

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 689 020**

51 Int. Cl.:

<b>H04W 28/02</b>	(2009.01) <i>H04W 4/70</i>	(2008.01)
<b>H04W 48/16</b>	(2009.01)	
<b>H04B 7/04</b>	(2007.01)	
<b>H04B 7/06</b>	(2006.01)	
<b>H04L 25/03</b>	(2006.01)	
<b>H04L 27/20</b>	(2006.01)	
<b>H04W 12/02</b>	(2009.01)	
<b>H04B 7/0456</b>	(2007.01)	
<b>H04B 7/0452</b>	(2007.01)	
<b>H04W 92/24</b>	(2009.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.05.2014 PCT/US2014/039072**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **04.12.2014 WO14193718**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.05.2014 E 14804412 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.08.2018 EP 3005636**

54 Título: **Equipo de usuario y métodos para submuestreo de libros de códigos para libros de códigos 4TX mejorados**

30 Prioridad:

**31.05.2013 US 201361829968 P**  
**17.12.2013 US 201314108648**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**08.11.2018**

73 Titular/es:

**INTEL IP CORPORATION (100.0%)**  
**2200 Mission College Boulevard**  
**Santa Clara, CA 95054, US**

72 Inventor/es:

**CHEN, XIAOGANG;**  
**ZHU, YUAN y**  
**LI, QINGHUA**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 689 020 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

Equipo de usuario y métodos para submuestreo de libros de códigos para libros de códigos 4TX mejorados

### Campo técnico

5 Los modos de realización pertenecen a las comunicaciones inalámbricas. Algunos modos de realización están relacionados con el submuestreo de libros de códigos de múltiples entradas-múltiples salidas (MIMO) en redes celulares como, por ejemplo, redes E-UTRAN que operan de acuerdo con uno de los estándares del 3GPP para la Evolución a Largo Plazo (LTE) (LTE 3GPP).

### Antecedentes

10 Los sistemas MIMO de bucle cerrado transmiten normalmente la información de estado de canal desde un receptor a un transmisor a través de una ruta de realimentación. La información de estado de canal se puede utilizar para aplicar la conformación de haz con el fin de compensar las condiciones actuales del canal que aumentan los niveles de señal a ruido (SNR) en el receptor. En algunos de estos sistemas convencionales se puede generar en el receptor una matriz de conformación de haz en función de las condiciones del canal. A continuación, al transmisor se le puede proporcionar la matriz de conformación de haz como realimentación. Esta realimentación consume un ancho de banda que de otra forma estaría disponible para el tráfico de datos. Con el fin de reducir la sobrecarga asociada a esta realimentación, en lugar de una matriz real de conformación de haz se pueden proporcionar palabras código de un libro de códigos conocido. Las palabras código pueden indicar qué matriz de conformación de haz debe utilizar el transmisor.

20 En los sistemas MIMO, el tamaño de los libros de códigos puede aumentar significativamente con el número  $N_t$  de antenas de transmisión y el número  $N_s$  de flujos de datos transmitidos. En algunos sistemas convencionales, el tamaño del libro de códigos puede estar en función del número de antenas de transmisión y el número de flujos de datos. Esto da lugar a un aumento significativo en la realimentación.

25 Así pues, existen unas necesidades generales de sistemas MIMO y métodos de conformación de haz con una realimentación reducida. También existen necesidades generales de sistemas MIMO y métodos que utilicen libros de códigos más pequeños. Asimismo, existen necesidades generales de sistemas MIMO y métodos que proporcionen un rendimiento mejorado sin un aumento en la realimentación.

30 El documento de QUALCOMM INCORPORATED "Remaining issues of eMIMO CSI feedback (Cuestiones pendientes en la realimentación de CSI eMIMO)", BORRADOR DEL 3GPP; R1-1 32485 CUESTIONES PENDIENTES EN LA REALIMENTACIÓN DE CSI eMIMO, PROYECTO DE ASOCIACIÓN DE 3ª GENERACIÓN (3GPP), CENTRO DE COMPETENCIA DE MÓVILES; 650, ROUTE DES LUCIOLES; F-06921 SOPHIA-ANTIPOLIS CEDEX; FRANCIA vol. RAN WG1, núm. Fukuoka, Japón; 20130520-20130524 11 de mayo de 2013 (2013-05-11) describe las cuestiones pendientes en relación con la realimentación de CSI eMIMO.

35 Además, el documento US 2012/220286 A1 describe un indicador periódico de calidad de canal del canal físico de control del enlace ascendente para agregación de portadoras, y el documento US 2012/21 8948 A1 describe el submuestreo de un libro de códigos 8TX del enlace descendente para la realimentación de CSI.

La invención se expone en el conjunto de reivindicaciones adjuntas. Los modos de realización y/o ejemplos de la siguiente descripción que no están cubiertos por las reivindicaciones adjuntas se considera que no forman parte de la presente invención.

### Breve descripción de los dibujos

40 La FIG. 1 ilustra una red inalámbrica de acuerdo con algunos modos de realización; y

la FIG. 2 ilustra un diagrama de bloques funcional de un equipo de usuario (UE) de acuerdo con algunos modos de realización.

### Descripción detallada

45 La descripción y los dibujos que siguen ilustran suficientemente modos de realización específicos para permitir que aquellos experimentados en la técnica los pongan en práctica. Otros modos de realización pueden incorporar cambios estructurales, lógicos, eléctricos, de proceso y de otros tipos. Las partes y características de algunos modos de realización se pueden incluir en, o reemplazar con, las de otros modos de realización. Los modos de realización que se describen en las reivindicaciones abarcan todos los equivalentes disponibles de dichas reivindicaciones.

50 La FIG. 1 ilustra una red inalámbrica de acuerdo con algunos modos de realización. La red inalámbrica se puede configurar para operar de acuerdo con uno de los estándares del 3GPP para la Evolución a Largo Plazo (LTE) (LTE 3GPP). En estos modos de realización, la red inalámbrica 100 puede incluir uno o más nodos B mejorados (eNB) 104 dispuestos para comunicarse con un equipo de usuario (UE) como, por ejemplo, el UE 102. El UE 102 puede

proporcionarle realimentación 103 a un eNB 104 para que realice la conformación de haz MIMO, entre otras cosas, tal como se describe más abajo de forma detallada.

De acuerdo con algunos modos de realización, en una red LTE 3GPP el UE 102 se puede configurar para submuestreo de libros de códigos para libros de códigos 4TX mejorados. En estos modos de realización, el UE 102 puede configurar un canal físico de control del enlace ascendente (PUCCH) para transmitir la realimentación de la información de estado de canal (CSI) que incluye un indicador de rango (RI) y una matriz de precodificación (W1), puede codificar conjuntamente el indicador de rango (RI) y la matriz de precodificación (W1), y puede realizar un submuestreo del libro de códigos para el libro de códigos 4TX mejorado para: el tipo 5 de reporte PUCCH (R1/primer PMI) en el submodo 1 del modo 1-1 de PUCCH; el tipo 2c de reporte PUCCH (CQI/primer PMI/segundo PMI) en el submodo 2 del modo 1-1 de PUCCH; y el tipo 1a de reporte PUCCH (CQI de subbanda/segundo PMI) en el modo 2-1 de PUCCH. Estos modos de realización se describen a continuación de forma más detallada.

En algunos modos de realización, para el tipo 5 de reporte PUCCH (RI/primer PMI) en el submodo 1 del modo 1-1 de PUCCH, cuando el UE 102 soporta un máximo de cuatro capas de transmisión de datos (esto es, RI=1, 2, 3 ó 4), el UE 102 puede codificar conjuntamente el RI y la W1 mediante submuestreo del libro de códigos antes de configurar la transmisión del CSI (por ejemplo, ver tabla 2-1) al menos para un indicador de rango de dos (RI=2).

En algunos modos de realización, los índices 2, 4, 6, 8, 10, 12 y 14 de la matriz de precodificación se utilizan para el submuestreo del libro de códigos para RI=2 cuando se soporta un máximo de cuatro capas de transmisión de datos (véase, por ejemplo, la tabla 2-1) para limitar el tamaño de la carga útil del PUCCH para la realimentación del RI a 5 bits.

En algunos modos de realización, los índices 0 – 7 de la matriz de precodificación se utilizan para el submuestreo del libro de códigos para RI=2 cuando se soporta un máximo de cuatro capas de transmisión de datos para limitar el tamaño de la carga útil del PUCCH para la realimentación del RI a 5 bits (véase, por ejemplo, la tabla 2-2).

En algunos modos de realización, los índices 0 – 6 y 8 – 14 de la matriz de precodificación se utilizan para el submuestreo del libro de códigos para RI=2 cuando se soporta un máximo de cuatro capas de transmisión de datos para limitar el tamaño de la carga útil del PUCCH para la realimentación del RI a 5 bits (véase, por ejemplo, la tabla 3-1).

En algunos modos de realización, los índices 0 – 13 de la matriz de precodificación se utilizan para el submuestreo del libro de códigos para RI=2 cuando se soporta un máximo de cuatro capas de transmisión de datos (véase, por ejemplo, la tabla 3-1) para limitar el tamaño de la carga útil del PUCCH para la realimentación del RI a 5 bits.

En algunos modos de realización, cuando se soporta un máximo de dos capas de transmisión de datos (esto es, RI=1 ó 2), RI y W1 se codifican conjuntamente. En estos modos de realización, el UE 102 puede abstenerse de realizar el muestreo del libro de códigos (véase la tabla 1).

En algunos modos de realización, el UE 102 puede configurar la carga útil del PUCCH en 11 bits para la realimentación de CSI cuando la realimentación de CSI incluye un indicador de calidad de canal (CQI) y un indicador de matriz de precodificación (PMI). El UE 102 puede configurar la carga útil del PUCCH en 5 bits para la realimentación de CSI cuando la realimentación de CSI incluye el RI. En estos modos de realización, siempre que se incluya el RI (incluso sin PMI), la carga útil debe ser menor o igual a 5 bits.

En algunos modos de realización, para el tipo 2c de reporte PUCCH (CQI/primer PMI/segundo PMI) en el submodo 2 del modo 1-1 de PUCCH, el método comprende realizar un submuestreo del libro de códigos para RI=1 o RI=2 de acuerdo con la tabla 4-1 o la tabla 4-2.

En algunos modos de realización, para el tipo 1a de reporte PUCCH (CQI de subbanda/segundo PMI) en el modo 2-1 de PUCCH, el método comprende realizar un submuestreo del libro de códigos para RI=1, RI=2, RI=3 o RI=4 de acuerdo con la tabla 5, 6 ó 7.

En algunos modos de realización, se puede utilizar una estructura de libro de códigos dual para el libro de códigos 4TX mejorado. Se proponen dos soluciones para reducir la selección de la siguiente manera:

Solución 2a:

$$W_1 = \begin{bmatrix} X_n & 0 \\ 0 & X_n \end{bmatrix}$$

donde  $n = 0, 1, \dots, 15$

$$\mathbf{X}_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix} \text{ donde } q_1 = e^{j2\pi/32}$$

Para el rango 1,  $\mathbf{W}_{2,n} \in \left\{ \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ \alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ j\alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ -\alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ -j\alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix} \right\}$

y  $\mathbf{Y} \in \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$  and  $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$ ;

Para el rango 2,  $\mathbf{W}_{2,n} \in \left\{ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{Y}_1 & -\mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ j\mathbf{Y}_1 & -j\mathbf{Y}_2 \end{bmatrix} \right\}$

5 y  $(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) = (e_i, e_k) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4), (e_1, e_2), (e_2, e_3), (e_1, e_4), (e_2, e_4)\}$

Solución 2b:

$$\mathbf{W}_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_n & 0 \\ 0 & \mathbf{X}_n \end{bmatrix}$$

donde  $n = 0, 1, \dots, 15$

$$\mathbf{X}_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix}$$

10 donde  $q_1 = e^{j2\pi/32}$

Para el rango 1,  $\mathbf{W}_{2,n} \in \left\{ \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ \alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ j\alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ -\alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ -j\alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix} \right\}$

y

$$\mathbf{Y} \in \{e_1, e_2, e_3, e_4\} \text{ y } \alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$$

Para el rango 2,

15  $\mathbf{W}_{2,n} \in \left\{ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{Y}_1 & -\mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ -\mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ -\mathbf{Y}_1 & -\mathbf{Y}_2 \end{bmatrix} \right\} (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \in \{(e_2, e_4)\}$

y

$$\mathbf{W}_{2,n} \in \left\{ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{Y}_1 & -\mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ j\mathbf{Y}_1 & -j\mathbf{Y}_2 \end{bmatrix} \right\} (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4)\}$$

y

$$\mathbf{W}_{2,n} \in \left\{ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{Y}_2 & -\mathbf{Y}_1 \end{bmatrix} \right\} (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \in \{(e_1, e_3), (e_2, e_4), (e_3, e_1), (e_4, e_2)\}$$

20 Al igual que con el libro de códigos dual 8TX, el submuestreo de libro de códigos se debe aplicar para que la realimentación periódica de CSI se ajuste a la capacidad del canal de realimentación del PUCCH. Esta divulgación

propone los esquemas de submuestreo de libro de códigos para el libro de códigos 4TX mejorado en realimentación periódica de CSI.

De acuerdo con los modos de realización, para conseguir una realimentación fiable de CSI, la carga útil del PUCCH no debe ser mayor de:

- 5 11 bits si la instancia actual de realimentación de CSI incluye realimentación de CQI/PMI;
- 5 bits si la instancia actual de realimentación de CSI incluye realimentación del RI.

En ese caso, se puede aplicar el submuestreo de libro de códigos para: el tipo 5 de reporte PUCCH (RI/primer PMI) en el submodo 1 del modo 1-1 de PUCCH; el tipo 2c de reporte PUCCH (CQI/primer PMI/segundo PMI) en el submodo 2 del modo 1-1 de PUCCH y el tipo 1a de reporte PUCCH (CQI de subbanda/segundo PMI) en el modo 2-1 de PUCCH; para el libro de códigos 4TX mejorado.

10

Submuestreo del libro de códigos para el submodo 1 del modo 1-1 de PUCCH:

Como el libro de códigos 4TX mejorado reutiliza el libro de códigos de la Ver. 8 para el rango 3~4 y la W1 es una matriz identidad, el submuestreo de la W1 (primer PMI) solo necesita tomar en consideración el rango 1~2. Con el fin de limitar el tamaño de la carga útil del tipo 5 de reporte PUCCH a 5 bits, se podría utilizar el siguiente esquema:

- 15 Alt 1): Si el UE soporta una transmisión máxima de 2 capas, no es necesario el submuestreo. El RI y la W1 se podrían codificar conjuntamente según la tabla 1.

Tabla 1

RI	Índice W1 después del submuestreo	Núm. W1 posibles
1	0 ~ 15	16
2	0 ~ 15	16
Total Núm. W1+RI posibles en los rangos 1-2 (máx. capas = 2)		32 (5 bits)

Si la capa máxima soportada por el UE es 4, el RI y la W1 se podrían codificar conjuntamente de acuerdo con la tabla 2-1 o la tabla 2-2.

- 20 El principio para el rango 1 es mantener tantas W1 como sea posible. Para el rango 2, la tabla 2-1 está optimizada para submuestrear igualmente la W1 del rango 2 para la solución 2a; la tabla 2-2 está optimizada para la solución 2b con el fin de evitar palabras código duplicadas.

Obsérvese que también se podrían utilizar la tabla 2-1 y la tabla 2-2 como una solución unificada incluso si el UE soporta una transmisión máxima de 2 capas.

25

Tabla 2-1

RI	Índice W1 después del submuestreo	Núm. W1 posibles
1	0 ~ 15	16
2	0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14	8
3	0	1
4	0	1
Total Núm. W1+RI posibles en los rangos 1-4 (máx. capas = 4)		26 (5 bits)

Tabla 2-2

RI	Índice W1 después del submuestreo	Núm. W1 posibles
1	0 ~ 15	16
2	0 ~ 7	8
3	0	1
4	0	1
Total Núm. W1+RI posibles en los rangos 1-4 (máx. capas = 4)		26 (5 bits)

Alt 2): Otra alternativa es igual que la alt 1), excepto que la tabla 2-1 y la tabla 2-2 se sustituyen por la tabla 3-1 y la tabla 3-2, respectivamente, para utilizar de forma efectiva las 32 W1 posibles que se podrían indicar mediante 5 bits.

Tabla 3-1

RI	Índice W1 después del submuestreo	Núm. W1 posibles
1	0 ~ 15	16
2	0 ~ 6, 8 ~ 14	14
3	0	1
4	0	1
Total Núm. W1+RI posibles en los rangos 1-4 (máx. capas = 4)		32 (5 bits)

Tabla 3-2

RI	Índice W1 después del submuestreo	Núm. W1 posibles
1	0 ~ 15	16
2	0 ~ 13	14
3	0	1
4	0	1
Total Núm. W1+RI posibles en los rangos 1-4 (máx. capas = 4)		32 (5 bits)

Submuestreo del libro de códigos para el submodo 2 del modo 1-1 de PUCCH:

5 Como el libro de códigos 4TX mejorado del rango 3~4 reutiliza el libro de códigos de la Ver. 8 y W1 es una matriz identidad, W2 se podría indicar mediante 4 bits para el rango 3~4. En ese caso no es necesario el submuestreo para el submodo 2 del PUCCH 1-1 en el rango 3~4.

Para el rango 1~2, se podría utilizar la tabla 4-1 o la tabla 4-2 para el submuestreo del libro de códigos. El principio de submuestreo para el rango 1 es distribuir por igual el vector de precodificación DFT dentro del rango del AoD (ángulo de salida) del eNB. El principio del submuestreo para el rango 2 consiste en mantener todos los 2 posibles cophasing (coordinación de fases) mientras se cubre el rango del AoD de los eNB con W1 tanto como sea posible.

10 La definición de  $e_i$  es la misma, esto es,  $e_i$  es un vector 4x1 con el i-ésimo componente igual a 1 y los otros componentes 0. Por ejemplo,  $e_1 = [1000]^T$ ;

Tabla 4-1

RI	Índice de W1+W2 después del submuestreo	Núm. W1+W2 posibles
1	W1: 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 ó 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 W2: 0 ~ 15	128 (7 bits)
2	W1: 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 ó 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 W2: para cada W1, elegir únicamente (Y1,Y2)=(e1,e1) con todos los 2 posibles cophasing, esto es, $W_{2,n} \in \left\{ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\}$ , con (Y1,Y2)=(e1,e1)	8x2 = 16 (4 bits)

Tabla 4-2

RI	Índice de W1+W2 después del submuestreo	Núm. W1+W2 posibles
1	W1: 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 ó 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 W2: 0 ~15	128 (7 bits)

ES 2 689 020 T3

RI	Índice de W1+W2 después del submuestreo	Núm. W1+W2 posibles
2	<p>W1: 0, 4, 8, 12 ó 1, 5, 9, 13 ó 2, 6, 10, 14 ó 3, 7, 11, 15</p> <p>W2: para cada W1, elegir (Y1,Y2)=(e1,e1) con todos los 2 posibles cophasing, esto es,</p> $W_{2,n} \in \left\{ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\}, \text{ con}$ <p>(Y1,Y2)=(e1,e1); y elegir (Y1,Y2)=(e2,e4) con</p> $W_{2,n} = \left\{ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & Y_2 \end{bmatrix} \right\};$ <p>y elegir (Y1,Y2)=(e1,e3) con</p> $W_{2,n} \in \left\{ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_2 & -Y_1 \end{bmatrix} \right\}$	<p>4×(2+1+1) = 16 (4 bits)</p>

Submuestreo del libro de códigos para el modo 2-1 de PUCCH:

En relación con el tipo 1a de reporte PUCCH, esto es, CQI de subbanda/segundo reporte de PMI, se podría aplicar el submuestreo de libro de códigos de la tabla 5, la tabla 6 o la tabla 7.

Tabla 5

RI	Índice W2 después del submuestreo	Núm. W2 posibles
1	0 ~ 15	16 (4 bits)
2	<p>W2: para cada W1, elegir (Y1,Y2) ∈ {(e1,e1),(e2,e2)} con todos los 2 posibles cophasing, esto es,</p> $W_{2,n} \in \left\{ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\}, \text{ con}$ <p>(Y1,Y2) ∈ {(e1,e1), (e3,e3)}</p>	2×2 = 4 (2 bits)
3	0, 4, 8, 12 ó 1, 5, 9, 13 ó 2, 6, 10, 14 ó 3, 7, 11, 15 ó 0, 1, 2, 3	4 (2 bits)
4	0, 4, 8, 12 ó 1, 5, 9, 13 ó 2, 6, 10, 14 ó 3, 7, 11, 15 ó 0, 1, 2, 3	4 (2 bits)

Tabla 6

RI	Índice W2 después del submuestreo	Núm. W2 posibles
1	0 ~ 15	16 (4 bits)
2	<p>W2: para cada W1, elegir (Y1,Y2) ∈ {(e1,e1), (e2,e2), (e3,e3), (e4,e4)} con solo un 1 cophasing, esto es,</p> $W_{2,n} \in \left\{ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix} \right\}, \text{ con}$ <p>(Y1,Y2) ∈ {(e1,e1), (e2,e2), (e3,e3), (e4,e4)}</p>	4×1 = 4 (2 bits)
3	0, 4, 8, 12 ó 1, 5, 9, 13 ó 2, 6, 10, 14 ó 3, 7, 11, 15 ó 0, 1, 2, 3	4 (2 bits)
4	0, 4, 8, 12 ó 1, 5, 9, 13 ó 2, 6, 10, 14 ó 3, 7, 11, 15 ó 0, 1, 2, 3	4 (2 bits)

Tabla 7

RI	Índice W2 después del submuestreo	No. W2 posibles
1	0 ~ 15	16 (4 bits)

RI	Índice W2 después del submuestreo	No. W2 posibles
2	<p>W2: para cada W1, elegir (Y1,Y2)=(e1,e1) con todos los 2 posibles cophasing, esto es</p> $W_{2,n} \in \left\{ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\}, \text{con}$ <p>(Y1,Y2)=(e1,e1); y elegir (Y1,Y2)=(e2,e4) con</p> $W_{2,n} = \left\{ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & Y_2 \end{bmatrix} \right\};$ <p>y elegir (Y1,Y2)=(e1,e3) con</p> $W_{2,n} \in \left\{ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_2 & -Y_1 \end{bmatrix} \right\}$	2+1+1=4 (2 bits)
3	0, 4, 8, 12 ó 1, 5, 9, 13 ó 2, 6, 10, 14 ó 3, 7, 11, 15 ó 0, 1, 2, 3	4 (2 bits)
4	0, 4, 8, 12 ó 1, 5, 9, 13 ó 2, 6, 10, 14 ó 3, 7, 11, 15 ó 0, 1, 2, 3	4 (2 bits)

La FIG. 2 ilustra un diagrama de bloques funcional de un UE de acuerdo con algunos modos de realización. El UE 200 puede ser apropiado para ser utilizado como el UE 102 (FIG. 1). El UE 200 puede incluir circuitos 202 de la capa física para transmitir y recibir señales hacia y desde los eNB 104 (FIG. 1) utilizando una o más antenas 201. El UE 200 también puede incluir circuitos 204 de la capa de control de acceso al medio (MAC) para controlar el acceso al medio inalámbrico. El UE 200 también puede incluir circuitos 206 de procesamiento y una memoria 208 dispuestos para realizar las operaciones descritas en la presente solicitud.

En algunos modos de realización, el UE 200 puede ser parte de un dispositivo portátil de comunicación inalámbrica, como, por ejemplo, un asistente digital personal (PDA), un laptop u ordenador portátil con capacidad de comunicación inalámbrica, una tableta web, un teléfono inalámbrico, un teléfono inteligente, un auricular inalámbrico, un buscapersonas, un dispositivo de mensajería instantánea, una cámara digital, un punto de acceso, un equipo de televisión, un dispositivo médico (por ejemplo, un monitor de ritmo cardíaco, un monitor de presión arterial, etc.) u otro dispositivo que pueda recibir y/o transmitir información de forma inalámbrica. En algunos modos de realización, el UE 200 puede incluir uno o más de los siguientes: un teclado, una pantalla, un puerto de memoria no volátil, múltiples antenas, un procesador de gráficos, un procesador de aplicaciones, altavoces y otros elementos propios de un dispositivo móvil. La pantalla puede ser una pantalla LCD que incluya una pantalla táctil.

Las una o más antenas 201 utilizadas por el UE 200 pueden comprender una o más antenas direccionales u omnidireccionales, incluidas, por ejemplo, antenas dipolo, antenas monopolo, antenas de parche, antenas de bucle, antenas microstrip (microtira) u otros tipos de antenas apropiadas para la transmisión de señales en RF. En algunos modos de realización, en lugar de dos o más antenas, se puede utilizar una sola antena con múltiples aperturas. En algunos modos de realización de múltiples-entradas múltiples-salidas (MIMO), las antenas pueden estar separadas de forma efectiva para aprovechar la diversidad espacial y las diferentes características de canal que pueden resultar entre cada una de las antenas y las antenas de una estación transmisora. En algunos modos de realización MIMO, las antenas pueden estar separadas hasta por 1/10 de la longitud de onda o más.

Aunque el UE 200 se ilustra como constituido por varios elementos funcionales independientes, uno o más de dichos elementos funcionales se pueden combinar y se pueden implementar mediante una combinación de elementos configurados por software como, por ejemplo, elementos de procesamiento que incluyen procesadores de señales digitales (DSP) y/u otros elementos de hardware. Por ejemplo, algunos elementos pueden comprender uno o más microprocesadores, DSP, circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), circuitos integrados de radiofrecuencia (RFIC) y combinaciones de diversos hardware y circuitos lógicos para realizar al menos las funciones descritas en la presente solicitud. En algunos modos de realización, los elementos funcionales se pueden referir a uno o más procesos que operan en uno o más elementos de procesamiento.

Los modos de realización se pueden implementar mediante un, o una combinación de, hardware, firmware y software. Los modos de realización también se pueden implementar mediante instrucciones almacenadas en un medio de almacenamiento legible por ordenador, que se pueden leer y ejecutar por parte de al menos un procesador para realizar las operaciones descritas en la presente solicitud. Un medio de almacenamiento legible por ordenador puede incluir cualquier mecanismo no transitorio para almacenar información en una forma legible por una máquina (por ejemplo, un ordenador). Por ejemplo, un medio de almacenamiento legible por ordenador puede incluir memoria de solo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio (RAM), medios de almacenamiento en disco magnético, medios de almacenamiento óptico, dispositivos de memoria flash y otros dispositivos y medios de almacenamiento. En estos



modos de realización, se pueden configurar uno o más procesadores con las instrucciones para realizar las operaciones descritas en la presente solicitud.

5 En algunos modos de realización, el UE 200 se puede configurar para recibir señales de comunicación OFDM sobre un canal de comunicación multiportadora de acuerdo con la técnica de comunicación OFDMA. Las señales OFDM pueden comprender una pluralidad de subportadoras ortogonales. En algunos modos de realización multiportadora de banda ancha, los eNB (incluyendo macro eNB 104 y pico eNB) pueden formar parte de una red de comunicación de red de acceso inalámbrico de banda ancha (BWA) como, por ejemplo, una red de comunicación de Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas (WiMAX) o una Red de Acceso Radio Terrestre Universal (UTRAN) de Evolución de Largo Plazo (LTE) o una red de comunicación de Evolución a Largo Plazo (LTE) del Proyecto de Asociación de 3<sup>a</sup> Generación (3GPP), aunque el alcance de la invención no está limitado a este respecto. En estos modos de realización multiportadora de banda ancha, el UE 200 y los eNB pueden estar configurados para comunicarse mediante la técnica de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA).

15 En algunos modos de realización LTE, la unidad básica de recursos inalámbricos es el Bloque de Recursos Físicos (PRB). El PRB puede comprender 12 subportadoras en el dominio de la frecuencia  $\times$  0,5 ms en el dominio del tiempo. Los PRB se pueden asignar en pares (en el dominio del tiempo). En estos modos de realización, un PRB puede comprender una pluralidad de elementos de recursos (RE). Un RE puede comprender una subportadora  $\times$  un símbolo.

20 Un eNB puede transmitir dos tipos de señales de referencia que incluyen señales de referencia de demodulación (DM-RS), señales de referencia de información de estado de canal (CIS-RS) y/o una señal de referencia común (CRS). Las DM-RS pueden ser utilizadas por el UE para la demodulación de datos. Las señales de referencia se pueden transmitir en PRB predeterminados.

25 En algunos modos de realización, la técnica OFDMA puede ser una técnica dúplex en el dominio de la frecuencia (FDD) que utiliza un espectro diferente para el enlace ascendente y el enlace descendente o una técnica dúplex en el dominio del tiempo (TDD) que utiliza el mismo espectro para el enlace ascendente y el enlace descendente.

30 En algunos otros modos de realización, el UE 200 y los eNB se pueden configurar para comunicar señales que se han transmitido utilizando una o más técnicas de modulación diferentes tales como modulación de espectro ensanchado (por ejemplo, acceso múltiple por división de código en secuencia directa (DS-CDMA) y/o acceso múltiple por división de código por salto de frecuencia (FH-CDMA)), modulación por multiplexación por división de tiempo (TDM), y/o modulación por multiplexación por división de frecuencia (FDM), aunque el alcance de los modos de realización no está limitado a este respecto.

35 En algunos modos de realización LTE, el UE 200 puede calcular varios valores de realimentación diferentes que se pueden utilizar para realizar la adaptación del canal para el modo de transmisión por multiplexación espacial de bucle cerrado. Estos valores de realimentación pueden incluir un indicador de calidad de canal (CQI), un indicador de rango (RI) y un indicador de matriz de precodificación (PMI). Para el CQI, el transmisor selecciona una entre varias combinaciones de alfabeto de modulación y tasa de código. El RI le indica al transmisor el número de capas de transmisión útiles para el canal MIMO actual, y el PMI indica el índice del libro de códigos de la matriz de precodificación (en función del número de antenas de transmisión) que se aplica en el transmisor. La tasa de código utilizada por el eNB se puede basar en el CQI. El PMI puede ser un vector calculado por el UE y transmitido al eNB.

40 En algunos modos de realización, el UE puede transmitir un canal físico de control del enlace ascendente (PUCCH) de formato 2, 2a o 2b que contiene el CQI/PMI o el RI.

45 En estos modos de realización, el CQI puede ser una indicación de la calidad del canal radio móvil del enlace descendente tal como la percibe el UE 200. El CQI le permite al UE 200 proponerle a un eNB un esquema de modulación y una tasa de codificación óptimos para utilizarse para una calidad del enlace radio determinada de modo que la tasa resultante de errores de bloque de transporte no exceda un cierto valor como, por ejemplo, el 10%. En algunos modos de realización, el UE puede reportar un valor de CQI de banda ancha que se refiere a la calidad de canal del ancho de banda del sistema. El UE también puede reportar un valor de CQI de subbanda por subbanda de un determinado número de bloques de recursos que se puede configurar por capas superiores. El conjunto completo de todas las subbandas puede cubrir el ancho de banda del sistema. En el caso de la multiplexación espacial, se puede reportar un CQI por palabra código.

50

55 En algunos modos de realización, el PMI puede indicar una matriz de precodificación óptima que debe utilizar el eNB para unas condiciones de radio determinadas. El valor del PMI se refiere a la tabla del libro de códigos. La red configura el número de bloques de recursos representados por un reporte de PMI. En algunos modos de realización, para cubrir el ancho de banda del sistema se pueden proporcionar múltiples reportes de PMI. Los reportes de PMI también se pueden proporcionar para los modos de multiplexación espacial de bucle cerrado, MIMO multiusuario y MIMO con precodificación de rango 1 de bucle cerrado.

En algunos modos de realización multipunto coordinada (CoMP), se puede configurar la red para transmisiones conjuntas a un UE, en las que dos o más puntos de cooperación/coordinación como, por ejemplo, cabezas de radio

remotas (RRH) transmiten conjuntamente. En estos modos de realización, las transmisiones conjuntas pueden ser transmisiones MIMO y los puntos de cooperación están configurados para realizar una conformación de haz conjunta.

- 5 El Resumen se proporciona para cumplir con el 37 CFR, Sección 1.72(b), que requiere un resumen que permita al lector constatar la naturaleza y la esencia de la divulgación técnica. Se presenta en el buen entendido de que no se utilizará con el fin de limitar o interpretar el alcance o el significado de las reivindicaciones. Las siguientes reivindicaciones se incorporan a la presente en la descripción detallada, apareciendo cada una de las reivindicaciones por sí sola como un modo de realización independiente.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un método para submuestreo de libro de códigos para libros de códigos de antenas de transmisión cuádruple, 4TX, mejorados en una red LTE 3GPP realizado por un equipo de usuario (102), UE, comprendiendo dicho método:
- configurar un canal físico de control del enlace ascendente, PUCCH, para la transmisión de realimentación de información de estado de canal, CSI, que incluye un indicador de rango, RI, y una matriz de precodificación, W1;
- codificar conjuntamente un indicador de rango, RI y una matriz de precodificación, W1; y
- realizar un submuestreo de libro de códigos para el libro de códigos 4TX mejorado para:
- 10 el tipo 5 de reporte PUCCH (RI/primer indicador de matriz de precodificación, PMI) en el submodo 1 del modo 1-1 de PUCCH;
- el tipo 2c de reporte PUCCH (indicador de calidad de canal, CQI/primer PMI/segundo PMI) en el submodo 2 del modo 1-1 de PUCCH; y
- el tipo 1a de reporte de PUCCH (CQI de subbanda/segundo PMI) en el modo 2-1 de PUCCH,
- 15 en donde para el tipo 5 de reporte PUCCH(RI/primer PMI) en el submodo 1 del modo 1-1 de PUCCH, cuando el UE (102) soporta un máximo de cuatro capas de transmisión de datos, el método incluye codificar conjuntamente el RI y la W1 mediante submuestreo de libro de códigos antes de configurar la transmisión de la CSI al menos para un indicador de rango de dos.
2. El método de la reivindicación 1, en donde los índices de matriz de precodificación 2, 4, 6, 8, 10, 12 y 14 se utilizan para el submuestreo de libro de códigos para RI=2 cuando se soporta un máximo de cuatro capas de transmisión de datos con el fin de limitar el tamaño de la carga útil del PUCCH para realimentación del R1 a 5 bits.
- 20 3. El método de una de las reivindicaciones anteriores, en donde los índices de matriz de precodificación de 0 - 7 se utilizan para el submuestreo de libro de códigos para RI=2 cuando se soporta un máximo de cuatro capas de transmisión de datos con el fin de limitar el tamaño de la carga útil del PUCCH para realimentación del R1 a 5 bits.
- 25 4. El método de una de las reivindicaciones anteriores, en donde los índices de matriz de precodificación de 0 - 6 y 8 - 14 se utilizan para el submuestreo de libro de códigos para RI=2 cuando se soporta un máximo de cuatro capas de transmisión de datos con el fin de limitar el tamaño de la carga útil del PUCCH para realimentación del R1 a 5 bits.
- 30 5. El método de una de las reivindicaciones anteriores, en donde los índices de matriz de precodificación de 0 - 13 se utilizan para el submuestreo de libro de códigos para RI=2 cuando se soporta un máximo de cuatro capas de transmisión de datos con el fin de limitar el tamaño de la carga útil del PUCCH para realimentación del R1 a 5 bits.
6. El método de una de las reivindicaciones anteriores, cuando el UE (102) soporta un máximo de dos capas de transmisión de datos, el RI y la W1 se codifican conjuntamente, y en donde el método comprende abstenerse de realizar el muestreo de libro de códigos.
- 35 7. El método de una de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además:
- configurar una carga útil del PUCCH de 11 bits para la realimentación de CSI cuando la realimentación de CSI incluye un CQI y un PMI; y
- configurar una carga útil del PUCCH de 5 bits para la realimentación de CSI cuando la realimentación de CSI incluye el RI.
- 40 8. Un equipo de usuario (102), UE, que tiene unos circuitos de procesamiento dispuestos para realizar un submuestreo de libro de códigos para libros de códigos de antenas de transmisión cuádruple, 4TX, mejorados cuando opera en una red LTE 3GPP, estando dispuestos los circuitos de procesamiento para:
- configurar un canal físico de control del enlace ascendente, PUCCH, para la transmisión de realimentación de información de estado de canal, CSI, que incluye un indicador de rango, RI, y una matriz de precodificación, W1;
- 45 codificar conjuntamente un indicador de rango, RI y una matriz de precodificación, W1; y
- realizar un submuestreo de libro de códigos para el libro de códigos 4TX mejorado para:
- el tipo 5 de reporte PUCCH (RI/primer indicador de matriz de precodificación, PMI) en el submodo 1 del modo 1-1 de PUCCH;

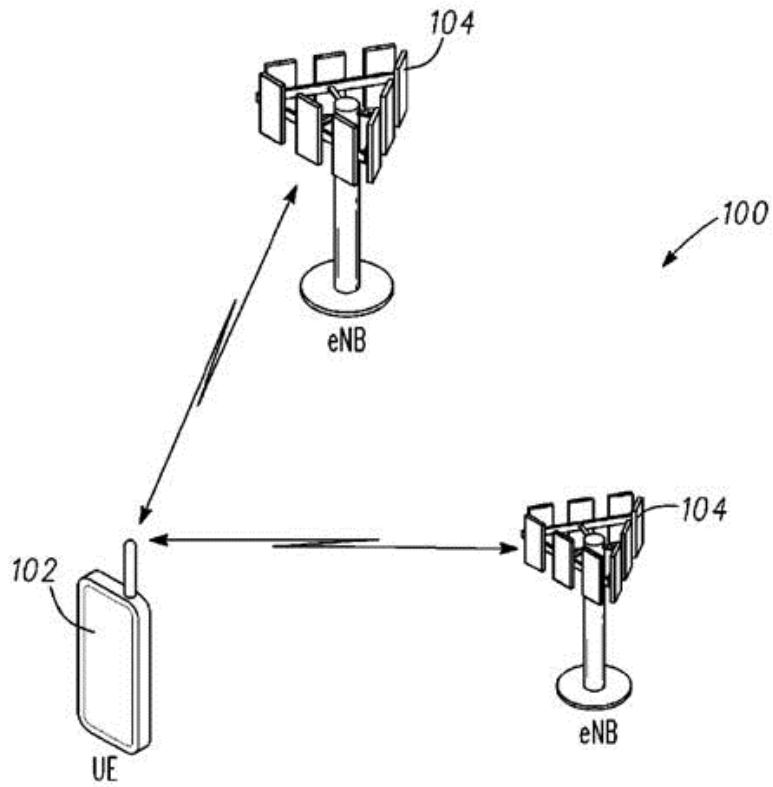
el tipo 2c de reporte PUCCH (indicador de calidad de canal, CQI/primer PMI/segundo PMI) en el submodo 2 del modo 1-1 de PUCCH; y

el tipo 1a de reporte de PUCCH (CQI de subbanda/segundo PMI) en el modo 2-1 de PUCCH,

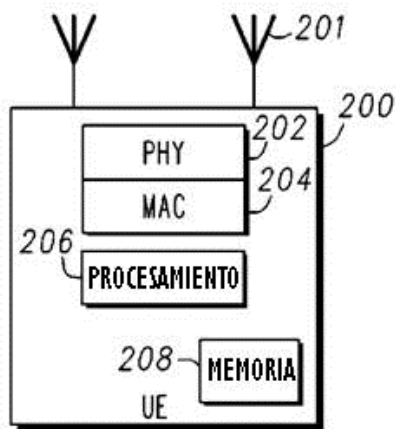
5 en donde para el tipo 5 de reporte PUCCH (RI/primer PMI) en el submodo 1 del modo 1-1 de PUCCH, cuando el UE (102) soporta un máximo de cuatro capas de transmisión de datos, el método incluye codificar conjuntamente el RI y la W1 mediante submuestreo de libro de códigos antes de configurar la transmisión de la CSI al menos para un indicador de rango de dos.

9. Un producto de programa para ordenador que comprende medios de código adaptados, cuando se ejecuta, para hacer que el equipo de usuario (102), UE, aplique el método de una de las reivindicaciones 1 a 7.

10



*Fig. 1*



*Fig. 2*