

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 555 534**

51 Int. Cl.:

H04L 1/06 (2006.01)
H04B 7/06 (2006.01)
H04L 1/00 (2006.01)
H04L 5/00 (2006.01)
H04B 7/04 (2006.01)
H04L 25/03 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.08.2010 E 10856290 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.09.2015 EP 2594030**

54 Título: **Método y sistema de precodificación**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.01.2016

73 Titular/es:

HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)
Huawei Administration Building, Bantian,
Longgang District
Shenzhen, Guangdong 518129, CN

72 Inventor/es:

MAZZARESE, DAVID y
ZHOU, YONGXING

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 555 534 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

Método y sistema de precodificación

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a la tecnología de las comunicaciones y en particular, a un método y sistema para la precodificación.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

En los sistemas celulares de tecnología MIMO OFDMA, la precodificación MIMO en bucle cerrado se define para permitir la transmisión de enlace descendente de alto rendimiento a usuarios fijos y los denominados nomádicos. Una retroinformación se obtiene por el transmisor mediante el informe de un índice de matriz de precodificación (PMI) desde un receptor a un transmisor. Este índice PMI se utiliza para representar una matriz en un libro de códigos (o conjunto de matrices) y el índice PMI se utiliza por el transmisor para derivar un precodificador de flujo descendente.

Estructuras simples de libros de códigos se utilizan en la primera generación de los sistemas de tecnología MIMO OFDMA, de modo que el índice PMI se pueda representar con pocos bits. Libros de códigos pequeños pueden utilizarse para conseguir una cuantización aproximada del canal espacial. A modo de ejemplo, un libro de códigos de 4 bits se define y el índice PMI de 4 bits puede informarse por intermedio de un canal de realimentación informativa de capacidad limitada denominado PUCCH [1, 2]. Las matrices de precodificación se definen para cada posible rango de transmisión, lo que determina la magnitud de la matriz de precodificación. El libro de códigos global es un conjunto de matrices para cada rango. De este modo, el informe de realimentación consiste en una indicación de rango (RI) y un índice PMI en el subconjunto de libros de códigos del rango dado RI. Puesto que el rango del canal de propagación varía lentamente en comparación con la adaptación rápida del índice PMI, la indicación de rango se informa con un periodo más largo que el índice PMI.

Puesto que la indicación de rango permanece válida durante varios informes del PMI, puede codificarse con un mejor código de protección contra errores con el fin de garantizar que los informes de PMI consecutivos no sean invalidados por un informe RI erróneo. En general, lo que antecede se asegura naturalmente por el hecho de que el rango puede tomar valores en un margen limitado, tal como {1, 2, 3, 4} en un sistema de LTE (Evolución a Largo Plazo) versión 8, debido a la limitación a un máximo de 4 antenas en el transmisor y de 4 antenas en el transmisor. De este modo, la indicación RI puede representarse por 2 bits. Puesto que el índice PMI se informa, en general, junto con una indicación de calidad de canal (CQI), que es abreviada para CQI que representa la calidad de canal en el supuesto de que el transmisor precodifica con el índice PMI informado, la magnitud total del mensaje de realimentación que contiene el PMI+CQI es mayor que los 4 bits utilizados para representar solamente el índice PMI. A modo de ejemplo, en LTE versión 8, la magnitud del mensaje será de 8 a 11 bits con uno a dos CQIs, respectivamente. El canal PUCCH se transmite en un recurso de tiempo-frecuencia de magnitud fija con una modificación también fija. Los 2 bits de RI que se informan individualmente están mejor protegidos que los 8 o 11 bits de PMI y CQI que se informan conjuntamente, puesto que los 2 bits de RI tienen una más baja tasa de codificación de corrección de error.

El documento WO 2009/096708 A1 da a conocer que la información de canal para precodificación puede obtenerse utilizando un canal de sondeo, un libro de códigos, una cuantización de canales, etc. Los datos de realimentación transmitidos desde un equipo UE a una estación base BS pueden incluir CQI, PMI y RI. Un método incluye la selección de M sub-bandas desde una banda de frecuencias completa y la transmisión de un primer indicador de matriz de precodificación para M sub-bandas y un segundo índice PMI para la banda restante, en donde el primer PMI es un PMI de un libro de códigos seleccionado desde un primer conjunto de libros de códigos incluyendo una pluralidad de libros de códigos y el segundo PMI es un PMI de un libro de códigos seleccionado desde un segundo conjunto de libros de códigos incluyendo una parte de la pluralidad de libros de códigos del primer conjunto de libros de códigos.

En el documento de SAMSUNG "Un trabajo marco de realimentación informativa sobre la base de W2W1 para versión 10", 3GPP draft, R1-103664 da a conocer que se necesitan designarse dos libros de códigos. Un informe puede contener, a la vez W_1 y W_2 y un precodificador W se deriva de W_1 y W_2 . El precodificador W para sub-banda puede construirse como $W = W_2 W_1$ y W_1 puede ser una matriz de precodificación según se define en una retroinformación implícita. W_1 puede representar una banda ancha y W_2 puede representar una sub-banda. W_1 es desde un libro de códigos C_1 y W_2 es desde un libro de códigos C_2 .

El documento de HUAWEI: "Libro de códigos doble basado en una realimentación informativa diferente para mejora de tecnología MU-MIMO", 3GPP draft, R1-103449 da a conocer una matriz de precodificación $W = W_1 W_2$ y/o $W = W_2 W_1$, en donde W_1 es una banda ancha desde el libro de códigos 4Tx versión 8 y W_2 es una sub-banda y es una matriz diagonal desde un libro de códigos. Sobre la base de un modo de información de canal PUCCH 2-1, se determina que el índice de matriz para W_2 fue añadido en un informe de CQI de sub-banda. Una realimentación

informativa periódica de los primero y segundo índices de matriz en el mismo informe incluyen un PMI de sub-banda y una indicación CQI de sub-banda para cada sub-banda y se informa sobre todas las sub-bandas. Una carga del informe del canal PUCCH incluye un subconjunto de W_1 (1 bit), un informe de banda ancha (3 bits restantes para un subconjunto de W_1) y un informe de sub-banda (2 bits para W_2).

5

SUMARIO DE LA INVENCION

Para conseguir el objetivo de la presente invención, se pone en práctica utilizando las soluciones técnicas según se define en las reivindicaciones independientes. Formas de realización preferidas pueden derivarse de las reivindicaciones subordinadas

10

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 ilustra un diagrama de flujo de un método para la precodificación en una forma de realización de la presente invención;

15

La Figura 2 ilustra un diagrama de flujo de un método para la precodificación en otra forma de realización de la presente invención;

La Figura 3 ilustra un diagrama de flujo de un método para la precodificación en otra forma de realización de la presente invención;

20

La Figura 4 ilustra un equipo de usuario en una forma de realización de la invención;

La Figura 5 ilustra un transmisor en una forma de realización de la presente invención;

25

La Figura 6 ilustra un diagrama de flujo de un método para la precodificación en una forma de realización de la presente invención; y

La Figura 7 ilustra un sistema en una forma de realización de la invención.

30

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN

Formas de realización de la presente invención se refieren a un método para informar de una representación cuantizada múltiple de la información del estado de canal del canal de propagación en un canal de realimentación de capacidad limitada utilizando una estructura de doble libro de códigos. El sistema de comunicaciones inalámbricas comprende al menos un transmisor y al menos un receptor. El transmisor puede configurarse en una entidad de red, tal como una estación base, un nodo eNodeB o un punto de acceso. El receptor puede configurarse en un equipo de usuario (UE), tal como un dispositivo móvil, un teléfono celular, un asistente digital personal (PDA) autorizado inalámbrico, un ordenador portátil autorizado inalámbrico u otros dispositivos similares. Al menos una señal de referencia para el receptor y un canal de realimentación informativa desde el receptor permiten la transmisión desde el transmisor utilizando una precodificación basada en libros de códigos cuando el transmisor está provisto de múltiples antenas transmisoras.

35

40

Para una operación de alto rendimiento en sistemas de tecnología MIMO OFDMA, tal como un sistema de LTE, sistema de IEEE 802.16e/m u otros sistemas similares, un receptor puede solicitarse para la realimentación de una indicación PMI para cada sub-banda del ancho de banda del sistema, puesto que ofrece una mejor granularidad que un precodificador de banda ancha y permite al transmisor adaptar su precodificador a la selectividad de frecuencias del canal de propagación de tipo inalámbrico así como proporcionar información para la planificación de diversidad multiusuario. Para poder beneficiarse de estas propiedades al mismo tiempo que se limita la tasa de realimentación en el canal a un nivel aceptable, puede solicitarse a un receptor informar sobre las indicaciones PMIs para un conjunto de sub-bandas seleccionadas que no abarcan el ancho de banda completo de la operación. Además, con el fin de garantizar una operación sin cambios bruscos del planificador en el transmisor, se suele requerir también que el receptor informe de una indicación PMI de banda ancha junto con las PMIs de sub-banda de sub-bandas seleccionadas, de modo que el transmisor tenga información del estado del canal para planificar ese receptor en cualquiera de las sub-bandas para las que no se informa de una indicación PMI de sub-banda. Como se indicó con anterioridad, una CQI se informa en asociación con una PMI, por lo que una CQI de banda ancha se informa junto con la PMI de banda ancha, mientras que una CQI de sub-banda se informa para cada una de las PMIs de sub-bandas.

45

50

55

60

Mejoras de la realimentación informativa para una precodificación en bucle cerrado más allá del simple libro de códigos de 4 bits o magnitudes de conjuntos de antenas para una mayor transmisión requeriría estructuras de libros de códigos más complejas así como una mayor magnitud del libro de códigos. Un primer tipo del libro de códigos mejorado contiene matrices que proporcionan una cuantización del canal de propagación MIMO entre un conjunto de antenas transmisoras y un conjunto de antenas receptoras según se presenta en [3], en donde las matrices adoptan la forma de:

65

$$\mathbf{W} = \mathbf{W}_{MI1}^{(1)} \mathbf{W}_{MI2}^{(2)}$$

El precodificador interno $\mathbf{W}_{MI1}^{(1)}$ tiene una estructura diagonal de bloques

$$\mathbf{W}_{MI1}^{(1)} = \begin{bmatrix} \tilde{\mathbf{W}}_{MI1}^{(1)} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \tilde{\mathbf{W}}_{MI1}^{(1)} \end{bmatrix}$$

Para el rango 1, el precodificador podría formarse como

$$\mathbf{W} = \begin{bmatrix} \tilde{\mathbf{W}}_{MI1}^{(1)} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \tilde{\mathbf{W}}_{MI1}^{(1)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ \alpha \end{bmatrix}, \quad \alpha \in \{1, -1, j, -j\}$$

El rango 2 seguiría similarmente como:

$$\mathbf{W} = \begin{bmatrix} \tilde{\mathbf{W}}_{MI1}^{(1)} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \tilde{\mathbf{W}}_{MI1}^{(1)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ \alpha & -\alpha \end{bmatrix}, \quad \alpha \in \{1, j\}$$

La segunda matriz representa un factor de puesta en co-fase que refleja las variaciones del canal a corto plazo y puede realizarse para ajustar la estructura del precodificador global \mathbf{W} para la adaptación de un conjunto matricial uniforme lineal de polarización única (ULA) o un conjunto de polarización cruzada en el transmisor.

Las formas de realización de la invención aquí descritas pueden utilizarse para varios sistemas de comunicaciones inalámbricas de banda ancha en donde un libro de códigos doble de matrices de precodificación es conocido por un transmisor y un receptor y el transmisor está provisto de múltiples antenas, algunas de las cuales pueden tener la misma o diferente polarizaciones. Y el libro de códigos se utiliza para enviar información de realimentación desde el receptor al transmisor por intermedio de un canal de realimentación de capacidad limitada. Un libro de códigos doble está constituido por dos libros de códigos, que son conjuntos de matrices y la combinación de una matriz de un primer libro de códigos C_1 y una matriz de un segundo libro de códigos C_2 forman un precodificador puede utilizarse por el transmisor para enviar datos a un receptor por intermedio de múltiples antenas transmisoras.

En una forma de realización, un receptor, que puede ser un equipo de usuarios UE, está conectado a un transmisor, que puede ser un punto de acceso para una duración mucho mayor que el intervalo temporal de transmisión. Durante este intervalo, el receptor enviaría varios informes de realimentación que contienen índices en un libro de códigos doble para recomendar uno o varios precodificadores al transmisor.

En una forma de realización, al menos un mensaje que incluye una indicación de rango, un primer índice de libro de códigos n_1 en un primer libro de códigos C_1 y dos índices de libros de códigos k_1 y k_2 en un segundo libro de códigos C_2 , que está contenido en al menos un informe, se realimenta desde el receptor al transmisor. Los índices (n_1, k_1) , representan un precodificador de banda ancha W_1 en el libro de códigos doble, mientras que los índices (n_1, k_2) representan un precodificador de sub-bandas W_2 en el libro de códigos doble, sobre la base de la misma matriz con índice n_1 en el libro de códigos C_1 . Un indicador de calidad de canal de banda ancha, es decir, CQI, se informa también con referencia al precodificador de banda ancha representado por (n_1, k_1) mientras que un indicador de calidad de canal de sub-banda (CQI) se informa también en referencia al precodificador de sub-banda representado por (n_1, k_2) .

En algunas formas de realización en donde no se informa de índice k_1 , se supone que está predefinido con un supuesto común conocido por el receptor y el transmisor a la vez.

En una forma de realización, se da a conocer un método para la precodificación de realimentación informativa en un sistema de comunicaciones inalámbricas. Haciendo referencia a la Figura 1, que incluye:

S201. Obtención, por un equipo de usuario, de una señal de referencia procedente de un transmisor.

S202. Derivación, por el equipo de usuario, de una indicación de rango, de un primer índice de libro de códigos n_1 en un primer libro de códigos C_1 , dos índices de libro de códigos k_1 y k_2 en un segundo libro de códigos C_2 , un indicador de banda ancha CQI_1 asociada con una matriz de precodificación de banda ancha representada por los índices (n_1, k_1) y una indicación CQI_2 de sub-banda asociada con una matriz de precodificación de banda ancha representada por los índices (n_1, k_2) sobre la base de la señal de referencia obtenida;

S203. El envío, por el equipo de usuario, de un informe de realimentación que transmite la indicación de rango, el primer índice de libro de códigos n_1 , los dos índices de libro de códigos k_1 y k_2 , la indicación CQI_1 de banda ancha y la indicación CQI_2 de sub-banda al transmisor; y

S204. La recepción, por el equipo de usuario desde el transmisor, de datos precodificados por un primer precodificador determinado por el transmisor sobre la base de la indicación de rango y los índices n_1 , k_1 y k_2 .

En una forma de realización, el primer precodificador determinado por el transmisor sobre la base de la indicación del rango y de los índices n_1 , k_1 y k_2 comprende:

el primer precodificador se determina por el transmisor sobre la base de la indicación de rango, un segundo precodificador y un tercer precodificador, en donde el segundo precodificador se determina por los índices n_1 y k_1 en el transmisor, que representa un precodificador de banda ancha y el tercer precodificador se determina por los índices n_1 y k_2 en el transmisor, lo que representa un precodificador de sub-banda,

en donde el segundo precodificador se determina por los índices n_1 y k_1 en el transmisor que comprende:

el segundo precodificador se determina como $\mathbf{W} = \mathbf{W}_{n_1}^{(1)} \mathbf{W}_{k_1}^{(2)}$ y el $\mathbf{W}_{n_1}^{(1)}$ representa la matriz determinada por el índice n_1 en el libro de códigos C_1 y el $\mathbf{W}_{k_1}^{(2)}$ representa la matriz determinada por el índice k_1 en el libro de códigos C_2 ;

el tercer precodificador se determina por los índices n_1 y k_2 en el transmisor, que comprende:

el tercer precodificador se determina como $\mathbf{W} = \mathbf{W}_{n_1}^{(1)} \mathbf{W}_{k_2}^{(2)}$ y el $\mathbf{W}_{n_1}^{(1)}$ representa la matriz determinada por el índice n_1 en el libro de códigos C_1 y el $\mathbf{W}_{k_2}^{(2)}$ representa la matriz determinada por el índice k_2 en el libro de códigos C_2 .

En una forma de realización el segundo precodificador se determina por los índices n_1 y k_1 en el transmisor, que comprende:

el segundo precodificador se determina como $\mathbf{W} = \mathbf{W}_{k_1}^{(2)} \mathbf{W}_{n_1}^{(1)}$ y el $\mathbf{W}_{k_1}^{(2)}$ representa la matriz determinada por el índice k_1 en el libro de códigos C_2 y el $\mathbf{W}_{n_1}^{(1)}$ representa la matriz determinada por el índice n_1 en el libro de códigos C_1 ;

el tercer precodificador se determina por los índices n_1 y k_2 en el transmisor, que comprende:

el tercer precodificador se determina como $\mathbf{W} = \mathbf{W}_{k_2}^{(2)} \mathbf{W}_{n_1}^{(1)}$ y el $\mathbf{W}_{k_2}^{(2)}$ representa la matriz determinada por el índice k_2 en el libro de códigos C_2 y $\mathbf{W}_{n_1}^{(1)}$ representa la matriz determinada por el índice n_1 en el libro de códigos C_1 .

El método permite, además, reducir el número de índices informados para representar dos precodificadores en un libro de códigos doble y no existe ningún impacto negativo sobre el rendimiento.

En una forma de realización, el transmisor puede solicitar al receptor la realimentación informativa en una serie de mensajes ilustrados, a modo de ejemplo, en la Figura 2. Un primer mensaje contiene la indicación de rango. Un segundo mensaje contiene los índices n_1 y k_1 y el indicador de calidad de canal de banda ancha CQI_1 . Un tercer mensaje contiene el índice k_2 y el indicador de calidad de canal de sub-banda CQI_2 . Y el receptor recibe, desde el transmisor, datos precodificados por una matriz derivada sobre la base de la indicación de rango y los índices n_1 , k_1 y k_2 .

En una forma de realización, el transmisor puede demandar al receptor la realimentación en una serie de mensajes compactos que pueden contener un índice de matriz, según se ilustra, a modo de ejemplo, en la Figura 3. Un primer mensaje contiene la indicación de rango. Un segundo mensaje contiene el índice n_1 y la indicación de banda ancha CQI_1 . Un tercer mensaje contiene el índice k_2 y la indicación CQI_2 de sub-banda y el índice k_1 puede conocerse, de forma implícita, por el transmisor y por el receptor como una matriz fija en el libro de códigos C_2 . Y el receptor recibe, desde el transmisor, datos precodificados por una matriz derivada sobre la base de la indicación del rango y los índices n_1 , k_1 y k_2 .

En una forma de realización, una matriz de precodificación en el libro de códigos doble se deriva como $\mathbf{W} = \mathbf{W}^{(2)} \mathbf{W}^{(1)}$, en donde $\mathbf{W}^{(1)}$ es una matriz desde el libro de códigos C_1 , mientras que $\mathbf{W}^{(2)}$ es una matriz desde el libro de códigos C_2 . El precodificador de banda ancha \mathbf{W}_1 se deriva en el receptor como $\mathbf{W}_1 = \mathbf{W}_{k_1}^{(2)} \mathbf{W}_{n_1}^{(1)}$ mientras que

el precodificador de sub-banda W_2 se deriva como $W_2 = W_{k_2}^{(2)} W_{n_1}^{(1)}$. Una indicación de banda ancha CQI, indicada como CQI_1 , representa la calidad de canal suponiendo que la matriz de precodificación de banda ancha se utiliza en el transmisor. Una indicación CQI de sub-banda, indicada como CQI_2 representa la calidad de canal suponiendo que la matriz de precodificación de sub-banda se utiliza en el transmisor. En una forma de realización, el índice k_1 está predefinido en el transmisor y en el receptor sobre la base de un supuesto fijo, y la matriz que representa el índice k_1 puede ser la matriz de identidad, en cuyo caso, el precodificador de banda ancha se representa simplemente como $W_{n_1}^{(1)}$.

En una forma de realización, una matriz de precodificación en el libro de códigos doble se deriva como $W = W^{(1)} W^{(2)}$, en donde $W^{(1)}$ es una matriz desde el libro de códigos C_1 , mientras que $W^{(2)}$ es una matriz desde el libro de códigos C_2 . El precodificador de banda ancha W_1 se deriva en el receptor como $W_1 = W_{n_1}^{(1)} W_{k_1}^{(2)}$, mientras que el precodificador de sub-banda W_2 se deriva como $W_2 = W_{n_1}^{(1)} W_{k_2}^{(2)}$. Una indicación de CQI de banda ancha, indicada como CQI_1 representa la calidad de canal suponiendo que la matriz de precodificación de banda ancha se utiliza en el transmisor. Una indicación de CQI de sub-banda, indicada como CQI_2 , representa la calidad de canal suponiendo que la matriz de precodificación de sub-banda se utiliza en el transmisor. En una forma de realización, el índice k_1 está predefinido en el transmisor y en el receptor sobre la base de un supuesto fijo y la matriz que representa el índice k_1 puede ser la matriz de identidad o una matriz de bloques constituida por matrices de identidad de dimensiones más pequeñas.

En una forma de realización, una matriz de precodificación en el libro de códigos doble se deriva como $W = W^{(1)} W^{(2)}$, en donde $W^{(1)}$ es una matriz desde el libro de códigos C_1 , mientras que $W^{(2)}$ es una matriz desde el libro de códigos C_2 . El precodificador de banda ancha W_1 se deriva en el receptor como $W_1 = W_{n_1}^{(1)} W_{k_1}^{(2)}$, mientras que el precodificador de sub-banda es W_2 como $W_2 = W_{n_1}^{(1)} W_{k_2}^{(2)}$. Una indicación CQI de banda ancha, indicada como CQI_1 , representa la calidad de canal suponiendo que la matriz de precodificación de banda ancha se utiliza en el transmisor. Una indicación CQI de sub-banda, indicada como CQI_2 , representa la calidad de canal suponiendo que la matriz de precodificación de sub-banda se utiliza en el transmisor. En una forma de realización, el índice k_1 se informa sobre la base de un subconjunto del libro de códigos C_2 y k_1 puede informarse con menos bits que el índice k_2 . A modo de ejemplo, k_2 es el índice en el subconjunto del libro de códigos C_2 .

En una forma de realización, una matriz de precodificación en el libro de códigos doble se deriva como $W = W^{(1)} W^{(2)}$, en donde $R=W^{(1)}$ es una matriz desde el libro de códigos C_1 , mientras que $W^{(2)}$ es una matriz desde el libro de códigos C_2 . El precodificador de banda ancha W_1 se deriva en el receptor como $W_1 = W_{n_1}^{(1)} W_{k_1}^{(2)}$, mientras que el precodificador de sub-banda W_2 se deriva como $W_2 = W_{n_1}^{(1)} W_{k_2}^{(2)}$. Una CQI de banda ancha, indicada como CQI_1 , representa la calidad de canal suponiendo que la matriz de precodificación de banda ancha se utiliza en el transmisor. Una indicación de CQI de sub-banda, indicada como CQI_2 , representa la calidad de canal suponiendo que la matriz de precodificación de sub-banda se utiliza en el transmisor. En una forma de realización, el índice k_1 no es informado pero está predefinido en el transmisor y en el receptor sobre la base de un supuesto común, esta matriz que representa el índice k_1 puede ser el denominado vector propio principal de la matriz R , o la mejor aproximación del vector propio principal de la matriz R por un vector en el libro de códigos C_2 .

Conviene señalar para los expertos en esta técnica, que la forma de realización anterior puede utilizarse para al menos una sub-banda.

El método anterior permite reducir el número de índices informados y economiza los recursos del sistema, sin reducir su rendimiento.

Es entendible por los expertos en esta técnica que la totalidad o parte de las etapas de las formas de realización anteriores pueden ponerse en práctica mediante hardware que reciba instrucciones proporcionadas por un programa informático. El programa puede memorizarse en un soporte de memorización legible por ordenador. Cuando se ejecuta, el programa realiza todas o parte de las etapas en las formas de realización del método anteriormente descritas.

En otra forma de realización de la presente invención, un equipo de usuario que puede realizar la totalidad del método anterior se da a conocer también. Haciendo referencia a la Figura 4, el equipo de usuario 1900 incluye:

una unidad de obtención 1901, configurada para obtener una señal de referencia desde un transmisor;

una unidad de derivación 1902, configurada para derivar una indicación de rango, un índice de libro de códigos n_1 en un primer libro de códigos C_1 e índices de libro de códigos k_1 y k_2 en un segundo libro de códigos C_2 , una indicación de calidad de canal de banda ancha CQI_1 y una indicación de calidad de canal de sub-banda CQI_2 , sobre la base de la señal de referencia obtenida por la unidad de obtención;

una unidad de envío 1903, configurada para enviar la indicación de rango, el índice de libro de códigos n_1 en el primer libro de códigos C_1 , los índices de libro de códigos k_1 y k_2 en el segundo libro de códigos C_2 , la indicación CQI_1 de banda ancha y la CQI_2 de sub-banda que se deriva por la unidad de derivación, al transmisor; y

5 una unidad de recepción 1904, configurada para recibir, desde el transmisor, los datos precodificados por un primer precodificador determinado por el transmisor sobre la base de la indicación de rango y los índices n_1 , k_1 y k_2 .

10 Conviene señalar para los expertos en esta técnica, que la forma de realización anterior puede utilizarse para al menos una sub-banda.

15 La forma de realización anterior nos permite reducir el número de índices informados y se economizan así los recursos del sistema, sin reducir el rendimiento de dicho sistema. En otra forma de realización de la presente invención, un transmisor se describe como se ilustra en la Figura 5. En esta forma de realización, el transmisor puede ser una estación base.

El transmisor comprende:

20 una unidad de recepción 2001, configurada para recibir una indicación de rango, un índice de libro de códigos n_1 en un primer libro de códigos C_1 , índices de libro de códigos k_1 y k_2 en un segundo libro de códigos C_2 , el indicador de calidad de canal de banda ancha CQI_1 y el indicador de calidad de canal de sub-banda CQI_2 desde un equipo de usuario;

25 una unidad de derivación 2002, configurada para derivar un primer precodificador determinado sobre la base de la indicación de rango y los índices n_1 , k_1 y k_2 recibidos por la unidad de recepción 2001; y

una unidad de precodificación 2003, configurada para precodificar los datos a enviarse al equipo de usuario por el primer precodificador derivado por la unidad de derivación 2002; y

30 una unidad de envío 2004, configurada para enviar los datos precodificados por la unidad de precodificación 2003 al equipo de usuario,

la unidad de derivación que comprende:

35 un primer módulo de derivación, configurado para derivar un segundo precodificador que representa un precodificador de banda ancha determinado por los índices n_1 y k_1 ; y

un segundo módulo de derivación, configurado para un tercer precodificador que representa un precodificador de sub-banda determinado por los índices n_1 y k_2 ,

40 la unidad de derivación que comprende:

45 un primer módulo de derivación, configurado para derivar un segundo precodificador que representa un precodificador de banda ancha determinado por los índices n_1 y k_1 ; y

un segundo módulo de derivación, configurado para un tercer precodificador que representa un precodificador de sub-banda determinado por los índices n_1 y k_2 ,

el primer módulo de derivación que comprende:

50 un primer submódulo de determinación, configurado para determinar la matriz $\mathbf{W}_n^{(1)}$ por el índice n_1 en el libro de códigos C_1 ;

55 un segundo submódulo de determinación, configurado para determinar la matriz $\mathbf{W}_k^{(2)}$ por el índice k_1 en el libro de códigos C_2 ; y

un tercer submódulo de determinación, configurado para determinar el segundo precodificador W_1 como $\mathbf{W}_1 = \mathbf{W}_n^{(1)} \mathbf{W}_k^{(2)}$;

60 el segundo módulo de derivación, que comprende:

un cuarto submódulo de determinación, configurado para determinar la matriz $\mathbf{W}_n^{(1)}$ por el índice n_1 en el libro de códigos C_1 ;

un quinto submódulo de determinación, configurado para determinar la matriz $\mathbf{W}_{k_2}^{(2)}$ por el índice k_2 en el libro de códigos C_2 ; y

un sexto submódulo de determinación, configurado para determinar el tercer precodificador W_2 como $\mathbf{W}_2 = \mathbf{W}_{n_1}^{(1)} \mathbf{W}_{k_2}^{(2)}$;

o

el primer módulo de derivación que comprende:

el primer submódulo de determinación, configurado para determinar la matriz $\mathbf{W}_{k_1}^{(2)}$ por el índice k_1 en el libro de códigos C_2 ;

el segundo submódulo de determinación, configurado para determinar la matriz $\mathbf{W}_{n_1}^{(1)}$ por el índice n_1 en el libro de códigos C_1 ;

el tercer submódulo de determinación, configurado para determinar el segundo precodificador W_1 como $\mathbf{W}_1 = \mathbf{W}_{k_1}^{(2)} \mathbf{W}_{n_1}^{(1)}$;

el segundo módulo de derivación, que comprende:

el cuarto submódulo de determinación, configurado para determinar la matriz $\mathbf{W}_{k_2}^{(2)}$ por el índice k_2 en el libro de códigos C_2 ;

el quinto submódulo de determinación, configurado para determinar la matriz $\mathbf{W}_{n_1}^{(1)}$ por el índice n_1 en el libro de códigos C_1 ;

el sexto submódulo de determinación, configurado para determinar el tercer precodificador W_2 como $\mathbf{W}_2 = \mathbf{W}_{k_2}^{(2)} \mathbf{W}_{n_1}^{(1)}$.

Conviene señalar para los expertos en esta técnica que la forma de realización anterior puede utilizarse para al menos una sub-banda.

La forma de realización anterior permite reducir el número de índices informados y economizar los recursos del sistema, sin reducir su rendimiento.

En una forma de realización, un método para la precodificación en un sistema de comunicaciones inalámbricas se ilustra en la Figura 6. El método comprende:

S2101, un transmisor recibe una indicación de rango, un índice de libro de códigos n_1 en un primer libro de códigos C_1 , índices de libro de códigos k_1 y k_2 en un segundo libro de códigos C_2 , el indicador de calidad de canal de banda ancha CQI_1 y el indicador de calidad de canal de sub-banda CQI_2 desde un equipo de usuario;

S2102, el transmisor deriva un primer precodificador determinado sobre la base de la indicación del rango y los índices n_1 , k_1 y k_2 recibidos por el transmisor;

S2103, el transmisor precodifica los datos a enviarse al equipo de usuario por el primer precodificador derivados por el transmisor; y

S2104, el transmisor envía los datos precodificados por la unidad de precodificación al equipo de usuario,

en donde el transmisor deriva un primer precodificador determinado sobre la base de la indicación de rango y los índices n_1 , k_1 y k_2 recibidos por el transmisor, que comprende:

el transmisor deriva el primer precodificador determinado sobre la base de la indicación de rango, un segundo precodificador y un tercer precodificador, en donde el segundo precodificador se determina por los índices n_1 y k_1 en el transmisor, que representa un precodificador de banda ancha y el tercer precodificador se determina por los índices n_1 y k_2 en el transmisor, lo que representa un precodificador de sub-banda,

en donde el segundo precodificador se determina por los índices n_1 y k_1 en el transmisor, que comprende:

el segundo precodificador W_1 se determina como $\mathbf{W}_1 = \mathbf{W}_{n_1}^{(1)} \mathbf{W}_{k_1}^{(2)}$, en donde el $\mathbf{W}_{n_1}^{(1)}$ representa la matriz

determinada por el índice n_1 en el libro de códigos C_1 y $\mathbf{W}_{k_1}^{(2)}$ representa la matriz determinada por el índice k_1 en el libro de códigos C_2 ;

5 el tercer precodificador se determina por los índices n_1 y k_2 en el transmisor que comprende:

el tercer precodificador W_2 se determina como $\mathbf{W}_2 = \mathbf{W}_{n_1}^{(1)} \mathbf{W}_{k_2}^{(2)}$ en donde el $\mathbf{W}_{n_1}^{(1)}$ representa la matriz determinada por el índice n_1 en el libro de códigos C_1 y el $\mathbf{W}_{k_2}^{(2)}$ representa la matriz determinada por el índice k_2 en el libro de códigos C_2 ,

10 en donde el segundo precodificador se determina por los índices n_1 y k_1 en el transmisor, que comprende:

el segundo precodificador W_1 se determina como $\mathbf{W}_1 = \mathbf{W}_{k_1}^{(2)} \mathbf{W}_{n_1}^{(1)}$, en donde el $\mathbf{W}_{k_1}^{(2)}$ representa la matriz determinada por el índice k_1 en el libro de códigos C_2 y $\mathbf{W}_{n_1}^{(1)}$ representa la matriz determinada por el índice n_1 en el libro de códigos C_1 ;

15 el tercer precodificador se determina por los índices n_1 y k_2 en el transmisor, que comprende:

el tercer precodificador W_2 se determina como $\mathbf{W}_2 = \mathbf{W}_{k_2}^{(2)} \mathbf{W}_{n_1}^{(1)}$, en donde el $\mathbf{W}_{k_2}^{(2)}$ representa la matriz determinada por el índice k_2 en el libro de códigos C_2 y el $\mathbf{W}_{n_1}^{(1)}$ representa la matriz determinada por el índice n_1 en el libro de códigos C_1 .

20 Conviene señalar para los expertos en esta técnica que la forma de realización anterior puede utilizarse para al menos una sub-banda.

25 La forma de realización anterior permite reducir el número de índices informados y economizar los recursos del sistema, sin reducir su rendimiento.

En una forma de realización, un sistema para la precodificación se ilustra en la Figura 7. El sistema comprende un transmisor 1701 y un equipo de usuario 1702. El transmisor puede ser una estación base.

30 El equipo de usuario puede comprender una unidad de recepción, configurada para recibir una señal de referencia desde el transmisor:

35 una señal de derivación, configurada para derivar una indicación de rango, un índice de libro de códigos n_1 en un primer libro de códigos C_1 e índices de libro de códigos k_1 y k_2 en segundo libro de códigos C_2 , un indicador de calidad de canal de banda ancha CQI_1 y un indicador de calidad de canal de sub-banda CQI_2 sobre la base de la señal de referencia obtenida por la unidad de recepción;

40 una unidad de envío, configurada para enviar la indicación de rango, el índice de libro de códigos n_1 en el primer libro de códigos C_1 , los índices de libro de códigos k_1 y k_2 en el segundo libro de códigos C_2 , el indicador CQI_1 de banda ancha y la indicación CQI_2 de sub-banda que se deriva por la unidad de derivación, al transmisor; y

45 una unidad de recepción, configurada para recibir, desde el transmisor, los datos precodificados por un primer precodificador determinado por el transmisor sobre la base de la indicación de rango y los índices n_1 , k_1 y k_2 .

50 El transmisor puede comprender una unidad de recepción 2001, configurada para recibir una indicación de rango, un índice de libro de códigos n_1 en un primer libro de códigos C_1 , índices de libro de códigos k_1 y k_2 en un segundo libro de códigos C_2 , el indicador de calidad de canal de banda ancha CQI_1 y el indicador de calidad de canal de sub-banda CQI_2 , desde un equipo de usuario;

una unidad de derivación, configurada para derivar un primer precodificador determinado sobre la base de la indicación de rango y los índices n_1 , k_1 y k_2 recibidos por la unidad de recepción; y

55 una unidad de precodificación, configurada para precodificar los datos a enviarse al equipo de usuario por el primer precodificador derivado por la unidad de derivación; y

una unidad de envío, configurada para enviar los datos precodificados por la unidad de precodificación 2003 al equipo de usuario,

60 la unidad de derivación, que comprende:

un primer módulo de derivación, configurado para derivar un segundo precodificador que representa un precodificador de banda ancha determinado por los índices n_1 y k_1 ; y

5 un segundo módulo de derivación, configurado para un tercer precodificador que representa un precodificador de sub-banda determinado por los índices n_1 y k_2 ,

la unidad de derivación, que comprende:

10 un primer módulo de derivación, configurado para derivar un segundo precodificador que representa un precodificador de banda ancha determinado por los índices n_1 y k_1 ; y

un segundo módulo de derivación, configurado para un tercer precodificador que representa un precodificador de sub-banda determinado por los índices n_1 y k_2 ,

15 el primer módulo de derivación, que comprende:

un primer submódulo de determinación, configurado para determinar la matriz $\mathbf{W}_{n_1}^{(1)}$ por el índice n_1 en el libro de códigos C_1 ;

20 un segundo submódulo de determinación, configurado para determinar la matriz $\mathbf{W}_{k_1}^{(2)}$ por el índice k_1 en el libro de códigos C_2 ; y

un tercer submódulo de determinación, configurado para determina el segundo precodificador W_1 como $\mathbf{W}_1 = \mathbf{W}_{n_1}^{(1)} \mathbf{W}_{k_1}^{(2)}$;

25 el segundo módulo de derivación que comprende:

un cuarto submódulo de determinación, configurado para determinar la matriz $\mathbf{W}_{n_1}^{(1)}$ por el índice n_1 en el libro de códigos C_1 ;

30 un quinto submódulo de determinación, configurado para determinar la matriz $\mathbf{W}_{k_2}^{(2)}$ por el índice k_2 en el libro de códigos C_2 ; y

un sexto submódulo de determinación, configurado para determinar el tercer precodificador W_2 como $\mathbf{W}_2 = \mathbf{W}_{n_1}^{(1)} \mathbf{W}_{k_2}^{(2)}$;

35 o

el quinto módulo de derivación, que comprende:

40 el primer submódulo de determinación, configurado para determinar la matriz $\mathbf{W}_{k_1}^{(2)}$ por el índice k_1 en el libro de códigos C_2 ;

el segundo submódulo de determinación, configurado para determinar la matriz $\mathbf{W}_{n_1}^{(1)}$ por el índice n_1 en el libro de códigos C_1 ;

45 el tercer submódulo de determinación, configurado para determinar el segundo precodificador W_1 como $\mathbf{W}_1 = \mathbf{W}_{k_1}^{(2)} \mathbf{W}_{n_1}^{(1)}$;

el segundo módulo de derivación que comprende:

50 el cuarto submódulo de determinación, configurado para determinar la matriz $\mathbf{W}_{k_2}^{(2)}$ por el índice k_2 en el libro de códigos C_2 ;

el quinto submódulo de determinación, configurado para determinar la matriz $\mathbf{W}_{n_1}^{(1)}$ por el índice n_1 en el libro de códigos C_1 ;

55 el sexto submódulo de determinación, configurado para determinar el tercer precodificador W_2 como $\mathbf{W}_2 = \mathbf{W}_{k_2}^{(2)} \mathbf{W}_{n_1}^{(1)}$.

Conviene señalar para los expertos en esta técnica, que la forma de realización anterior puede utilizarse para al

menos una sub-banda.

La forma de realización anterior permite reducir el número de índices informados y economizar los recursos del sistema, sin reducir su rendimiento.

5 Todas las unidades funcionales en las formas de realización de la presente invención pueden integrarse en un módulo de procesamiento, o existir de forma independiente, o dos o más de dichas unidades están integradas en un módulo. El módulo integrado puede ser un módulo de hardware o un módulo de software. Cuando se pone en práctica como un módulo de software y se vende o aplica como un producto independiente, el módulo integrado puede memorizarse también en un soporte de memorización legible por ordenador.

10 El soporte de memorización puede ser una memoria de solamente lectura (ROM), un disco magnético o un disco compacto (CD).

15 Es evidente para los expertos en esta técnica que pueden realizarse modificaciones y variantes a la invención sin desviarse por ello del alcance de protección de la invención. La invención está prevista para cubrir las modificaciones y variantes a condición de que caigan dentro del alcance de protección definido por las reivindicaciones siguientes.

20

REIVINDICACIONES

1. Un método de precodificación en un sistema de comunicaciones inalámbricas, que comprende:

5 obtener (S201), mediante un receptor, una señal de referencia desde un transmisor;

derivar (S202), mediante el receptor, una indicación de rango, un índice de libro de códigos n_1 en un primer libro de códigos C_1 , índices de libro de códigos k_1 y k_2 en un segundo libro de códigos C_2 , un indicador de calidad de canal de banda ancha, CQI_1 y un indicador de calidad de canal de sub-banda CQI_2 , sobre la base de la señal de referencia obtenida;

10 enviar (S203), mediante el receptor, la indicación de rango, el índice de libro de códigos n_1 en el primer libro de códigos C_1 , los índices de libro de códigos k_1 y k_2 en el segundo libro de códigos C_2 , el indicador de banda ancha CQI_1 y el indicador de sub-banda CQI_2 , al transmisor; y

15 recibir (S204), mediante el receptor, datos precodificados por un primer precodificador desde el transmisor, en donde el primer precodificador está determinado por el transmisor sobre la base de la indicación de rango y de los índices n_1 , k_1 y k_2 ;

20 caracterizado por cuanto que:

el primer precodificador comprende un segundo precodificador y un tercer precodificador, en donde el segundo precodificador se determina por los índices n_1 y k_1 en el transmisor y el tercer precodificador se determina por los índices n_1 y k_2 en el transmisor, en donde el segundo precodificador representa un precodificador de banda ancha y el tercer precodificador representa un precodificador de sub-banda.

25

2. El método según la reivindicación 1 en donde:

el segundo precodificador W_1 se determina como $W_1 = W_{n_1}^{(1)} W_{k_1}^{(2)}$, en donde $W_{n_1}^{(1)}$ representa una matriz determinada por el índice n_1 en el libro de códigos C_1 y $W_{k_1}^{(2)}$ representa una matriz determinada por el índice k_1 en el libro de códigos C_2 ; y

30

el tercer precodificador W_2 está determinado como $W_2 = W_{n_1}^{(1)} W_{k_2}^{(2)}$, en donde $W_{n_1}^{(1)}$ representa una matriz determinada por el índice n_1 en el libro de códigos C_1 y $W_{k_2}^{(2)}$ representa una matriz determinada por el índice k_2 en el libro de códigos C_2 .

35

3. El método según la reivindicación 2, en donde:

el $W_{k_i}^{(2)}$ es una matriz de identidad o una matriz por bloques constituida por matrices de identidad de más pequeñas dimensiones.

40

4. El método según la reivindicación 1, en donde:

el segundo precodificador W_1 se determina como $W_1 = W_{k_1}^{(2)} W_{n_1}^{(1)}$, en donde $W_{k_1}^{(2)}$ representa una matriz determinada por el índice k_1 en el libro de códigos C_2 y el $W_{n_1}^{(1)}$ representa una matriz determinada por el índice n_1 en el libro de códigos C_1 ; y

45

el tercer precodificador W_2 se determina como $W_2 = W_{k_2}^{(2)} W_{n_1}^{(1)}$, en donde $W_{k_2}^{(2)}$ representa una matriz determinada por el índice k_2 en el libro de códigos C_2 y el $W_{n_1}^{(1)}$ representa una matriz determinada por el índice n_1 en el libro de códigos C_1 .

50

5. El método según la reivindicación 1, en donde:

el libro de códigos C_2 y el libro de códigos C_1 se derivan por, a la vez, el transmisor y el receptor.

55

6. Un equipo de usuario, que comprende:

una unidad de obtención (1901), configurada para obtener una señal de referencia desde un transmisor;

60 una unidad de derivación (1902), configurada para derivar una indicación de rango, un índice de libro de códigos n_1

en un primer libro de códigos C_1 , índices de libros de códigos k_1 y k_2 en un segundo libro de códigos C_2 , un indicador de calidad de canal de banda ancha CQI_1 y un indicador de calidad de canal de sub-banda CQI_2 , sobre la base de la señal de referencia obtenida por la unidad de obtención;

5 una unidad de envío (1903), configurada para enviar la indicación de rango, el índice de libro de códigos n_1 en el primer libro de códigos C_1 , los índices de libro de códigos k_1 y k_2 en el segundo libro de códigos C_2 , el indicador de banda ancha CQI_1 y el indicador de sub-banda CQI_2 en el transmisor; y

10 una unidad de recepción (1904), configurada para recibir, desde el transmisor, datos precodificados por un primer precodificador, en donde el primer precodificador está determinado por el transmisor sobre la base de la indicación de rango y los índices n_1 , k_1 y k_2 ;

15 caracterizado por cuanto que el primer precodificador comprende un segundo precodificador y un tercer precodificador, en donde el segundo precodificador está determinado por los índices n_1 y k_1 en el transmisor y el tercer precodificador está determinado por los índices n_1 y k_2 en el transmisor, en donde el segundo precodificador representa un precodificador de banda ancha y el tercer precodificador representa un precodificador de sub-banda.

7. Un transmisor que comprende:

20 una unidad de recepción (2001), configurada para recibir una indicación de rango, un índice de libro de códigos n_1 en un primer libro de códigos C_1 , índices de libro de códigos k_1 y k_2 en un segundo libro de códigos C_2 , un indicador de calidad de canal de banda ancha CQI_1 y un indicador de calidad de canal de sub-banda CQI_2 , desde un equipo de usuario;

25 una unidad de derivación (2002), configurada para derivar un primer precodificador determinado sobre la base de la indicación de rango y de los índices n_1 , k_1 y k_2 recibidos por la unidad de recepción; y

30 una unidad de precodificación (2003), configurada para precodificar datos a enviarse al equipo de usuario por el primer precodificador derivado por la unidad de derivación; y

una unidad de envío (2004), configurada para enviar los datos precodificados por la unidad de precodificación al equipo de usuario;

35 caracterizado por cuanto que la unidad de derivación (2002) comprende:

un primer módulo de derivación, configurado para derivar un segundo precodificador que representa un precodificador de banda ancha determinado por los índices n_1 y k_1 ; y

40 un segundo módulo de derivación, configurado para derivar un tercer precodificador que representa un precodificador de sub-banda determinado por los índices n_1 y k_2 .

8. El transmisor según la reivindicación 7, en donde el primer módulo de derivación comprende:

45 un primer submódulo de determinación, configurado para determinar una matriz $\mathbf{W}_n^{(1)}$ por el índice n_1 en el libro de códigos C_1 ;

un segundo submódulo de determinación, configurado para determinar una matriz $\mathbf{W}_{k_1}^{(2)}$ por el índice k_1 en el libro de códigos C_2 ; y

50 un tercer submódulo de determinación, configurado para determinar el segundo precodificador W_1 como $\mathbf{W}_1 = \mathbf{W}_n^{(1)} \mathbf{W}_{k_1}^{(2)}$; y

el segundo módulo de derivación comprende:

55 un cuarto submódulo de determinación, configurado para determinar una matriz $\mathbf{W}_n^{(1)}$ por el índice n_1 en el libro de códigos C_1 ;

60 un quinto submódulo de determinación, configurado para determinar una matriz $\mathbf{W}_{k_2}^{(2)}$ por el índice k_2 en el libro de códigos C_2 ; y

un sexto submódulo de determinación, configurado para determinar el tercer precodificador W_2 como $\mathbf{W}_2 = \mathbf{W}_n^{(1)} \mathbf{W}_{k_2}^{(2)}$.

9. El transmisor según la reivindicación 7, en donde

el primer módulo de derivación comprende:

un primer submódulo de determinación, configurado para determinar una matriz $\mathbf{W}_{k_1}^{(2)}$ por el índice k_1 en el libro de códigos C_2 ;

5 un segundo submódulo de determinación, configurado para determinar una matriz $\mathbf{W}_{n_1}^{(1)}$ por el índice n_1 en el libro de códigos C_1 ; y

10 un tercer submódulo de determinación, configurado para determinar el segundo precodificador W_1 como $\mathbf{W}_1 = \mathbf{W}_{k_1}^{(2)}\mathbf{W}_{n_1}^{(1)}$; y

el segundo módulo de derivación comprende:

15 un cuarto submódulo de determinación, configurado para determinar una matriz $\mathbf{W}_{k_2}^{(2)}$ por el índice k_2 en el libro de códigos C_2 ;

un quinto submódulo de determinación, configurado para determinar una matriz $\mathbf{W}_{n_1}^{(1)}$ por el índice n_1 en el libro de códigos C_1 ; y

20 un sexto submódulo de determinación, configurado para determinar el tercer precodificador W_2 como $\mathbf{W}_2 = \mathbf{W}_{k_2}^{(2)}\mathbf{W}_{n_1}^{(1)}$.

10. El transmisor según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en donde el transmisor es una estación base.

11. Un método de precodificación en un sistema de comunicaciones inalámbricas, que comprende:

25 la recepción (2101), por un transmisor, de una indicación de rango, un índice de libro de códigos n_1 en un primer libro de códigos C_1 , índices de libro de códigos k_1 y k_2 en un segundo libro de códigos C_2 , un indicador de calidad de canal de banda ancha CQI_1 y un indicador de calidad de canal de sub-banda CQI_2 desde un equipo de usuario;

30 la derivación (2102), por el transmisor, de un primer precodificador determinado sobre la base de la indicación de rango y los índices n_1 , k_1 y k_2 recibidos por el transmisor;

35 la precodificación (2103), por el transmisor, de datos a enviarse al equipo de usuario por el primer precodificador derivado por el transmisor; y

el envío (2104), por el transmisor, de los datos precodificados por la unidad de precodificación al equipo de usuario;

40 caracterizado por cuanto que el primer precodificador comprende un segundo precodificador y un tercer precodificador, en donde el segundo precodificador está determinado por los índices n_1 y k_2 en el transmisor y el tercer precodificador se determina por los índices n_1 y k_2 en el transmisor,

en donde el segundo precodificador representa un precodificador de banda ancha y el tercer precodificador representa un precodificador de sub-banda.

45 12. El método según la reivindicación 11, en donde el segundo precodificador está determinado por los índices n_1 y k_1 en el transmisor y que comprende:

50 el segundo precodificador W_1 se determina como $\mathbf{W}_1 = \mathbf{W}_{n_1}^{(1)}\mathbf{W}_{k_1}^{(2)}$, en donde $\mathbf{W}_{n_1}^{(1)}$ representa una matriz determinada por el índice n_1 en el libro de códigos C_1 y el $\mathbf{W}_{k_1}^{(2)}$ representa una matriz determinada por el índice k_1 en el libro de códigos C_2 ; y

en donde el tercer precodificador se determina por los índices n_1 y k_2 en el transmisor que comprende:

55 el tercer precodificador W_2 se determina como $\mathbf{W}_2 = \mathbf{W}_{n_1}^{(1)}\mathbf{W}_{k_2}^{(2)}$, en donde el $\mathbf{W}_{n_1}^{(1)}$ representa una matriz determinada por el índice n_1 en el libro de códigos C_1 y el $\mathbf{W}_{k_2}^{(2)}$ representa una matriz determinada por el índice k_2 en el libro de códigos C_2 .

60 13. El método según la reivindicación 11, en donde el segundo precodificador se determina por los índices n_1 y k_1 en el transmisor y comprende:

el segundo precodificador W_1 se determina como $W_1 = W_{k_1}^{(2)} W_{n_1}^{(1)}$ en donde el $W_{k_1}^{(2)}$ representa una matriz determinada por el índice k_1 en el libro de códigos C_2 y el $W_{n_1}^{(1)}$ representa una matriz determinada por el índice n_1 en el libro de códigos C_1 ; y

5 en donde el tercer precodificador se determina por los índices n_1 y k_2 en el transmisor, que comprende:

el tercer precodificador W_2 se determina como $W_2 = W_{k_2}^{(2)} W_{n_1}^{(1)}$, en donde $W_{k_2}^{(2)}$ representa una matriz determinada por el índice k_2 en el libro de códigos C_2 y el $W_{n_1}^{(1)}$ representa una matriz determinada por el índice n_1 en el libro de códigos C_1 .

10 **14.** Un sistema de precodificación que comprende:

un transmisor en conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10 y un equipo de usuario en conformidad con la reivindicación 6.

15 **15.** Un producto de programa informático que comprende:

un soporte legible por ordenador que comprende:

20 un código para hacer que al menos un ordenador obtenga una señal de referencia desde un transmisor;

un código para hacer que al menos un ordenador derive una indicación de rango, un índice de libro de códigos n_1 en un primer libro de códigos C_1 , índices de libro de códigos k_1 y k_2 en un segundo libro de códigos C_2 , un indicador de calidad de canal de banda ancha, CQI_1 y un indicador de calidad de canal de sub-banda CQI_2 , basado en la señal de referencia;

25 un código para hacer que al menos un ordenador envíe la indicación de rango, el índice de libro de códigos n_1 en el primer libro de códigos C_1 , los índices de libro de códigos k_1 y k_2 en el segundo libro de códigos C_2 , el indicador de calidad de canal de banda ancha, CQI_1 y el indicador de calidad de canal de sub-banda CQI_2 al transmisor; y

30 un código para hacer que al menos un ordenador reciba, desde el transmisor, datos precodificados mediante un primer precodificador determinado por el transmisor sobre la base de la indicación de rango y los índices n_1 , k_1 y k_2 ;

35 caracterizado porque el primer precodificador comprende un segundo precodificador y un tercer precodificador, en donde el segundo precodificador se determina por los índices n_1 y k_1 en el transmisor y el tercer precodificador se determina por los índices n_1 y k_2 en el transmisor, en donde el segundo precodificador representa un precodificador de banda ancha y el tercer precodificador representa un precodificador de sub-banda.

40 **16.** Un producto de programa informático que comprende:

un soporte legible por ordenador, que comprende:

45 un código para hacer que al menos un ordenador reciba una indicación de rango, un índice de libro de códigos n_1 en un primer libro de códigos C_1 , índices de libro de códigos k_1 y k_2 en un segundo libro de códigos C_2 , el indicador de calidad de canal de banda ancha, CQI_1 y el indicador de calidad de canal de sub-banda CQI_2 desde un equipo de usuario;

50 un código para hacer que al menos un ordenador derive un primer precodificador determinado sobre la base de la indicación de rango y los índices n_1 , k_1 y k_2 recibidos;

un código para hacer que al menos un ordenador precodifique datos a enviarse al equipo de usuario por el primer precodificador; y

55 un código para hacer que al menos un ordenador envíe los datos precodificados al equipo de usuario;

caracterizado por cuanto que el primer precodificador comprende un segundo precodificador y un tercer precodificador, en donde el segundo precodificador se determina por los índices n_1 y k_1 en el transmisor y el tercer precodificador se determina por los índices n_1 y k_2 en el transmisor, en donde el segundo precodificador representa un precodificador de banda ancha y el tercer precodificador representa un precodificador de sub-banda.

60

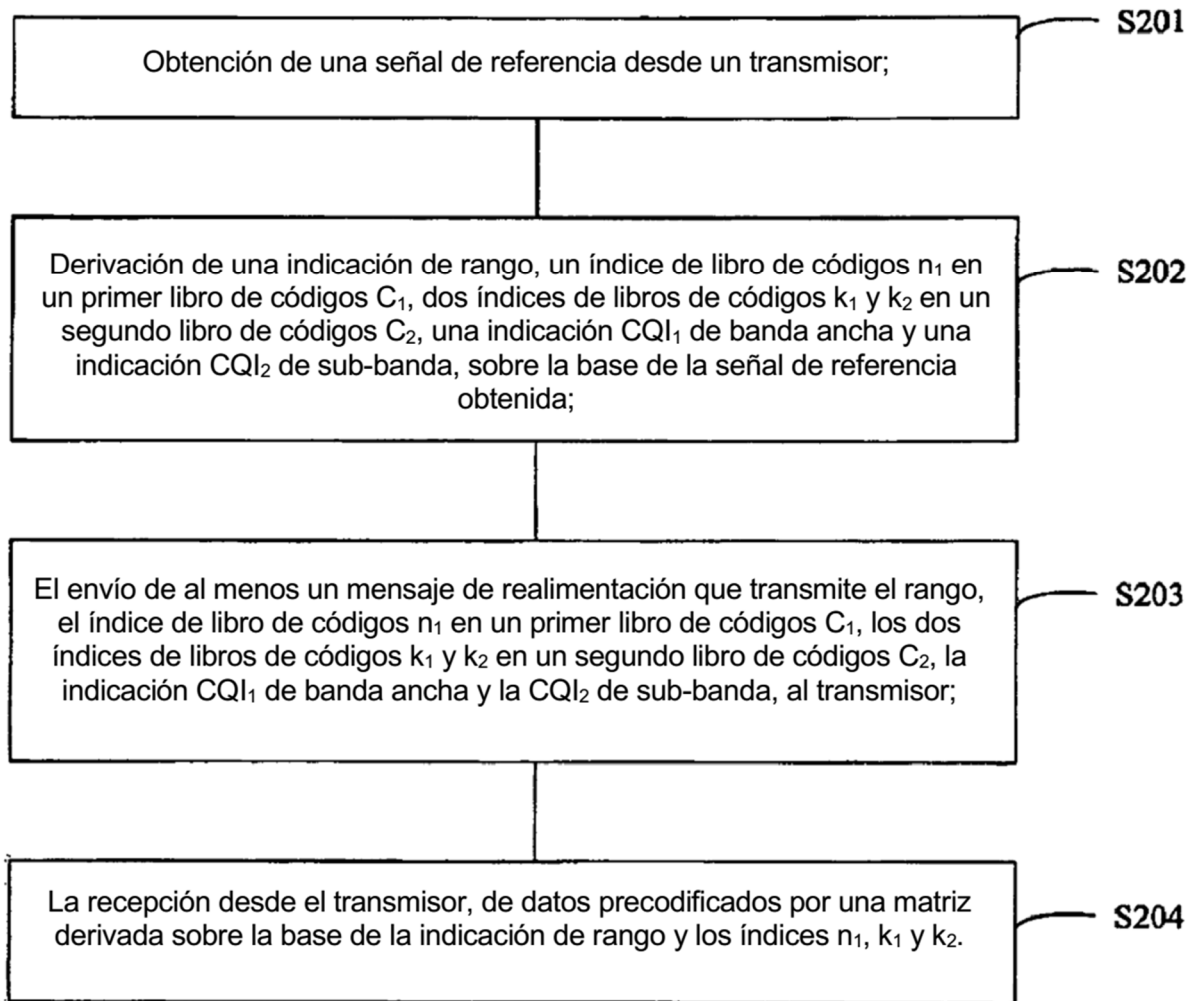


Fig. 1

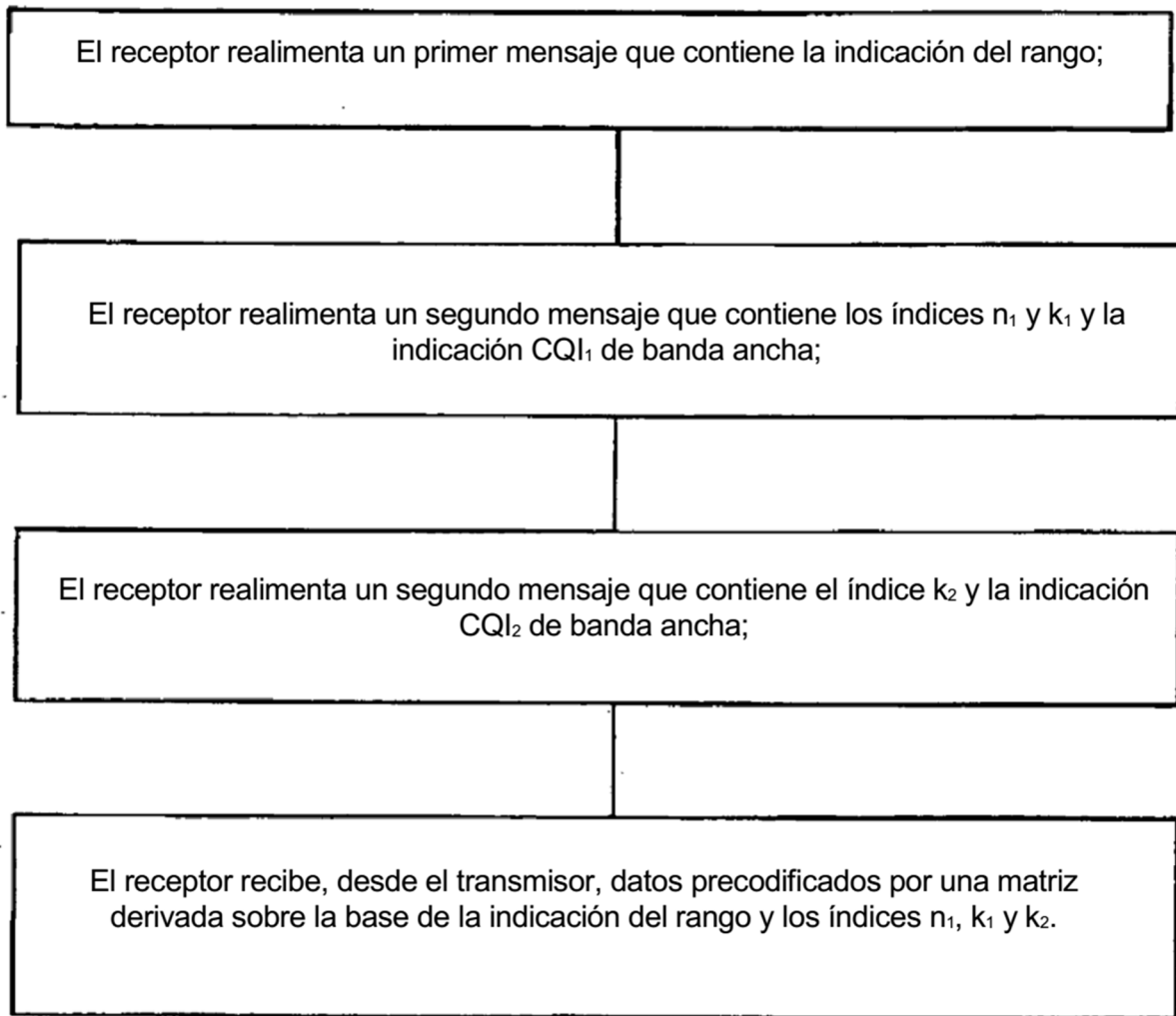


Fig. 2

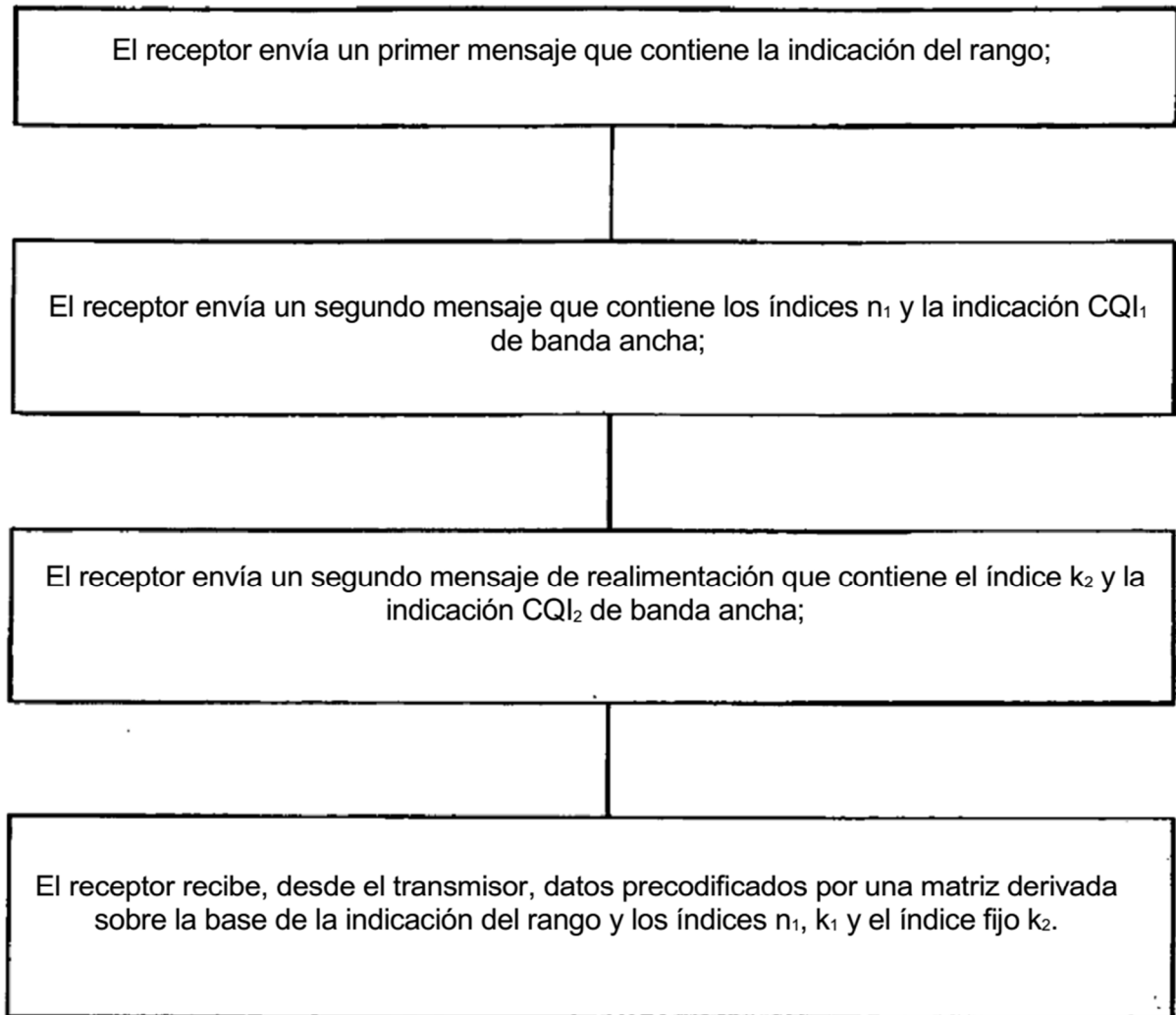


Fig. 3

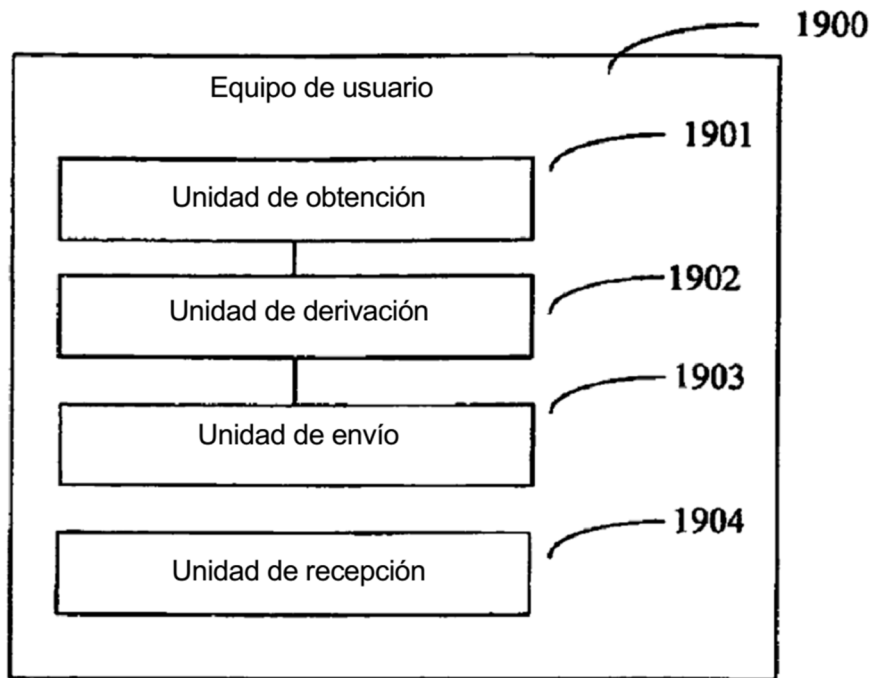


Fig. 4

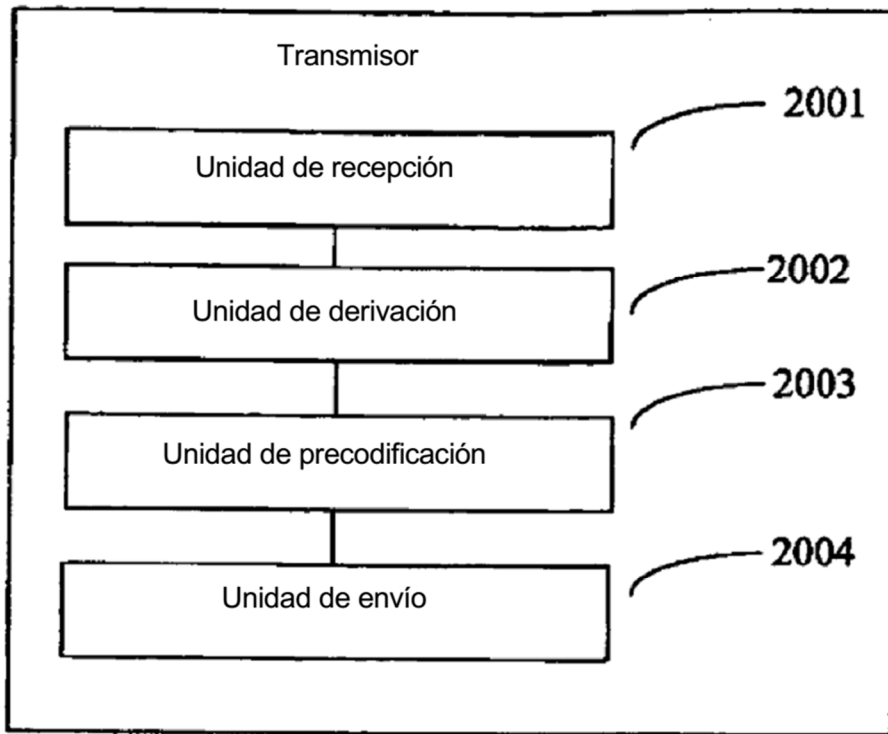


Fig. 5

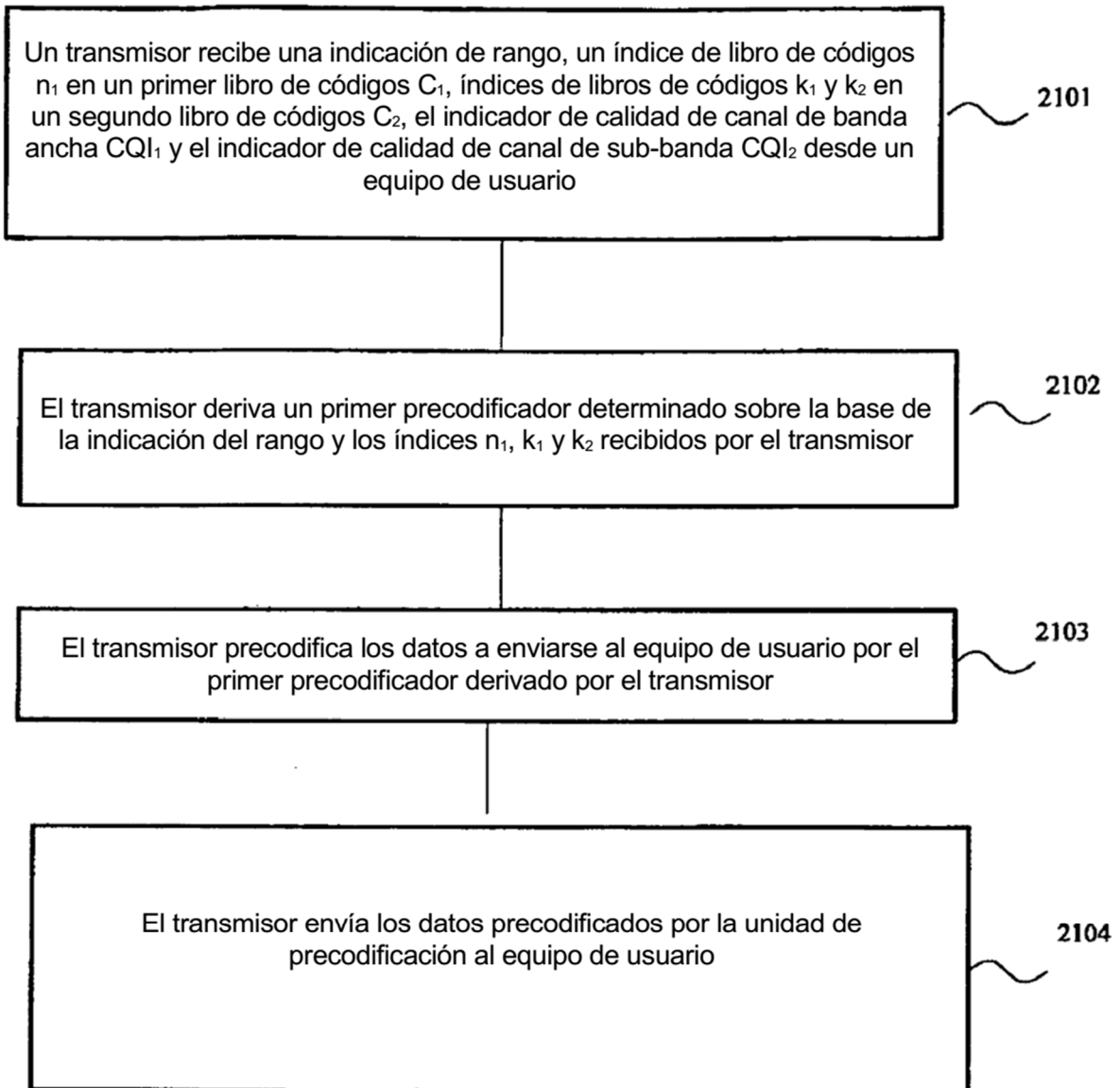


Fig. 6

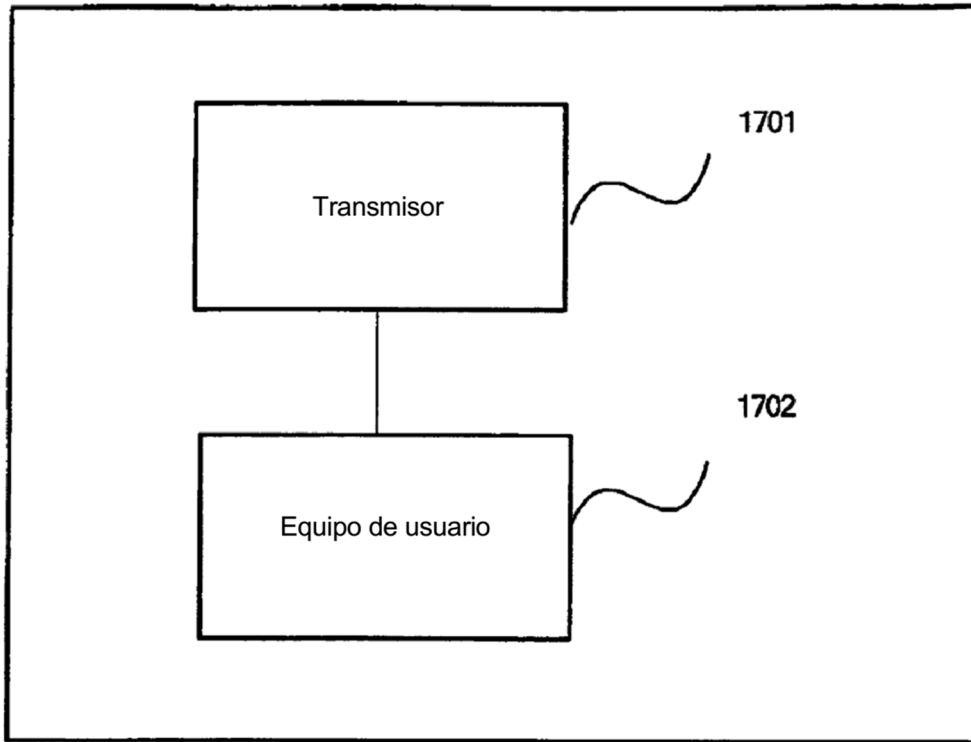


Fig. 7