
4	1	0,5	
	2	-0,5	
	3		0,5
	4		-0,5
5	1	0,5	
	2		0,5
	3	0,5	
	4		0,5
6	1	0,5	
	2		0,5
	3	-0,5	
	4		0,5
7	1	0,5	
	2		0,5
	3	0,5	
	4		-0,5
8	1	0,5	
	2		0,5
	3	-0,5	
	4		-0,5
9	1	0,5	
	2		0,5
	3		0,5
	4	0,5	
10	1	0,5	
	2		0,5
	3		0,5
	4	-0,5	
11	1	0,5	
	2		0,5
	3		-0,5
	4	0,5	
12	1	0,5	
	2		0,5
	3		-0,5
	4	-0,5	

Tabla 2

PMI	Ant	Capa 1	Capa 2
1	1	STBC	
	2	STBC	
	3		STBC
	4		STBC
2	1	STBC	
	2		STBC
	3	STBC	
	4		STBC
3	1	STBC	
	2		STBC
	3		STBC
	4	STBC	

FIG. 3

Tabla 1

PMI	Ant	Capa 1	Capa 2	Capa 3
1	1	0,5		
	2	0,5		
	3		0,5	
	4			0,5
2	1	0,5		
	2	-0,5		
	3		0,5	
	4			0,5
3	1	0,5		
	2		0,5	
	3	0,5		
	4			0,5
4	1	0,5		
	2		0,5	
	3	-0,5		
	4			0,5
5	1	0,5		
	2		0,5	
	3			0,5
	4	0,5		
6	1	0,5		
	2		0,5	
	3			0,5
	4	-0,5		
7	1		0,5	
	2	0,5		
	3	0,5		
	4			0,5
8	1		0,5	
	2	0,5		
	3	-0,5		
	4			0,5
9	1		0,5	
	2	0,5		
	3			0,5
	4	0,5		
10	1		0,5	
	2	0,5		
	3			0,5
	4	-0,5		
11	1		0,5	
	2			0,5
	3	0,5		
	4	0,5		
12	1		0,5	
	2			0,5
	3	0,5		
	4	-0,5		

Tabla 2

PMI	Ant	Capa 1	Capa 2	Capa 3
1	1	STBC		
	2	STBC		
	3		0,5	
	4			0,5
2	1	STBC		
	2		0,5	
	3	STBC		
	4			0,5
3	1	STBC		
	2		0,5	
	3			0,5
	4	STBC		
4	1		0,5	
	2	STBC		
	3	STBC		
	4			0,5
5	1		0,5	
	2	STBC		
	3			0,5
	4	STBC		
6	1		0,5	
	2			0,5
	3	STBC		
	4	STBC		

FIG. 4

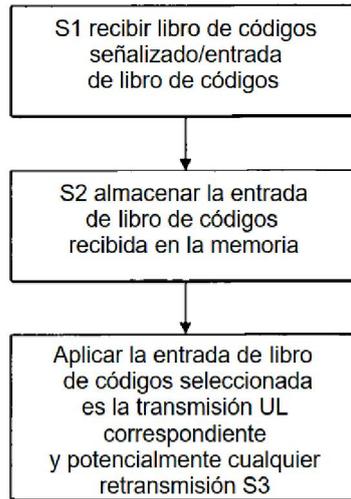


FIG. 5

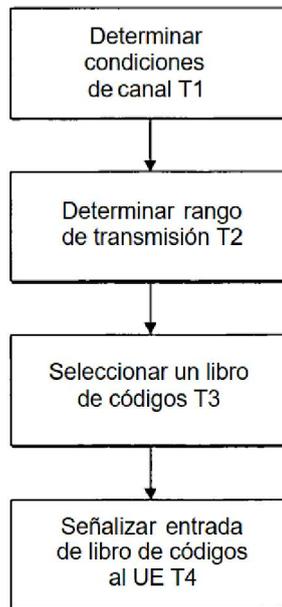


FIG. 6