

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 782 100**

51 Int. Cl.:

**H04B 7/04** (2007.01)

**H04L 5/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.06.2013 E 18199311 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2020 EP 3444961**

54 Título: **Procedimiento de transmisión/recepción de información de estado del canal y aparato para su uso en un sistema de comunicaciones inalámbrico**

30 Prioridad:

**11.06.2012 US 201261658033 P**

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

**10.09.2020**

73 Titular/es:

**SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. (100.0%)  
129, Samsung-ro, Yeongtong-gu  
Suwon-si, Gyeonggi-do 16677 , KR**

72 Inventor/es:

**KIM, YOUN SUN;  
LEE, JU HO;  
LEE, HYO JIN;  
CHO, JOON YOUNG y  
JI, HYOUNG JU**

74 Agente/Representante:

**GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo**

**ES 2 782 100 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

Procedimiento de transmisión/recepción de información de estado del canal y aparato para su uso en un sistema de comunicaciones inalámbrico

### Campo técnico

- 5 La invención se define mediante las reivindicaciones adjuntas. Las realizaciones que no entran completamente dentro del ámbito de las reivindicaciones deben interpretarse como ejemplos útiles para comprender la invención.

### Antecedentes de la técnica

- 10 Una señal de referencia (RS) es una señal utilizada para medir el estado (o la calidad) del canal entre la estación base y los usuarios al notar la intensidad o distorsión de la señal, la intensidad de interferencia y el ruido Gaussiano para ayudar a demodular y decodificar el símbolo de datos en el receptor. Otro uso de la señal de referencia es medir el estado del canal de radio. El receptor mide la intensidad de la señal recibida de la señal de referencia transmitida al nivel de potencia de transmisión negociado en el canal de radio. El estado del canal de radio determinado de esta forma se utiliza para que el receptor determine la velocidad de datos que se solicitará al transmisor.

- 15 Los estándares del sistema de comunicaciones móviles inalámbrico de próxima generación, como el Proyecto de asociación de 3ª generación (3GPP), la evolución avanzada a largo plazo (LTE-A) y el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) 802.16m adoptan una técnica de acceso múltiple basada en múltiples operadores, como Multiplexación por división de frecuencia ortogonal/Acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDM/OFDMA). En el caso del sistema de comunicaciones móviles inalámbrico que adopta acceso múltiple basándose en múltiples operadores, el rendimiento de estimación y medición del canal varía según las posiciones y el número de símbolos y suboperadores en los dominios de tiempo y frecuencia. Asimismo, el rendimiento de medición y estimación del canal están influenciados por el nivel de potencia asignado para la señal de referencia. Por consiguiente, a medida que la cantidad de recursos (es decir, tiempo, frecuencia y potencia de transmisión) asignada para la señal de referencia aumenta, se mejora el rendimiento de medición y estimación del canal, dando como resultado una mejora del rendimiento de demodulación y decodificación del símbolo de datos recibidos y la precisión de la medición del estado del canal.

- 25 El documento 3GPP RI-112420 de ALCATEL-LUCENT SHANGHAI BELL ETAL titulado "Consideraciones sobre mejoras de retroalimentación CSI para configuraciones de antena de alta prioridad", describe la transmisión de múltiple retroalimentación CSI-RS y PMI relacionadas con filas y columnas de elementos de antena.

- 30 En el sistema de comunicaciones móviles convencional que opera con un recurso de radio limitado (es decir, tiempo, frecuencia y potencia de transmisión), sin embargo, si se asigna una gran cantidad de recursos de radio para la transmisión de la señal de referencia, la cantidad de recursos de radio para la transmisión de datos disminuye. Por esta razón, la asignación de recursos de radio para la transmisión de la señal de referencia debe determinarse teniendo en consideración el rendimiento del sistema. Más particularmente, en un sistema de entrada múltiple, salida múltiple (MIMO) para la transmisión de múltiples antenas, la asignación de recursos para la señal de referencia y la medición de la señal de recursos son factores técnicos muy importantes.

- 35 Por lo tanto, existe la necesidad de un procedimiento y un aparato para transmitir información de estado del canal de forma eficaz.

- 40 La información anterior se presenta como información de antecedentes solo para ayudar con la comprensión de la presente divulgación. No se ha realizado ninguna determinación y no se realiza ninguna afirmación, sobre si cualquiera de lo anterior podría ser aplicable como técnica anterior con relación a la presente invención.

### Divulgación de la invención

#### Problema técnico

- 45 La presente invención se ha realizado para abordar al menos los problemas y/o desventajas anteriores y para proporcionar al menos las anteriores ventajas descritas a continuación. Por consiguiente, Un aspecto de la presente invención proporciona un procedimiento y un aparato para un algoritmo de retroalimentación mejorado que es adecuado para su uso en un sistema de entrada múltiple, salida múltiple (MIMO).

#### Solución al problema

- 50 Los aspectos de la presente invención tienen por objeto abordar al menos los problemas y/o desventajas anteriormente mencionados y proporcionar al menos las ventajas descritas posteriormente. La invención se define mediante las reivindicaciones adjuntas. Las realizaciones que no entran completamente dentro del ámbito de las reivindicaciones deben interpretarse como ejemplos útiles para comprender la invención.

Otros aspectos, ventajas y características destacadas en la invención se harán evidentes para los expertos en la materia a partir de la siguiente descripción detallada, que, tomada en conjunto con los dibujos adjuntos, desvela

realizaciones ejemplares de la invención.

### **Efectos ventajosos de la invención**

Las ventajas y características destacadas en la invención se harán evidentes para los expertos en la materia a partir de la siguiente descripción detallada, que, tomada en conjunto con los dibujos adjuntos, desvela realizaciones ejemplares de la invención.

### **Breve descripción de los dibujos**

Los anteriores y otros aspectos, características y ventajas de ciertas realizaciones de ejemplo de la presente invención se harán más evidentes a partir de la siguiente descripción tomada en conjunto con los dibujos adjuntos, en los que:

la Figura 1 es un diagrama que ilustra un sistema de Entrada Múltiple, Salida Múltiple de Dimensiones Completas (FD-MIMO) de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención;

la Figura 2 es una cuadrícula de frecuencia-tiempo que ilustra un único bloque de recursos de una subtrama de enlace descendente como la unidad de planificación más pequeña en un sistema de Evolución a Largo Plazo (LTE/LTE-Avanzado (LTE-A)) de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención;

la Figura 3 es un diagrama que ilustra un mecanismo de una transmisión de la Señal de Referencia de la Información de Estado del Canal (CSI-RS) en un sistema FD-MIMO de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención;

la Figura 4 es un diagrama que ilustra un procedimiento para estimar canales basándose en una CSI-RS Horizontal(H-CSI-RS) y una CSI-RS Vertical (V-CSI-RS) y generar información de estado del canal de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención;

la Figura 5 es un diagrama de tiempos que ilustra un procedimiento 1 de retroalimentación de información de estado de canal de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención;

la Figura 6 es un diagrama de tiempos que ilustra un procedimiento 2 de retroalimentación de información de estado de canal de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención;

la Figura 7 es un diagrama de tiempos que ilustra un procedimiento 3 de retroalimentación de información de estado de canal de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención;

la Figura 8 es un diagrama de tiempos que ilustra un procedimiento 4 de retroalimentación de información de estado de canal de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención;

la Figura 9 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un Nodo B evolucionado (eNB) de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención;

la Figura 10 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un Equipo de Usuario (UE) de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención;

la Figura 11 ilustra un diagrama de flujo de un procedimiento de eNB de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención; y

la Figura 12 ilustra un diagrama de flujo de un procedimiento de UE de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención.

A través de los dibujos, debe tenerse en cuenta que los números de referencia similares se utilizan para representar los mismos elementos o elementos similares, características y estructuras.

### **Modo para la invención**

Si bien la siguiente descripción se refiere a un sistema de comunicaciones por radio basándose en la Multiplexación Por División De Frecuencia Ortogonal (OFDM), particularmente el Proyecto de Asociación de 3ra Generación (3GPP) y un Acceso de Radio Terrestre Universal Evolucionado (EUTRA), Los expertos en la materia entenderán que se pueden aplicar realizaciones ejemplares de la presente invención incluso a otros sistemas de comunicaciones que tienen antecedentes técnicos y formato de canal similares, con una ligera modificación.

Las realizaciones ejemplares de la presente invención se refieren a un procedimiento para transmitir la información de estado del canal de la estación base al terminal para su uso en la medición de la calidad del canal en el sistema de comunicaciones móviles por radio que adopta un esquema de acceso múltiple de múltiples operadores, como el Acceso Múltiple Por División De Frecuencia Ortogonal (OFDMA).

El sistema de comunicaciones móviles ha evolucionado hacia a un sistema de combinaciones inalámbrico de datos por paquetes de alta velocidad, alta calidad para proporcionar servicios de datos y multimedia más allá de los primeros servicios orientados a la voz. Para cumplir con los requisitos de dichos servicios, las organizaciones estándar, como 3GPP, 3GPP2, y el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), están en medio de la estandarización del sistema de comunicaciones móviles de próxima generación de acceso múltiple basándose en múltiples operadores. Recientemente, varios estándares de comunicaciones móviles, como la Evolución A Largo Plazo (LTE) de 3GPP, Banda Ancha Ultra-Móvil (UMB) de 3GPP2 y 802.16m de IEEE, han sido desarrollados para soportar servicios de comunicación inalámbricos de datos por paquetes de alta velocidad, alta calidad.

Los sistemas de comunicaciones móviles evolucionados 3G de la técnica relacionada, tal como LTE, UMB y 802.16m, se diseñan basándose en el esquema de acceso múltiple multioperador. Además, los sistemas de comunicaciones

móviles evolucionados de 3G adoptan diversas tecnologías, incluidas múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO), formación de haz, Modulación y Codificación Adaptativa (AMC), programación sensible al canal, etc. Dichas tecnologías son capaces de concentrar una potencia de transmisión a ciertas antenas o ajustar la cantidad de datos de transmisión para aumentar la cantidad de transmisión de datos para una buena condición del canal, lo que da como resultado una mejora del rendimiento del sistema. Puesto que la mayoría de estas técnicas operan basándose en la información de estado del canal entre una estación base (BS) o un nodo B evolucionado (eNB) y un terminal (es decir, un equipo de usuario (UE) o una estación móvil (MS)), la estación base o el terminal tiene que medir el estado del canal y, en este momento, la señal de referencia de la información de estado del canal (CSI-RS) se utiliza para la medición del estado del canal. La estación base mencionada anteriormente indica un dispositivo para transmitir en enlace descendente y recibir en enlace ascendente, y una estación base gestiona múltiples células para la transmisión/recepción. El sistema de comunicaciones móviles incluye una pluralidad de estaciones base distribuidas geoméricamente, y cada estación base realiza la transmisión/recepción en una pluralidad de células.

Los sistemas de comunicaciones móviles 3G y 4G de la técnica relacionada, como un sistema LTE/LTE-Avanzado (LTE-A), adoptan la tecnología MIMO para mejorar la velocidad de datos y el rendimiento del sistema. La técnica MIMO incluye la transmisión de una pluralidad de flujos de información separados espacialmente utilizando múltiples antenas de transmisión/recepción. Esta técnica de transmisión de flujos de información múltiple separados espacialmente se denomina multiplexación espacial. Normalmente, el número de flujos de información para la multiplexación espacial se determina en función del número de antenas de transmisión y recepción. Normalmente, el número de flujos de información que pueden multiplexarse espacialmente se denomina rango de la transmisión correspondiente. En la técnica MIMO compatible con la versión 11 de LTE/LTE-A, la multiplexación espacial es de hasta 8 antenas de transmisión/recepción, y esto significa que el rango de transmisión es compatible con hasta 8.

El sistema MIMO masivo o MIMO de dimensiones completas (FD-MIMO) que adopta la tecnología propuesta en las realizaciones ejemplares de la presente invención admite 32 o más antenas de transmisión en comparación con la técnica MIMO LTE/LTE-A heredada que admite hasta 8 antenas de transmisión. Sin embargo, las realizaciones ejemplares de la presente invención no se limitan a esto.

La Figura 1 es un diagrama que ilustra un sistema FD-MIMO de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención. El sistema FD-MIMO es un sistema de comunicaciones por radio para transmitir datos utilizando unas pocas docenas o más antenas de transmisión.

Con referencia a la Figura 1, un transmisor 100 de la estación base transmite señales 120 y 130 de radio a través de unas pocas docenas o más antenas de transmisión. Las antenas 110 de transmisión se disponen a una distancia mínima entre sí. La distancia mínima puede ser la mitad de la longitud de onda ( $\lambda/2$ ). Normalmente, en el caso de que las antenas de transmisión estén dispuestas a la distancia de la mitad de la longitud de onda de la señal de radio, las señales transmitidas por las antenas de transmisión respectivas se ven influenciadas por un canal de radio con baja correlación. Suponiendo una banda de señal de radio de 2 GHz, esta distancia es de 7,5 cm y se acorta a medida que la banda se vuelve mayor que 2GHz.

En la Figura 1, unas pocas docenas o más antenas 110 de transmisión dispuestas en la estación base se utilizan para transmitir señales 120 y 130 a uno o más terminales. Para transmitir señales a una pluralidad de terminales simultáneamente, se aplica una precodificación adecuada. En este momento, un terminal puede recibir una pluralidad de flujos de información. Normalmente, se determina una cantidad de flujos de información que puede recibir un terminal dependiendo del número de antenas de recepción del terminal, un estado del canal y una capacidad de recepción del terminal.

Para implementar el sistema FD-MIMO de forma eficaz, el terminal tiene que medir la condición del canal y el tamaño de la interferencia con precisión y transmitir la información de estado del canal a la estación base de forma eficaz. Si se recibe la información de estado del canal, la estación base determina los terminales para la transmisión de enlace descendente, velocidad de datos de enlace descendente y precodificación que se va a aplicar. En el caso del sistema FD-MIMO que utiliza una gran cantidad de antenas de transmisión, si el procedimiento de transmisión de la información de estado del canal del sistema LTE/LTE-A heredado se aplica sin modificaciones, la cantidad de información de control a transmitir en el enlace ascendente aumenta significativamente, lo que da como resultado una sobrecarga del enlace ascendente.

Para transmitir información del transmisor al receptor en el sistema de comunicaciones móviles, se utiliza un recurso, como el tiempo, frecuencia y potencia de transmisión. La frecuencia y la potencia son recursos limitados. Por consiguiente, si el recurso asignado para una señal de referencia aumenta, la cantidad de recursos que se asignará para la transmisión del canal de tráfico de datos disminuye, lo que da como resultado la reducción de la cantidad de transmisión de datos. En este caso, aunque el rendimiento de medición y estimación del canal se mejoren, la cantidad de transmisión de datos disminuye, lo que da como resultado la reducción de todo el rendimiento del sistema. De este modo, es necesario ajustar la cantidad de asignación de recursos para una señal de referencia y una transmisión de canal de tráfico de forma apropiada.

La Figura 2 es una cuadrícula de frecuencia-tiempo que ilustra un único bloque de recursos de una subtrama de enlace descendente como la unidad de planificación más pequeña en un sistema LTE/LTE-A de acuerdo con una realización

ejemplar de la presente invención. En el sistema de LTE, una subtrama consiste en una pluralidad de bloques de recursos.

Con referencia a la Figura 2, se ilustra uno de una pluralidad de bloques de recursos incluidos en una subtrama. El recurso de radio es de una subtrama en el dominio del tiempo y un RB en el dominio de la frecuencia. El recurso de radio consiste en 12 suboperadores en el dominio de frecuencia y 14 símbolos OFDM en el dominio de tiempo, es decir, 168 posiciones únicas de frecuencia-tiempo. En el sistema LTE/LTE-A, cada posición frecuencia-tiempo se conoce como un Elemento de Recurso (RE).

El recurso de radio estructurado como se muestra en la Figura 2 puede usarse para transmitir una pluralidad de diferentes tipos de señales como sigue.

1. Una señal de referencia específica de célula (CRS): una señal de referencia transmitida a todos los UE dentro de una célula.
2. Una señal de referencia de demodulación (DMRS): una señal de referencia transmitida a un UE específico.
3. Un canal compartido de enlace descendente físico (PDSCH): un canal de datos transmitido en enlace descendente que el eNB usa para transmitir datos al UE y mapeado a los RE no utilizados para la transmisión de la señal de referencia en la región de datos de la Figura 2.
4. Una señal de referencia de la información de estado del canal (CSI-RS): una señal de referencia transmitida a los UE dentro de una célula y utilizada para la medición del estado del canal. Se pueden transmitir múltiples CSI-RS dentro de una célula.
5. Otros canales de control (es decir, un canal indicador (PHICH) de solicitud de repetición automática híbrida física (HARQ), un canal indicador de formato de control físico (PCFICH), un canal de control físico (PDCCH) y similares): canales para proporcionar un canal de control utilizado para que el UE reciba PDCCH y transmita un acuse de recibo/no acuse de recibo (ACK/NACK) de una operación HARQ para la transmisión de datos de enlace ascendente.

Además de las señales anteriores, la CSI-RS de potencia cero se puede configurar para que los UE dentro de las células correspondientes reciban las CSI-RS transmitidas por diferentes eNB en el sistema LTE-A. La CSI-RS de potencia cero (silenciamiento) se pueden mapear a las posiciones designadas para CSI-RS, y el UE recibe la señal de tráfico omitiendo el recurso de radio correspondiente en general. En el sistema de LTE-A, la CSI-RS de potencia cero se conoce como silenciamiento. La CSI-RS de potencia cero (silenciamiento) por naturaleza se mapea a la posición CSI-RS sin asignación de potencia de transmisión.

En la Figura 2, la CSI-RS se puede transmitir en algunas de las posiciones marcadas por A, B, C, D, E, F, G, H, I y J de acuerdo con el número de antenas que transmiten CSI-RS. Además, la CSI-RS de potencia cero (silenciamiento) puede mapearse a algunas de las posiciones A, B, C, D, E, F, G, H, I y J. La CSI-RS se puede asignar a 2, 4 u 8 RE de acuerdo con el número de puertos de antena para la transmisión.

Para dos puertos de antena, la mitad de un patrón específico se usa para la transmisión de CSI-RS, para cuatro puertos de antena, todo el patrón específico se usa para la transmisión de CSI-RS y para ocho puertos de antena, se utilizan dos patrones para la transmisión de CSI-RS. Al mismo tiempo, el silenciamiento se realiza siempre por patrón. Por ejemplo, aunque el silenciamiento se puede aplicar a una pluralidad de patrones, si las posiciones de silenciamiento no coinciden con las posiciones CSI-RS, no se puede aplicar a un patrón parcialmente.

En el caso de transmitir CSI-RS de dos puertos de antena, las CSI-RS se mapean a dos RE consecutivos en el dominio del tiempo y se distinguen entre sí mediante códigos ortogonales. En el caso de transmitir CSI-RS de cuatro puertos de antena, las CSI-RS se mapean de la misma forma que las dos CSI-RS más a dos RE más consecutivos. Esto se aplica al caso de transmitir CSI-RS de ocho puertos de antena.

En un sistema celular, la señal de referencia debe transmitirse para la medición del estado del canal de enlace descendente. En el caso del sistema 3GPP LTE-A, el UE mide el estado del canal con el eNB utilizando la CSI-RS transmitida por el eNB.

El estado del canal se mide teniendo en cuenta algunos factores, incluida la interferencia del enlace descendente. La interferencia del enlace descendente incluye la interferencia causada por las antenas de los eNB vecinos y el ruido térmico que son importantes para determinar la condición del canal de enlace descendente. Por ejemplo, en el caso de que el eNB con una antena de transmisión transmita la señal de referencia al UE con una antena de recepción, el UE tiene que determinar la energía por símbolo que puede recibirse en el enlace descendente y la cantidad de interferencia que puede recibirse durante la duración de recibir el símbolo correspondiente para calcular Es/Io a partir de la señal de referencia recibida. El Es/Io calculado se informa al eNB de modo que el eNB determine la velocidad de datos del enlace descendente para el UE.

En el sistema de LTE-A, el UE retroalimenta la información sobre el estado del canal de enlace descendente para su uso en la programación del enlace descendente del eNB. Por ejemplo, el UE mide la señal de referencia transmitida por el eNB en el enlace descendente y retroalimenta la información estimada de la señal de referencia al eNB en el formato definido en el estándar LTE/LTE-A. En el sistema LTE/LTE-A, la información de retroalimentación del UE incluye los siguientes tres indicadores:

1. Un indicador de rango (RI): una serie de capas espaciales que pueden soportarse por el canal actual experimentado en el UE.
2. Un indicador de matriz de precodificación (PMI): una matriz de precodificación recomendada por el canal actual experimentado en el UE.
3. Un indicador de calidad de canal (CQI): una velocidad de datos máxima posible a la que el UE puede recibir señal en el estado del canal actual. Un CQI puede reemplazarse con la relación de interferencia de señal a ruido (SINR), una tasa de código de corrección de errores máxima y un esquema de modulación, o eficacia de datos por frecuencia que puede usarse de forma similar a la tasa de datos máxima.

El RI, PMI y CQI están asociados entre sí en significado. Por ejemplo, la matriz de precodificación admitida en LTE/LTE-A se configura de forma diferente por rango. Por consiguiente, el valor de PMI 'X' se interpreta de forma diferente para los casos de RI establecido en 1 y RI establecido en 2. Además, al determinar CQI, el UE supone que el eNB aplica el PMI y el RI que ha informado. Por ejemplo, si el UE informa RI\_X, PMI\_Y y CQI\_Z, el UE es capaz de recibir la señal a la velocidad de datos correspondiente a CQI\_Z cuando se aplican el rango RI\_X y la matriz de precodificación PMI\_Y. De este modo, el UE calcula el CQI con el que se logra el rendimiento óptimo en la transmisión real bajo el supuesto de que el eNB seleccionará el modo de transmisión.

En LTE/LTE-A, un procedimiento CSI se define como un medio para configurar la información de estado del canal, tal como CQI, RI y PMI para el UE. El procedimiento CSI incluye una CSI-RS y un recurso de medición de interferencia (IMR). El eNB es capaz de configurar al menos una CSI-RS por UE, y el UE mide la CSI-RS designada en el procedimiento CSI para calcular la intensidad de la señal recibida pasada por el canal y mide el IMR para calcular la intensidad de la interferencia que influye en la señal recibida. El IMR es el recurso de radio configurado por separado para la medición de interferencia del UE, de modo que el UE asume que todas las señales recibidas en el IMR son interferencia. Además, un IMR coincide con uno de A a H al que se puede aplicar el silenciamiento (CSI-RS de potencia cero). Por ejemplo, si el eNB configura el recurso de radio de B como IMR en la Figura 2, el UE realiza la medición de interferencia en el recurso de radio de B en cada RB.

Normalmente, en FD-MIMO usando una pluralidad de antenas de transmisión, el número de CSI-RS tiene que aumentar en proporción al número de antenas de transmisión. En un caso ejemplar de LTE/LTE-A con 8 antenas de transmisión, el eNB tiene que transmitir CSI-RS de 8 puertos al UE para la medición del estado del canal de enlace descendente. En este momento, para transmitir CSI-RS de 8 puertos, se deben asignar 8 RE para la transmisión de CSI-RS en un RB. Por ejemplo, los RE indicados por las letras A y B pueden usarse para la transmisión de CSI-RS del eNB correspondiente. En el caso de aplicar el esquema de transmisión de CSI-RS de LTE/LTE-A a FD-MIMO, el recurso de transmisión de CSI-RS aumenta en proporción al número de antenas de transmisión. Por ejemplo, el eNB que tiene 128 antenas de transmisión tiene que transmitir CSI-RS en 128 RE en un RB. Un esquema de transmisión de CSI-RS de este tipo consume recursos de radio excesivos y por lo tanto causa escasez de recursos para la transmisión de datos.

Las realizaciones de ejemplo de la presente invención se describen con referencia a los dibujos adjuntos. Puede omitirse la descripción detallada de las funciones y estructuras bien conocidas incorporadas en el presente documento para evitar oscurecer la materia objeto de la presente invención. Esto tiene como objetivo omitir descripciones innecesarias para aclarar el tema de la presente invención.

Por la misma razón, algunos de los elementos se exageran, omiten o simplifican en los dibujos y los elementos pueden tener tamaños y/o formas diferentes a los mostrados en los dibujos, en la práctica. Los mismos números de referencia se usan a lo largo de los dibujos para referirse a las mismas partes o a partes similares.

Las ventajas y características de la presente invención y los procedimientos para lograr la misma pueden entenderse más fácilmente haciendo referencia a la siguiente descripción de las realizaciones ejemplares y los dibujos adjuntos. Las realizaciones ejemplares de la presente invención pueden, sin embargo, realizarse de muchas formas diferentes y no deben interpretarse como limitado a las realizaciones ejemplares establecidas en el presente documento. En su lugar, estas realizaciones ejemplares se proporcionan de modo que esta divulgación sea exhaustiva y completa y transmita completamente el concepto de la invención a los expertos en la materia, y las realizaciones ejemplares de la presente invención solo se definirán por las reivindicaciones adjuntas. Los números de referencia similares se refieren a elementos similares en toda la memoria descriptiva.

Se entenderá que cada bloque de las ilustraciones de diagrama de flujo y/o diagramas de bloques, y combinaciones de bloques en las ilustraciones de diagrama de flujo y/o diagramas de bloques, puede ser implementado por instrucciones del programa informático. Estas instrucciones del programa informático pueden proporcionarse a un procesador de un ordenador de propósito general, el ordenador de propósito especial u otro aparato de procesamiento de datos programable para producir una máquina, de tal forma que las instrucciones, que se ejecutan a través del procesador del ordenador u otro aparato de procesamiento de datos programable, crean medios para implementar las funciones/actos especificados en el bloque o bloques del diagrama de flujo y/o diagrama de bloques. Estas instrucciones del programa informático también pueden almacenarse en una memoria legible por ordenador que puede dirigir un ordenador u otro aparato de procesamiento de datos programable para que funcione de una manera particular, de modo que las instrucciones almacenadas en la memoria legible por ordenador producen un artículo de fabricación que incluye medios de instrucción que implementan la función/acción especificada en el diagrama de flujo

y/o el bloque o bloques del diagrama de bloques. Las instrucciones del programa informático pueden cargarse también en un ordenador u otro aparato de procesamiento de datos programable para hacer que una serie de etapas operativas que se realizan sobre el ordenador u otro aparato programable produzcan un procedimiento implementado por ordenador de tal forma que las instrucciones que se ejecutan en el ordenador u otro aparato programable proporcionen etapas para implementar las funciones/acciones especificadas en el bloque o bloques del diagrama de flujo y/o diagrama de bloques.

Asimismo, los diagramas de bloques respectivos pueden ilustrar partes de módulos, segmentos o códigos que incluyen al menos una o más instrucciones ejecutables para realizar funciones lógicas específicas. Más aún, Cabe señalar que las funciones de los bloques pueden realizarse en diferente orden en varias modificaciones. Por ejemplo, dos bloques sucesivos pueden realizarse sustancialmente al mismo tiempo, o pueden realizarse en orden inverso de acuerdo con sus funciones.

El término "módulo" de acuerdo con realizaciones ejemplares de la presente invención, significa, pero sin limitación, un componente de software o hardware, como una Matriz De Puerta Programable En Campo (FPGA) o un Circuito Integrado Específico De Aplicación (ASIC), que realiza ciertas tareas. Un módulo puede configurarse ventajosamente para residir en el medio de almacenamiento direccionable y configurarse para ejecutarse en uno o más procesadores. De este modo, un módulo puede incluir, a modo de ejemplo, componentes, tales como componentes de software, componentes de software orientados a objetos, componentes de clase y componentes de tareas, procedimientos, funciones, atributos, procesos, subrutinas, segmentos de código de programa, unidades de disco, firmware, microcódigo, circuitería, datos, bases de datos, estructuras de datos, tablas, matrices y variables. La funcionalidad prevista en los componentes y módulos puede combinarse en menos componentes y módulos o separarse en componentes y módulos adicionales. Además, los componentes y módulos pueden implementarse de modo que ejecuten una o más Unidades Centrales De Procesamiento (CPU) en un dispositivo o una tarjeta multimedia segura.

Se puede considerar que el eNB tiene una pluralidad de antenas de transmisión para que FD-MIMO transmita CSI-RS en N dimensiones de modo que el UE realice mediciones de canal para la pluralidad de antenas de transmisión sin una asignación excesiva de recursos para la transmisión de CSI-RS. En el caso ejemplar de la Figura 1 en el que las antenas 110 de transmisión del eNB se disponen bidimensionalmente, las CSI-RS pueden transmitirse separadas en 2 dimensiones. En este caso, una CSI-RS se usa como una CSI-RS horizontal para adquirir la información del canal de dirección horizontal, mientras que la otra CSI-RS se usa como una CSI-RS vertical para adquirir información del canal de dirección vertical.

La Figura 3 es un diagrama que ilustra un mecanismo de una transmisión de CSI-RS en un sistema FD-MIMO de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención.

Con referencia a la Figura 3, el eNB que funciona en modo FD-MIMO tiene un total de 32 antenas 300. Aunque el número de antenas puede variar dependiendo de la realización ejemplar, la Figura 3 se refiere al caso ejemplar en el que el número de antenas es 32. En la Figura 3, las 32 antenas 300 están indicadas por A0, ..., A3, B0, ..., B3, C0, ..., C3, D0, ..., D3, E0, ..., E3, F0, ..., F3, G0, ..., G3 y H0, ..., H3. Dos CSI-RS se transmiten a través de las 32 antenas. Los puertos de antena correspondientes a una CSI-RS horizontal (H-CSI-RS) para su uso en la medición del estado del canal horizontal consisten en los siguientes 8 puertos de antena.

1. puerto 0 H-CSI-RS: grupo A0, A1, A2 y A3 de antenas.
2. puerto 1 H-CSI-RS: grupo B0, B1, B2 y B3 de antenas.
3. puerto 2 H-CSI-RS: grupo C0, C1, C2 y C3 de antenas.
4. puerto 3 H-CSI-RS: grupo D0, D1, D2 y D3 de antenas.
5. puerto 4 H-CSI-RS: grupo E0, E1, E2 y E3 de antenas.
6. puerto 5 H-CSI-RS: grupo F0, F1, F2 y F3 de antenas.
7. puerto 6 H-CSI-RS: grupo G0, G1, G2 y G3 de antenas.
8. puerto 7 H-CSI-RS: grupo H0, H1, H2 y H3 de antenas.

La expresión de agrupar una pluralidad de antenas en un puerto CSI-RS es un concepto que incluye la virtualización de la antena. Normalmente, la virtualización de la antena es a través de una combinación lineal de la pluralidad de antenas. Los puertos de antena correspondientes a una CSI-RS Vertical (V-CSI-RS) para su uso en la medición del estado del canal vertical consisten en los siguientes 4 puertos de antena.

1. puerto 0 V-CSI-RS: grupo A0, B0, C0, D0, E0, F0, G0 y H0 de antenas.
2. puerto 1 V-CSI-RS: grupo A1, B1, C1, D1, E1, F1, G1 y H1 de antenas.
3. puerto 2 V-CSI-RS: grupo A2, B2, C2, D2, E2, F2, G2 y H2 de antenas.
4. puerto 3 V-CSI-RS: grupo A3, B3, C3, D3, E3, F3, G3 y H3 de antenas.

Se supone que la pluralidad de antenas se dispone en 2 dimensiones como se ha descrito anteriormente. Las antenas se disponen ortogonalmente formando M filas en la dirección vertical y N columnas en la dirección horizontal. En este caso, el UE es capaz de medir canales FD-MIMO utilizando N puertos H-CSI-RS y M puertos V-CSI-RS. Como se ha mencionado anteriormente, si se usan dos CSI-RS, la información de estado del canal se puede adquirir utilizando M + N puertos CSI-RS para MxN antenas de transmisión. Puesto que la información del canal sobre la gran cantidad de

antenas de transmisión se adquiere utilizando un número relativamente pequeño de puertos CSI-RS, es ventajoso reducir la sobrecarga de CSI-RS. Aunque la descripción se refiere al caso en el que la información del canal en las antenas de transmisión FD-MIMO utiliza dos CSI-RS, este enfoque se puede aplicar a los casos de uso de dos o más CSI-RS.

- 5 En la Figura 3, las RS de las 32 antenas de transmisión se asignan a 8 puertos H-CSI-RS y 4 puertos V-CSI-RS, y el UE mide los canales de radio utilizando las CSI-RS del sistema FD-MIMO. La H-CSI-RS puede usarse para estimar el ángulo horizontal entre el UE y las antenas 310 de transmisión de eNB, mientras que la V-CSI-RS puede usarse para estimar el ángulo vertical entre el UE y las antenas 320 de transmisión de eNB.

- 10 Agrupar múltiples elementos de antena en un solo puerto CSI-RS significa que los elementos de antena agrupados contribuyen a la transmisión del puerto CSI-RS. Múltiples elementos de antena que contribuyen a la transmisión de un solo puerto de antena CSI-RS es beneficioso en comparación con tener solo uno de los múltiples elementos de antena transmitidos por el resto de los elementos de antena en los siguientes aspectos:

- \* Se puede acumular más energía de transmisión en comparación con la transmisión de un solo elemento de antena para el resto de los elementos de antena,
- 15 \* El puerto de antena CSI-RS único puede representar más eficazmente los elementos de antena agrupados, ya que todos los elementos de antena contribuyen al puerto de antena CSI-RS en comparación con un solo elemento de antena que transmite para el resto de los elementos de antena. Es ventajoso para el UE medir el estado del canal promediado e informar la información de estado del canal adquirida basándose en el estado del canal promediado en vista del rendimiento del sistema.

- 20 Como se muestra en la Figura 3, dependiendo del número total de elementos de antena, un número diferente de elementos de antena puede contribuir al puerto H-CSI-RS o al puerto V-CSI-RS. En la realización ejemplar de la Figura 3, 4 elementos de antena contribuyen a un solo puerto H-CSI-RS, mientras que 8 elementos de antena contribuyen a un solo puerto V-CSI-RS. Puesto que un número diferente de antenas contribuye a un puerto H-CSI-RS y a un puerto V-CSI-RS, se asignan diferentes potencias de transmisión para el puerto H-CSI-RS y el puerto V-CSI-RS.
- 25 Normalmente, cuanto más contribuye la antena, mayor será la potencia de transmisión.

- En el caso de estimar el estado del canal de enlace descendente utilizando H-CSI-RS y V-CSI-RS, es necesario que el usuario sepa la diferencia de potencia entre el puerto H-CSI-RS y el puerto V-CSI-RS. Esto se debe a que el UE puede determinar el estado del canal del estado del canal de dirección horizontal y vertical con precisión basándose en la información precisa de la relación de potencia de transmisión. En la realización ejemplar de la Figura 3, la potencia de transmisión para el puerto H-CSI-RS es la mitad del puerto V-CSI-RS, es decir, la relación de potencia de transmisión vertical a horizontal es de 2:1. Sin el conocimiento de la relación de potencia de transmisión de 2:1 entre el puerto V-CSI-RS y el puerto H-CSI-RS, se puede mostrar que el estado del canal de dirección horizontal es mejor que el estado del canal de dirección vertical, aunque no es cierto. Para evitar que el UE experimente este efecto de distorsión de canal, existe la necesidad de un procedimiento para que el UE determine la relación de potencia de transmisión entre el puerto H-CSI-RS y el puerto V-CSI-RS. Una realización ejemplar de la presente invención propone dos procedimientos para determinar la relación de potencia de transmisión entre el puerto H-CSI-RS y el puerto V-CSI-RS.
- 30
- 35

Procedimiento 1 ejemplar para determinar una relación de potencia de transmisión entre los puertos H-CSI-RS y V-CSI-RS

- 40 En el procedimiento 1 ejemplar, un UE recibe la relación de potencia de transmisión de un puerto V-CSI-RS y un puerto H-CSI-RS mediante señalización explícita y determina el número de puertos para V-CSI-RS y H-CSI-RS basándose en la señalización. Si el número de puertos para V-CSI-RS es  $n_v$  y H-CSI-RS es  $n_h$ , el UE supone implícitamente que la relación entre la potencia del puerto V-CSI-RS y la potencia del puerto H-CSI-RS,  $P_h:P_v$ , es  $n_h:n_v$ . En este punto,  $P_v$  denota la potencia de transmisión del puerto V-CSI-RS y  $P_h$  denota la potencia de transmisión del puerto H-CSI-RS.
- 45 En el caso ejemplar de la Figura 3, como hay 8 puertos H-CSI-RS y 4 puertos V-CSI-RS, el UE supone que la relación de la potencia del puerto V-CSI-RS y la potencia del puerto H-CSI-RS es 2:1. Por ejemplo, el UE determina al menos uno de un estado de canal e información de retroalimentación bajo el supuesto de que la potencia de transmisión del puerto V-CSI-RS es dos veces la potencia de transmisión de H-CSI-RS.

- 50 En el procedimiento 1 ejemplar, la relación de potencia de transmisión entre el puerto V-CSI-RS y el puerto H-CSI-RS se determina de la siguiente manera:

Etapa 1: El eNB notifica al UE de la configuración en el V-CSI-RS y H-CSI-RS. En este procedimiento, el eNB notifica al UE el número de puertos V-CSI-RS ( $n_v$ ) y puertos H-CSI-RS ( $n_h$ ) a través de la señalización de capa superior.

- En la etapa 1, el eNB puede notificar además al UE que la V-CSI-RS y la H-CSI-RS son de un solo eNB. Tal indicación puede ser requerida si se requiere un UE para realizar la medición de múltiples eNB. Se puede transmitir una indicación explícita al UE para esta notificación o el UE puede derivar esta notificación basándose en otros parámetros. Por ejemplo, si el valor de ID de célula virtual o física para la determinación de la secuencia de aleatorización CSI-RS es el mismo, el UE puede suponer que dos CSI-RS son la V-CSI-
- 55

RS y H-CSI-RS del mismo eNB. Por ejemplo, si la ID de célula virtual utilizada por el eNB para determinar el estado inicial para su uso en la generación de la secuencia de codificación de V-CSI-RS y H-CSI-RS es idéntica, el UE determina que las V-CSI-RS y H-CSI-RS se transmiten por el mismo eNB. La señal transmitida por el mismo eNB puede usarse para determinar los números de puertos V-CSI-RS y H-CSI-RS.

5 Etapa 2: Basándose en el valor señalado de  $n_h$  y  $n_v$ , el UE determina implícitamente la relación entre la potencia del puerto V-CSI-RS y la potencia del puerto H-CSI-RS,  $P_h:P_v$ , es  $n_h:n_v$ .

10 En el procedimiento 1 ejemplar, la relación entre la potencia del puerto V-CSI-RS y la potencia del puerto H-CSI-RS se puede usar junto con el valor  $P_c$  definido en la memoria versión 10 de LTE/LTE-A. En LTE/LTE-A, el UE recibe  $P_c$  que notifica la relación entre la potencia de transmisión de PDSCH y la potencia de transmisión de CSI-RS. Al aplicar  $P_c$  a la medición de CSI-RS, el UE determina la SNIR (relación señal/ruido e interferencia) esperada en el PDSCH.  $PAG_c$  puede aplicarse al usar la relación entre la potencia de transmisión del puerto V-CSI-RS y la potencia de transmisión del puerto H-CSI-RS en el procedimiento 1 ejemplar. En este caso, el UE mide la SINR con V-CSI-RS y H-CSI-RS utilizando la relación de potencia de transmisión entre el puerto V-CSI-RS y el puerto H-CSI-RS. Posteriormente, el UE calcula la SINR de PDSCH usando SINR.

Procedimiento 2 ejemplar para determinar una relación de potencia de transmisión entre los puertos H-CSI-RS y V-CSI-RS

20 En el procedimiento 2 ejemplar, un UE determina la relación de potencia de transmisión de un puerto V-CSI-RS y un puerto H-CSI-RS basándose en una señalización de capa superior explícita desde el eNB. Hay dos procedimientos diferentes para señalar esta información.

\* Procedimiento 2-1 ejemplar: El eNB notifica al UE de  $\frac{P_h}{P_v}$

\* Procedimiento 2-2 ejemplar: El eNB notifica al UE de  $P_{c,h} = \frac{P_h}{P_d}$  y  $P_{c,v} = \frac{P_v}{P_d}$  respectivamente.  $P_d$  denota una potencia de transmisión de PDSCH. El UE recibe  $P_{c,h}$  y  $P_{c,v}$  y calcula la relación entre la potencia de transmisión del puerto H-CSI-RS y la potencia de transmisión del puerto V-CSI-RS basándose en  $P_{c,h}$  y  $P_{c,v}$ .

25 En el procedimiento 2 ejemplar, la relación de potencia de transmisión entre el puerto H-CSI-RS y el puerto V-CSI-RS se determina de la siguiente manera:

Etapa 1: El eNB envía la configuración UE V-CSI-RS y H-CSI-RS a través de la señalización de capa superior. En el procedimiento, el eNB notifica al UE de  $\frac{P_h}{P_d}$  y  $\frac{P_v}{P_d}$ .

30 Etapa 2: El UE determina la relación de la potencia del puerto V-CSI-RS y la potencia del puerto H-CSI-RS en función del valor señalado de  $\frac{P_h}{P_d}$  y  $\frac{P_v}{P_d}$ .

35 Para informar la información de estado del canal para FD-MIMO, existe la necesidad de un procedimiento eficaz de retroalimentación de la información de estado del canal, así como el procedimiento para determinar una relación de potencia de transmisión entre el puerto H-CSI-RS y el puerto V-CSI-RS. Por ejemplo, el UE tiene que realizar la estimación de canal para las estimaciones de canal de dimensión horizontal y vertical basándose en V-CSI-RS y H-CSI-RS e informar los resultados de la estimación de canal al eNB de forma efectiva y eficaz.

La Figura 4 es un diagrama que ilustra un procedimiento para estimar canales basándose en una H-CSI-RS y una V-CSI-RS y generar información de estado del canal de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención.

40 Con referencia a la Figura 4, el eNB transmite H-CSI-RS y V-CSI-RS alternativamente. El número 400 de referencia denota H-CSI-RS y el número 410 de referencia denota V-CSI-RS. El eNB que transmite el H-CSI-RS y V-CSI-RS para la transmisión FD-MIMO es capaz de transmitir datos tanto al UE con capacidad FD-MIMO como al UE sin capacidad FD-MIMO. Para lograr esto, el eNB tiene que discriminar entre la información de estado del canal transmitida por el UE con capacidad FD-MIMO y el UE sin capacidad FD-MIMO. En una realización ejemplar de la presente invención, la H-CSI-RS 400 y la V-CSI-RS 410 pueden transmitirse al mismo tiempo.

45 En la Figura 4, el eNB se configura de manera tal que el UE no compatible con FD-MIMO mide solo una de H-CSI-RS y V-CSI-RS. Por ejemplo, es posible indicar al UE sin capacidad FD-MIMO que mida H-CSI-RS e informe el anuncio de CSI indicado con el número 420 de referencia. En el caso de operar el FD-MIMO con la información de estado del canal adquirida basándose en solo una de las H-CSI-RS y V-CSI-RS, es difícil esperar el mejor rendimiento de FD-MIMO. Sin embargo, permite la transmisión de datos. Al mismo tiempo, el UE con capacidad FD-MIMO mide tanto la H-CSI-RS como la V-CSI-RS y, por lo tanto, es posible adquirir un rendimiento mejorado del sistema.

50 Hay tres procedimientos para que el UE genere información de estado del canal. El primer procedimiento es medir H-CSI-RS y V-CSI-RS respectivamente y adquirir la información de estado del canal de dimensión horizontal y vertical respectiva de H-CSI-RS y V-CSI-RS como se indica con el número 430 de referencia. El segundo procedimiento es medir la H-CSI-RS y V-CSI-RS respectivamente y adquirir un solo conjunto de información de estado del canal como

se indica con el número 440 de referencia. El tercer procedimiento es medir la H-CSI-RS y V-CSI-RS respectivamente, adquirir la información de estado del canal basándose en una de las H-CSI-RS y V-CSI-RS, y la información de estado del canal basándose en la otra como se indica con el número 450 de referencia. En el caso del procedimiento indicado por el número 450 de referencia, la primera información de estado del canal se adquiere basándose en la V-CSI-RS y la segunda información de estado del canal se adquiere usando la H-CSI-RS además.

Los tres procedimientos de generación de información de estado de canal se pueden resumir de la siguiente manera:

Procedimiento 1 ejemplar de generación de CSI

En este procedimiento, la información de estado del canal de H-CSI-RS y V-CSI-RS se determina individualmente. Por ejemplo, la información de estado del canal basada en H-CSI-RS no afecta el resultado de la información de estado del canal basada en V-CSI-RS y viceversa. Este procedimiento genera dos conjuntos de información de estado del canal que se optimizan individualmente en dirección horizontal o vertical, pero no ambos. El UE mide H-CSI-RS y determina la información de estado del canal basada en H-CSI-RS sin tener en cuenta V-CSI-RS. Adicionalmente, el UE mide V-CSI-RS y determina la información de estado del canal basada en V-CSI-RS sin tener en cuenta H-CSI-RS. Sin embargo, cualquiera de los dos conjuntos de información de estado del canal puede no estar optimizado para el canal bidimensional considerando los canales de dirección horizontal y vertical integralmente.

Este procedimiento es ventajoso porque la recepción errónea de uno del conjunto de información de estado del canal no afecta al otro conjunto de información de estado del canal. Por ejemplo, aunque no recibe la información de estado del canal de la dirección horizontal, el eNB tiene siempre la opción de recurrir a la información de estado del canal en dirección vertical.

Procedimiento 2 ejemplar de generación de CSI

En este procedimiento, la información de estado del canal basada en H-CSI-RS y V-CSI-RS se determina conjuntamente como un conjunto único de información de estado del canal. Este procedimiento genera un conjunto único de información de estado del canal que está optimizado para la dirección horizontal y vertical. El UE mide la H-CSI-RS y la V-CSI-RS y determina la información de estado del canal tomando en consideración ambas dimensiones. El inconveniente de este procedimiento es la alta complejidad de determinación de la información de estado del canal. Esto se debe a que la optimización debe realizarse en la dimensión de  $n_h + n_v$  para tener en cuenta los canales de dirección vertical y horizontal en el caso de que haya  $n_h$  puertos H-CSI-RS y  $n_v$  puertos V-CSI-RS. Normalmente, la complejidad de la optimización realizada para  $n_h$  y  $n_v$  por separado es menor que la realizada para  $n_h + n_v$ .

Procedimiento 3 ejemplar de generación de CSI

En este procedimiento, primero se determina la información de estado del canal basada en una de H-CSI-RS y V-CSI-RS y se determina la información de estado del canal basada en la CSI-RS restante. Por ejemplo, la H-CSI-RS se mediría primero y se determinaría la información de estado del canal correspondiente. Además, el UE genera información adicional del estado del canal en consideración tanto de las direcciones horizontales como verticales utilizando la información de estado del canal adquirida basándose en la H-CSI-RS y la V-CSI-RS.

Además de usar uno de los tres procedimientos, se puede utilizar cualquier combinación de tres procedimientos. Por ejemplo, el procedimiento 1 ejemplar se puede usar para proporcionar la información de estado del canal individual en la dirección horizontal y vertical. Además de la información de estado del canal individual en ambas direcciones, se puede definir un conjunto adicional de información que se determina midiendo tanto H-CSI-RS como V-CSI-RS. La finalidad del conjunto adicional de información es proporcionar información precisa del estado del canal para el caso en que ambos puertos de antena se activan en ambas dimensiones para un UE.

Una realización ejemplar de la presente invención propone un procedimiento de retroalimentación de información de estado del canal bajo el supuesto de que la H-CSI-RS y la V-CSI-RS se transmiten para la medición del canal en las direcciones horizontal y vertical. Aunque la descripción se refiere a los procedimientos que suponen un cierto tiempo, El concepto general es aplicable a diversos casos de tiempo.

Las siguientes abreviaturas se utilizan en toda la memoria descriptiva.

- $RI_H$ : un indicador de rango (RI) generado basándose en H-CSI-RS para su retroalimentación al eNB.
- $RI_V$ : un RI generado basándose en V-CSI-RS para su retroalimentación al eNB.
- $RI_{HV}$ : un RI generado basándose en H-CSI-RS y V-CSI-RS para su retroalimentación al eNB.
- $PMI_H$ : un indicador de matriz de precodificación (PMI) generado basándose en H-CSI-RS para su retroalimentación al eNB.
- $PMI_V$ : un PMI generado basándose en V-CSI-RS para su retroalimentación al eNB.
- $CQI_H$ : una velocidad de datos recomendada por el UE generada bajo el supuesto de que solo se aplica la matriz de precodificación de dirección horizontal.
- $CQI_V$ : una velocidad de datos recomendada por el UE generada bajo el supuesto de que solo se aplica la matriz de precodificación vertical.
- $CQI_{HV}$ : un intervalo de datos recomendado por UE generado bajo el supuesto de que se aplican las matrices de

precodificación horizontales y verticales.

5 En lo sucesivo, la descripción se refiere al caso de usar la información de estado del canal de dirección horizontal y la información de estado del canal de dirección vertical. En el caso de que un eNB funcione con dos o más CSI-RS, sin embargo, se pueden aplicar otros tipos de información de estado del canal además de la información de estado del canal en dirección horizontal y vertical. En un caso ejemplar en el que se utiliza la CSI-RS mapeada a un puerto de antena desde el primer punto de vista (primera CSI-RS) y la CSI-RS mapeada a un puerto de antena desde el segundo punto de vista (segunda CSI-RS), el UE es capaz de adquirir la información de estado del canal (información de estado del primer y segundo canal) basándose en las dos CSI-RS respectivas y la información de estado del canal (información de estado del tercer canal) basándose en ambas CSI-RS. La configuración descrita en la siguiente descripción es la aplicación a varias realizaciones ejemplares de forma similar. En lo sucesivo, la descripción se refiere a los casos ejemplares de uso de V-CSI-RS y H-CSI-RS por conveniencia.

10 En la siguiente descripción, la información de estado del canal correspondiente a la CSI-RS de dirección vertical se denomina información de estado del canal de dirección vertical. La información de estado del canal de dirección vertical incluye al menos uno de RI, PMI y CQI adquiridos basándose en la CSI-RS de dirección vertical.

15 En la siguiente descripción, la información de estado del canal correspondiente a la CSI-RS de dirección horizontal se denomina información de estado del canal de dirección horizontal. La información de estado del canal horizontal incluye al menos uno de un RI, un PMI y un CQI adquirido basándose en la CSI-RS de dirección horizontal.

20 En el caso de que el eNB envíe al UE dos o más CSI-RS, el UE es capaz de transmitir la información de estado del canal correspondiente a las CSI-RS respectivas. Cada una de las informaciones de estado del canal incluye al menos uno de un RI, un PMI y un CQI. Sin embargo, el UE puede adquirir la información de estado del canal basándose en las dos o más CSI-RS en una realización ejemplar de la presente invención. En este caso, cómo se adquiere la información de estado del canal se describe explícitamente.

25 En una realización ejemplar de la presente invención, el UE puede notificar la precodificación de dirección vertical y la precodificación de dirección horizontal por separado para determinar la precodificación para el caso de usar las precodificaciones de dirección vertical y horizontal. Es necesario definir cómo determinar CQI en el caso de que se aplique una pluralidad de precodificaciones. En el caso de que dos precodificaciones se apliquen al enlace descendente simultáneamente, se puede considerar como producto Kronecker de las dos precodificaciones. El producto Kronecker se define con dos matrices de la siguiente manera:

$$\mathbf{A} \otimes \mathbf{B} = \begin{bmatrix} a_{11}\mathbf{B} & \cdots & a_{1n}\mathbf{B} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1}\mathbf{B} & \cdots & a_{mn}\mathbf{B} \end{bmatrix},$$

Ecuación (1)

30 En la Ecuación (1), A y B denotan matrices, y  $a_{11}$  a  $a_{mn}$  denotan elementos de la matriz A.  $a_{ij}$  denota el elemento en la  $i^{\text{ésima}}$  fila y  $j^{\text{ésima}}$  columna.

#### Procedimiento 1 ejemplar de retroalimentación de CSI

La Figura 5 es un diagrama de temporización que ilustra un procedimiento 1 de retroalimentación de la información de estado del canal de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención.

35 Con referencia a la Figura 5, en el procedimiento de retroalimentación de información de estado del canal, el UE genera dos conjuntos de información de estado del canal para el eNB. Los dos conjuntos de información de estado del canal se generan basándose en las H-CSI-RS y V-CSI-RS transmitidas por el eNB. Como se muestra en la Figura 5, un primer conjunto de información de estado del canal consiste en  $RI_H$  500,  $CQI_H$  510 y  $CQI_V$  520. Por ejemplo, el UE genera el RI, PMI y CQI de dirección horizontal basándose en la H-CSI-RS y el  $RI_V$  505,  $PMI_H$  515 y  $PMI_V$  525 de dirección vertical basándose en la V-CSI-RS. Un segundo conjunto de información de estado del canal consiste en  $RI_H$  530,  $CQI_H$  540 y  $CQI_V$  550. Por ejemplo, el UE genera el RI, PMI y CQI de dirección horizontal basándose en la H-CSI-RS y el  $RI_V$  535,  $PMI_H$  545 y  $PMI_V$  555 de dirección vertical basándose en la V-CSI-RS.

40 En LTE, CQI puede indicar la velocidad máxima de datos que puede recibir o la eficacia espectral del UE. En el sistema de comunicaciones por radio, incluido LTE, el UE genera un CQI para el eNB para el RI establecido en 1 y dos o más CQI para el RI establecido en 2 o más. Suponiendo que se transmite CQI, si RI se establece en 2 o más, esto significa que el CQI correspondiente tiene dos valores de CQI. En la Figura 5, si  $RI_H$  500 se establece en 2, el  $CQI_H$  510 consiste en dos valores CQI.

50 En la Figura 5, el UE mide H-CSI-RS y V-CSI-RS para generar y enviar  $RI_H$  500 y  $RI_V$  505 al eNB. Si la precodificación preferida se determina midiendo H-CSI-RS y si se aplica la precodificación determinada, se determina la velocidad de datos máxima o la eficacia espectral. El UE notifica al eNB la precodificación preferida determinada y la velocidad máxima de datos o la eficacia espectral utilizando  $PMI$  510 y  $CQI$  515. El UE también envía al eNB el  $PMI$  520 y el  $CQI$  525 adquiridos basándose en V-CSI-RS.

Si los dos conjuntos de información de estado del canal se reciben del UE, el eNB determina la precodificación de PDSCH que se transmitirá al UE en función de la información de estado del canal relacionada con la precodificación. Por ejemplo, el eNB determina la matriz de precodificación que se aplicará al PDSCH que se transmitirá en el enlace descendente basándose en los  $PMI_H$  y  $PMI_V$  transmitidos por el UE.

- 5 El CQI transmitido por el UE se genera bajo el supuesto de una cierta precodificación que se aplicará en el eNB. En LTE, el UE envía PMI al eNB para notificar la precodificación recomendada, y CQI indica la velocidad de datos máxima o la eficacia espectral recomendada por el UE en el caso de que el PMI correspondiente se aplique en el eNB. En el caso de que existan dos CSI-RS y la precodificación se aplique en direcciones horizontal y vertical simultáneamente, es necesario definir un nuevo CQI.  $CQI_H$  se puede definir como uno de los siguientes.
- 10 - definición 1 de  $CQI_H$ : El UE genera  $CQI_H$  independientemente de la presencia de antenas de dirección vertical. Por ejemplo, el UE genera  $CQI_H$  solo basándose en H-CSI-RS pero no en V-CSI-RS. Más específicamente, el UE genera su mejor  $PMI_H$  basándose en la H-CSI-RS y notifica al eNB la velocidad máxima de datos o la eficacia espectral, cuando se aplica el PMI correspondiente, transmitiendo  $CQI_H$ .
- 15 - definición 2 de  $CQI_H$ : El UE genera  $CQI_H$  bajo el supuesto de precodificación fija en la dirección vertical. Por ejemplo, el UE genera  $CQI_H$  bajo el supuesto de que se aplica una precodificación fija de rango 1 a las antenas de dirección vertical. Esta generación de  $CQI_H$  es idéntica a la determinación de CQI bajo el supuesto de que la precodificación de  $G_{HV}=G_H \otimes G_V$  a la que las precodificaciones de dirección horizontal y vertical se aplican. En  $G_{HV}=G_H \otimes G_V$ ,  $G_H$  denota la precodificación de dirección horizontal retroalimentada desde el UE al eNB usando  $PMI_H$ , y  $G_V$  denota la precodificación fija de rango 1 de dirección vertical. Además,  $\otimes$  denota el producto Kronecker. La precodificación fija de dirección vertical puede ser la precodificación especificada en el estándar o notificada al UE por el eNB a través de una señalización de capa superior.
- 20 - definición 3 de  $CQI_H$ : El UE genera  $CQI_H$  bajo el supuesto de que se aplica la precodificación negociada con el eNB en la dirección vertical. Por ejemplo, el eNB y el UE suponen que la precodificación de dirección vertical es uno de una pluralidad de candidatos de precodificación y se determina de acuerdo con el procedimiento negociado entre los mismos. Por ejemplo, suponiendo los candidatos de precodificación de dirección vertical de  $\{G_{V1}, G_{V2}, G_{V3}, G_{V4}\}$ , al generar  $CQI_H$ , el UE asume la precodificación de dirección vertical de  $G_{V1}$  al momento 1, asume la precodificación de dirección vertical de  $G_{V2}$  al momento 2, asume la precodificación de dirección vertical de  $G_{V3}$  al momento 3, y asume  $G_{V4}$  vertical al momento 4 de acuerdo con el procedimiento prenegociado. La precodificación de dirección vertical se puede cambiar en el dominio del tiempo o en el dominio de la frecuencia. En el caso de que la precodificación de dirección vertical se cambie en el dominio de frecuencia, el UE divide el ancho de banda del sistema, supone que una precodificación de dirección vertical específica se aplica a una banda de frecuencia específica y otras precodificaciones de dirección vertical se aplican a otras bandas de frecuencia. Por ejemplo, CQI se genera bajo el supuesto de que la precodificación representada por  $G_{HV}=G_H \otimes G_{V(i)}$  se aplica. En  $G_{HV}=G_H \otimes G_{V(i)}$ ,  $G_{V(i)}$  es una de las precodificaciones asumibles en la dirección vertical. El cambio de  $G_{V(i)}$  puede determinarse mediante rotación cíclica en el conjunto dado de  $G_{V(i)}$ .
- 25
- 30
- 35

Los procedimientos de definición de  $CQI_H$  se pueden aplicar a  $CQI_V$ .

El inconveniente del procedimiento 1 de retroalimentación de la información de estado de canal ejemplar es que, aunque el UE recomienda sus precodificaciones de dirección vertical y horizontal preferidas al eNB, no se aplican ambas precodificaciones a la generación de CQI. Por ejemplo, el UE no informa el CQI adquirido cuando se aplican las mejores precodificaciones de dirección vertical y horizontal y, por lo tanto, aunque el eNB transmita PDSCH con las mejores precodificaciones de dirección vertical y horizontal, es difícil la velocidad de datos soportada por el UE. Aunque el eNB puede determinar la velocidad de datos cuando se aplican las mejores precodificaciones de dirección vertical y horizontal con la compensación de  $CQI_H$  o  $CQI_V$  en sí mismo, la velocidad de datos determinada puede diferir de la velocidad de datos soportada por el UE. Tal desajuste se produce porque el eNB no conoce la estructura del receptor del UE.

40

45

#### Procedimiento 2 ejemplar de retroalimentación de CSI

La Figura 6 es un diagrama de temporización que ilustra un procedimiento 2 de retroalimentación de la información de estado del canal de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención.

Con referencia a la Figura 6, en el procedimiento de retroalimentación de información de estado del canal, el UE genera dos conjuntos de información de estado del canal para el eNB como en el procedimiento de retroalimentación de la Figura 5. En el ejemplo del procedimiento 2 de información de estado del canal, sin embargo,  $CQI_{HV}$  630 (665) se transmite además al eNB. El  $CQI_{HV}$  630 (665) es la información sobre la velocidad de datos máxima o la eficacia espectral soportable por el UE cuando se aplican las mejores precodificaciones de dirección vertical y horizontal. El UE genera  $CQI_{HV}$  630 bajo el supuesto de que la precodificación determinada de acuerdo con el  $RI_H$  600 y  $PMI_H$  615 basándose en H-CSI-RS y  $RI_V$  605 y  $PMI_V$  625 basándose en V-CSI-RS se aplica. Un primer conjunto de información de estado del canal consiste en  $RI_H$  600,  $CQI_H$  610 y  $CQI_V$  620. Un segundo conjunto de información de estado del canal consiste en  $RI_H$  635,  $CQI_H$  645 y  $CQI_V$  655. Por ejemplo, el UE genera el RI, PMI y CQI de dirección horizontal basándose en la H-CSI-RS y el  $RI_V$  640,  $PMI_H$  650 y  $PMI_V$  660 basándose en la V-CSI-RS. Por ejemplo,  $CQI_{HV}$  630 (665) es la información sobre la velocidad de datos máxima o la eficacia espectral cuando se aplican simultáneamente las precodificaciones de dirección vertical y horizontal recomendadas por el UE. Este procedimiento es ventajoso para

50

55

60

mejorar el rendimiento del sistema ya que el UE envía al eNB la información sobre el caso en el que se aplican las mejores precodificaciones verticales y horizontales simultáneamente.

En el caso de que el UE transmita  $CQI_{HV}$  630 (665) como se muestra en la realización ejemplar de la Figura 6, una cuestión a considerar es cómo determinar RI. En LTE, el UE transmite un RI para su uso en un procedimiento CSI para notificar al eNB que cuántas capas espaciales es compatible con el UE. Un problema asociado con RI en la Figura 6 es que dos RI ( $RI_H$  y  $RI_V$ ) existen. Esto se debe a que es necesario definir el rango para informar un  $CQI_{HV}$  630 (665) preciso incluso cuando se aplican las precodificaciones de dirección vertical y horizontal y hay dos RI redundantes.

- procedimiento 1 ejemplar de definición de  $RI_{HV}$ :  $RI_{HV} = RI_H \times RI_V$ .
- procedimiento 2 ejemplar de definición de  $RI_{HV}$ :  $RI_{HV} = \max(RI_H, RI_V)$ .
- procedimiento 3 ejemplar de definición de  $RI_{HV}$ :  $RI_{HV} = \min(RI_H, RI_V)$ .
- procedimiento 4 ejemplar de definición de  $RI_{HV}$ :  $RI_{HV} = RI_H$  o  $RI_{HV} = RI_V$ .

En el procedimiento 1 ejemplar de definición de  $RI_{HV}$ ,  $RI_{HV}$  se define como el producto de  $RI_H$  y  $RI_V$ . La precodificación para este caso se obtiene mediante el producto Kronecker de las matrices de precodificación indicadas por  $PMI_H$  y  $PMI_V$ . Por lo tanto, la precodificación para el caso del procedimiento 1 ejemplar se define como  $G_{HV} = G_V \otimes G_H$  o  $G_{HV} = G_H \otimes G_V$  en la que  $G_H$  y  $G_V$  son las matrices de precodificación indicadas por  $PMI_H$  y  $PMI_V$ , respectivamente.

En procedimiento 2 ejemplar de definición de  $RI_{HV}$ ,  $RI_{HV}$  se define como el máximo de  $RI_H$  y  $RI_V$ . La precodificación para este caso se obtiene nuevamente por el producto Kronecker de las matrices de precodificación. Sin embargo, puesto que  $RI_{HV}$  se define como el máximo de  $RI_H$  y  $RI_V$ , no todas las columnas de la matriz de precodificación con el rango más bajo pueden usarse para la definición de  $G_{HV}$ . Por lo tanto,

- Si  $RI_H \geq RI_V$ , la precodificación para el procedimiento 2 ejemplar de definición de  $RI_{HV}$  se define como  $G_{HV} = G_V' \otimes G_H$  o  $G_H \otimes G_V$  en la que  $G_V'$  es la matriz de precodificación en la dimensión vertical obtenida seleccionando 1 columna de las columnas de  $RI_V$  de  $G_V$ . La columna a seleccionar es fija o predefinida.
- Si  $RI_H < RI_V$ , la precodificación para el procedimiento 2 ejemplar de definición de  $RI_{HV}$  se define como  $G_{HV} = G_V \otimes G_H'$  o  $G_H' \otimes G_V$  en la que  $G_H'$  es la matriz de precodificación en la dimensión horizontal obtenida seleccionando 1 columna de  $RI_H$  de las columnas de  $G_H$ . La columna a seleccionar es fija o predefinida.

En procedimiento 3 ejemplar de definición de  $RI_{HV}$ ,  $RI_{HV}$  se define como el mínimo de  $RI_H$  y  $RI_V$ . La precodificación para este caso se obtiene nuevamente por el producto Kronecker de las matrices de precodificación. Sin embargo, puesto que  $RI_{HV}$  se define como el mínimo de  $RI_H$  y  $RI_V$ , no todas las columnas de la matriz de precodificación con el rango más alto pueden usarse para la definición de  $G_{HV}$ . Por lo tanto,

- Si  $RI_H < RI_V$ , la precodificación para el procedimiento 3 ejemplar de definición de  $RI_{HV}$  se define como  $G_{HV} = G_V' \otimes G_H$  o  $G_H \otimes G_V$  en la que  $G_V'$  es la matriz de precodificación en la dimensión vertical obtenida seleccionando 1 columna de las columnas de  $RI_V$  de  $G_V$ . La columna a seleccionar es fija o predefinida.
- Si  $RI_H \geq RI_V$ , la precodificación para el procedimiento 3 ejemplar de definición de  $RI_{HV}$  se define como  $G_{HV} = G_V \otimes G_H'$  o  $G_H' \otimes G_V$  en la que  $G_H'$  es la matriz de precodificación en la dimensión horizontal obtenida seleccionando 1 columna de  $RI_H$  de las columnas de  $G_H$ . La columna a seleccionar es fija o predefinida.

En procedimiento 4 ejemplar de definición de  $RI_{HV}$ ,  $RI_{HV}$  se define como  $RI_H$  o  $RI_V$ . Esto se puede lograr fijando cualquiera de  $RI_H$  o  $RI_V$  en 1. Cuando cualquiera de  $RI_H$  o  $RI_V$  se fija al valor de 1, su valor puede omitirse en la retroalimentación de información de estado del canal puesto que el eNB ya conoce esta información. Por ejemplo, en la Figura 6, si el rango en la dirección horizontal se fija como 1, no es necesario enviar valores de  $RI_H$ . Normalmente, el eNB puede informar al UE utilizando una señalización de capa superior cuál de las dos dimensiones debe restringirse a un rango de 1. Cuando el rango de una de las dimensiones está restringido a uno, un producto Kronecker simple de esta matriz de precodificación y la otra matriz de precodificación que no tenga esta restricción generará  $G_{HV}$ .

En la Figura 6,  $CQI_{HV}$  está relacionado con  $CQI_H$  o  $CQI_V$ . Aunque cualquiera de los  $CQI_H$  o  $CQI_V$  tiene el valor CQI al que se aplica la precodificación preferida de cualquier dirección,  $CQI_{HV}$  tiene el valor CQI al que se aplican las prefiguraciones preferidas de las direcciones vertical y horizontal. Normalmente,  $CQI_{HV}$  tiene un valor mayor que  $CQI_H$  o  $CQI_V$ . Al tomar nota de esta característica, hay espacio para reducir la cantidad de información de  $CQI_{HV}$ . Por ejemplo, es posible notificar al eNB del  $CQI_{HV}$  como un valor relativo a  $CQI_H$  o  $CQI_V$  distinto del valor absoluto de  $CQI_{HV}$ .

#### Procedimiento 3 ejemplar de retroalimentación de CSI

La Figura 7 es un diagrama de temporización que ilustra un procedimiento 3 de retroalimentación de la información de estado del canal de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención.

Con referencia a la Figura 7, el procedimiento 3 de retroalimentación de la información de estado del canal ejemplar se caracteriza porque solo se transmite un RI. En la Figura 7, RI 700 (o 740) indica el número de capas que puede soportar el UE en la dirección vertical u horizontal. En el procedimiento 3 de retroalimentación de la información de

estado del canal ejemplar, el eNB notifica al UE la dirección en la que el rango se fija en 1, y el UE determina el rango en la dirección en la que el rango no está fijo y envía el RI determinado al eNB. De acuerdo con una realización ejemplar, un valor CQI específico puede transmitirse al mismo tiempo que el PMI. Más específicamente,  $CQI_{HV}$  730 (770) puede transmitirse al mismo tiempo que uno de  $PMI_H$  710 (750) y  $PMI_V$  720 (760).

#### 5 Procedimiento 4 ejemplar de retroalimentación de CSI

La Figura 8 es un diagrama de temporización que ilustra un procedimiento 4 de retroalimentación de la información de estado del canal de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención.

Con referencia a la Figura 8, en el procedimiento 4 de retroalimentación de la información de estado del canal ejemplar, el UE envía a eNB la información de estado del canal generada para el caso en el que se aplican las precodificaciones preferidas de las direcciones vertical y horizontal y la información de estado del canal generada para el caso de la precodificación preferida de la dirección vertical o la dirección horizontal.

El procedimiento 4 de retroalimentación de la información de estado del canal ejemplar tiene como objetivo proporcionar PMI y CQI en una de las direcciones vertical y horizontal y, además de esto, la información de estado del canal para el caso en el que se aplica la precodificación preferida para la otra dirección. En la Figura 8, el UE envía al eNB la información de estado del canal para la dirección horizontal. En este momento, la información de estado del canal de dirección horizontal generada por el UE incluye  $CQI_H$  805 (830) y  $PMI_H$  810 (835). Además, el UE transmite la información de precodificación preferida en dirección vertical 815 (840) y el  $CQI_{HV}$  820 (845) para el caso en que se aplican las precodificaciones preferidas de las direcciones vertical y horizontal simultáneamente. Similar al procedimiento 1 de retroalimentación de la información de estado de canal ejemplar, para evitar la complejidad debido a la coexistencia de  $RI_H$  y  $RI_V$ , solo se transmite una dirección de RI. En la realización ejemplar de la Figura 8, RI 800 (825) se utiliza para notificar al eNB del rango de dirección vertical mientras que el rango de dirección horizontal se fija en 1. De acuerdo con una realización ejemplar, el valor del rango para la dirección con la menor variación de canal puede fijarse en 1.

La Figura 9 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un eNB de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención.

Con referencia a la Figura 9, el eNB comprende un controlador 900, un generador 910 de H-CSI-RS, un generador 920 de V-CSI-RS, generador 930 de otras señales, un multiplexor 940 y un generador 950 de señal OFDMA. El generador 910 de H-CSI-RS y el generador 920 de V-CSI-RS generan H-CSI-RS y V-CSI-RS respectivamente bajo el control del controlador 900. Las H-CSI-RS y V-CSI-RS se multiplexan por el multiplexor 940 y se transmiten por medio del generador 950 de señal OFDMA. El eNB puede incluir además un receptor de información de estado de canal para recibir la información de estado de canal generada basándose en la H-CSI-RS y V-CSI-RS en el UE. De acuerdo con una realización ejemplar, el generador 950 de señal OFDMA y el receptor pueden incluirse en el eNB en forma de un transceptor para transmitir y recibir señal hacia y desde el UE.

La Figura 10 es un diagrama de bloques que ilustra una configuración de un UE de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención.

Con referencia a la Figura 10, el UE incluye un controlador 1020, un receptor 1030 de H-CSI-RS, un receptor 1040 de V-CSI-RS, receptor 1050 de otras señales, un demultiplexor 1010 y un receptor 1000 de señal OFDMA. El UE incluye además un generador 1060 de RI/PMI/CQI para generar información de estado del canal (CSI) y un transmisor 1070 de CSI para transmitir la información de estado del canal.

El UE recibe la señal transmitida por el eNB utilizando el receptor 1000 de señal OFDMA. La señal recibida es demultiplexada por el demultiplexor 1010. Por ejemplo, el demultiplexor 1010 demultiplexa la señal recibida en H-CSI-RS, V-CSI-RS y otras señales y entrega H-CSI-RS, V-CSI-RS y otras señales al receptor 1030 de H-CSI-RS, al receptor 1040 de V-CSI-RS y al receptor 1050 de otras señales. El receptor 1030 de H-CSI-RS y el receptor 1040 de V-CSI-RS realizan mediciones de canal basándose en las H-CSI-RS y V-CSI-RS recibidas respectivamente, el generador 1060 de RI/PMI/CQI genera RI/PMI/CQI basándose en el resultado de la medición. El transmisor 1070 de CSI transmite el RI/PMI/CQI al eNB. De acuerdo con una realización ejemplar, el receptor 1000 de OFDMA y el transmisor 1070 de la información de estado del canal pueden incluirse en el UE en forma de un transceptor para transmitir y recibir señales hacia y desde el eNB.

La Figura 11 ilustra un diagrama de flujo de un procedimiento de eNB de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención.

Con referencia a la Figura 11, el eNB determina si el UE es un UE con capacidad FD-MIMO en la etapa 1110. De acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención, el eNB es capaz de determinar si el UE tiene la capacidad FD-MIMO basándose en el intercambio de señales con el UE o información predefinida.

Si el UE no es compatible con FD-MIMO, el eNB configura una de V-CSI-RS y H-CSI-RS y transmite la señal de referencia configurada al UE en la etapa 1115.

Si el UE es el UE con capacidad FD-MIMO, el eNB configura tanto la V-CSI-RS como la H-CSI-RS y transmite las señales de referencia configuradas al UE en la etapa 1120.

Las V-CSI-RS y H-CSI-RS se pueden configurar de acuerdo con al menos uno de los procedimientos de configuración descritos anteriormente.

- 5 El eNB transmite una configuración de retroalimentación de CSI-RS al UE en la etapa 1125. La retroalimentación de CSI-RS se puede configurar de acuerdo con al menos uno de los procedimientos de configuración descritos anteriormente. De acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención, el eNB puede realizar las operaciones de las etapas 1120 y 1125 simultáneamente o por separado.

El eNB recibe información de retroalimentación del UE en la etapa 1130.

- 10 El eNB comunica las señales FD-MIMO con el UE en la etapa 1135 basándose en la información de retroalimentación recibida del UE en la etapa 1130.

La Figura 12 ilustra un diagrama de flujo de un procedimiento de UE de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención.

- 15 Con referencia a la Figura 12, el UE recibe al menos una de V-CSI-RS y H-CSI-RS del eNB en la etapa 1210. De acuerdo con una realización ejemplar, si tiene la capacidad FD-MIMO, el UE es capaz de recibir V-CSI-RS y H-CSI-RS, y de lo contrario, solo una de las V-CSI-RS y H-CSI-RS. Esta realización ejemplar está dirigida al caso del UE que tiene la capacidad FD-MIMO. De acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención, V-CSI-RS y H-CSI-RS se pueden configurar de acuerdo con uno de los procedimientos descritos anteriormente.

- 20 El UE recibe la configuración de retroalimentación CSI-RS transmitida por el eNB en la etapa 1215. La retroalimentación CSI se puede configurar de acuerdo con uno de los procedimientos descritos anteriormente. En una realización ejemplar de la presente invención, el UE puede recibir la información de las etapas 1210 y 1215 simultáneamente o por separado.

El UE genera información de retroalimentación basándose en al menos una de la información recibida en la etapa 1220.

- 25 El UE transmite la información de retroalimentación al eNB en la etapa 1225.

El UE comunica las señales FD-MIMO con el eNB en la etapa 1230. Las señales FD-MIMO pueden transmitirse/recibirse basándose en la información de retroalimentación transmitida en la etapa 1225.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento por una estación base en un sistema de comunicaciones inalámbrico, comprendiendo el procedimiento:
  - 5 transmitir, a un terminal, al menos una señal de referencia para puertos de antena en una primera dimensión (310) y una segunda dimensión (320); y
  - recibir, desde el terminal, información de retroalimentación que incluye un primer indicador de matriz de precodificación y un indicador de calidad del canal, en el que el primer indicador de matriz de precodificación se determina en base a la al menos una señal de referencia,
  - 10 en el que el indicador de calidad del canal se determina en base a una matriz de precodificación, determinada por el primer indicador de matriz de precodificación y un segundo indicador de matriz de precodificación seleccionado por el terminal, de un conjunto correspondiente a una pluralidad de matrices de precodificación asociadas con el primer indicador de matriz de precodificación, y
  - en el que el segundo indicador de matriz de precodificación no se recibe desde el terminal.
- 15 2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el conjunto de la pluralidad de matrices de precodificación se aplica tanto a la estación base como al terminal.
3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que cada segundo indicador de matriz de precodificación se determina para cada sub-banda de frecuencia entre el conjunto de la pluralidad de matrices de precodificación.
4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el primer indicador de matriz de precodificación se determina para una banda de frecuencia completa.
- 20 5. Un procedimiento por un terminal en un sistema de comunicaciones inalámbrico, comprendiendo el procedimiento:
  - recibir al menos una señal de referencia para puertos de antena en una primera dimensión (310) y una segunda dimensión (320) de una estación base;
  - 25 determinar un primer indicador de matriz de precodificación en base a la al menos una señal de referencia;
  - seleccionar un segundo indicador de matriz de precodificación correspondiente a una matriz de precodificación de un conjunto correspondiente a una pluralidad de matrices de precodificación asociadas con el primer indicador de matriz de precodificación;
  - determinar un indicador de calidad de canal en base a la matriz de precodificación; y
  - 30 transmitir, a la estación base, información de retroalimentación que incluye el primer indicador de matriz de precodificación y un indicador de calidad del canal,
  - en el que el segundo indicador de matriz de precodificación no se transmite a la estación base.
6. El procedimiento de la reivindicación 5, en el que el conjunto de la pluralidad de matrices de precodificación se aplica tanto a la estación base como al terminal.
7. El procedimiento de la reivindicación 5, en el que cada segundo indicador de matriz de precodificación se determina para cada sub-banda de frecuencia entre el conjunto de la pluralidad de matrices de precodificación.
- 35 8. El procedimiento de la reivindicación 5, en el que el primer indicador de matriz de precodificación se determina para una banda de frecuencia completa.
9. Una estación base en un sistema de comunicaciones inalámbrico, comprendiendo la estación base:
  - 40 un transceptor configurado para transmitir, a un terminal, al menos una señal de referencia para puertos de antena en una primera dimensión (310) y una segunda dimensión (320); y
  - un controlador configurado para controlar el transceptor para recibir, desde el terminal, información de retroalimentación que incluye un primer indicador de matriz de precodificación y un indicador de calidad del canal, en la que el primer indicador de matriz de precodificación se determina en base a la al menos una señal de referencia,
  - 45 en la que el indicador de calidad del canal se determina en base a una matriz de precodificación, determinada por el primer indicador de matriz de precodificación y un segundo indicador de matriz de precodificación seleccionado por el terminal, de un conjunto correspondiente a una pluralidad de matrices de precodificación asociadas con el primer indicador de matriz de precodificación, y
  - en la que el segundo indicador de matriz de precodificación no se recibe desde el terminal.
- 50 10. La estación base de la reivindicación 9, en la que el conjunto de la pluralidad de matrices de precodificación se aplica tanto a la estación base como al terminal.
11. La estación base de la reivindicación 9, en la que cada segundo indicador de matriz de precodificación se determina para cada sub-banda de frecuencia entre el conjunto de la pluralidad de matrices de precodificación.
12. La estación base de la reivindicación 9, en la que el primer indicador de matriz de precodificación se determina

para una banda de frecuencia completa.

13. Un terminal en un sistema de comunicaciones inalámbrico, comprendiendo el terminal:

5 un transceptor configurado para recibir al menos una señal de referencia para puertos de antena en una primera dimensión (310) y una segunda dimensión (320) de una estación base; y un controlador configurado para:

determinar un primer indicador de matriz de precodificación en base a la al menos una señal de referencia, seleccionar un segundo indicador de matriz de precodificación correspondiente a una matriz de precodificación de un conjunto correspondiente a una pluralidad de matrices de precodificación asociadas con el primer indicador de matriz de precodificación,

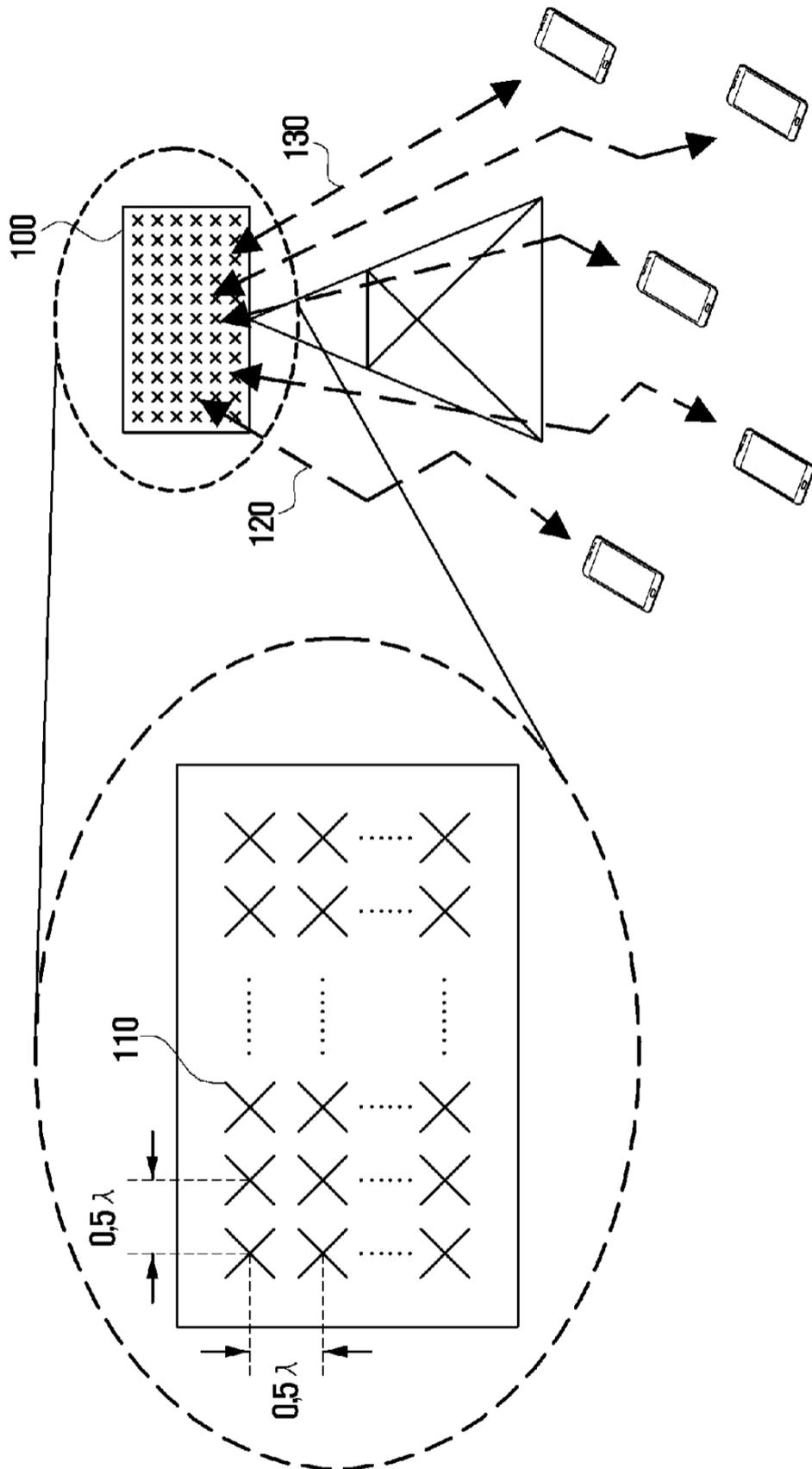
10 determinar un indicador de calidad de canal en base a la matriz de precodificación, y controlar el transceptor para transmitir, a la estación base, información de retroalimentación que incluye el primer indicador de matriz de precodificación y un indicador de calidad del canal, en el que el segundo indicador de matriz de precodificación no se transmite a la estación base.

14. El terminal de la reivindicación 13, en la que el conjunto de la pluralidad de matrices de precodificación se aplica tanto a la estación base como al terminal.

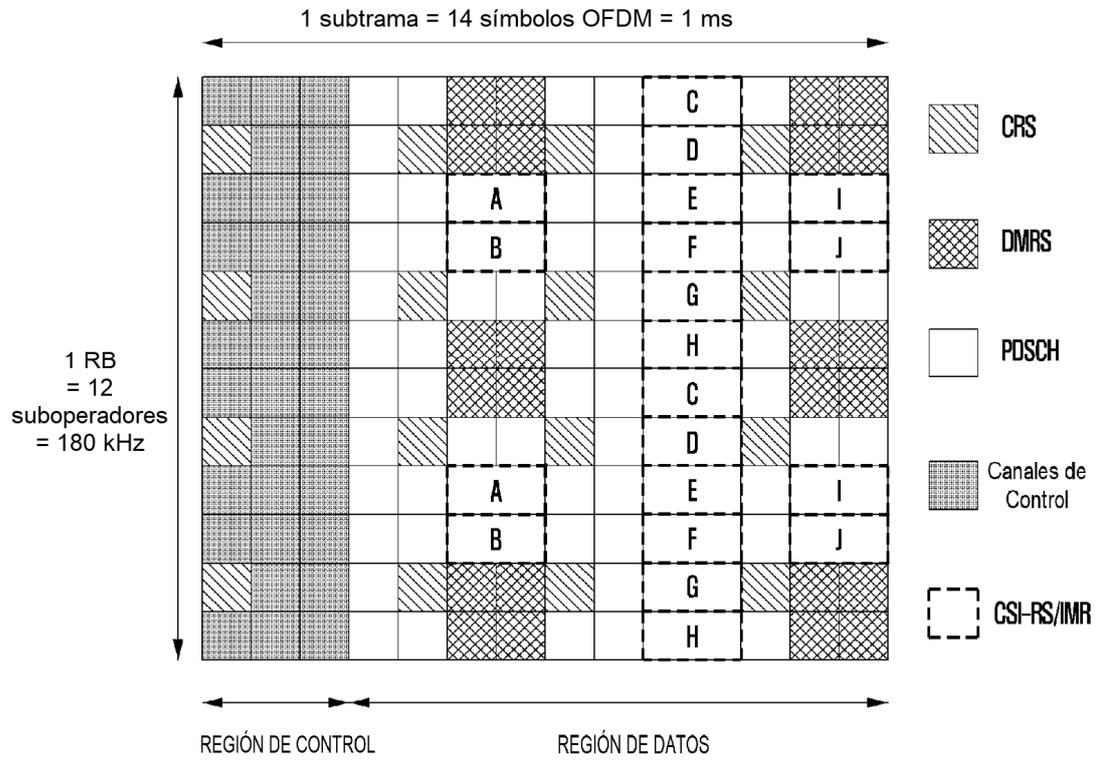
15. El terminal de la reivindicación 13, en el que cada segundo indicador de matriz de precodificación se determina para cada sub-banda de frecuencia entre el conjunto de la pluralidad de matrices de precodificación, y en el que el primer indicador de matriz de precodificación se determina para una banda de frecuencia completa.

20

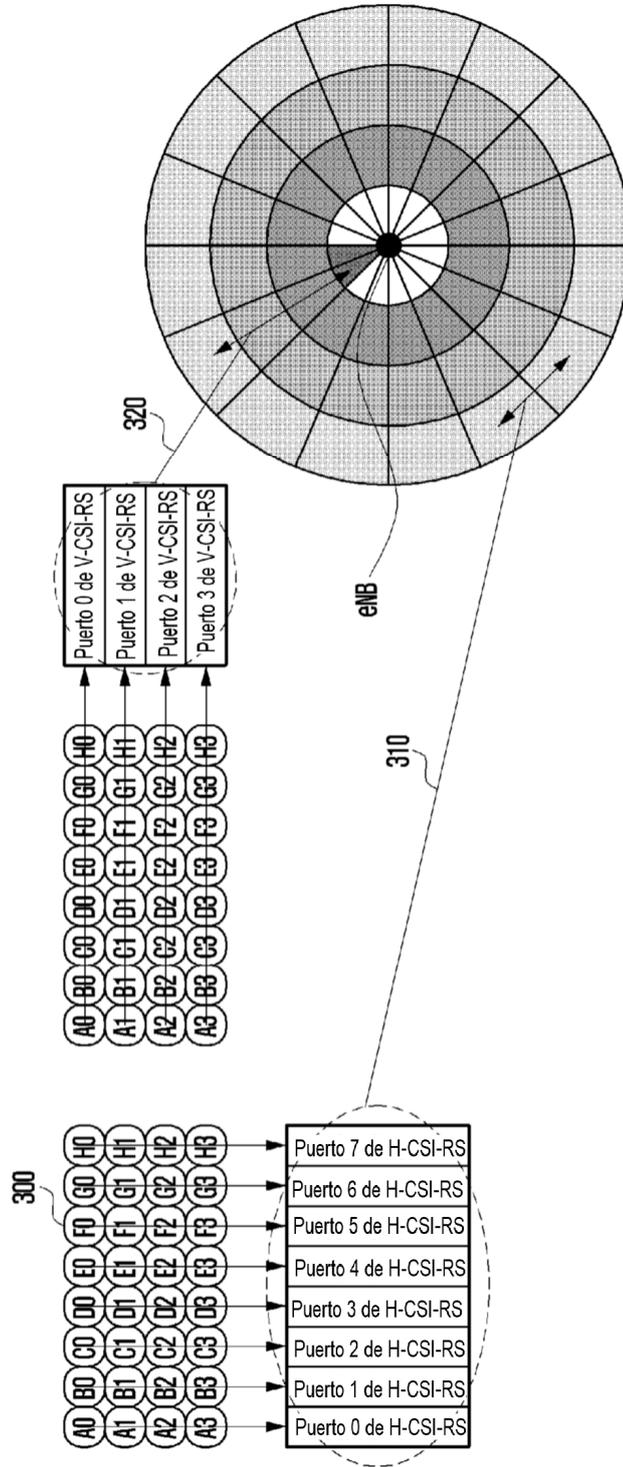
[Fig. 1]



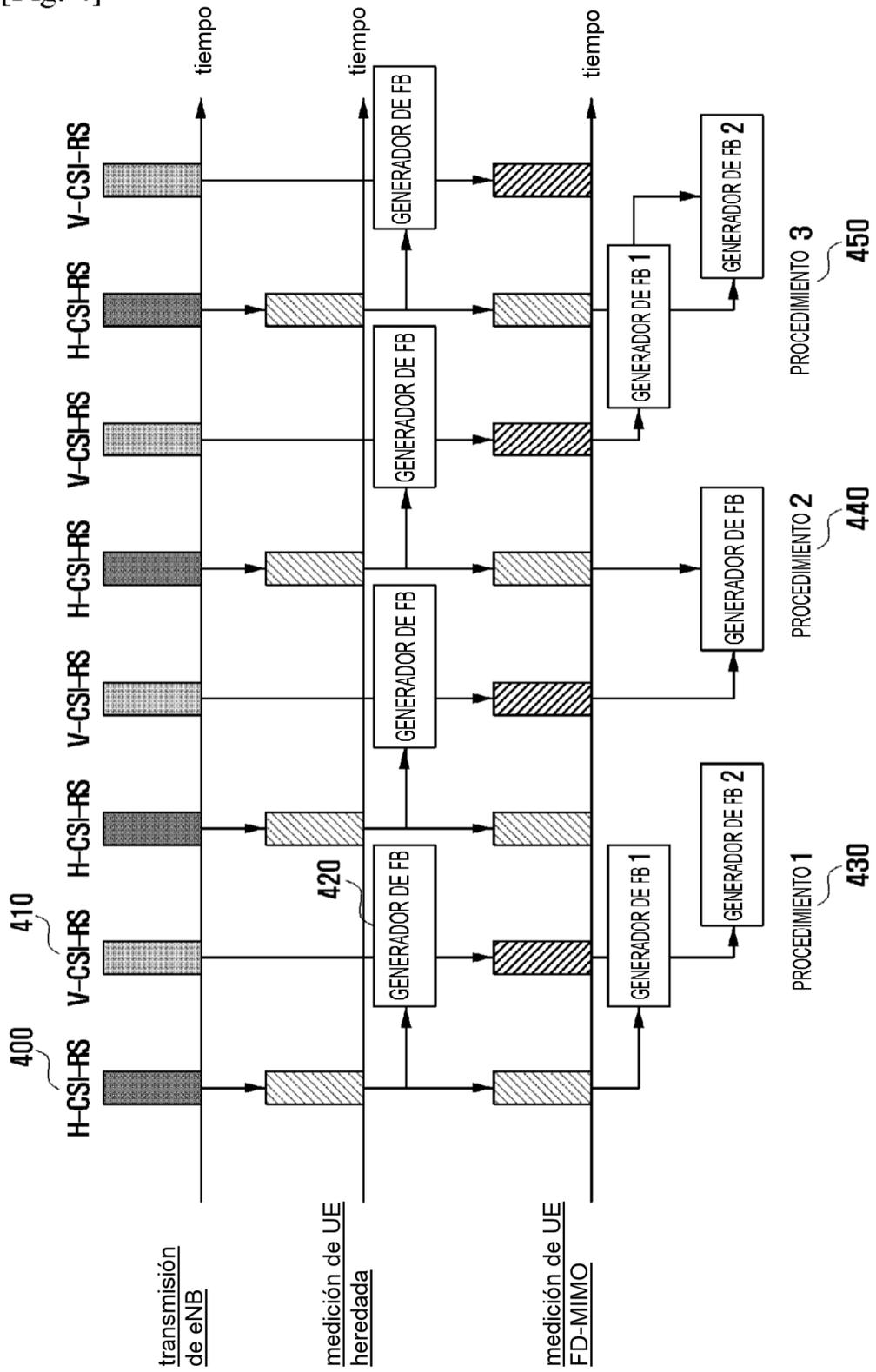
[Fig. 2]



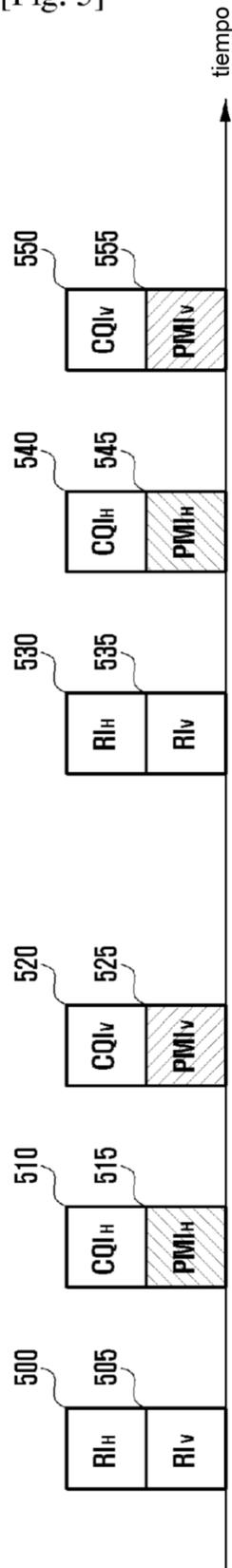
[Fig. 3]



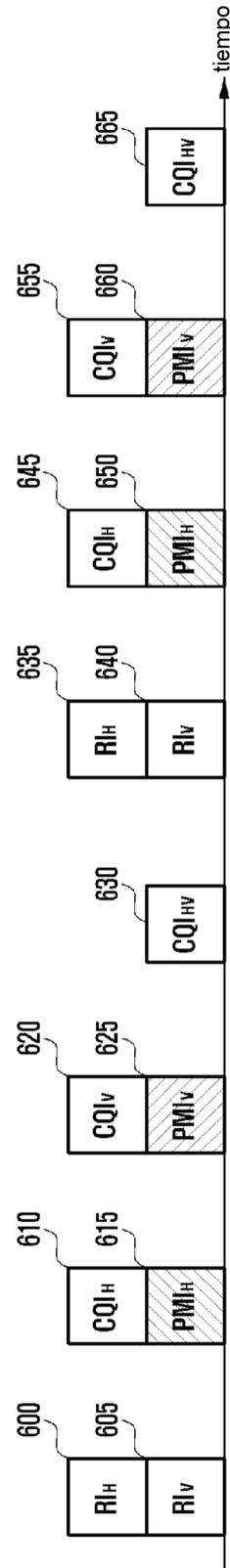
[Fig. 4]



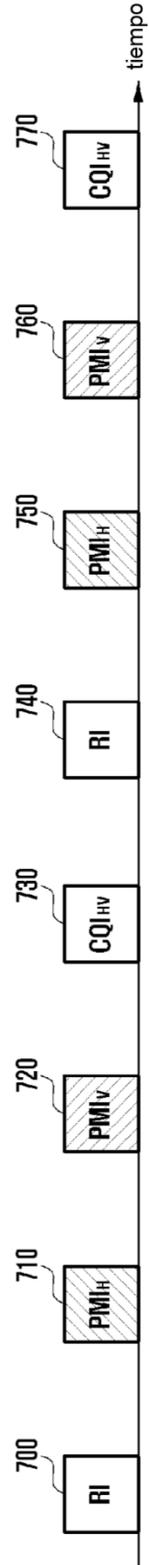
[Fig. 5]



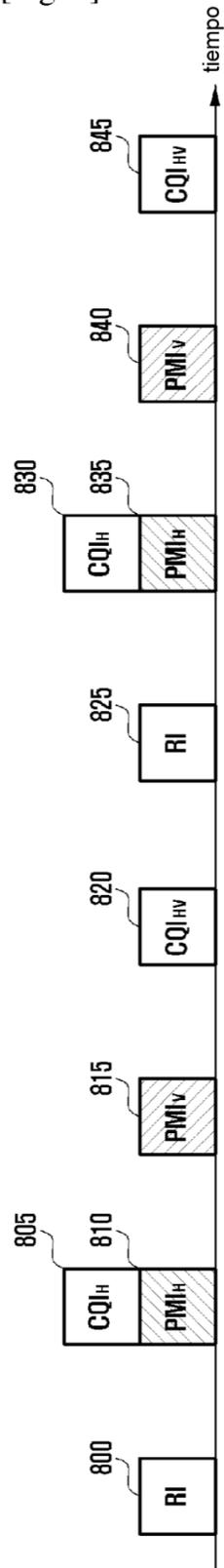
[Fig. 6]



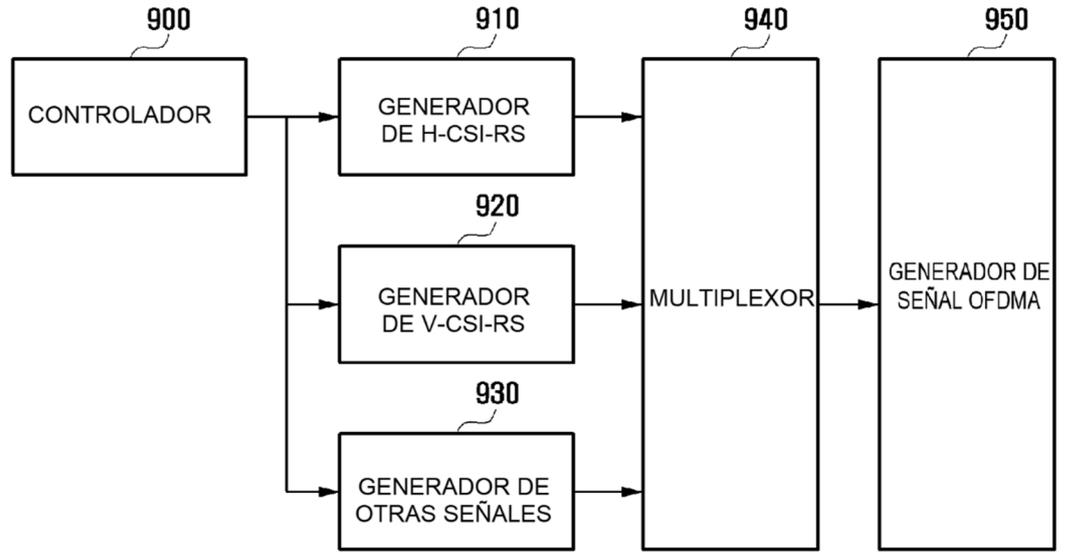
[Fig. 7]



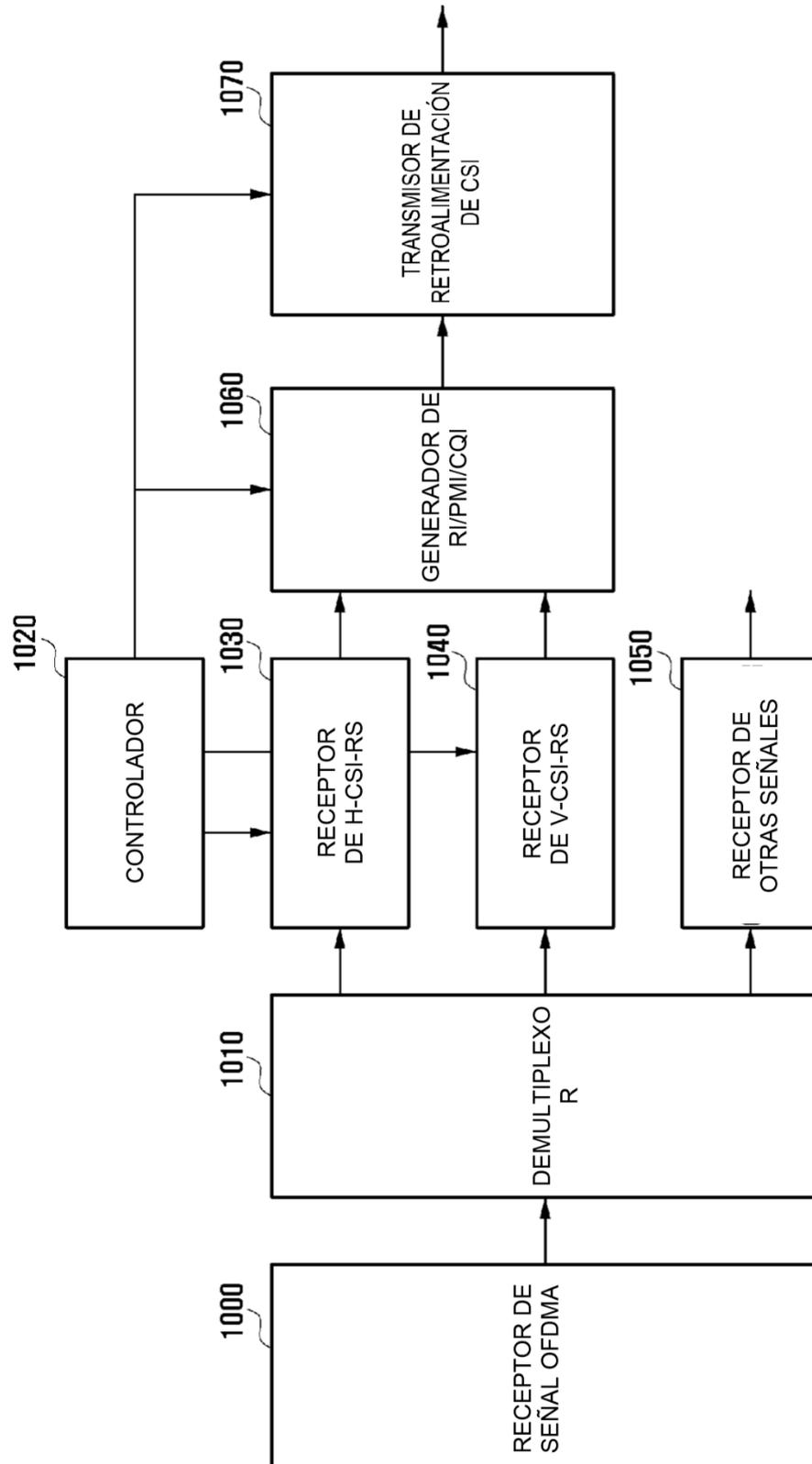
[Fig. 8]



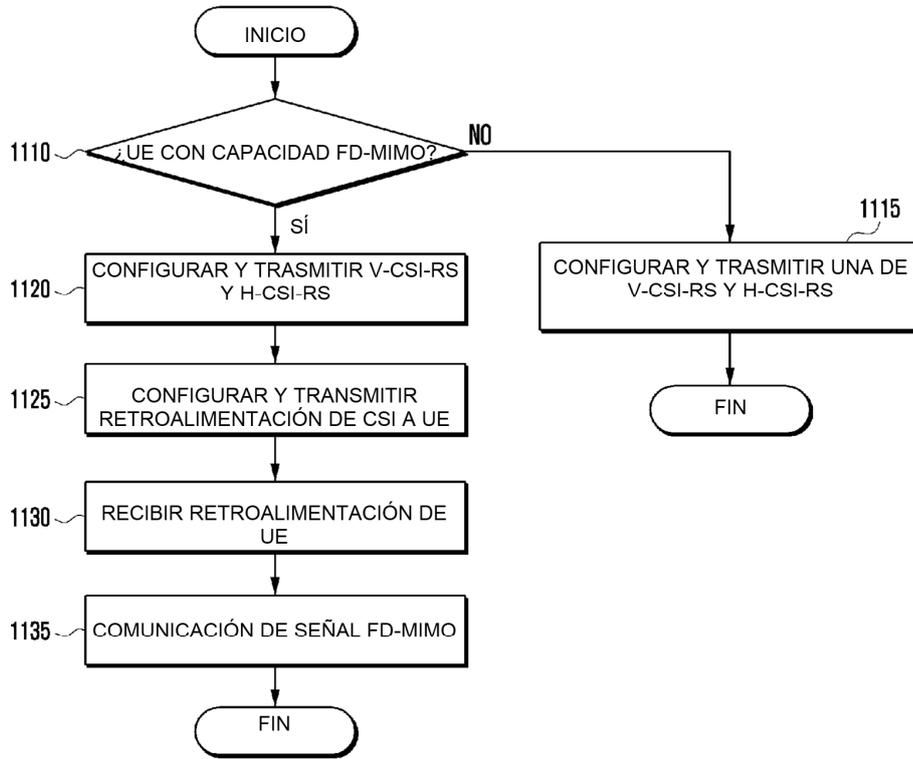
[Fig. 9]



[Fig. 10]



[Fig. 11]



[Fig. 12]

