

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 643 337**

51 Int. Cl.:

H04L 1/00 (2006.01)

H04L 1/06 (2006.01)

H04B 7/04 (2007.01)

H04B 7/06 (2006.01)

H04W 24/10 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.09.2011 PCT/US2011/051741**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.03.2012 WO12037335**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.09.2011 E 11825930 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.05.2017 EP 2604083**

54 Título: **Sistema y método de comunicación para retorno de información de estados de canales en sistemas de comunicaciones inalámbricas**

30 Prioridad:

15.09.2011 US 201113233134

15.09.2010 US 383251 P

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

22.11.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**WANG, JIANGUO;
TANG, YANG;
ZHOU, YONGXING;
MAZZARESE, DAVID y
FRENNE, MATTIAS**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 643 337 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

Sistema y método de comunicación para retorno de información de estados de canales en sistemas de comunicaciones inalámbricas

5

CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere en general, a las comunicaciones digitales y más en particular, a un sistema y método para información de retorno del estado de canal en sistemas de comunicaciones inalámbricas.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

En un sistema de comunicaciones inalámbricas, la capacidad del sistema de comunicaciones puede mejorarse notablemente cuando un primer dispositivo tiene un conocimiento total o parcial de un canal (p.ej., información del canal) a través del cual estará transmitiendo. La información del canal puede referirse como una información del estado del canal (CSI). La información CSI puede obtenerse por el primer dispositivo a través de un canal de retorno de información inversa, en donde un segundo dispositivo que recibe las transmisiones realizadas por el primer dispositivo transmite la información CSI al primer dispositivo a través del canal de retorno de información inversa.

15

20

En general, las comunicaciones en un sistema de comunicaciones tienen lugar a través de enlaces unidireccionales. Un primer enlace unidireccional puede referirse como un enlace descendente (DL) que se origina en un controlador de comunicaciones (también referido normalmente como una estación base, un nodo NodeB, un nodo NodeB mejorado (eNB), y así sucesivamente) y finaliza en un dispositivo de comunicación (también normalmente referido como una estación móvil, un terminal, un abonado, un Equipo de Usuario (UE), etc.). Un segundo enlace unidireccional puede referirse como un enlace descendente (UL) que se origina en el dispositivo de comunicación y termina en el controlador de comunicación. En el enlace descendente DL, el controlador de comunicación puede ser el primer dispositivo y el dispositivo de comunicación puede ser el segundo dispositivo.

25

30

La capacidad y la cobertura del sistema de comunicaciones inalámbricas pueden mejorarse notablemente utilizando múltiples antenas en el transmisor y/o receptor. Dichos sistemas de comunicaciones inalámbricas se refieren como sistemas de Entrada Múltiple Salida Múltiple (MIMO) y pueden utilizar la dimensión espacial del canal de comunicaciones para transmitir varias señales que incluyen informaciones en paralelo, normalmente referidas como una multiplexación espacial. Las ganancias adicionales pueden conseguirse mediante la adaptación de varias señales que incluyen informaciones simultáneamente transmitidas a un nivel que puede soportar el canal, que se suele referir como una adaptación de rango de transmisión.

35

40

Una ganancia adicional puede obtenerse también utilizando una precodificación que ajusta la fase y amplitud de las señales para adaptarse mejor a las condiciones de canales actuales. Las señales antes citadas forman una señal valorada por vector y la operación de ajuste puede ponerse en práctica como multiplicación con una matriz de precodificación. Sobre la base de la información relacionada con las condiciones de canales, la matriz de precodificación puede seleccionarse a partir de un conjunto finito y contabilizable, un libro de códigos así denominado. Un diferente libro de códigos puede definirse para un rango de transmisión diferente y la matriz de precodificación puede indexarse mediante un indicador de matriz de precodificación a partir del libro de códigos correspondiente.

45

50

El documento R1-105111, borrador de norma 3GPP, "Introducción de la característica de LTE-Avanzada versión 10 en 36.213" por Motorola da a conocer una segregación de portadoras de LTE, MIMO de enlace ascendente y MIMO de enlace descendente mejorado. A través de las páginas 46 a 49, el documento describe diferentes modos de cómo el equipo de usuario UE proporciona el retorno de la información de canal.

55

El documento R1-105067, borrador de norma 3GPP "Forma de reenvío de la información de retorno de CSI para MIMO DL versión 10" por Alcatel-Lucent et al., da a conocer una información de retorno de CSI en MIMO de enlace descendente. Se propone en el documento que se determine W a partir de diferentes informes de conformidad con un modo de canal PUCCH diferente condicionado sobre el último informe de RI.

60

El documento R1-103449, borrador de norma 3GPP "Libro de códigos doble basado en la información de retorno diferencial para la mejora de MU-MIMO" por Huawei da a conocer un libro de códigos doble basado en la información de retorno diferencial para la mejora de MU-MIMO. Un libro de códigos doble $W=W_2W_1$ se recomienda para el equipo de usuario UE, en donde W_1 es la banda ancha del libro de códigos R8 4Tx y W_2 es la sub-banda y una matriz diagonal.

SUMARIO DE LA INVENCION

65

Las ventajas técnicas se consiguen, por lo general, mediante formas de realización ejemplo de la presente invención que dan a conocer un sistema y método para información de retorno del estado de canal en sistemas de comunicaciones inalámbricas según se define por las reivindicaciones independientes. Formas de realización

adicionales se definen por las reivindicaciones subordinadas.

De conformidad con otro aspecto de la presente invención, un equipo de usuario comprende medios configurados para poner en práctica el método para comunicar la información de canal.

5 En conformidad con otro aspecto de la presente invención, se da a conocer un sistema de comunicaciones. El sistema de comunicaciones incluye un controlador de comunicación y un equipo de usuario acoplado al controlador de comunicación. El controlador de comunicación controla al equipo de usuario. El equipo de usuario incluye medios configurados para poner en práctica el método para comunicar la información de canal.

10 Una ventaja aquí dada a conocer es que para algunos tipos de información de retorno que un equipo de usuario UE es incapaz de calcular puede determinarse condicionada sobre (o basada en) la última información de retorno comunicada. El uso de la última información de retorno comunica para acondicionar estos tipos de información de retorno proporciona un rendimiento superior con respecto al cumplimiento global del sistema de comunicaciones que utiliza información fija o aleatoriamente seleccionada para estos tipos de información de retorno.

15 Lo que antecede ha descrito, de forma más amplia, las características y ventajas técnicas de la presente invención con el fin de que pueda entenderse mejor la descripción detalla de las formas de realización que siguen. Las características y ventajas adicionales de las formas de realización se describirán más adelante constituyendo el contenido de las reivindicaciones de la invención. Debe apreciarse por los expertos en esta técnica que el diseño y las formas de realización específicas dadas a conocer pueden utilizarse fácilmente como una base para modificar o diseñar otras estructuras o procesos para realizar las mismas finalidades de la presente invención. Debe entenderse también por los expertos en esta técnica que dichas conclusiones equivalentes no se desvían del espíritu y alcance de la invención según se establece en las reivindicaciones adjuntas.

25 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

Para un entendimiento más completo de la presente invención, y de sus ventajas, se hace referencia ahora a la siguiente descripción tomada en conjunción con los dibujos adjuntos, en los que:

30 La Figura 1a ilustra una parte ejemplo de un sistema de comunicaciones inalámbricas en conformidad con formas de realización a modo de ejemplo aquí descritas;

35 La Figura 1b ilustra un sistema de comunicaciones inalámbricas a modo de ejemplo que utiliza un libro de códigos en la información de retorno del canal de comunicación de conformidad con formas de realización ejemplo aquí descritas;

40 La Figura 2a ilustra un nodo mejorado eNB ejemplo en conformidad con las formas de realización ejemplo aquí descritas;

La Figura 2b ilustra un equipo de usuario UE ejemplo en conformidad con las formas de realización ejemplo aquí descritas;

45 La Figura 3a ilustra un diagrama a modo de ejemplo de una primera secuencia de informe de CSI según se transmiten por un equipo de usuario UE a un nodo mejorado eNB con PTI = 0 de conformidad con formas de realización ejemplo aquí descritas;

50 La Figura 3b ilustra un diagrama a modo de ejemplo de una segunda secuencia de informes de CSI según se transmiten por un equipo de usuario UE a un nodo eNB con PTI = 1, de conformidad con formas de realización ejemplo aquí descritas,

55 La Figura 4a ilustra un primer diagrama ejemplo de información de retorno de CSI transmitida por un equipo de usuario UE a un nodo eNB, en donde uno de los CSI se determina condicionado sobre la información CSI anteriormente comunicada de conformidad con las formas de realización aquí descritas;

La Figura 4b ilustra un segundo diagrama ejemplo de información de retorno de CSI transmitida por un equipo de usuario UE a un nodo eNB, en donde uno de los CSI se determina condicionado sobre la información CSI anteriormente comunica de conformidad con las formas de realización aquí descritas;

60 La Figura 4c ilustra un tercer diagrama ejemplo de información de retorno de CSI transmitida por un equipo de usuario UE a un nodo eNB, en donde uno de los CSI se determina condicionado sobre la información CSI anteriormente comunica de conformidad con las formas de realización aquí descritas;

65 La Figura 5 ilustra un diagrama de flujo a modo de ejemplo de operaciones del equipo de usuario UE en la comunicación de información CSI a un nodo eNB en conformidad con formas de realización ejemplo aquí descritas;

Las Figuras 6a a 6c ilustran varios ejemplos de determinación de CSI, condicionada sobre el CSI anteriormente informado, de conformidad con formas de realización ejemplos aquí descritas.

5 La Figura 7 ilustra un dispositivo de comunicación ejemplo de conformidad con formas de realización ejemplos aquí descritas.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN ILUSTRATIVAS

10 La obtención y utilización de las formas de realización ejemplos actuales se examinan en detalle a continuación. Debe apreciarse, sin embargo, que la presente invención da a conocer numerosos conceptos inventivos aplicables que pueden materializarse en una amplia variedad de conceptos específicos. Las formas de realización específicas descritas son simplemente ilustrativas de formas específicas de realizar y utilizar la presente invención y no limitan el alcance de la invención.

15 Una forma de realización ejemplo de la invención se refiere a determinar la información de estado de canal (CSI) que no está disponible en un modo operativo actual o la secuencia de informes CSI mediante su acondicionamiento sobre un informe CSI anteriormente comunicado. El equipo de usuario UE puede determinar el informe CSI utilizando el CSI anteriormente informado y el tipo de información de canal para ayudar a formular CSI. A modo de ejemplo, un equipo de usuario UE que proporciona CSI a un nodo eNB puede generar determinados tipos de CSI que no están disponibles en un modo operativo actual utilizando un CSI anteriormente comunicado y el tipo de información canal para ayudarle a generar el CSI que captación con mayor exactitud del estado del canal que un CSI aleatoriamente seleccionado o un valor de CSI fijo que sería capaz de captar. El equipo de usuario UE puede informar entonces del CSI y/o tipo de información de canal.

25 La presente invención se describirá con respecto a formas de realización ejemplo en un contexto específico, a saber, un sistema de comunicación que cumple con las normas del Proyecto de Asociación de la 3ª Generación (3GPP) de Evolución a Largo Plazo (LTE) versión 10. La invención puede aplicarse también, sin embargo, a otros sistemas de comunicaciones de cumplimiento de normas y de no cumplimiento de normas que utilizan un índice doble o un libro de códigos doble sobre la base de la información de retorno de CSI para mejorar el rendimiento del sistema de comunicaciones globales.

35 La Figura 1a ilustra una parte de un sistema de comunicaciones inalámbricas 100. El sistema de comunicaciones inalámbricas 100 incluye un nodo NodeB mejorado (eNB) 105 y un Equipo de Usuario (UE) 110. Las transmisiones desde el nodo eNB 105 al equipo de usuario UE 110 se producen a través del canal 115. El equipo UE 110 estima el canal 115 y proporciona información de canal con respecto al canal 115 (tal como CSI) al nodo eNB 105. El equipo de usuario UE 110 puede utilizar un canal de información de retorno 117 para transmitir información de canal con respecto al canal 115 al nodo eNB 105.

40 Aunque se entiende que los sistemas de comunicaciones pueden utilizar múltiples nodos eNBs capaces de comunicarse con varios equipos de usuario UEs, solamente un nodo eNB y un equipo de usuario UE se ilustran para mayor simplificación.

45 El nodo eNB 105 incluye un procesador 120, un transmisor 125 con una o más antenas de transmisión 126 y un receptor 130 con una o más antenas de recepción 131. De modo similar, el equipo de usuario UE 110 incluye un procesador 140, un receptor 145 con una o más antenas de recepción 146 y un transmisor 150 con una o más antenas de transmisión 151.

50 El receptor 145 del equipo UE 110 recibe las transmisiones realizadas por el transmisor 125 del nodo eNB 105 y a partir de las transmisiones recibidas, el procesador 140 puede calcular la información de canal, tal como media del canal, matriz de correlación de canales de dominio espacial, estadísticas de canales a largo y/o corto plazo, sus funciones, etc. La información de canal (en forma completa o parcial) puede transmitirse de nuevo al nodo eNB 105, en donde se recibe por el receptor 130 y se proporciona al procesador 120 que hace uso de la información de canal para diseñar futuras transmisiones. La información de canal puede cuantizarse para ayudar a reducir la sobrecarga de información de retorno.

55 El retorno de información de canal al nodo eNB 105 por el equipo de usuario UE 110 puede estar en la forma de información de canal de dominio temporal, información de canal de dominio de la frecuencia o una de sus combinaciones. La información de canal de dominio temporal puede estar en la forma de información de canal a corto plazo o información de canal a largo plazo, mientras que la información de canal del dominio de la frecuencia puede estar en la forma de información de canal de sub-banda o información de canal de banda ancha. En general, la información de canal a largo plazo y/o la información de canal de banda ancha pueden referirse colectivamente como estadísticas de canales "a largo plazo" y/o "de banda ancha" o estadísticas de canales de "banda ancha a largo plazo". La información de canal a corto plazo puede incluir media del canal y así sucesivamente.

65 La Figura 1b ilustra un sistema de comunicaciones inalámbricas 150 que utiliza un libro de códigos en el retorno de información del canal de comunicación. El sistema de comunicaciones inalámbricas 150 incluye un nodo eNB 155

que transmite a un equipo de usuario UE 160 a través de un canal 165. Con el fin de mejorar el rendimiento, el equipo de usuario UE 160 mide y transmite información relacionada con el canal 165 (esto es, información de canal) al nodo eNB 155. Puesto que un canal de retorno de información utilizado para transmitir la información de retorno puede tener recursos limitados, la reducción de la sobrecarga de información de retorno puede ayudar a mejorar el rendimiento del sistema de comunicaciones global.

Una técnica normalmente utilizada para reducir la sobrecarga de información de retorno para algunas formas de información de canal es utilizar un libro de códigos para cuantizar la información de canal y luego, proporcionar una información de retorno solamente de un índice en el libro de códigos al nodo eNB 155 en lugar de la información de canal real del canal 165. El equipo de usuario UE 160 y el nodo eNB 155 poseen copias del libro de códigos (ilustrado como libro de códigos 170 para el equipo de usuario UE 160 y libro de códigos 175 para el nodo eNB 155). El libro de códigos utilizado para cuantizar la información de canal del canal 165 puede predefinirse y fijarse.

La Figura 2a ilustra un nodo eNB 201. Datos 200, en la forma de bits, símbolos o paquetes, a modo de ejemplo, destinado a una pluralidad de equipos de usuario UEs objeto de servicio, se envían a un planificador 204, que decide qué equipos UEs serán transmitidos en un momento dado y/o oportunidad de frecuencia. A modo de ejemplo, con un sistema de Múltiple Usuario, Múltiple Entrada y Múltiple Salida (MU-MIMO), el planificador 204 puede seleccionar L de entre K UEs para la transmisión en un momento dado y el recurso de frecuencia, en donde K y L son valores enteros y L es menor que o igual a K. La selección de los L equipos de usuario UEs puede estar en conformidad con factores tales como maximización del rendimiento, registro histórico de servicios, prioridad del equipo UE, prioridad de la información, etc. Mientras que para un sistema MIMO de usuario único (SU-MIMO), el planificador 204 puede seleccionar equipos de usuario UEs simples para la transmisión en un momento dado y recursos de la frecuencia.

Datos para los equipos de usuario UEs son procesados por el bloque de modulación y de codificación 210 para la conversión a símbolos transmitidos y añadir redundancia para la finalidad de asistencia con corrección de errores o detección de errores. El sistema de modulación y codificación se elige sobre la base en parte o en conformidad con la información sobre el retorno de información de canal 215.

La salida del bloque de modulación y codificación 210 se pasa a un bloque de formación de haces de transmisión 220 que efectúa el mapeado de correspondencia del flujo codificado y modulado para cada UE en un vector de formación de haces. Las salidas en forma de haces se acoplan a las antenas 216 por intermedio de los circuitos de RF. Los vectores de formación de haces de transmisión pueden determinarse mediante un bloque de formación de haces de transmisión 220, que puede determinar los vectores de formación de haces de transmisión en conformidad con la información de retorno de canal 215 así como la información procedente del planificador 204 que puede incluir información con respecto a los equipos de usuario UEs seleccionados para la transmisión, y así sucesivamente.

El procesador de información de retorno 202, entre otras operaciones, decodifica la información de retorno a partir de la información de retorno de canal 215. La decodificación de la información de retorno puede implicar el uso de un libro de códigos 205 si la información de retorno del canal 215 fue cuantizada utilizando un libro de códigos por un equipo de usuario UE.

La información de canal puede ser objeto de información de retorno con diferente periodicidad. A modo de ejemplo, la Indicación de Rango (RI) puede ser objeto de información de retorno en un período relativamente largo, puesto que es información de canal a largo plazo, mientras que el Indicador de Matriz de Precodificación (PMI) de banda ancha y/o el Indicador de Calidad de Canal (CQI) y la sub-banda PMI y/o CQI (sub-banda PMI/CQI) puede ser objeto de información de retorno en un período relativamente corto. El procesador de información de retorno 202 puede necesitar procesar la información de retorno de canal recibida 215 de forma diferente en función del tipo de información de canal.

Además, la información de retorno de canal 215 puede codificarse para protegerse de los errores de transmisión. La codificación puede realizarse de forma conjunta o por separado. Si así se protege, el procesador de información de retorno 202 puede eliminar la codificación utilizada para proteger la información de retorno de canal 215 para obtener información de retorno.

El planificador 204 puede utilizar cualquiera de las disciplinas de planificación conocidas contenidas en las referencias informativas incluyendo un sistema de turnos rotatorios, tasa de suma máxima, tiempo de procesamiento restante mínimo, equidad proporcional o tasa suma ponderada máxima; en términos generales, las decisiones de planificación están de conformidad con la información de retorno de canal 215 recibida desde la pluralidad de equipos de usuario UEs. El planificador 204 puede decidir enviar información a un equipo UE único mediante la transmisión de formación de haces (SU-MIMO) o puede decidir servir a múltiples equipos de usuario UEs simultáneamente mediante comunicaciones de tipo MU-MIMO.

La unidad de modulación y codificación 210 puede realizar cualquier número de técnicas de codificación y modulación incluyendo modulación en amplitud por cuadratura, manipulación por desplazamiento de fase, modulación por desplazamiento de frecuencia, modulación en fase diferencial, codificación convolucional,

codificación turbo, codificación convolucional de bits intercalados, codificación de control de paridad de baja densidad, codificación fuente o codificación de bloques. La elección de la tasa de modulación y codificación, en una forma de realización preferida, puede realizarse de conformidad con la información de retorno de canal 215 en una forma de realización y puede determinarse conjuntamente en el planificador 204.

5 Aunque no se ilustra de forma explícita, es evidente para los expertos en esta técnica que se puede utilizar la modulación de OFDM. Además, cualquier número de técnicas de acceso múltiple podría utilizarse incluyendo el acceso múltiple por división ortogonal de la frecuencia, acceso múltiple por división de código, acceso múltiple por división de la frecuencia o acceso múltiple por división de tiempo. La técnica de acceso múltiple puede combinarse con la unidad de modulación y codificación 210 o el bloque de formación de haces de transmisión 220 entre otros dispositivos.

15 La información de retorno de canal 215 puede, para fines de ilustración, estar en la forma de medidas de canales cuantizadas, decisiones de modulación, codificación y/o formateo espacial, intensidad de señal recibida y medidas de la relación de señal a interferencia más ruido. Un procesador 235 puede utilizarse para ejecutar las aplicaciones para el nodo eNB 201 y puede emplearse para controlar la operación de unidades tales como un procesador de información de retorno 202, una unidad de ajuste del libro de códigos 206, una unidad de modulación y codificación 210, un planificador 204, etc.

20 La Figura 2b ilustra un equipo de usuario UE 203. El equipo UE 203 puede tener una o más antenas de recepción 251, conectadas por intermedio de circuitos RF a una unidad de procesamiento de señales de receptor 250. La unidad de procesamiento de señales de receptor 250 incluye una unidad de estimación de canal 255.

25 La unidad de estimación de canal 255 puede emplear cualquier número de algoritmos conocidos en la técnica incluyendo cuadrados mínimos, probabilidad máxima, máximo a posteriori, estimador de Bayes, estimador adaptativo, un estimador a ciegas, etc., para estimar un canal entre un equipo de usuario UE 203 y su nodo eNB de servicio. Algunos algoritmos utilizan la información conocida insertada en la señal de transmisión en la forma de señales de formación, pilotos de formación, mientras que otros utilizan una estructura en la señal transmitida tal como cicloestacionalidad para estimar los coeficientes del canal entre el nodo eNB y el equipo UE.

30 La unidad de información de calidad de canal 275 genera información de canal sobre la base de las estimaciones de canales desde la unidad de estimación de canal 255 y la información de canal potencialmente anteriormente comunicada. La unidad de información de calidad de canal 275 puede hacer uso también de un libro de códigos 280 para generar la información de canal. La información de canal puede incluir indicador de rango, indicador de matriz de precodificación, indicador de calidad de canal, etc. La información de canal puede colocarse en un mensaje de información de retorno para proporcionar información de retorno de canal 215. La unidad de información de calidad de canal 275 puede aplicar también un código de corrección de errores para proteger la información en el mensaje de información de retorno contra los errores.

40 La precodificación basada en el libro de códigos anterior para la transmisión MIMO en bucle cerrado se utiliza en el sistema de Proyecto de Asociación de la 3ª Generación (3GPP) con Evolución a Largo Plazo (LTE) versión 8. El equipo de usuario (UE) evaluaría normalmente el diferente rango de transmisión y las matrices de precodificación en el libro de códigos e informaría de un indicador de rango preferido (RI) y un indicador de matriz de precodificación (PMI) a su nodo eNB. El nodo eNB decidiría, entonces, el rango de transmisión y la matriz de precodificación, sobre la base de los informes recibidos. Además, los Indicadores de Calidad de Canal (CQI) calculados dependiendo de la condición de uso de la matriz de precodificación seleccionada son objeto de informe al nodo eNB para adaptación del enlace, planificación y emparejamiento de usuarios en el sistema MU-MIMO. Mediante la información de retorno de la información de estado de canal (CSI) anterior, incluyendo RI, PMI, CQI, etc., el sistema MIMO de bucle cerrado puede adaptar la transmisión a las condiciones de canales actuales y de este modo, conseguir una ganancia de rendimiento importante.

55 El informe de CSI periódico utilizando un Canal de Control de Enlace Ascendente Físico (PUCCH) y un informe de CSI aperiódico utilizando un Canal Compartido de Enlace Ascendente Físico (PUSCH) para CQI, PMI, RI se definen y configuran por una señalización de capa más alta en el sistema 3GP LTE versión 8. Además, el ancho de banda del sistema completo es objeto de partición en múltiples sub-bandas. RI se suele determinar suponiendo una transmisión en el ancho de banda del sistema. Aunque CQI y PMI calculados suponiendo la transmisión en el ancho de banda del sistema se denomina CQI y PMI de banda ancha. Sin embargo, CQI y PMI calculados suponiendo la transmisión en sub-banda se denomina CQI y PMI de sub-banda.

60 Un modo de informe de CSI periódico definido en el sistema 3GPP LTE versión 8 se refiere como modo 2-1 del canal PUCCH, en donde RI, CQI de banda ancha y PMI de banda ancha y los informes de CQI de sub-banda seleccionada por el UE se comunican, respectivamente, en sub-tramas distintas. Un informe de CQI de sub-banda seleccionada por el equipo de usuario UE en una determinada sub-trama describe la calidad de canal en una parte particular o en partes particulares del ancho de banda posteriormente descritas como una parte de ancho de banda (BP) o partes de la misma. Un BP consiste en múltiples sub-bandas consecutivas de frecuencia y está indizada en el orden de aumento de la frecuencia y no aumento de los tamaños que se inician a la más baja frecuencia.

Colectivamente, la totalidad de los BPs cubren el ancho de banda del sistema completo.

Para la información de retorno de CQI de sub-banda seleccionada por UE, se selecciona una sub-banda única de entre todas las sub-bandas de un BP junto con una etiqueta correspondiente indexada en el orden de frecuencia creciente. La etiqueta de sub-banda se comunicará con el informe de CQI de sub-banda en la misma sub-trama. El informe de CQI de banda ancha y de PMI de banda ancha tienen un período $H \cdot N_{pd}$. El número entero H se define como $H = J \cdot K + 1$, en donde J es el número de partes de ancho de banda. Entre cada dos informes PMI de banda ancha/CQI de banda ancha consecutivos, las instancias de informes $J \cdot K$ restantes se utilizan en secuencia para los informes de CQI de sub-banda en K ciclos completos de BPs. Cada ciclo completo de BPs estará en un orden creciente comenzando desde BP 0 a BP $J-1$. El intervalo de informes del informe RI es un múltiplo entero M_{RI} del período $H \cdot N_{pd}$ (en sub-tramas). El parámetro N_{pd} es el período de informe de CQI de sub-banda. Los parámetros K y M_{RI} están todos ellos configurados utilizando una señalización de más alta capa.

Para mejorar la granularidad de la cuantización espacial sin gran aumento de la sobrecarga, un libro de códigos doble o un marco de información de retorno basada en índice doble fue adoptada para los sistemas de 3GPP LTE versión 10, en donde un precodificador o una matriz de precodificación W para una sub-banda es un producto matricial de dos matrices $W1$ y $W2$. La matriz $W1$ tiene como objetivo propiedades de canales de ancho de banda o a largo plazo y la matriz $W2$ tiene como objetivo propiedades de canales selectivos de la frecuencia o a corto plazo. $W1$ y $W2$ son realmente dos libros de códigos diferentes $C1$ y $C2$, respectivamente. Por comodidad, en lo sucesivo, los índices para $W1$ y $W2$ son referidos como primer PMI y segundo PMI, respectivamente. De forma equivalente, el primer PMI y el segundo PMI puede decirse que indexan la matriz W , el producto de matriz de $W1$ y $W2$.

Una extensión del modo 2-1 del canal PUCCH en el sistema 3GPP LTE versión 8 fue adoptada en 3GPP LTE versión 10, que puede resumirse como sigue.

- W se determina a partir del informe de 3 sub-tramas, condicionado al más reciente informe RI.

- Formato de informe

- Informe 1: RI e indicación del tipo de precodificador (PTI) de 1 bit

- Informe 2:

- PTI = 0: será informado $W1$

- PTI = 1: se informará CQI de banda ancha y $W2$ de banda ancha

- Informe 3:

- PTI = 0: se informará CQI de banda ancha y $W2$ de banda ancha

- PTI = 1: indicador de CQI de sub-banda, $W2$ de sub-banda y un indicador de selección de sub-banda o ciclado predefinido.

Según se indicó con anterioridad, se introduce un nuevo puerto de CSI, PTI, que da lugar a dos posibles secuencias de informes CSI que son dependientes del valor de PTI. Una primera secuencia de informes comprende RI con PTI = 0; $W1$ o primer PMI; y un CQI de banda ancha y $W2$ de banda ancha o según PMI de banda ancha. Una segunda secuencia de informes comprende RI con PTI = 1; CQI de banda ancha y $W2$ de banda ancha o segundo PMI de banda ancha; y CQI de sub-banda y $W2$ de sub-banda o segundo PMI de sub-banda. Además, un indicador de selección de sub-banda tal como una etiqueta de sub-banda dentro de una parte de ancho de banda (BP) puede informarse con CQI de sub-banda y segundo PMI de sub-banda. Como alternativa, una etiqueta de sub-banda o un indicador de sub-banda se pueden obtener en el equipo de usuario UE y el nodo eNB a partir de un modelo de ciclado predefinido conocido para el equipo UE y el nodo eNB. En adelante, se supone que un indicador de selección de sub-banda o una etiqueta de sub-banda pueden comunicarse por el CQI de sub-banda y el segundo PMI de sub-banda, con la excepción de que se proporciona concretamente una descripción explícita sobre el indicador de selección de sub-banda o la etiqueta de sub-banda.

La Figura 3a ilustra un diagrama 300 de una primera secuencia de informe CSI que se transmite por un equipo de usuario UE a un nodo eNB con PTI = 0, en donde una sub-trama particular se ilustra como un pulso. La primera secuencia de informe CSI se informa en retorno desde un equipo UE a un nodo eNB con PTI = 0 pudiendo iniciarse con un informe de RI con PTI = 0 (ilustrado como sub-trama 305) seguido por un número de $W1$ o primeros informes PMI de banda ancha (ilustrado como sub-trama 310, sub-trama 315, y sub-trama 320). Entre la información de retorno de $W1$ o primeros informes PMI de banda ancha, el equipo de usuario UE puede proporcionar un informe CQI de banda ancha de $M-1$ de retorno y $W2$ o segundos informes PMI de banda ancha (ilustrado como pulso 312, pulso 314, y pulso 317), en donde M es un parámetro que puede ser señalizado para el equipo UE mediante una señalización de capa más alta, a modo de ejemplo.

Un período de tiempo entre informaciones de retorno de los M-1 informes CQI de banda ancha y W2 de banda ancha o segundos informes de PMI de banda ancha pueden definirse como valor P. En consecuencia, una duración entre informaciones de retorno consecutivas de W1 o primeros informes PMI de banda ancha puede definirse como $M * P$ (o de forma equivalente, $H * P$).

En resumen, la primera secuencia de informes de CSI puede definirse como una secuencia de informes CSI comenzando por un informe RI con $PTI = 0$ seguido por un número de informes W1 o primeros informes PMI de banda ancha, con M-1 informes CQI y W2 de banda ancha o segundos informes de PMI de banda ancha entre W1 adyacente o primeros informes PMI de banda ancha.

La Figura 3b ilustra un diagrama 350 de una secuencia de informes CSI que se transmiten por un equipo de usuario UE a un nodo eNB con $PTI = 1$, en donde una sub-trama particular se ilustra como un pulso. La segunda secuencia de informes CSI objeto de retorno desde un equipo UE a un nodo eNB con $PTI = 1$ puede iniciarse con un informe RI con $PTI = 1$ (ilustrado como sub-trama 355) seguido por un número de CQI de banda ancha y W2 de banda ancha o segundos informes PMI de banda ancha (ilustrado como pulso 360, pulso 365 y pulso 370). Entre la información de retorno de CQI de banda ancha y W2 de banda ancha o segundos informes PMI de banda ancha, el equipo de usuario UE puede proporcionar una información de retorno $J * K$ CQI de sub-banda y segundos informes PMI de sub-bandas o W2 de sub-bandas (ilustrado como sub-trama 362, sub-trama 364 y sub-trama 367), en donde J es el número de BPs y K es un parámetro que puede señalizarse para el equipo de usuario UE mediante una señalización de capa más alta, a modo de ejemplo.

De nuevo, un período de tiempo entre informaciones de retorno de la $J * K$ CQI de sub-banda y W2 de sub-banda o segundos informes PMI de sub-banda pueden definirse como un valor P. En consecuencia, una duración entre informaciones de retorno consecutivas de CQI de banda ancha y W2 de banda ancha o segundos informes PMI pueden definirse como $(J * K + 1) * P$.

En resumen, la segunda secuencia de informes CSI puede definirse como una secuencia de informes CSI que comienza con un informe RI con $PTI = 1$ seguido por un número de CQI de banda ancha y W2 de banda ancha o segundos informes PMI de banda ancha, con $J * K$ CQI de sub-banda y segundos informes PMI de sub-banda o W2 de sub-banda entre CQI de banda ancha y W2 de banda ancha o segundos informes PMI de banda ancha.

Aunque la secuencia de informes de CSI (p.ej., la primera secuencia de informes de CSI y la segunda secuencia de informes de CSI) en la información de retorno de CSI están bien definidas, la determinación de algunas de las secuencias de los informes CSI a ser objeto de retorno no está así claramente definida. Existen dos cuestiones relacionadas a resolver:

- ¿Cómo ha de determinarse RI cuando $PTI = 1$?
- ¿Cómo ha de determinarse W2 cuando $PTI = 1$?

Las anteriores cuestiones se derivan de una ausencia de W1 o primer PMI en la segunda secuencia de informes CSI.

De conformidad con una forma de realización ejemplo, la CSI que no está claramente definida, tal como RI y/o W2 cuando $PTI = 1$, puede determinarse dependiendo del CSI anteriormente informado. De otro modo, el equipo de usuario UE puede utilizar CSI anteriormente informado para ayudarle a generar el CSI que no está claramente definido.

La Figura 4a ilustra un primer diagrama 400 de información de retorno de CSI transmitida por un equipo UE a un nodo eNB, en donde uno del informe CSI de determina dependiendo de un CSI anteriormente informado. El primer diagrama 400 visualiza un número de informaciones de retorno de CSI mediante un equipo UE a una BS, incluyendo un informe de RI con $PTI = 1$ (ilustrado como sub-trama 405). Sin embargo, según se describió con anterioridad, el equipo de usuario UE puede no conocer cómo determinar el informe RI con $PTI = 1$.

De conformidad con una forma de realización ejemplo, el equipo UE puede ser capaz de determinar el informe RI con $PTI = 1$ con dependencia de un primer informe PMI o W1 anteriormente comunicado (ilustrado como sub-trama 410) y una informe RI con $PTI = 0$ anteriormente comunicado (ilustrado como sub-trama 415). Una descripción detallada de una determinación ejemplo del informe RI con $PTI = 1$ a partir del primer informe PMI o W1 anteriormente comunicado y del informe RI con $PTI = 0$ anteriormente comunicado, se proporciona a continuación. Aunque puede ser posible utilizar cualquier primer informe PMI o W1 anteriormente comunicado y cualquier informe RI con $PTI = 0$ anteriormente comunicado para determinar el informe RI con $PTI = 1$ en tanto que el informe CSI anteriormente comunicado pertenezca a una diferente secuencia de informes CSI, el primer informe PMI o W1 más recientemente comunicado (o de modo similar, último comunicado) y el informe RI con $PTI = 0$ más recientemente informado (o de modo similar, último informado) (en tanto que el informe CSI anteriormente comunicado pertenece a una diferente secuencia de informe CSI) puede obtener el informe RI con $PTI = 1$ que proporciona el mejor

rendimiento global del sistema de comunicaciones.

A modo de ejemplo ilustrativo, se considera a continuación una precodificación basada en libro de códigos para un sistema de comunicación MIMO de bucle cerrado que puede expresarse como

$$y = HPx + n$$

5 en donde el vector y representa las señales recibidas, H representa la matriz del canal, P representa la matriz de precodificación o vector, x representa el vector constituido por las señales a transmitirse y n representa el ruido observado o la interferencia en el equipo UE.

10 Para un libro de códigos basado en un libro de códigos doble o índice dual, tal como el libro de códigos para ocho antenas de transmisión en LTE versión 10, una matriz de precodificación recomendada por un equipo UE es un producto matricial expresable como

$$W_{i_1, i_2} = W_{i_1} W_{i_2}$$

15 Por conveniencia, la matriz de precodificación o palabras de código en un libro de rango r puede expresarse como

$$W_{i_1, i_2}^{(r)} = W_{i_1}^{(r)} W_{i_2}^{(r)}$$

20 En este caso, se tiene rango = r , mientras que i_1 e i_2 son el primer PMI y segundo PMI, respectivamente y se utilizan para los índices $W_{i_1}^{(r)}$ y $W_{i_2}^{(r)}$, también de forma equivalente para indexar conjuntamente la matriz $W_{i_1, i_2}^{(r)}$.

La determinación del informe RI con PTI = 1 condicionado sobre el informe RI con PTI = 0 más recientemente comunicado y el primer informe PMI o W1 más recientemente comunicado puede expresarse como

$$r_1^* = \arg \max_{r_1 \in R_{r_0, i_1}^{(1)}} \left(\max_{i_2} f_{WB} \left(W_{i_1, i_2}^{(r_1)} \right) \right)$$

25 en donde r_0^* e i_1^* son el informe RI con PTI = 0 más recientemente comunicado, y el primer informe PMI o W1 más recientemente comunicado, respectivamente, y $R_{r_0, i_1}^{(1)}$ representa un conjunto de r_1 valores y que W1

30 correspondiente al primer informe PMI i_1^* en un libro de códigos de rango - r_1 es el mismo que el W1 correspondiente al primer informe PMI i_1^* en un libro de códigos de rango - r_0^* . Más concretamente, el candidato r_1 puede proporcionarse en la Tabla 1

35 Tabla 1: Informes RI con PTI = 1 candidatos condicionados sobre un informe RI con PTI = 0 y un primer PMI anteriormente comunicados

	el último RI comunicado con PTI = 0				
	r_0^*				
	1,2	3,4	5,6,7		8
$i_1^* = 0$			$i_1^* = 1,2,3$		
Valores candidatos de r_1	1,2	3,4	5,6,7,8	5,6,7	5,6,7,8

40 Por lo tanto, dado un valor de r_0^* , el equipo UE puede determinar un conjunto de valores candidatos para r_1 condicionado sobre el valor de r_0^* (utilizando la tabla 1, a modo de ejemplo). Dicho de otro modo, el valor de r_0^* se utiliza para determinar (condicionar) el conjunto de valores candidatos para r_1 . El equipo UE puede seleccionar

luego un valor de entre el conjunto de valores candidatos como el informe RI con PTI = 1. A modo de ejemplo, el equipo UE puede hacer uso de la medición del canal para seleccionar el valor de entre el conjunto de valores

candidatos. A modo de ejemplo ilustrativo, se considera una situación en donde en $r_0^* = 4$, en cuyo caso, el

conjunto de valores candidatos para r_1 comprende 3 y 4. El equipo UE puede seleccionar luego 3 o 4 para el informe RI con PTI = 1, dependiendo del valor de su medición del canal. A modo de otro ejemplo ilustrativo, se considera una

situación en donde $r_0^* = 6$ e $i_1^* = 1$, en cuyo caso, el conjunto de valores candidatos para r_1 comprende 5, 6 y

7. El equipo UE puede seleccionar luego 5 o 6 o 7 para el informe RI con PTI = 1 dependiendo de la medición del canal.

Además,

$$f_{WB} \left(\mathbf{W}_{i_1^*, i_2^*}^{(r_1)} \right) = \sum_{s \in S} C_s \left(\mathbf{W}_{i_1^*, i_2^*}^{(r_1)} \right)$$

en donde S representa el conjunto de sub-bandas y cubre el ancho de banda del sistema completo y s representa una sub-banda que pertenece a S.

Como alternativa, la determinación del informe RI con PTI = 1 condicionado sobre el informe RI con PTI = 0 más recientemente comunicado y el primer informe PMI o W1 puede expresarse también como

$$r_1^* = \arg \max_{r_1 \in \mathcal{R}_{i_0, i_1}^{(1)}} \left(\sum_{s \in S} \max_{i_2} \left(C_s \left(\mathbf{W}_{i_1^*, i_2}^{(r_1)} \right) \right) \right)$$

en donde $C_s \left(\mathbf{W}_{i_1^*, i_2}^{(r_1)} \right)$ representa el rendimiento total, la capacidad, u otras métricas cuando se transmite utilizando la

matriz de precodificación $\mathbf{W}_{i_1^*, i_2}^{(r_1)}$ en la sub-banda s y puede derivarse sobre la base de la ecuación siguiente

$$\mathbf{y} = \mathbf{H}\mathbf{P}\mathbf{x} + \mathbf{n}, \mathbf{P} = \mathbf{W}_{i_1^*, i_2}^{(r_1)}$$

utilizando la fórmula de la capacidad MIMO y otra métrica tal como una métrica basada en información mutua, a modo de ejemplo.

Además, el indicador del rango con PTI = 1 puede codificarse, además, en, como máximo, una representación de

dos bits. A modo ejemplo ilustrativo, a partir de la tabla 1, si $r_0^* = 1, 2$, un bit puede utilizarse para codificar $r_1^* : 0$

para y 1 para $r_1^* = 2$ o 0 para $r_1^* = 2$ y 1 para $r_1^* = 1$, mientras que si $r_0^* = 3, 4$

entonces, se puede utilizar un bit para codificar $r_1^* : 0$ para $r_1^* = 3$ y 1 para $r_1^* = 4$ o 0 para $r_1^* = 4$

y 1 para $r_1^* = 3$ mientras que si $r_0^* = 5, 6, 7, 8$ en tal caso, pueden utilizarse dos bits para codificar r_1^*

0, 1, 2, y 3 que pueden ser para $r_1^* = 5, 6, 7, 8$ respectivamente y en este caso, 0, 1, 2, y 3 pueden representarse por dos bits.

En conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo, el equipo UE puede ser capaz de determinar el informe RI con PTI = 1 condicionado sobre un primer informe PMI o W1 anteriormente comunicado y un informe RI con PTI = 1 anteriormente comunicado. Una descripción detallada de una determinación ejemplo del informe RI con PTI = 1 a partir del primer informe PMI o W1 anteriormente comunicado y del informe RI con PTI = 1 anteriormente comunicado se proporciona a continuación. Aunque puede ser posible utilizar cualquier primer informe PMI o W1 anteriormente comunicado para determinar el informe RI con PTI = 1, el primer informe PMI o W1 más recientemente comunicado (o de modo similar, último informado) puede proporcionar el informe RI con PTI = 1 que proporciona el mejor rendimiento del sistema de comunicaciones global.

5 A modo de ejemplo ilustrativo, se considera una precodificación basada en libro de códigos para un sistema de comunicación MIMO en bucle cerrado y un libro de códigos basado en libro de códigos doble o índice dual. La determinación del informe RI con PTI = 1 condicionado sobre el primer informe PMI o W1 más recientemente comunicado (o de modo similar, último comunicado) y el informe RI con PTI = 1 más recientemente comunicado (o de modo similar, último comunicado) y se puede expresar como

$$r_1^* = \arg \max_{\substack{r_1 \in R_{i_1^*}^{(1)} \\ i_1^*, i_2^*}} \left(\max_{i_2} f_{WB} \left(\mathbf{W}_{i_1^*, i_2^*}^{(r_1)} \right) \right)$$

10 en donde r_1' es el informe RI con PTI = 1 anteriormente comunicado (p.ej., más recientemente o último comunicado) i_1^* el primer informe PMI o W1 más recientemente comunicado o último comunicado y $R_{i_1^*}^{(1)}$ representa un conjunto de valores de r_1 admisibles tal como W1 correspondiente al primer PMI i_1^* en un libro de códigos de rango r_1 es el mismo que el W1 correspondiente al primer informe PMI i_1^* en un libro de códigos de rango r_1' . Más concretamente, el r_1 candidato puede proporcionarse en la Tabla 2.

Tabla 2: Informes RI candidatos con PTI = 1 condicionados sobre un primer informe PMI o RI con PTI = 1 anteriormente comunicado

	r_1' , el último informe RI con PTI = 1				
	1,2	3,4	5,6,7		8
			$i_1^* = 0$	$i_1^* = 1,2,3$	
Valores candidatos de r_1	1,2	3,4	5,6,7,8	5,6,7	5,6,7,8

25 Por lo tanto, para un valor dado de r_1' el equipo UE puede determinar un conjunto de valores candidatos para r_1 condicionado sobre el valor de r_1' (utilizando la tabla 2 a modo de ejemplo). Dicho de otro modo, el valor de r_1' se utiliza para determinar (condicionar) el conjunto de valores candidatos para r_1 . El equipo UE puede seleccionar, entonces un valor a partir del conjunto de valores candidatos como el informe RI con PTI = 1 sobre la base de la

30 medición del canal. A modo de ejemplo ilustrativo, se considera una situación en donde $r_1' = 2$, en cuyo caso, el conjunto de valores candidatos r_1 comprende 1 y 2. El equipo UE puede seleccionar entonces 1 o 2 para el informe RI con PTI = 1 dependiendo de su medición del canal. A modo de otro ejemplo ilustrativo, se considera una situación

35 en donde $r_1' = 5$ e $i_1^* = 0$, en cuyo caso, el conjunto de valores candidatos para r_1 comprende 5, 6, 7 y 8. El equipo UE puede seleccionar entonces 5, 6, 7 o 8 para el informe RI con PTI = 1 dependiendo de su medición del canal.

40 Además,

$$f_{WB} \left(\mathbf{W}_{i_1^*, i_2^*}^{(r_1)} \right) = \sum_{s \in S} C_s \left(\mathbf{W}_{i_1^*, i_2^*}^{(r_1)} \right)$$

en donde S representa el conjunto de sub-bandas y cubre el ancho de banda del sistema completo y s representa una sub-banda que pertenece a S.

45 Como alternativa, la determinación del informe RI con PTI = 1 condicionado sobre el informe RI con PTI = 1 anteriormente comunicado (p.ej., más recientemente comunicado o último comunicado) y el primer informe PMI o

W1 anteriormente comunicado (p.ej., más recientemente comunicado o último comunicado) puede expresarse también como

$$r_1^* = \arg \max_{\substack{r_1 \in R^{(1)} \\ i_1, i_1^*}} \left(\sum_{s \in S} \max_{i_2} \left(C_s \left(\mathbf{W}_{i_1^*, i_2}^{(r_1)} \right) \right) \right),$$

5 en donde $C_s \left(\mathbf{W}_{i_1^*, i_2}^{(r_1)} \right)$ representa el rendimiento total, la capacidad u otras métricas cuando se transmite una matriz de precodificación de utilización $\mathbf{W}_{i_1^*, i_2}^{(r_1)}$ en la sub-banda s y puede derivarse sobre la base de la ecuación siguiente

$$\mathbf{y} = \mathbf{H}\mathbf{P}\mathbf{x} + \mathbf{n}, \mathbf{P} = \mathbf{W}_{i_1^*, i_2}^{(r_1)},$$

10 utilizando la fórmula de capacidad de MIMO u otra métrica tal como una métrica basada en información mutua, a modo de ejemplo.

Además, el indicador de rango con PTI = 1 puede codificarse también en una representación de dos bits como

15 máximo. A modo de ejemplo ilustrativo, a partir de la tabla 1, si $r_1' = 1, 2$, entonces puede utilizarse un bit para codificar $r_1^* : 0$ para $r_1^* = 1$ y 1 para $r_1^* = 2$, o 0 para $r_1^* = 2$ y 1 para $r_1^* = 1$, mientras que si $r_1' = 3, 4$ entonces, se puede utilizar un bit para codificar $r_1^* : 0$ para $r_1^* = 3$ y 1 para $r_1^* = 4$, o 0 para $r_1^* = 4$ y 1 para $r_1^* = 3$, mientras que si $r_1' = 5, 6, 7, 8$, se pueden utilizar dos bits para codificar $r_1^* : 0, 1, 2$, y 3 pueden ser para $r_1^* = 5, 6, 7, 8$ respectivamente y en este caso, 0, 1, 2, y 3 pueden representarse por dos bits.

25 La Figura 4b ilustra un segundo diagrama 430 de información de retorno de CSI transmitida por un equipo UE a un nodo eNB, en donde uno del CSI se determina condicionado sobre el CSI anteriormente comunicado. El segundo diagrama 430 visualiza un número de informaciones de retorno de CSI por un equipo UE para un nodo eNB, incluyendo un W2 de banda ancha o un segundo informe PMI de banda ancha (ilustrado como sub-trama 435). Sin embargo, según se indicó con anterioridad, el equipo UE puede no conocer cómo determinar el segundo informe PMI o W2 de banda ancha cuando PTI se establece a 1.

En conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo, el equipo UE puede ser capaz de determinar el segundo informe PMI o W2 de banda ancha condicionado sobre un informe RI con PTI = 1 (ilustrado como sub-trama 440) y un primer informe PMI con W1 (ilustrado como sub-trama 445). Una descripción detallada de una determinación a modo de ejemplo del segundo informe de PMI de banda ancha o W2 de banda ancha se da a conocer a continuación. Aunque pueda ser posible utilizar cualquier informe RI con PTI = 1 anteriormente comunicado y cualquier primer informe PMI o W1 anteriormente comunicado para determinar el segundo informe PMI o W2 de banda ancha en tanto que exista un primer informe PMI o W1 anteriormente comunicado, que pertenezca a una diferente secuencia de informes CSI, el informe RI con PTI = 1 más recientemente comunicado (o de modo similar, último comunicado) y el primer informe PMI o W1 más recientemente comunicado (o de modo similar, último comunicado) (en tanto que exista un primer informe PMI o W1 anteriormente comunicado, que pertenezca a una diferente secuencia de informes CSI) puede proporcionar el segundo informe PMI de banda ancha o W2 de banda ancha que proporciona el mejor rendimiento del sistema de comunicación global. Conviene señalar que el informe RI con PTI = 1 puede determinarse condicionado sobre el CSI anteriormente comunicado según se describe en la ilustración de la Figura 4a.

A modo de ejemplo ilustrativo, considerando el sistema MIMO antes citado y el libro de códigos basado en libro de código doble o de índice dual, la determinación del segundo informe PMI de banda ancha o W2 de banda ancha condicionado sobre el informe RI con PTI = 1 más recientemente comunicado (o de modo similar, último comunicado) y el primer informe PMI o W1 más recientemente comunicado (o de modo similar, último informado), puede expresarse como

$$i_2^* = \arg \max_{i_2} f_{WB} \left(\mathbf{W}_{i_1^*, i_2}^{(r_1^*)} \right), \text{ o}$$

en donde r_1^* e i_1^* es el informe RI con PTI = 1 más recientemente comunicado (o de modo similar, último comunicado) y el primer informe PMI o W1 de banda ancha más recientemente comunicado (o de modo similar, último comunicado), respectivamente.

5 Además,

$$f_{WB} \left(\mathbf{W}_{i_1^*, i_2^*}^{(r_1^*)} \right) = \sum_{s \in S} C_s \left(\mathbf{W}_{i_1^*, i_2^*}^{(r_1^*)} \right)$$

en donde S representa el conjunto de sub-bandas y cubre el ancho de banda del sistema completo s representa una

10 sub-banda perteneciente a S $C_s \left(\mathbf{W}_{i_1^*, i_2^*}^{(r_1^*)} \right)$ representa el rendimiento total, la capacidad u otras métricas cuando se

transmite una matriz de precodificación $\mathbf{W}_{i_1^*, i_2^*}^{(r_1^*)}$ utilizada en la sub-banda s y se puede derivar sobre la base de

$$\mathbf{y} = \mathbf{H}\mathbf{P}\mathbf{x} + \mathbf{n}, \mathbf{P} = \mathbf{W}_{i_1^*, i_2^*}^{(r_1^*)}$$

15 utilizando la fórmula de capacidad de MIMO u otra métrica tal como una métrica basada en información mutua, a modo de ejemplo. Además, un CQI de banda ancha puede calcularse condicionado sobre la matriz de

precodificación $\mathbf{W}_{i_1^*, i_2^*}^{(r_1^*)}$ suponiendo que tiene lugar una transmisión a través de S sub-bandas establecidas o

20 el ancho de banda del sistema completo.

La Figura 4c ilustra un tercer diagrama 460 de información de retorno CSI transmitida por un equipo UE a un nodo eNB, en donde uno de los informes CSI se determina condicionado sobre el CSI anteriormente comunicado. El tercer diagrama 460 visualiza varias informaciones de retorno de CSI por un equipo UE a un nodo eNB, incluyendo un segundo informe PMI o W2 de sub-banda (ilustrado como sub-trama 465). Sin embargo, según se describió con anterioridad, el equipo UE puede no conocer cómo determinar el segundo informe PMI o W2 de sub-banda cuando PTI se establece a 1.

En conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo, el equipo UE puede ser capaz de determinar la sub-banda W2 o el segundo informe PMI condicionado sobre un informe RI con PTI = 1 (ilustrado como sub-trama 470) y un primer informe PMI o W1 (ilustrado como sub-trama 475). Una descripción detallada de una determinación a modo de ejemplo del segundo informe de PMI o W2 de sub-banda se da a conocer a continuación. Aunque pueda ser posible utilizar cualquier informe RI con PTI = 1 anteriormente comunicado y cualquier primer informe PMI o W1 anteriormente comunicado para determinar el segundo informe PMI o W2 de sub-banda en tanto que exista un primer informe PMI o W1 anteriormente comunicado, que pertenezca a una diferente secuencia de informes CSI, el informe RI con PTI = 1 más recientemente comunicado (o de modo similar, último comunicado) y el primer informe PMI o W1 más recientemente comunicado (o de modo similar, último comunicado) (en tanto que exista un primer informe PMI o W1 anteriormente comunicado, que pertenezca a una diferente secuencia de informes CSI) puede proporcionar el segundo informe PMI o W2 de sub-banda que proporciona el mejor rendimiento del sistema de comunicación global. Conviene señalar que el informe RI con PTI = 1 puede determinarse condicionado sobre el CSI anteriormente comunicado tal como se describe en la ilustración de la Figura 4a.

A modo de un ejemplo ilustrativo, considerando el sistema MIMO antes citado y el libro de códigos basado en libro de código doble o de índice dual, la determinación del segundo informe PMI o W2 de sub-banda condicionado sobre el informe RI con PTI = 1 más recientemente comunicado (o de modo similar, último comunicado) y el primer informe PMI o W1 más recientemente comunicado (o de modo similar, último informado), puede expresarse como

$$i_2^* = \arg \max_{i_2} C_{s^*} \left(\mathbf{W}_{i_1^*, i_2^*}^{(r_1^*)} \right)$$

en donde r_1^* e i_1^* son el informe RI con PTI = 1 más recientemente comunicado (o de modo similar, último comunicado) y el primer informe PMI o W1 de banda ancha recientemente comunicado (o de modo similar, último

comunicado), respectivamente, y s^* representa la sub-banda seleccionada por el equipo UE. Conviene señalar que un indicador de selección de sub-banda o una etiqueta de sub-banda en un BP puede informarse como un segundo informe PMI de sub-banda para esta situación. La sub-banda seleccionada a partir de un BP puede expresarse por

$$s^* = \arg \max_s \left(\max_{i_1, i_2} C_s \left(\mathbf{W}_{i_1, i_2}^{(r_1^*)} \right) \right),$$

en donde s pertenece a un BP particular o se determina mediante un ciclado predefinido (para esta situación, el indicador de selección de sub-banda o la etiqueta de sub-banda se puede utilizar por un modelo de cifrado predefinido conocido por el equipo UE y el nodo eNB y puede no ser necesariamente informado. A modo de ejemplo, la etiqueta de sub-banda puede utilizarse en orden creciente de frecuencia por BP. Además,

$C_s \left(\mathbf{W}_{i_1, i_2}^{(r_1^*)} \right)$ representa el rendimiento total, la capacidad u otras métricas, cuando se transmite una matriz de precodificación utilizada $\mathbf{W}_{i_1, i_2}^{(r_1^*)}$ sobre la sub-banda s^* y puede derivarse sobre la base

$$\mathbf{y} = \mathbf{H}\mathbf{P}\mathbf{x} + \mathbf{n}, \mathbf{P} = \mathbf{W}_{i_1, i_2}^{(r_1^*)},$$

utilizando la fórmula de capacidad de MIMO u otra métrica, tal como métrica basada en información mutua, a modo de ejemplo. Además, una sub-banda CQI puede calcularse condicionada sobre la matriz de

precodificación $\mathbf{W}_{i_1, i_2}^{(r_1^*)}$ suponiendo una transmisión sobre sub-banda s^* .

De conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo, el equipo UE puede determinar un informe PTI. Una descripción detallada de una determinación ejemplo del informe PTI se da a conocer a continuación. El informe PTI puede establecerse a 0 e informarse con RI para la primera información de retorno, a modo de ejemplo. A continuación, varios PTI = 0 o PTI = 1 pueden realimentarse en diferentes instancias sobre la base de un período de informe de RI que puede ser de conformidad con un modelo de cifrado predefinido (a modo de ejemplo, cinco instancias de informe de PTI = 1 por una instancia de informe de PTI = 0 o dos instancias de informe de PTI = 0 seguidas por una instancia de informe de PTI = 1), condiciones de canales o tipos de tráfico, etc. Además, PTI puede informarse también en una diferente sub-trama a partir del informe de RI, a modo de ejemplo, PTI puede informarse con el mismo período pero con un desplazamiento con respecto al informe RI.

De conformidad con una forma de realización ejemplo, el equipo UE puede determinar un informe RI cuando PTI = 0. Una descripción detallada de una determinación ejemplo del informe RI con PTI = 0 se proporciona a continuación.

A modo de un ejemplo ilustrativo, se considera una precodificación basada en libro de códigos para un sistema de comunicación MIMO en bucle cerrado y un libro de códigos basado en libro de códigos doble o de índice dual. La determinación del informe RI con PTI = 0 puede expresarse como

$$r_0^* = \arg \max_{r_0} \left(\max_{i_1, i_2} f_{WB} \left(\mathbf{W}_{i_1, i_2}^{(r_0)} \right) \right),$$

y

$$f_{WB} \left(\mathbf{W}_{i_1, i_2}^{(r_0)} \right) = \sum_{s \in S} C_s \left(\mathbf{W}_{i_1, i_2}^{(r_0)} \right),$$

en donde S representa el conjunto de sub-bandas y cubre el ancho de banda del sistema completo y s representa una sub-banda que pertenece a S .

Como alternativa, la determinación del informe RI cuando PTI = 0 puede expresarse también como

$$r_0^* = \arg \max_{r_0} \left(\max_{i_1} \sum_{s \in S} \max_{i_2} \left(C_s \left(\mathbf{W}_{i_1, i_2}^{(r_0)} \right) \right) \right),$$

en donde $C_s \left(\mathbf{W}_{i_1, i_2}^{(r_0)} \right)$ representa el rendimiento total, la capacidad u otra métrica cuando se transmite utilizando la

matriz de precodificación $\mathbf{W}_{i_1, i_2}^{(r_0^*)}$ sobre la sub-banda s y puede derivarse sobre la base de la ecuación siguiente

$$\mathbf{y} = \mathbf{H}\mathbf{P}\mathbf{x} + \mathbf{n}, \mathbf{P} = \mathbf{W}_{i_1, i_2}^{(r_0^*)},$$

utilizando la fórmula de capacidad MIMO u otra métrica tal como una métrica basada en información mutua, a modo de ejemplo.

5 De conformidad con una forma de realización ejemplo, el equipo UE puede determinar un primer informe PMI de banda ancha o W1 de banda ancha condicionado sobre un informe RI con PTI = 0 anteriormente comunicado (p.ej., más recientemente comunicado o el último comunicado). Una descripción detallada de una determinación a modo de ejemplo del primer informe PMI de banda ancha o W1 de banda ancha se proporciona a continuación.

10 A modo de un ejemplo ilustrativo, considerando el sistema MIMO antes citado y un libro de códigos basado en el libro de códigos doble o de índice dual, la determinación del primer informe PMI de banda ancha o W1 de banda ancha condicionado sobre el informe RI con PTI = 0 último comunicado (o de modo similar, más recientemente comunicado) se puede expresar como

$$i_1^* = \arg \max_{i_1} \left(\max_{i_2} f_{WB} \left(\mathbf{W}_{i_1, i_2}^{(r_0^*)} \right) \right),$$

15 en donde r_0^* es el informe RI con PTI = 0 más recientemente comunicado o el último comunicado.

Además,

$$f_{WB} \left(\mathbf{W}_{i_1, i_2}^{(r_0^*)} \right) = \sum_{s \in S} C_s \left(\mathbf{W}_{i_1, i_2}^{(r_0^*)} \right),$$

20 en donde S representa el conjunto de sub-bandas y cubre el ancho de banda del sistema completo, s representa una sub-banda que pertenece a S .

25 Como alternativa, la determinación del primer informe PMI de banda ancha o W1 de banda ancha condicionado sobre el informe RI con PTI = 0 último comunicado puede expresarse como

$$i_1^* = \arg \max_{i_1} \left(\sum_{s \in S} \max_{i_2} C_s \left(\mathbf{W}_{i_1, i_2}^{(r_0^*)} \right) \right),$$

en donde $C_s \left(\mathbf{W}_{i_1, i_2}^{(r_0^*)} \right)$ representa el rendimiento total, la capacidad u otra métrica cuando se transmite utilizando la

30 matriz de precodificación $\mathbf{W}_{i_1, i_2}^{(r_0^*)}$ sobre la sub-banda s y puede derivarse sobre la base de

$$\mathbf{y} = \mathbf{H}\mathbf{P}\mathbf{x} + \mathbf{n}, \mathbf{P} = \mathbf{W}_{i_1, i_2}^{(r_0^*)},$$

utilizando la fórmula de capacidad de MIMO u otra métrica tal como una métrica basada en información mutua, a modo de ejemplo.

35 En conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo, el equipo UE puede determinar un segundo informe PMI de banda ancha o W2 de banda ancha condicionado sobre el informe RI con PTI = 0 anteriormente comunicado (p.ej., más recientemente comunicado o el último comunicado) y el primer informe PMI cuando PTI = 0 de banda ancha anteriormente comunicado (p.ej., más recientemente comunicado o el último comunicado). Una descripción detallada una determinación ejemplo del segundo informe PMI de banda ancha o W2 de banda ancha se proporciona a continuación.

40 A modo de ejemplo ilustrativo, considerando el sistema MIMO anteriormente citado y el libro de códigos basado en

libro de códigos doble o de índice dual, la determinación del segundo PMI de banda ancha o W2 de banda ancha condicionado sobre el informe RI con PTI = 0 último informado o más recientemente informado y el primer informe PMI cuando PTI = 0 o W1 de banda ancha puede expresarse como

$$i_2^* = \arg \max_{i_2} f_{WB} \left(\mathbf{W}_{i_1^*, i_2^*}^{(r_0^*)} \right)$$

en donde r_0^* y i_1^* son el primer informe PMI de banda ancha cuando PTI se establece a 0 o el informe RI más recientemente informado o el último informado.

Además,

$$f_{WB} \left(\mathbf{W}_{i_1^*, i_2^*}^{(r_0^*)} \right) = \sum_{s \in S} C_s \left(\mathbf{W}_{i_1^*, i_2^*}^{(r_0^*)} \right),$$

en donde S representa el conjunto de sub-bandas y cubre el ancho de banda del sistema completo, s representa

una sub-banda que pertenece a S . $C_s \left(\mathbf{W}_{i_1^*, i_2^*}^{(r_0^*)} \right)$ representa el rendimiento total, la capacidad u otras métricas cuando

se transmite utilizando una matriz de precodificación $\mathbf{W}_{i_1^*, i_2^*}^{(r_0^*)}$ sobre la sub-banda s y puede derivarse sobre la base de la expresión

$$\mathbf{y} = \mathbf{H}\mathbf{P}\mathbf{x} + \mathbf{n}, \mathbf{P} = \mathbf{W}_{i_1^*, i_2^*}^{(r_0^*)},$$

utilizando la fórmula de capacidad de MIMO u otra métrica tal como métrica basada en información mutua, a modo de ejemplo. Además, un informe CQI de banda ancha puede calcularse condicionado sobre la matriz de

precodificación $\mathbf{W}_{i_1^*, i_2^*}^{(r_0^*)}$ suponiendo que tiene lugar una transmisión sobre S sub-bandas establecidas o el ancho

de banda del sistema completo.

De conformidad con una forma de realización ejemplo, el nodo eNB puede recibir informes PTI y/o RI. Más concretamente, informes PTI y/o RI pueden recibirse en una sub-trama predefinida. A modo de ejemplo, la sub-trama puede estar en un múltiplo de un período para informes CQI o PMI con un desplazamiento especificado, que se puede configurar mediante una señalización de capa más alta.

En conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo, el nodo eNB puede recibir un primer informe PMI de banda ancha sobre la base de un informe PTI más recientemente recibido. Más concretamente, sobre la base del informe PTI = 0 más recientemente recibido, el nodo eNB puede recibir el primer informe PMI de banda ancha en una sub-trama particular, que se puede configurar mediante una señalización de capa más alta y puede ser diferente para distintos valores de PTI.

De conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo, el nodo eNB puede recibir un segundo informe PMI de banda ancha condicionado sobre el informe PTI más recientemente recibido. Concretamente, sobre la base del informe PTI = 0 o PTI = 1 más recientemente recibido, el nodo eNB puede recibir el segundo informe PMI de banda ancha en una sub-trama particular, que puede configurarse mediante una señalización de capa más alta y puede ser diferente para distintos valores de PTI. Además, un informe CQI de banda ancha puede recibirse también junto con el segundo informe PMI de banda ancha.

En conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo, el nodo eNB puede recibir un segundo informe PMI de sub-banda condicionado sobre el informe PTI más recientemente recibido. Más concretamente, sobre la base del informe PTI = 1 más recientemente recibido, el nodo eNB puede recibir el segundo informe PMI de sub-banda en una sub-trama particular, que puede configurarse mediante una señalización de capa más alta. Además, un informe CQI de sub-banda puede recibirse también junto con el segundo informe PMI de banda ancha.

De conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo, el nodo eNB puede obtener una matriz de precodificación basada en los informes PTI y CSI más recientemente recibidos. Una descripción detallada de una recepción ejemplo de informes PTI y/o RI se proporciona a continuación. Si el informe PTI más recientemente

5 recibido comprende un informe PTI = 0, en tal caso, la matriz de precodificación puede ser $\mathbf{W}_{i_1, i_2}^{(0)}$ en donde i_1^* e i_2^* son el informe RI más reciente, el primer informe PMI y el segundo informe PMI cuando PTI = 0,

respectivamente, más recientemente comunicado. Si el informe PTI más recientemente recibido comprende un

10 informe de PTI = 1, en tal caso la matriz de precodificación puede ser $\mathbf{W}_{i_1, i_2}^{(1)}$ en donde i_2^* es el segundo informe

PMI cuando PTI = 1, más recientemente o último recibido (sub-banda o banda ancha), y i_1^* es el primer PMI cuando PTI = 0 más recientemente o último recibido y i^* es el RI cuando PTI=0 o PTI=1 más recientemente recibido que es compatible con los supuestos en el equipo de usuario UE con respecto al valor de PTI.

15 La Figura 5 ilustra un diagrama de flujo de operaciones del equipo UE 500 en la información de CSI a un nodo eNB. Las operaciones del equipo UE 500 pueden ser indicativas de operaciones que tienen lugar en un equipo UE, tal como UE 110 o UE 203, como los informes CSI de UE para un nodo eNB, tal como eNB 105 o eNB 201. Las operaciones del equipo UE 500 pueden tener lugar mientras que el equipo UE está en un modo operativo normal.

20 Las operaciones del equipo UE 500 pueden iniciarse con el equipo UE estimando un canal entre sí mismo y el nodo eNB (bloque 505). De conformidad con una forma de realización ejemplo, el equipo UE puede estimar el canal sobre la base de las señales transmitidas por el nodo eNB. A modo de ejemplo, el equipo UE puede estimar el canal sobre la base de una señal piloto, una señal de referencia tal como una señal de referencia específica de la célula (CRS) o señal de referencia de información del estado del canal (CSI-RS), un preámbulo, etc., que se transmite por el nodo eNB.

25 El equipo UE puede determinar el informe CSI a comunicarse al nodo eNB (bloque 510) sobre la base de la estimación del canal o de la medición del canal. De conformidad con una forma de realización ejemplo, cómo el equipo UE determina el informe CSI a comunicarse al nodo eNB depende del tipo de informe CSI comunicado al nodo eNB, p.ej., PTI = 0 o PTI = 1. A modo de ejemplo, algunos informes CSI pueden ser determinables por el equipo UE sin estar condicionado sobre el CSI anteriormente comunicado asociado con un diferente tipo de CSI, mientras otro CSI puede requerir que el equipo UE determine el CSI condicionado sobre el CSI anteriormente comunicado asociado con tipo diferente de CSI.

30 El equipo UE puede determinar el tipo de CSI, en donde el CSI ha de informarse al nodo eNB (bloque 515). A modo de ejemplo ilustrativo, con el fin de soportar un sistema MIMO en bucle cerrado, los tipos de CSI por el equipo UE pueden incluir PTI = 1, PTI = 0, y así sucesivamente.

35 Con el tipo de CSI determinado, el equipo UE puede realizar un control para determinar si el CSI requiere conocimiento del CSI anteriormente comunicado, que puede estar, o no, asociado con un diferente tipo de CSI (bloque 520). Si el CSI no requiere el conocimiento del CSI anteriormente comunicado asociado con un tipo diferente de CSI, el equipo UE puede determinar el CSI a partir de las mediciones del canal (bloque 525).

40 Sin embargo, si el CSI requiere el conocimiento del CSI anteriormente informado, el equipo UE puede obtener el CSI anteriormente informado con dependencia del tipo de CSI (bloque 530). A modo de ejemplos ilustrativos, CSI que requiere el conocimiento de CSI anteriormente informado asociado con un diferente tipo de CSI incluye el informe RI con PTI = 1, segundo informe PMI con PTI = 1 o W2 de banda ancha, segundo informe PMI o W2 de sub-banda con PTI = 1, y así sucesivamente.

45 El equipo UE puede determinar el CSI condicionado sobre el CSI anteriormente informado y potencialmente el tipo de CSI (bloque 535). A modo de ejemplos ilustrativos, el equipo UE puede determinar el informe RI con PTI = 1 condicionado sobre el primer informe PMI o W1 de banda ancha más recientemente (o último) informado y el informe RI con PTI = 0 más recientemente comunicado (o último comunicado) (según se ilustra en el bloque 605 en la Figura 6a); el segundo informe PMI o W2 de banda ancha condicionado sobre el informe RI con PTI = 1 más recientemente comunicado (o último comunicado) y el primer informe PMI o W1 de banda ancha más recientemente comunicado (o último comunicado) (según se ilustra en el bloque 610 en la Figura 6b); el segundo informe PMI o W2 de sub-banda condicionado sobre el informe RI con PTI = 1 más recientemente comunicado (o último comunicado) y el primer informe PMI o W1 de banda ancha más recientemente comunicado (o último comunicado) (según se ilustra en el bloque 615 en la Figura 6c); y así sucesivamente.

En conformidad con una forma de realización a modo de ejemplo, dependiendo del CSI, el CSI anteriormente comunicado que el equipo UE utiliza para condicionar su determinación del CSI está asociado con una secuencia de

informes de CSI diferente de una secuencia de informes de CSI que está asociada con el CSI que está determinando. A modo de ejemplo ilustrativo, el equipo UE puede determinar el informe RI con PTI = 1 que pertenece a la segunda secuencia de informes CSI condicionado sobre el primer informe PMI o W1 de banda ancha más recientemente comunicado (o último comunicado) y el informe RI con PTI = 0 más recientemente comunicado (o último comunicado) asociado con la primera secuencia de informes de CSI.

El equipo UE puede informar del CSI al nodo eNB (bloque 540). Como alternativa, el equipo UE puede informar el tipo de CSI o el CSI y el tipo de CSI, a la vez, al nodo eNB.

La Figura 7 da a conocer una ilustración de un dispositivo de comunicación 700. El dispositivo de comunicación 700 puede ser una puesta en práctica de un equipo UE, MS, etc. El dispositivo de comunicación 700 puede utilizarse para poner en práctica varias de las formas de realización aquí dadas a conocer. Según se ilustra en la Figura 7, un transmisor 705 está configurado para transmitir información y un receptor 710 está configurado para recibir información. El transmisor 705 y el receptor 710 pueden tener una interfaz inalámbrica, una interfaz de línea cableada o una de sus combinaciones. En la práctica, el transmisor 705 y el receptor 710 podrían ponerse en práctica en una unidad de hardware única.

Una unidad de estimación de canal 720 está configurada para medir un canal entre el dispositivo de comunicación 700 y un nodo eNB (o una estación base BS o cualquier otra forma de controlador de comunicaciones). La unidad de estimación de canal 720 hace uso de señales, tales como señales piloto, señales de referencia, preámbulos, etc., transmitidos por el nodo eNB para medir el canal. Una unidad de acceso de memoria 722 está configurada para recuperar información de canal anteriormente comunicada desde una memoria 740 con el fin de determinar algunos tipos de información de canal para comunicación al nodo eNB. La información de canal anteriormente comunicada puede organizarse en una memoria de información de canal comunicada 742, a modo de ejemplo.

Una unidad de procesamiento de información de canal 724 está configurada para determinar CSI para comunicación al nodo eNB. Dependiendo del tipo de CSI que se informa, la unidad de procesamiento de información de canal 724 puede hacer uso de mediciones de canales, información de canal anteriormente comunicada, tipo de CSI o una de sus combinaciones para determinar CSI. Una unidad generadora de información de retorno 726 está configurada para generar información de retorno desde CSI. A modo de ejemplo, la unidad generadora de información de retorno 626 puede generar una secuencia de bits codificados y una secuencia de símbolos de modulación procedentes de CSI.

Una unidad de libro de códigos 730 está configurada para mantener un libro de códigos para cumplir consideraciones operativas. Una memoria 740 está configurada para memorizar información de canal comunicada, mediciones de canales, etc.

Los elementos del dispositivo de comunicación 700 pueden ponerse en práctica como bloques lógicos de hardware específico. Como una alternativa, los elementos del dispositivo de comunicación 700 pueden ponerse en práctica como un programa informático que se ejecuta en un procesador, microprocesador, procesador de señal digital, controlador, circuito integrado específico de las aplicaciones, etc. En otra alternativa, los elementos del dispositivo de comunicación 700 pueden ponerse en práctica como una combinación de software y/o hardware.

A modo de ejemplo, el transmisor 705 y el receptor 710 pueden ponerse en práctica como un bloque de hardware específico, mientras que la unidad de estimación de canal 720, la unidad de acceso de memoria 722, la unidad de procesamiento de información de canal 724, la unidad generadora de información de retorno 726 y la unidad de libro de códigos 730 pueden ser módulos informáticos que se ejecutan en un procesador 715, tal como un microprocesador, un procesador de señal digital, un circuito personalizado o un conjunto matricial lógico compilado personalizado de una matriz lógica programable in situ.

Aunque la presente invención y sus ventajas han sido descritas en detalle, debe entenderse que diversos cambios, sustituciones y alteraciones pueden realizarse sin desviarse por ello del alcance de la invención según se define por las reivindicaciones adjuntas.

Además, el alcance de la presente invención no está previsto que sea limitado a las formas de realización particulares del proceso, máquina, fabricación, composición de materia, medios, métodos y etapas descritas en la memoria descriptiva. Un experto en esta técnica apreciará fácilmente que a partir de la idea inventiva de la presente invención, se pueden deducir procesos, máquinas, fabricación, composiciones de materia, medios, métodos o etapas, que realizan prácticamente la misma función o consiguen prácticamente el mismo resultado que las formas de realización correspondientes aquí descritas y que pueden utilizarse de conformidad con la presente invención.

En consecuencia, las reivindicaciones adjuntas están previstas para incluir, dentro de su alcance, dichos procesos, máquinas, fabricación, composición de materias, métodos o etapas.

REIVINDICACIONES

5 **1.** Un método para presentar información de canal aplicada en un entorno-marco de retroacción basada en un doble libro de códigos o un doble índice, cuando una indicación de tipo de precodificador, PTI, se establece a 1, con dicho método comprendiendo:

10 determinar, por un equipo de usuario, un segundo informe de indicador de matriz de precodificación, PMI, condicionado sobre un informe de indicación de rango, RI, transmitido en último lugar y un primer informe PMI transmitido en último lugar, en donde el segundo PMI comprende un segundo PMI de banda ancha o PMI de sub-

15 banda; y comunicar, por el equipo de usuario, del segundo informe PMI al controlador de comunicaciones;

en donde un precodificador o una matriz de precodificación W para una sub-banda es un producto matricial de dos matrices W1 y W2, y el primer PMI es un índice para W1, el segundo PMI es un índice para W2;

en donde la determinación de W2 o del segundo PMI se expresa como

$$i_2^* = \arg \max_{i_2} f_{WB} \left(\mathbf{W}_{i_1, i_2}^{(r_1^*)} \right),$$

20 en donde r_1^* y i_1^* son el informe de RI más recientemente transmitido con PTI = 1 y la primera presentación del informe PMI o del informe W1, respectivamente;

en donde,

$$f_{WB} \left(\mathbf{W}_{i_1, i_2}^{(r_1^*)} \right) = \sum_{s \in S} C_s \left(\mathbf{W}_{i_1, i_2}^{(r_1^*)} \right),$$

25 en donde S representa el conjunto de sub-bandas y cubre la totalidad del ancho de banda del sistema, s representa

30 una sub-banda que pertenece a S y $C_s \left(\mathbf{W}_{i_1, i_2}^{(r_1^*)} \right)$ presenta el rendimiento total, la capacidad u otras métricas cuando la transmisión utiliza una matriz de precodificación $\mathbf{W}_{i_1, i_2}^{(r_1^*)}$ sobre la sub-banda s.

35 **2.** Un equipo de usuario que comprende medios configurados para poner en práctica un método según la reivindicación 1.

3. Un sistema de comunicaciones que comprende:

un equipo de usuario según la reivindicación 2; y

40 un controlador de comunicaciones configurado para controlar el equipo de usuario.

100 ↗

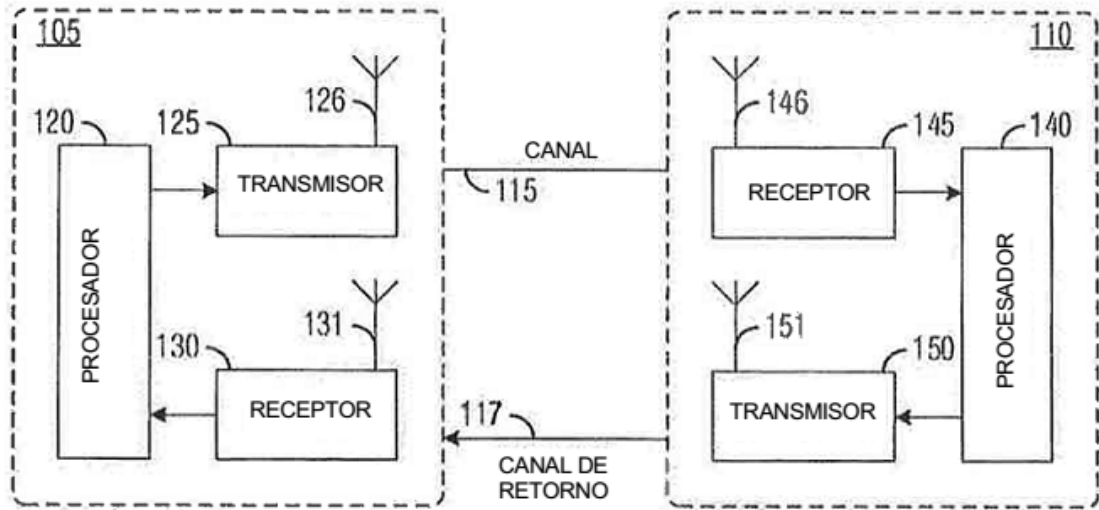


Fig. 1a

150 ↗

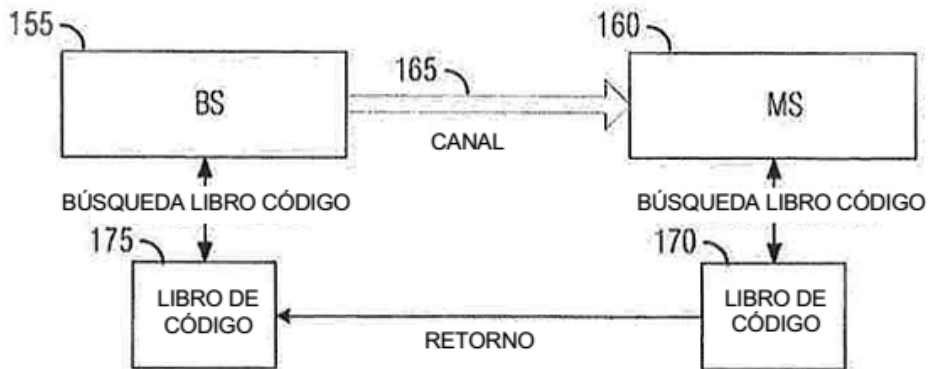


Fig. 1b

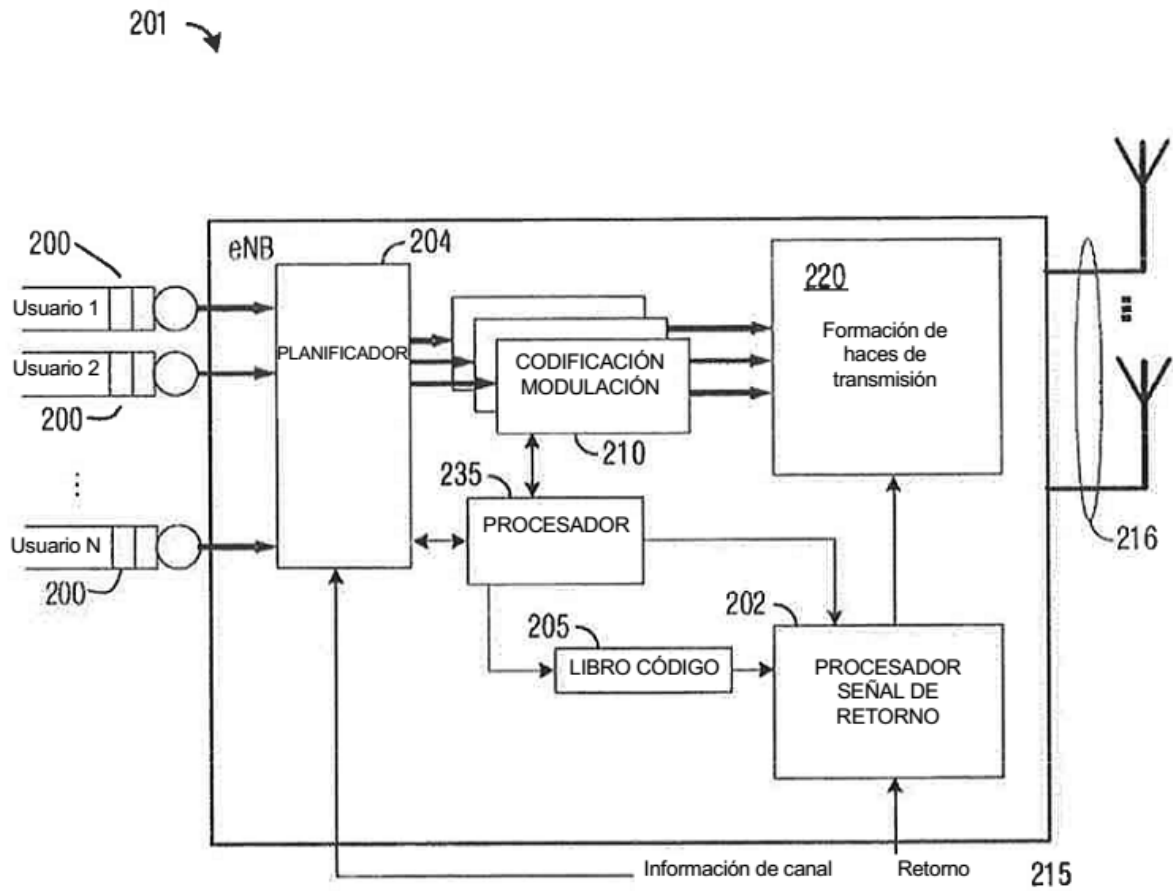


Fig. 2a

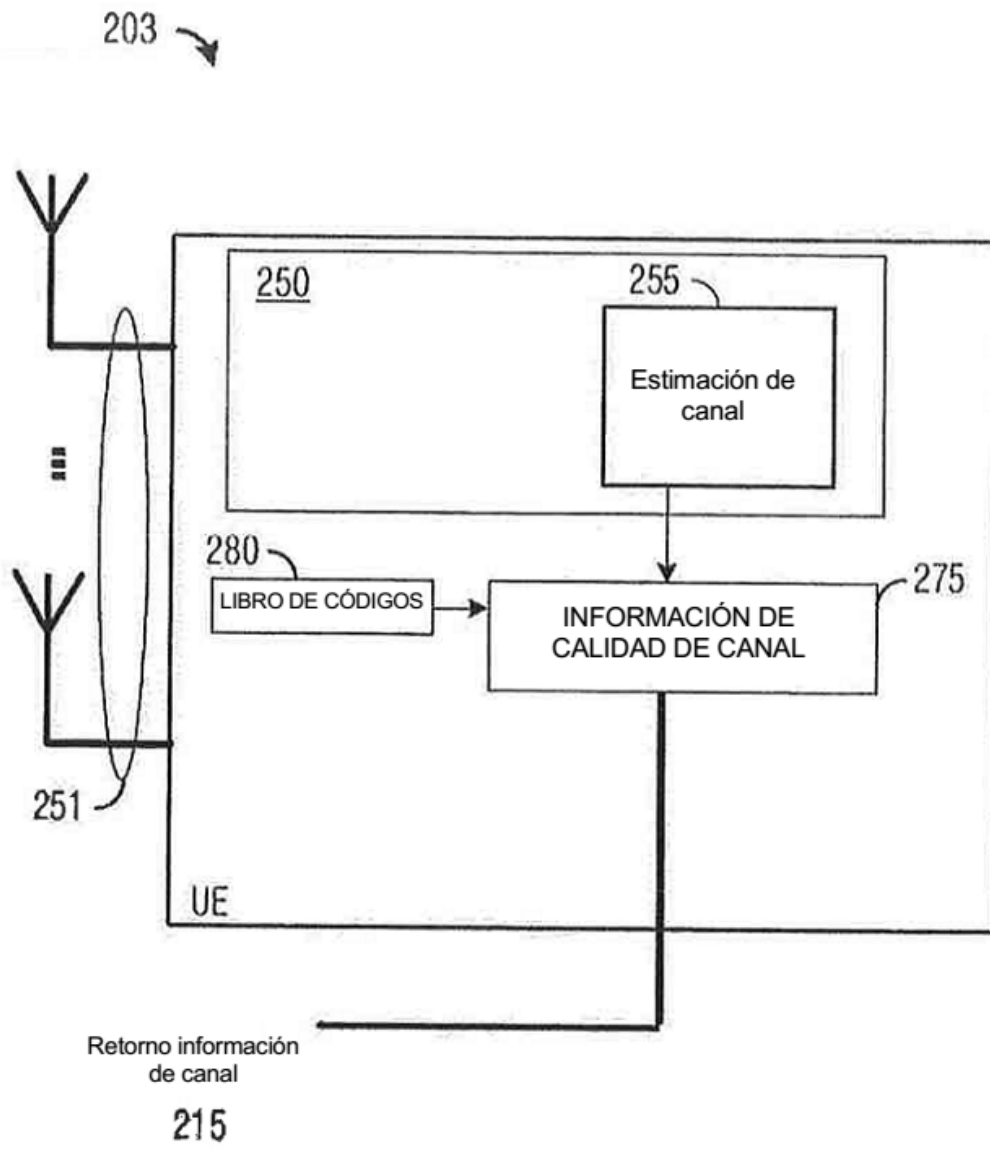


Fig. 2b

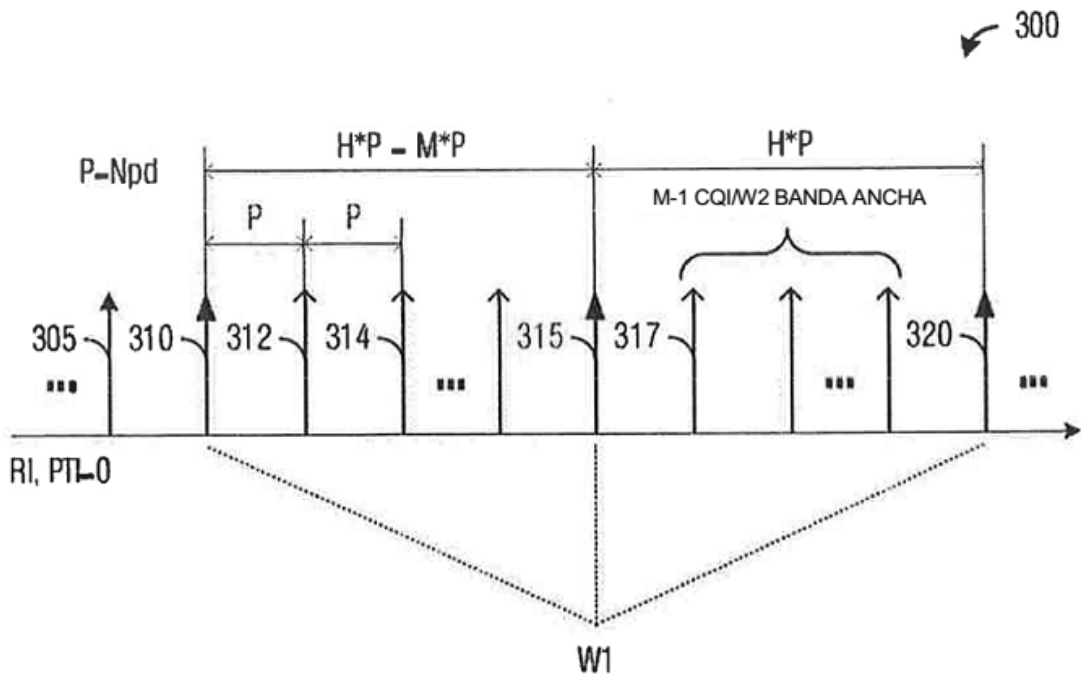


Fig. 3a

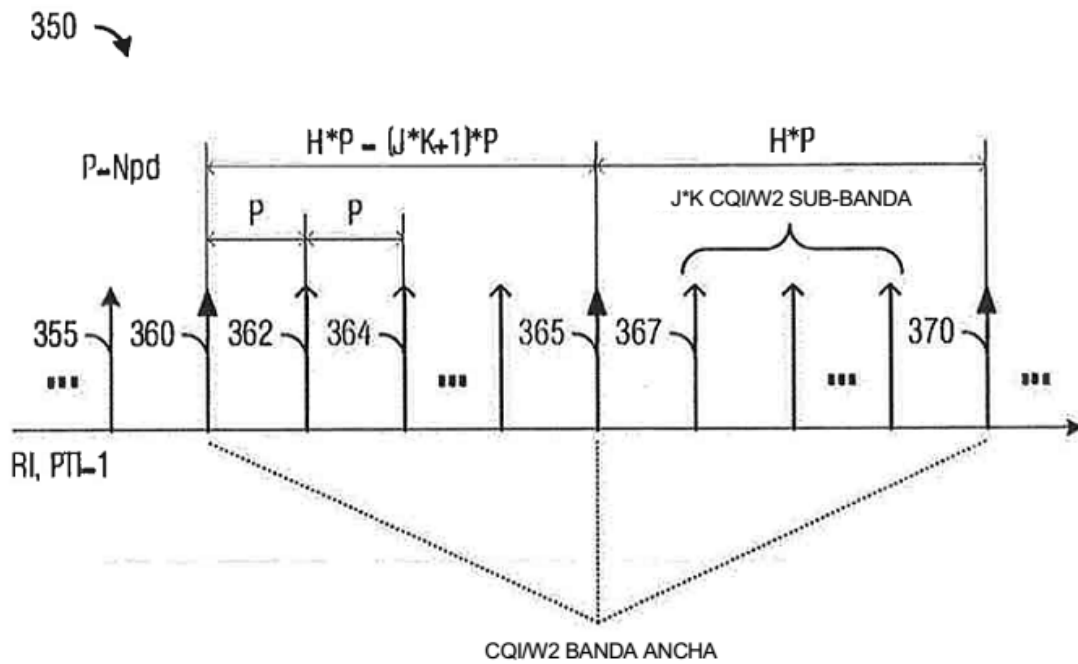


Fig. 3b

400 ↙

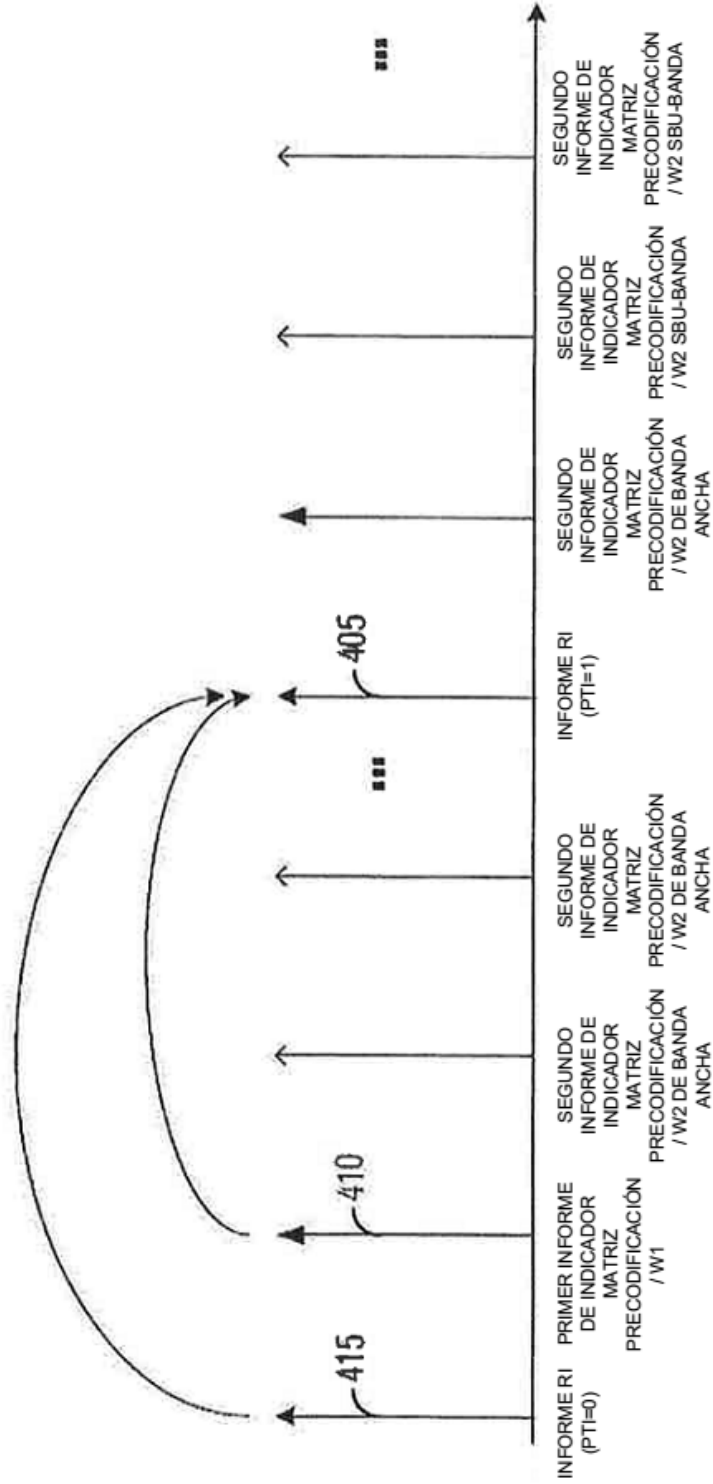


Fig. 4a

430 ↙

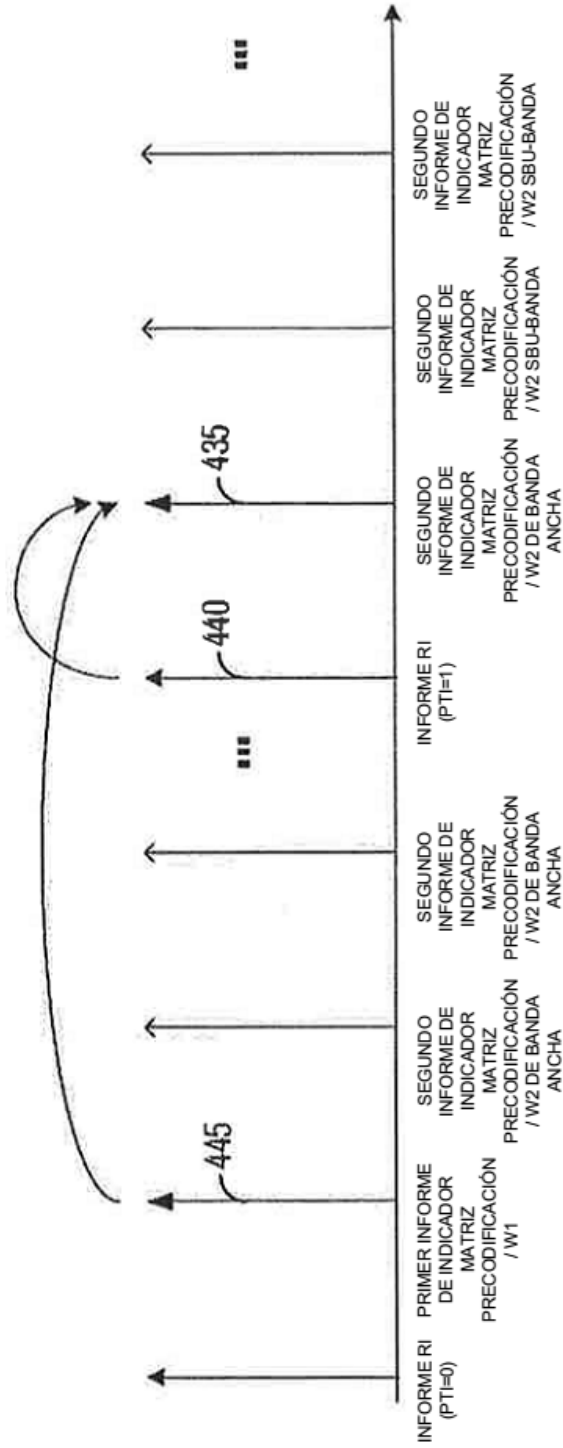


Fig. 4b

460 ↗

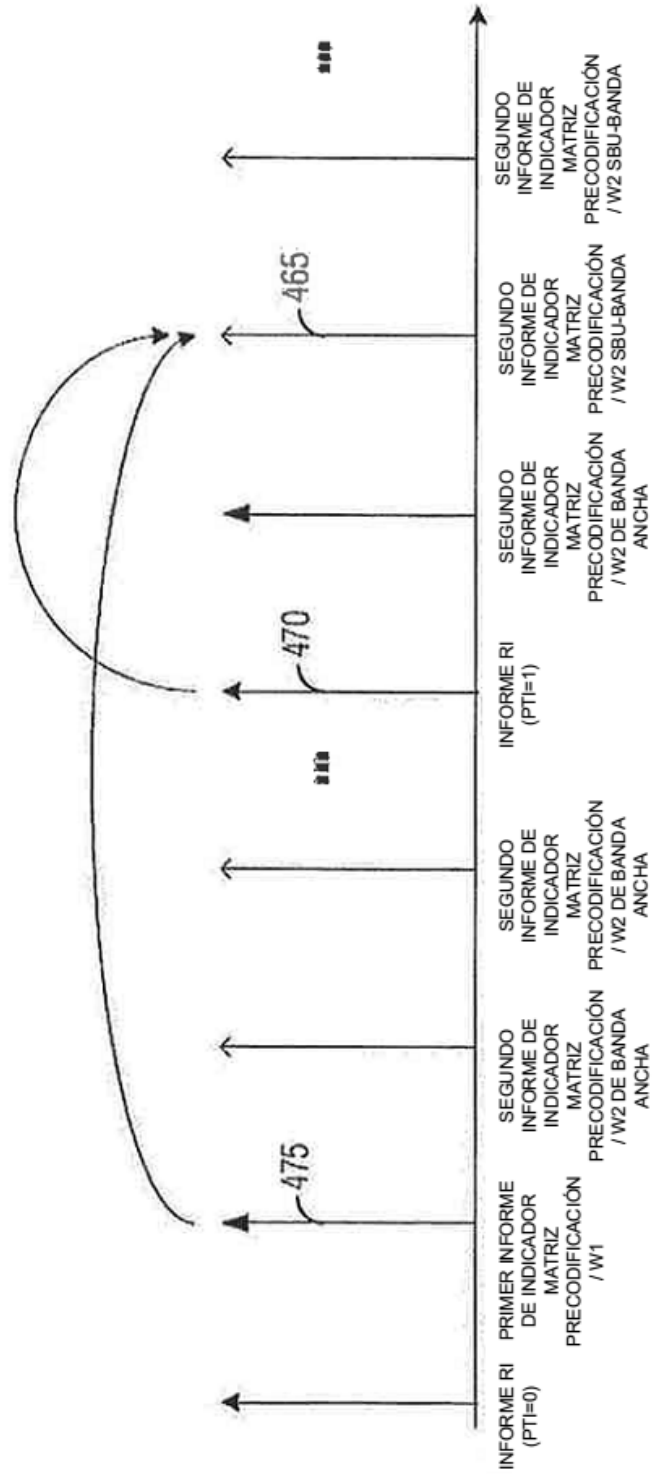


Fig. 4c

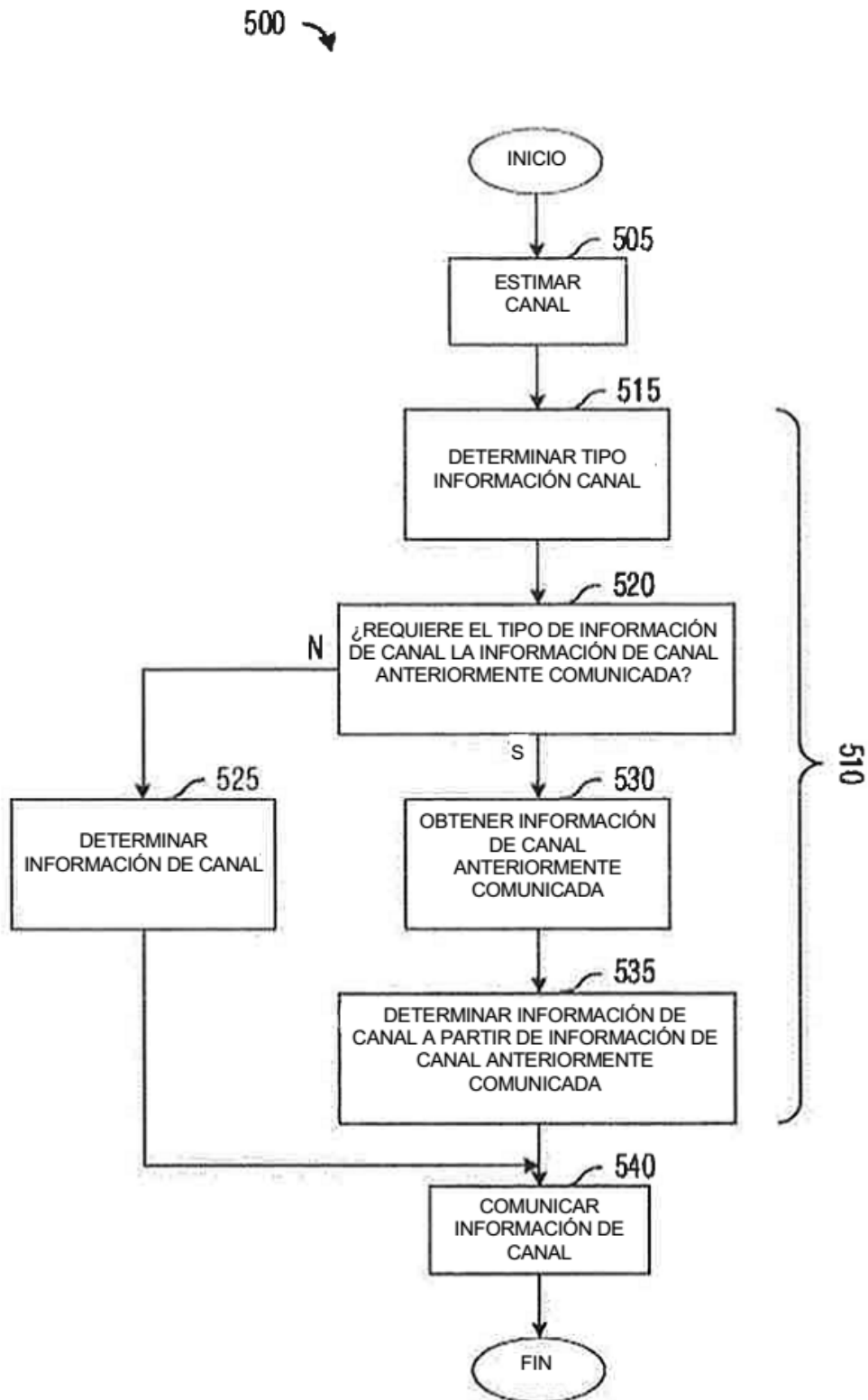


Fig. 5

605

GENERAR INFORME RI BASADO EN UN PRIMER INDICADOR DE MATRIZ DE PRECODIFICACIÓN/W1 Y UN RI INFORMADO CUANDO PTI=0

Fig. 6a

610

GENERAR SEGUNDO INFORME DE INDICADOR DE MATRIZ DE PRECODIFICACIÓN/W2 PARA ANCHO DE BANDA DEL SISTEMA BASADO EN UN INFORME RI Y UN PRIMER INDICADOR DE MATRIZ DE PRECODIFICACIÓN/W1 COMUNICADO

Fig. 6b

615

GENERAR SEGUNDO INFORME DE INDICADOR DE MATRIZ DE PRECODIFICACIÓN/W2 PARA SUB-BANDA BASADO EN UN INFORME RI Y UN PRIMER INDICADOR DE MATRIZ DE PRECODIFICACIÓN/W1 COMUNICADO

Fig. 6c

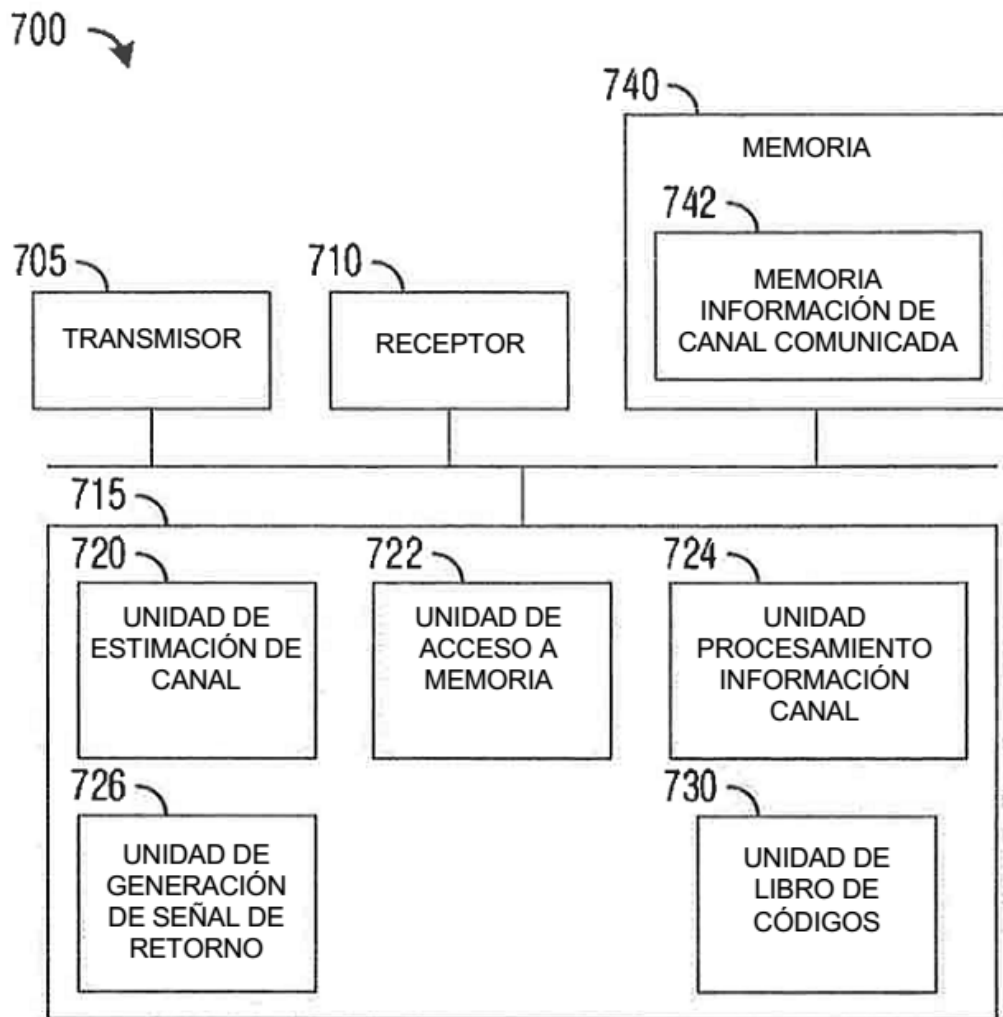


Fig. 7