

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 808 598**

51 Int. Cl.:

H04L 5/00	(2006.01)
H04B 7/06	(2006.01)
H04B 7/0456	(2007.01)
H04L 1/00	(2006.01)
H04B 7/0452	(2007.01)
H04B 7/04	(2007.01)
H04W 88/08	(2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.05.2014 PCT/CN2014/078097**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **26.11.2015 WO15176266**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.05.2014 E 14892803 (9)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.04.2020 EP 3146739**

54 Título: **Notificación de información de estado del canal (CSI) periódica y aperiódica para MIMO**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.03.2021

73 Titular/es:
**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
5775 Morehouse Drive
San Diego, CA 92121-1714, US**

72 Inventor/es:
**WEI, CHAO y
ZHANG, YU**

74 Agente/Representante:
FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 808 598 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

Notificación de información de estado del canal (CSI) periódica y aperiódica para MIMO

5 **Antecedentes****I. Campo**

10 **[0001]** Determinados aspectos de la divulgación en general se refieren a comunicaciones inalámbricas y, más particularmente, a técnicas para configurar la retroalimentación de información de estado del canal (CSI) de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) para la notificación periódica y aperiódica.

II. ANTECEDENTES

15 **[0002]** Los sistemas de comunicación inalámbrica están ampliamente implantados para proporcionar diversos tipos de contenido de comunicación, tal como voz, datos, etc. Estos sistemas pueden ser sistemas de acceso múltiple capaces de admitir una comunicación con múltiples usuarios compartiendo los recursos disponibles del sistema (por ejemplo, ancho de banda y potencia de transmisión). Entre los ejemplos de dichos sistemas de acceso múltiple se incluyen sistemas de acceso múltiple por división de código (CDMA), sistemas de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), sistemas de evolución a largo plazo (LTE)/LTE avanzada del Proyecto de Colaboración de Tercera Generación (3GPP) y sistemas de acceso múltiple por división ortogonal de la frecuencia (OFDMA).

25 **[0003]** En general, un sistema de comunicación inalámbrica de acceso múltiple puede admitir simultáneamente la comunicación para múltiples terminales inalámbricos. Cada terminal se comunica con una o más estaciones base por medio de transmisiones en los enlaces directo e inverso. El enlace directo (o enlace descendente) se refiere al enlace de comunicación desde las estaciones base hasta los terminales, y el enlace inverso (o enlace ascendente) se refiere al enlace de comunicación desde los terminales hasta las estaciones base. Este enlace de comunicación se puede establecer por medio de un sistema de única entrada y única salida, de múltiples entradas y única salida o de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO).

35 **[0004]** El documento US 2014/0098689 A1 divulga que las comunicaciones pueden realizarse en un sistema de comunicaciones utilizando configuraciones de antena multidimensional. Una unidad de transmisión/recepción inalámbrica (WTRU) puede recibir comunicaciones desde una estación base a través de uno o más canales. Las comunicaciones se pueden realizar utilizando múltiples libros de códigos de componentes. La WTRU puede enviar retroalimentación de información de estado del canal (CSI) para cada libro de códigos de componentes a la estación base para su consideración al realizar comunicaciones con la WTRU. La WTRU puede determinar la retroalimentación de CSI para cada libro de códigos de componentes basándose en las mediciones del canal. Los libros de códigos de componentes pueden incluir un libro de códigos de componentes horizontales y/o un libro de códigos de componentes verticales. La WTRU puede enviar la retroalimentación de CSI para cada libro de códigos de componentes a la estación base independientemente o en forma de un libro de códigos compuesto. La WTRU puede determinar un libro de códigos compuesto en función de los libros de códigos componentes.

45 **[0005]** El documento US 2014/0003240 A1 analiza la tecnología para admitir rutas de comunicación inalámbrica desde una red de antenas con un componente direccional vertical. Los ejemplos reducen la retroalimentación de entrenamiento para un mayor número de rutas de comunicación al notificar solo sobre un subconjunto de señales de referencia (RS) proporcionadas para diversas configuraciones de haz vertical. Ejemplos adicionales reducen la retroalimentación con mediciones virtuales basadas en una diferencia entre las mediciones de RS. Una de dichas mediciones puede proceder de un conjunto completo de RS para una configuración de haz de referencia y otra de un conjunto parcial de RS para una configuración de haz adicional. Dichas mediciones virtuales también se pueden basar en la correlación cruzada para los pesos de conformación de haces asociados con las dos configuraciones. Se analizan varios ejemplos de preparación y envío de notificaciones de medición congruentes con las normas de evolución a largo plazo (LTE) del Proyecto de asociación de tercera generación (3GPP). La tecnología de apoyo también aumenta la diversidad y reduce un diferencial de potencia entre capas multiplexadas espacialmente que transmiten una palabra código común.

60 **[0006]** El documento WO 2013/144360 A1 divulga un procedimiento de funcionamiento una red de antenas en un sistema de comunicación inalámbrica para proporcionar una conformación de haces de acimut y elevación específica del usuario. El procedimiento incluye proporcionar una estructura de libros de códigos de producto que consiste en una porción de acimut y de elevación. Un receptor recibe señales de referencia desde un transmisor que se corresponden con las porciones de acimut y de elevación de la red de antenas. El procedimiento también incluye determinar el índice de la porción de libro de códigos de acimut del libro de códigos de producto a partir de la porción de acimut de las señales de referencia recibidas y determinar el índice de la porción de libro de códigos de elevación del libro de códigos de producto a partir de la porción de elevación de las señales de referencia recibidas.

65

BREVE EXPLICACIÓN

5 **[0007]** La invención reivindicada se define en las reivindicaciones independientes. Otros modos de realización de la invención reivindicada se describen en las reivindicaciones dependientes. Cualquier "aspecto", "modo de realización" o "ejemplo" descrito en los párrafos siguientes y que no se encuentre dentro del alcance de la invención reivindicada definida, por tanto, se ha de interpretar como información de antecedentes proporcionada para facilitar el entendimiento de la invención reivindicada. Determinados aspectos de la divulgación proporcionan técnicas para notificar la retroalimentación de información de estado del canal (CSI) de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) basada en diferentes parámetros para la notificación periódica y aperiódica de CSI.

10 **[0008]** Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un procedimiento para comunicaciones inalámbricas mediante una estación base (BS). El procedimiento en general incluye la configuración de un equipo de usuario (UE) que tiene capacidad de MIMO con diferentes parámetros para la notificación periódica y aperiódica de información de estado del canal (CSI), en el que los diferentes parámetros indican al menos uno de los recursos a medir o la información a notificar; y recibir la notificación periódica y aperiódica de CSI desde el UE de acuerdo con la configuración.

15 **[0009]** Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un procedimiento para comunicaciones inalámbricas mediante un equipo de usuario (UE) capaz de MIMO. El procedimiento en general incluye recibir una configuración, desde una estación base, de diferentes parámetros para la notificación de información de estado del canal (CSI) periódica y aperiódica, en el que los diferentes parámetros indican al menos uno de los recursos a medir o la información a notificar; y medir y notificar la CSI periódica y aperiódica de acuerdo con la configuración.

20 **[0010]** Los aspectos de la presente divulgación también incluyen diversos aparatos y productos de programa para realizar operaciones de acuerdo con los procedimientos descritos anteriormente.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

25 **[0011]**
 30 La FIG. 1 es un diagrama de bloques que ilustra de forma conceptual un ejemplo de red de comunicación inalámbrica, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

35 La FIG. 2 es un diagrama de bloques que ilustra de forma conceptual un ejemplo de estación base en comunicación con un equipo de usuario (UE) en una red de comunicaciones inalámbricas, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

40 La FIG. 3 es un diagrama de bloques que ilustra de forma conceptual un ejemplo de estructura de trama en una red de comunicaciones inalámbricas, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

45 La FIG. 4 ilustra un ejemplo de una red de antenas que se puede usar para comunicaciones de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) de alta dimensión, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

50 La FIG. 5 ilustra un ejemplo de estructura de puertos de antenas de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

55 La FIG. 6A ilustra un ejemplo de dirección de puertos de antenas, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

60 La FIG. 6B ilustra un ejemplo de dirección de puertos de antenas para múltiples subsectores en el dominio de elevación de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

65 La FIG. 7 ilustra un ejemplo de configuraciones de notificación de información separadas para la notificación de información de estado del canal (CSI) periódica y aperiódica, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 8 ilustra un ejemplo de configuraciones de recursos separadas para notificar la información de estado del canal (CSI) periódicamente y aperiódicamente, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 9 ilustra otro ejemplo de configuraciones de recursos separadas para notificar la CSI periódicamente y aperiódicamente, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 10 ilustra ejemplos de opciones de la selección de antena para notificar la CSI periódicamente y aperiódicamente, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 11 ilustra un ejemplo de configuraciones de recursos para la notificación de CSI periódica, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

5 Las FIG. 12-14 ilustran definiciones de estructuras de ejemplo para configurar recursos para la notificación de CSI, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 15 ilustra una configuración de recursos de ejemplo para UE heredados y capaces de MIMO 3D, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

10 La FIG. 16 ilustra operaciones de ejemplo que una estación base puede realizar, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

15 La FIG. 17 ilustra operaciones de ejemplo que un equipo de usuario puede realizar, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

20 **[0012]** Determinados aspectos de la divulgación proporcionan técnicas para configurar diferentes parámetros para la retroalimentación periódica y aperiódica de información de estado del canal (CSI) de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO), lo que puede reducir la sobrecarga de retroalimentación para la notificación de CSI.

25 **[0013]** Las técnicas descritas en el presente documento se pueden usar para diversas redes de comunicación inalámbrica, tales como redes CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA y otras. Los términos "red" y "sistema" se usan a menudo de manera intercambiable. Una red de CDMA puede implementar una tecnología de radio tal como el acceso por radio terrestre universal (UTRA), cdma2000, etc. UTRA incluye CDMA de banda ancha (WCDMA), CDMA síncrona por división de tiempo (TD-SCDMA) y otras variantes de CDMA. cdma2000 abarca las normas IS-2000, IS-95 e IS-856. Una red TDMA puede implementar una tecnología de radio tal como el sistema global para las comunicaciones móviles (GSM). Una red de OFDMA puede implementar una tecnología de radio tal como UTRA evolucionado (E-UTRA), banda ancha ultramóvil (UMB), IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, Flash-OFDM®, etc. UTRA y E-UTRA forman parte del sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS). La evolución a largo plazo (LTE) de 3GPP y la LTE avanzada (LTE-A), tanto en el duplexado por división de frecuencia (FDD) como en el duplexado por división de tiempo (TDD), son nuevas versiones de UMTS que usan E-UTRA, que emplea OFDMA en el enlace descendente y SC-FDMA en el enlace ascendente. El UTRA, el E-UTRA, el UMTS, la LTE, la LTE-A y el GSM se describen en documentos de una organización denominada "Proyecto de colaboración de tercera generación" (3GPP). El cdma2000 y el UMB se describen en documentos de una organización denominada "Segundo proyecto de colaboración de tercera generación" (3GPP2). Las técnicas descritas en el presente documento se pueden usar en las redes inalámbricas y en las tecnologías de radio mencionadas anteriormente, así como en otras redes inalámbricas y tecnologías de radio. Para una mayor claridad, determinados aspectos de las técnicas se describen a continuación para la LTE/LTE avanzada, usándose la terminología de la LTE/LTE avanzada en gran parte de la siguiente descripción.

UNA RED DE COMUNICACIONES INALÁMBRICAS DE EJEMPLO

45 **[0014]** La FIG. 1 muestra una red de comunicación inalámbrica 100, que puede ser una red LTE o alguna otra red inalámbrica. La red inalámbrica 100 puede incluir un número de nodos B evolucionados (eNB) 110 y otras entidades de red. Un eNB es una entidad que se comunica con equipos de usuario (UE) y puede denominarse también estación base, Nodo B, punto de acceso, etc. Cada eNB puede proporcionar cobertura de comunicación para un área geográfica particular. En 3GPP, el término "célula" se puede referir a un área de cobertura de un eNB y/o un subsistema de eNB que presta servicio a esta área de cobertura, dependiendo del contexto en el que se usa el término.

55 **[0015]** Un eNB puede proporcionar cobertura de comunicación para una macrocélula, una picocélula, una femtocélula y/u otros tipos de células. Una macrocélula puede abarcar un área geográfica relativamente grande (por ejemplo, de varios kilómetros de radio), y puede permitir acceso sin restricciones a los UE con abono al servicio. Una picocélula puede abarcar un área geográfica relativamente pequeña y puede permitir acceso sin restricciones a los UE con abono al servicio. Una femtocélula puede abarcar un área geográfica relativamente pequeña (por ejemplo, una vivienda) y puede permitir un acceso restringido a los UE que están asociados a la femtocélula (por ejemplo, los UE de un grupo cerrado de abonados (CSG)). Un eNB para una macrocélula se puede denominar macro-eNB. Un eNB para una picocélula se puede denominar pico-eNB. Un eNB para una femtocélula se puede denominar femto-eNB o eNB doméstico (HeNB). En el ejemplo que se muestra en la FIG. 1, un eNB 110a puede ser un macro-eNB para una macrocélula 102a, un eNB 110b puede ser un pico-eNB para una picocélula 102b y un eNB 110c puede ser un femto-eNB para una femtocélula 102c. Un eNB puede admitir una o múltiples células (por ejemplo, tres). Los términos "eNB", "estación base" y "célula" se pueden usar de manera intercambiable en el presente documento.

[0016] La red inalámbrica 100 puede incluir también estaciones de retransmisión. Una estación de retransmisión es una entidad que puede recibir una transmisión de datos desde una estación anterior (por ejemplo, un eNB o un UE) y enviar una transmisión de los datos a una estación posterior (por ejemplo, un UE o un eNB). Una estación de retransmisión puede ser también un UE que pueda retransmitir transmisiones para otros UE. En el ejemplo que se muestra en la FIG. 1, una estación de retransmisión 110d se puede comunicar con el macro-eNB 110a y con un UE 120d a fin de facilitar la comunicación entre el eNB 110a y el UE 120d. Una estación de retransmisión se puede denominar también eNB de retransmisión, estación base de retransmisión, retransmisor, etc.

[0017] La red inalámbrica 100 puede ser una red heterogénea que incluye eNB de tipos diferentes, por ejemplo, macro-eNB, pico-eNB, femto-eNB, eNB de retransmisión, etc. Estos tipos diferentes de eNB pueden tener niveles diferentes de potencia de transmisión, áreas de cobertura diferentes e impacto diferente en la interferencia en la red inalámbrica 100. Por ejemplo, los macro-eNB pueden tener un alto nivel de potencia de transmisión (por ejemplo, de 5 a 40 vatios), mientras que los pico-eNB, los femto-eNB y los eNB de retransmisión pueden tener niveles de potencia de transmisión inferiores (por ejemplo, de 0,1 a 2 vatios).

[0018] Un controlador de red 130 se puede acoplar a un conjunto de eNB y puede proporcionar coordinación y control para estos eNB. El controlador de red 130 se puede comunicar con los eNB por medio de una red de retorno. Los eNB también se pueden comunicar entre sí, por ejemplo, directa o indirectamente, por medio de una red de retorno inalámbrica o alámbrica.

[0019] Los UE 120 pueden dispersarse por toda la red inalámbrica 100 y cada UE puede ser fijo o móvil. Un UE puede denominarse también terminal de acceso, terminal, estación móvil, unidad de abonado, estación, etc. Un UE puede ser un teléfono celular, un asistente personal digital (PDA), un módem inalámbrico, un dispositivo de comunicación inalámbrica, un dispositivo manual, un ordenador portátil, un teléfono sin cables, una estación de bucle local inalámbrico (WLL), una tableta, un teléfono inteligente, un miniordenador portátil, un libro inteligente, etc.

[0020] La FIG. 2 muestra un diagrama de bloques de un diseño de estación base/eNB 110 y un UE 120, que pueden ser una de las estaciones base/eNB y uno de los UE de la FIG. 1. La estación base 110 puede estar equipada con T antenas 234a a 234t, y el UE 120 puede estar equipado con R antenas 252a a 252r, donde, en general, $T \geq 1$ y $R \geq 1$.

[0021] En la estación base 110, un procesador de transmisión 220 puede recibir datos desde una fuente de datos 212 para uno o más UE, seleccionar uno o más esquemas de modulación y codificación (MCS) para cada UE, en base a los CQI recibidos desde el UE, procesar (por ejemplo, codificar y modular) los datos para cada UE en base al/a los MCS seleccionado(s) por el UE y proporcionar símbolos de datos para todos los UE. El procesador de transmisión 220 también puede procesar información del sistema e información de control (por ejemplo, peticiones de CQI, concesiones, señalización de capas superiores, etc.) y proporcionar símbolos de sobrecarga y símbolos de control. El procesador 220 también puede generar símbolos de referencia para señales de referencia (por ejemplo, la CRS) y señales de sincronización (por ejemplo, la PSS y la SSS). Un procesador de transmisión (TX) de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) 230 puede realizar un procesamiento espacial (por ejemplo, una precodificación) en los símbolos de datos, usando la retroalimentación del PMI (indicador de la matriz de precodificación) desde el UE, los símbolos de control, los símbolos de sobrecarga y/o los símbolos de referencia, cuando proceda, y puede proporcionar T flujos de símbolos de salida a T moduladores (MOD) 232a a 232t. Cada modulador 232 puede procesar un flujo de símbolos de salida respectivo (por ejemplo, para OFDM, etc.) para obtener un flujo de muestras de salida. Cada modulador 232 puede procesar todavía más (por ejemplo, convertir a analógico, amplificar, filtrar y aumentar en frecuencia) el flujo de muestras de salida para obtener una señal de enlace descendente. Se pueden transmitir T señales de enlace descendente desde los moduladores 232a a 232t por medio de T antenas 234a a 234t, respectivamente.

[0022] En el UE 120, las antenas 252a a 252r pueden recibir las señales de enlace descendente desde la estación base 110 y/u otras estaciones base, y pueden proporcionar las señales recibidas a los desmoduladores (DESMOD) 254a a 254r, respectivamente. Cada desmodulador 254 puede acondicionar (por ejemplo, filtrar, amplificar, disminuir en frecuencia y digitalizar) la señal recibida para obtener muestras de entrada. Cada desmodulador 254 puede procesar todavía más las muestras de entrada (por ejemplo, para OFDM, etc.) para obtener símbolos recibidos. Un detector de MIMO 256 puede obtener los símbolos recibidos a partir de todos los R desmoduladores 254a a 254r, realizar la detección de MIMO en los símbolos recibidos cuando proceda y proporcionar los símbolos detectados. Un procesador de recepción 258 puede procesar (por ejemplo, desmodular y descodificar) los símbolos detectados, proporcionar datos descodificados para el UE 120 a un colector de datos 260 y proporcionar información de control e información de sistema descodificada a un controlador/procesador 280. Un procesador de canal puede determinar la RSRP, el RSSI, la RSRQ, el CQI, etc.

[0023] En el enlace ascendente, en el UE 120, un procesador de transmisión 264 puede recibir y procesar datos desde una fuente de datos 262 e información de control (por ejemplo, para notificaciones que comprenden RSRP, RSSI, RSRQ, CQI, etc.) desde el controlador/procesador 280. El procesador 264 también puede generar símbolos de referencia para una o más señales de referencia. Los símbolos del procesador de transmisión 264 se pueden

precodificar mediante un procesador MIMO de TX 266 cuando proceda, procesar todavía más mediante unos moduladores 254a a 254r (por ejemplo, para SC-FDM, OFDM, etc.) y transmitir a una estación base 110. En la estación base 110, las señales de enlace ascendente del UE 120 y otros UE se pueden recibir mediante unas antenas 234, procesar mediante unos desmoduladores 232, detectar mediante un detector MIMO 236 cuando proceda y procesar todavía más mediante un procesador de recepción 238 para obtener datos e información de control descodificados enviados por el UE 120. El procesador 238 puede proporcionar los datos descodificados a un colector de datos 239 y la información de control descodificada a un controlador/procesador 240. La estación base 110 puede incluir una unidad de comunicación 244 y comunicarse con el controlador de red 130 por medio de la unidad de comunicación 244. El controlador de red 130 puede incluir una unidad de comunicación 294, un controlador/procesador 290 y una memoria 292.

[0024] Los controladores/procesadores 240 y 280 pueden dirigir el funcionamiento en la estación base 110 y el UE 120, respectivamente. El procesador 240 y/u otros procesadores y módulos en la estación base 110, y/o el procesador 280 y/u otros procesadores y módulos en el UE 120, pueden realizar o dirigir procesos para las técnicas descritas en el presente documento. Las memorias 242 y 282 pueden almacenar datos y códigos de programa para la estación base 110 y el UE 120, respectivamente. Un planificador 246 puede planificar unos UE para la transmisión de datos en el enlace descendente y/o el enlace ascendente.

[0025] Como se describirá con más detalle a continuación, cuando se transmiten datos al UE 120, la estación base 110 puede configurarse para determinar un tamaño de agrupación basado al menos en parte en un tamaño de asignación de datos y datos precodificados en bloques de recursos contiguos agrupados del tamaño de agrupación determinado, en el que los bloques de recursos en cada agrupación están precodificados con una matriz de precodificación común. Es decir, señales de referencia como UE-RS y/o datos en los bloques de recursos se precodifican utilizando el mismo precodificador. El nivel de potencia usado para la UE-RS en cada RB de los RB agrupados también puede ser el mismo.

[0026] El UE 120 puede estar configurado para realizar un procesamiento complementario para descodificar datos transmitidos desde la estación base 110. Por ejemplo, el UE 120 puede estar configurado para determinar un tamaño del agrupación basándose en un tamaño de asignación de datos de los datos recibidos transmitidos desde una estación base en agrupaciones de bloques de recursos (RB) contiguos, en los que al menos una señal de referencia en los bloques de recursos en cada agrupación se precodifica con una matriz de precodificación común, para estimar al menos un canal precodificado basándose en el tamaño de agrupación determinado y una o más señales de referencia (RS) transmitidas desde la estación base, y para descodificar las agrupaciones recibidas usando el canal precodificado estimado.

[0027] La FIG. 3 muestra una estructura de trama 300 ejemplar para FDD en LTE. La línea de tiempo de transmisión para cada uno del enlace descendente y el enlace ascendente se puede dividir en unidades de tramas de radio. Cada trama de radio puede tener una duración predeterminada (por ejemplo, 10 milisegundos (ms)) y se puede dividir en 10 subtramas con índices de 0 a 9. Cada subtrama puede incluir dos ranuras. Por tanto, cada trama de radio puede incluir 20 ranuras con índices de 0 a 19. Cada ranura puede incluir L períodos de símbolos, por ejemplo, siete períodos de símbolos para un prefijo cíclico normal (como se muestra en la FIG. 2) o seis períodos de símbolos para un prefijo cíclico ampliado. A los 2L períodos de símbolos de cada subtrama se les puede asignar índices de 0 a 2L-1.

[0028] En LTE, un eNB puede transmitir una señal de sincronización primaria (PSS) y una señal de sincronización secundaria (SSS) en el enlace descendente en los 1,08 MHz centrales del ancho de banda del sistema para cada célula admitida por el eNB. La PSS y la SSS se pueden transmitir en los períodos de símbolos 6 y 5, respectivamente, de las subtramas 0 y 5 de cada trama de radio con el prefijo cíclico normal, tal como se muestra en la FIG. 3. Los UE pueden usar la PSS y la SSS para la búsqueda y la adquisición de células. El eNB puede transmitir una señal de referencia específica de la célula (CRS) en todo el ancho de banda del sistema para cada célula admitida por el eNB. La CRS se puede transmitir en determinados períodos de símbolos de cada subtrama, y los UE pueden usarla para realizar una estimación del canal, medición de calidad del canal y/u otras funciones. El eNB también puede transmitir un canal físico de radiodifusión (PBCH) en los períodos de símbolos 0 a 3 de la ranura 1 de determinadas tramas de radio. El PBCH puede transportar parte de la información del sistema. El eNB puede transmitir otra información del sistema, tal como bloques de información del sistema (SIB) en un canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH) en determinadas subtramas. El eNB puede transmitir información/datos de control en un canal físico de control de enlace descendente (PDCCH) en los primeros B períodos de símbolos de una subtrama, donde B puede ser configurable para cada subtrama. El eNB puede transmitir datos de tráfico y/u otros datos en el PDSCH en los períodos de símbolos restantes de cada subtrama.

[0029] En determinados sistemas, se han analizado los sistemas MIMO 3D de dimensión superior (así como los sistemas MIMO 2D de "dimensión inferior") para mejorar la velocidad de transferencia máxima de datos. Como ejemplo, en un sistema de red de antenas 2D con 64 antenas, es posible implantar una red de 8x8 antenas en un plano 2D, como se muestra en la FIG. 4. En este caso, la conformación de haz horizontal así como la conformación de haz vertical se pueden utilizar para aprovechar la ganancia de conformación de haz/SDMA tanto en acimut como en elevación. 8 antenas en el eNB, implantadas solo en dimensión azimutal, permiten SDMA o SU-MIMO en

dirección horizontal. Sin embargo, una mayor inclusión de antenas en elevación permite la conformación de haces también en el plano vertical (por ejemplo, para admitir diferentes pisos en un edificio de gran altura).

EJEMPLO DE NOTIFICACIÓN PERIÓDICA Y APERIÓDICA DE INFORMACIÓN DE ESTADO DEL CANAL

5

[0030] Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan mecanismos para usar diferentes parámetros para configurar la notificación periódica y aperiódica de información de estado del canal (CSI). Esto puede permitir reducciones en la sobrecarga de retroalimentación para algunas notificaciones de CSI.

10

[0031] En algunos sistemas MIMO, incluidos los sistemas MIMO 3D, el número de puertos de antenas que pueden considerarse puede estar limitado por el factor de forma de una estación base. En el desarrollo de sistemas MIMO, puede ser deseable desarrollar redes de antenas que puedan realizar una conformación de haces tridimensional, que puede permitir la conformación de haces horizontal y verticalmente (es decir, en las dimensiones de acimut y elevación). Por ejemplo, se puede diseñar una red de antenas 2D con un mayor número de puertos de antenas para permitir MIMO 3D multiusuario (MU).

15

20

[0032] La FIG. 5 ilustra un ejemplo de estructura de puertos de antenas 2D que puede usarse para la conformación de haces MIMO 3D. La estructura de puertos de antenas 2D puede tener ocho puertos de antenas horizontalmente y cuatro puertos de antenas verticalmente, lo que da como resultado un total de 32 puertos de antenas. Cada puerto de antena puede formarse a partir de una subred vertical de dos elementos. Dicha subred puede proporcionar ganancia de antena direccional en el dominio de elevación.

25

30

[0033] Las FIG. 6A y 6B ilustra ejemplos de puertos de antenas de dirección para admitir la conformación de haces de elevación y MIMO 3D. En un ejemplo, como se ilustra en la FIG. 6A, los puertos de antenas pueden dirigirse en la misma dirección en elevación. Esta dirección puede permitir una conformación de haces de elevación flexible y operaciones MIMO 3D. En otro ejemplo, como se ilustra en la FIG. 6B, las antenas en el dominio de elevación pueden dirigirse a diferentes direcciones. Dirigir las antenas en el dominio de elevación a diferentes direcciones puede permitir la formación de subsectores múltiples en el dominio de elevación, que pueden adaptarse dependiendo de la ubicación de los usuarios y la carga de tráfico.

35

40

[0034] En sistemas de antena a gran escala, el número de respuestas de canal que un terminal puede necesitar estimar puede ser proporcional al número de puertos de antenas de transmisión. Para la retroalimentación de CSI implícita utilizando un indicador de calidad del canal (CQI), un indicador de la matriz de precodificación (PMI) o un indicador de rango (RI), la complejidad implicada en la determinación de una notificación de CSI puede aumentar exponencialmente con el número de puertos de antenas.

45

50

[0035] Los recursos de enlace ascendente necesarios para la retroalimentación de CSI también pueden ajustarse a escala con el número de puertos de antenas. Sin embargo, puesto que puede haber una limitación en el número total de bits de multiplexación (por ejemplo, para la retroalimentación periódica de CSI usando el PUCCH), la CSI puede descartarse si la cantidad de datos sobrepasa el número total de bits de multiplexación. Por ejemplo, para el formato PUCCH 3, se pueden usar 22 bits para multiplexar los HARQ-ACK, bits de petición de planificación (SR) y la información de estado del canal, y si el número total de bits para los HARQ-ACK, SR y CSI sobrepasa 22 bits, se puede descartar alguna información.

55

60

[0036] Sin embargo, en 3D-MIMO, no todos los puertos de antenas pueden ser visibles para un UE, y no todos los puertos de antenas pueden ser recibidos por un UE con la misma intensidad de la señal dependiendo de, por ejemplo, cómo se proporciona la correspondencia con los puertos de antenas de elevación. Sin embargo, notificar la CSI para puertos de antenas débiles puede no tener sentido. Además, para los UE que están en las proximidades de una estación base, la conformación de haces con menos puertos de antenas puede lograr una ganancia y capacidad de conformación de haces suficientes. Es posible que estos UE no necesiten proporcionar retroalimentación de CSI para la conformación de haces desde todos los puertos de antenas de transmisión.

65

70

[0037] Por lo tanto, para 3D-MIMO y un gran número de puertos de antenas, puede no ser necesario que un UE con capacidad de 3D-MIMO notifique la CSI para todos los puertos de antenas. Por ejemplo, puede ser deseable que el UE no transmita retroalimentación periódica de CSI para todos los puertos de antenas usando el PUCCH.

75

[0038] La selección de antena se puede aplicar en la medición y retroalimentación de CSI, por ejemplo, cuando se utiliza una gran red de antenas en una estación base para transmisiones 3D MIMO.

80

[0039] En algunos casos, una BS puede configurar el modo de notificación de CSI para reducir la sobrecarga de retroalimentación de CSI. Por ejemplo, si un parámetro de indicador de la matriz de precodificación (PMI) o indicador de rango (RI) (Notificación-pmi-RI) no está configurado para la notificación de CSI, un UE puede notificar solo el indicador de calidad del canal de diversidad de la transmisión (CQI Div TX), suponiendo que no hay precodificación, y que el UE no necesita notificar el PMI ni el RI. De forma alternativa, el UE puede retroalimentar el CQI precodificado y el PMI y/o RI dependiente del número de puerto de antena al eNB. Estos modos de notificación implican que la conformación de haces de transmisión puede no basarse en la retroalimentación de un

85

UE si un parámetro de Notificación-pmi-RI no está configurado para la notificación de CSI. De forma alternativa, se puede configurar un número menor de puertos de antenas para la retroalimentación de CSI, lo que puede restringir la utilización de un gran número de puertos de antenas para 3D MIMO.

5 **[0040]** Para permitir la utilización de un gran número de puertos de antenas en MIMO 3D, la notificación periódica y aperiódica de CSI puede configurarse con diferentes parámetros de CSI. La notificación periódica de CSI puede proporcionar la CSI limitada para un gran número de puertos de antenas para operaciones 3D MIMO, con alguna degradación del rendimiento, y la notificación aperiódica de CSI usando el PUSCH puede proporcionar la CSI completa para todos los puertos de antenas configurados. La configuración de notificación periódica y aperiódica de CSI con diferentes parámetros puede, por ejemplo, reducir la sobrecarga periódica de retroalimentación de CSI en el PUCCH. En algunos modos de realización, el parámetro Notificación-pmi-RI para los UE con capacidad MIMO 3D puede configurarse por separado para la notificación periódica y aperiódica de CSI. Por ejemplo, el parámetro Notificación-pmi-RI puede configurarse para la notificación aperiódica de CSI usando el PUSCH pero no puede configurarse para la notificación periódica de CSI usando el PUCCH. En algunos modos de realización, los UE con capacidad MIMO 3D pueden configurarse para la notificación periódica y aperiódica de CSI con diferentes números de puertos de antenas de CSI-RS. Por ejemplo, los puertos de antenas configurados para la notificación periódica de CSI pueden ser un subconjunto de los puertos de antenas configurados para la notificación aperiódica de CSI. El subconjunto puede ser configurado por un eNB (por ejemplo, utilizando señalización de capa superior) o de forma autónoma por un UE.

20 **[0041]** La notificación periódica de CQI usando el PUSCH puede configurarse con los mismos parámetros de notificación de CSI utilizados para configurar la notificación aperiódica de CSI.

25 **[0042]** La FIG. 7 ilustra un ejemplo de configuración por separado de un parámetro Notificación-pmi-RI para la notificación periódica y aperiódica de CSI. Como se ilustra, un UE se puede configurar con dos parámetros de Notificación-pmi-RI. Una configuración de ejemplo puede implicar notificar solo el CQI en la notificación periódica de CSI y notificar el CQI, PMI y RI en la notificación aperiódica. Dicha configuración puede reducir la carga útil periódica de CSI y puede hacer que la notificación periódica de CSI no dependa del número de puertos de antenas de CSI-RS.

30 **[0043]** Configurar la notificación periódica y aperiódica de CSI con diferentes parámetros puede, en algunos modos de realización, implicar la utilización de diferentes selecciones de antena para la notificación periódica y aperiódica de CSI. La selección de antena para la retroalimentación de CSI se puede realizar mediante una estación base o un UE. Independientemente de si la selección de antena se realizada mediante una estación base o UE, el UE puede configurarse con un conjunto completo de puertos de antenas de CSI-RS que pueden usarse para la notificación aperiódica de CSI.

35 **[0044]** En un aspecto, la selección de antena realizada por una estación base puede implicar el procedimiento siguiente. Una BS puede transmitir un mensaje de configuración de medición de CSI a un UE. El mensaje de medición de CSI puede comprender una configuración de recursos de tiempo-frecuencia y un número total de puertos de antenas de CSI-RS que pueden usarse para la medición y la notificación aperiódica de CSI. Basándose en las señales de referencia de sondeo recibidas (SRS) del enlace ascendente, la BS puede determinar un subconjunto de puertos de antenas para la retroalimentación periódica de CSI para el UE. El UE puede recibir un mensaje de la BS que indica el subconjunto de puertos de antena; por ejemplo, el mensaje puede comprender un mapa de bits de los puertos de antenas, donde un valor de "1" representa un puerto de antena que se puede usar para la retroalimentación periódica de CSI y un valor de "0" representa un puerto de antena que no se puede usar para la retroalimentación periódica de CSI. El UE puede realizar una medición del canal para el subconjunto de puertos de antenas. La medición del canal puede realizarse suponiendo que los datos de enlace descendente pueden transmitirse solo desde el subconjunto de puertos de antenas, y la notificación de CSI puede generarse tratando las transmisiones desde antenas fuera del subconjunto (es decir, puertos que no se utilizan para la retroalimentación periódica de CSI) como interferencia al subconjunto de puertos de antenas. Basándose en las mediciones del enlace ascendente, la BS puede actualizar el subconjunto de puertos de antenas seleccionados para la retroalimentación periódica de CSI.

40 **[0045]** La FIG. 8 ilustra un ejemplo de selección de antena realizada por una BS para configurar y realizar la notificación periódica y aperiódica de CSI mediante un UE. Un primer UE puede configurarse para usar un primer conjunto de puertos de antenas (por ejemplo, puertos de antenas 0-15), y un segundo UE puede configurarse para usar un segundo conjunto de puertos de antenas (por ejemplo, puertos de antenas 16-31) para la notificación periódica de CSI. El primer y segundo UE pueden retroalimentar la CSI periódica para los puertos de antenas seleccionados. Basándose en la retroalimentación de CSI y la selección del puerto de antena, la BS puede realizar el emparejamiento y la planificación del usuario y puede construir vectores de conformación de haces para las estaciones base. Por ejemplo, la BS puede construir un vector de conformación de haces para un primer UE de acuerdo con la ecuación:

65
$$W_1 = [W_{11} \quad 0]^T$$

y un vector de conformación de haces para un segundo UE de acuerdo con la ecuación:

$$W_2 = [0 \quad W_{22}]^T,$$

5

donde W_{11} y W_{22} comprenden vectores de precodificación determinados a partir de la notificación periódica de CSI desde el primer y el segundo UE, respectivamente. Por ejemplo, para un conjunto de 32 puertos de antenas, W_{11} y W_{22} pueden comprender cada uno 16x1 vectores de precodificación.

10

[0046] En un aspecto, un UE puede realizar una selección de antena para la notificación periódica y aperiódica de CSI. El UE recibe una configuración de medición de CSI desde la BS, que puede indicar el número total de puertos de antenas de CSI-RS y una configuración de recursos de tiempo-frecuencia. El UE puede medir la potencia de señal recibida para cada puerto de antena y seleccionar un conjunto de puertos de antenas basándose en estas mediciones. Por ejemplo, para la notificación periódica de CSI, el UE puede seleccionar un conjunto de puertos de antenas con mediciones de la potencia recibida relativamente fuerte. El UE puede notificar la CSI medida para los puertos de antenas seleccionados y también puede notificar a la BS una indicación de la selección del puerto de antena (por ejemplo, un mapa de bits como el descrito anteriormente).

15

20

[0047] La FIG. 9 ilustra un ejemplo de selección de antena realizada por un UE para configurar y realizar la notificación periódica y aperiódica de CSI. Se pueden configurar un número de UE con un número total de puertos de antenas. Por ejemplo, como se ilustra, una BS puede tener un total de 32 puertos de antenas y puede usar, por ejemplo, subvectores de elevación múltiple. Un primer UE puede determinar que un primer conjunto de puertos tiene una potencia de la señal recibida más fuerte (por ejemplo, puertos 0-7) y seleccionar el primer conjunto de puertos para la notificación periódica de CSI. Un segundo UE puede determinar que un segundo conjunto de puertos tiene una potencia de la señal recibida más fuerte (por ejemplo, los puertos 16-19 y 28-31) y seleccionar el segundo conjunto de puertos para la notificación periódica de CSI. Los UE pueden medir y notificar la CSI, incluidos el CQI, el PMI y/o el RI, de los puertos de antenas seleccionados a la BS, así como una indicación de la selección del puerto de antena.

25

30

[0048] El uso de un patrón de mapa de bits para la retroalimentación de la selección del puerto de antena puede ser costoso, ya que un patrón de mapa de bits puede implicar la utilización de un gran número de bits (por ejemplo, un bit para cada antena). Puede ser deseable reducir la cantidad de recursos utilizados para señalar la selección de antena.

35

[0049] Además, los libros de códigos asociados con el PMI pueden determinarse por la estructura de la red. Por ejemplo, el libro de códigos basado en la transformada discreta de Fourier (DFT) se puede usar para estructuras de red lineal uniforme (ULA) espaciadas muy juntas.

40

[0050] Si se puede utilizar una selección arbitraria de antenas para la notificación periódica de CSI, es posible que sea necesario definir múltiples conjuntos de libros de códigos para diferentes estructuras de red. La definición de múltiples conjuntos de libros de códigos puede aumentar la complejidad. Para minimizar los aumentos en la complejidad, puede ser deseable restringir la selección del puerto de antena para la notificación periódica de CSI.

45

[0051] La FIG. 10 ilustra un ejemplo de opciones de la selección de antena que pueden usarse en una red planar uniforme (UPA) 2D de 16 puertos. Las opciones de la selección de antena pueden hacer que la UPA de 16 puertos retroceda a una ULA de 8 puertos donde se puede definir una estructura de libro de códigos común para los ocho puertos seleccionados. Asimismo, el UE solo necesita proporcionar retroalimentación de la selección del puerto de CSI periódica, que puede comprender un número menor de bits que un mapa de bits que representa la selección de antena. Por ejemplo, para una red de antenas de 16 puertos y cuatro opciones de selección de puerto, la retroalimentación de la selección de puerto puede comprender dos bits en lugar de 16 bits.

50

55

[0052] En un modo de realización, la configuración de la notificación periódica de CSI puede implicar una precodificación del tipo de red de frecuencia única (SFN). La precodificación del tipo SFN puede implicar dividir los puertos de antenas de CSI-RS configurados en un número de grupos de antenas. Por ejemplo, los puertos de antenas pueden dividirse en grupos por columna o fila de una UPA 2D. Cada uno de los grupos de antenas puede emplear la misma precodificación, y un UE puede seleccionar un grupo de antenas suponiendo que cada grupo de antenas utiliza la misma precodificación y seleccionando un grupo de antenas basado en la precodificación. Por ejemplo, el UE k puede notificar una matriz de precodificación común W_k para los B grupos de antenas. Las columnas de W_k pueden comprender los L_k vectores singulares derechos correspondientes a los L_k valores singulares más grandes del canal compuesto:

60

$$\sum_{b=1}^B H_k^{(b)},$$

donde $H_k^{(b)}$ representa la matriz de canales del grupo de antenas $b^{\text{ésimo}}$.

[0053] La FIG. 11 ilustra un ejemplo de precodificación del tipo SFN para la notificación periódica de CSI. Se muestran dos grupos de puertos de antenas; sin embargo, puede reconocerse que una BS puede configurar un número cualquiera de grupos de puertos de antenas. Cuando la BS recibe las matrices de precodificación de retroalimentación W_k , la BS puede construir un vector de precodificación de transmisión $W^{(k)}$ para los puertos de antenas. Por ejemplo, el vector de precodificación de transmisión para el ejemplo de dos grupos ilustrado puede representarse de acuerdo con la ecuación:

$$W^{(k)} = \begin{bmatrix} W_k & 0 \\ 0 & W_k \end{bmatrix}.$$

La señal recibida puede representarse de acuerdo con la ecuación:

$$y_k = \left(\sum_{b=1}^B H_k^{(b)} W_k \right) x_k + n_k.$$

[0054] La FIG. 12 ilustra una estructura de ejemplo para configurar recursos de CSI-RS. En este ejemplo, se pueden configurar hasta 8 puertos de antenas de CSI-RS de potencia distinta a cero (NZP) para cada recurso de CSI-RS. El elemento resourceConfig puede definir los elementos de recursos en el dominio de la frecuencia que se pueden usar para la transmisión de CSI-RS, y el elemento subframeConfig puede definir las subtramas en el dominio del tiempo que se pueden usar para la CSI-RS. El elemento antennaPortsCount se puede extender para admitir configuraciones de puertos de antenas de CSI-RS más grandes. La extensión del elemento antennaPortsCount puede implicar un cambio en el elemento resourceConfig, que puede restringirse a un máximo de 8 correspondencias de puertos a elementos de recursos.

[0055] Se puede construir un recurso de CSI-RS compuesto con un gran número de puertos de antenas de CSI-RS a partir de múltiples recursos de CSI-RS que tienen un menor número de puertos de antenas de CSI-RS. La FIG. 13 ilustra una estructura de ejemplo para configurar un mayor número de puertos de CSI-RS. Se pueden agregar múltiples recursos de NZP-CSI-RS en una configuración de NZP-CSI-RS. Por ejemplo, como se ilustra, para admitir una configuración de 16 puertos de CSI-RS, se pueden agregar dos recursos de NZP-CSI-RS (por ejemplo, dos conjuntos de elementos antennaPortsCount, resourceConfig y subframeConfig). La FIG. 14 ilustra otra estructura de ejemplo para configurar un mayor número de puertos de CSI-RS. Se pueden incluir múltiples recursos de NZP-CSI-RS en un proceso de CSI.

[0056] El aumento del tamaño de la configuración de NZP-CSI-RS puede provocar que la adaptación de la tasa del PDSCH por los UE heredados (es decir, los UE que no tienen capacidad MIMO 3D) no se realice correctamente. La perforación de datos puede no proporcionar un buen rendimiento del enlace descendente si la sobrecarga de la señal de referencia por bloque de recursos es grande. En algunos modos de realización, proporcionar una adaptación de la tasa de PDCCH satisfactoria por los UE heredados puede implicar propagar los puertos de CSI-RS a múltiples subtramas. La propagación de puertos de CSI-RS a través de subtramas puede permitir el mantenimiento de una pequeña sobrecarga de la señal de referencia para cada bloque de recursos. Por ejemplo, la propagación de puertos de CSI-RS a múltiples subtramas puede realizarse de manera que la sobrecarga sea menor o igual a 8 elementos de recursos, por bloque de recursos, por subtrama para proporcionar un impacto de rendimiento aceptable en los UE heredados. En algunos modos de realización, la configuración de un recurso de CSI-RS de potencia cero (ZP) puede incluir los recursos reservados para puertos de NZP-CSI-RS no configurados para su uso por UE heredados.

[0057] La FIG. 15 ilustra un ejemplo de configuración de NZP-CSI-RS para una configuración de NZP-CSI-RS de 16 puertos. En la subtrama n , los UE heredados y MIMO 3D pueden compartir los mismos recursos de NZP-CSI-RS. En la subtrama $n+1$, los recursos de NZP-CSI-RS para los UE MIMO 3D pueden superponerse con los recursos de ZP-CSI-RS para los UE heredados. Por lo tanto, los UE heredados pueden realizar correctamente la adaptación de la tasa del PDSCH alrededor de la configuración de 16 puertos para los UE MIMO 3D.

[0058] La FIG. 16 ilustra las operaciones de ejemplo 1600 que puede realizar una estación base (por ejemplo, un eNodeB) para proporcionar reducciones en la sobrecarga de la notificación de CSI, de acuerdo con los aspectos de la presente divulgación. Las operaciones 1600 pueden comenzar en 1602, donde una BS configura un UE que tiene capacidad de MIMO 3D con diferentes parámetros para la notificación periódica y aperiódica de CSI, en el que los diferentes parámetros indican al menos uno de los recursos a medir o la información a notificar. En 1604, la BS recibe una notificación periódica y aperiódica de CSI desde el UE de acuerdo con la configuración.

[0059] La FIG. 17 ilustra las operaciones de ejemplo 1700 que puede realizar un equipo de usuario para proporcionar reducciones en la sobrecarga de la notificación de CSI, de acuerdo con los aspectos de la presente divulgación. Las operaciones 1700 pueden comenzar en 1702, donde un UE recibe una configuración, desde una BS, de diferentes parámetros para la notificación periódica y aperiódica de CSI, en el que los diferentes parámetros

indican al menos uno de los recursos a medir o la información a notificar. En 1704, el UE mide y notifica la CSI periódica y aperiódica de acuerdo con la configuración.

- 5 **[0060]** Los expertos en la técnica entenderán que la información y las señales se pueden representar usando cualquiera de una variedad de tecnologías y técnicas diferentes. Por ejemplo, los datos, las instrucciones, los comandos, la información, las señales, los bits, los símbolos y chips que pueden haber sido mencionados a lo largo de la descripción anterior, pueden representarse mediante tensiones, corrientes, ondas electromagnéticas, campos o partículas magnéticos, campos o partículas ópticos, o cualquier combinación de los mismos.
- 10 **[0061]** Los expertos en la materia apreciarán además que los diversos bloques lógicos, módulos, circuitos y etapas de algoritmo ilustrativos, descritos en relación con la divulgación del presente documento, se pueden implementar como hardware electrónico, software informático o combinaciones de ambos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y software, anteriormente se han descrito diversos componentes, bloques, módulos, circuitos y etapas ilustrativos en lo que respecta, en general, a su funcionalidad. Que dicha funcionalidad se implemente como hardware o software depende de la aplicación particular y de las restricciones de diseño impuestas en el sistema global. Los expertos en la técnica pueden implementar la funcionalidad descrita de diferentes maneras para cada aplicación en particular, pero no debe interpretarse que dichas decisiones de implementación suponen una desviación del alcance de la presente divulgación.
- 15 **[0062]** Los diversos bloques lógicos, módulos y circuitos ilustrativos descritos en relación con la divulgación del presente documento se pueden implementar o realizar con un procesador de propósito general, un procesador digital de señales (DSP), un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), una matriz de puertas programables por campo (FPGA) u otro dispositivo de lógica programable, lógica de puertas discretas o lógica de transistores, componentes de hardware discretos o cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en el presente documento. Un procesador de propósito general puede ser un microprocesador, pero, como alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, microcontrolador o máquina de estados convencional. Un procesador también se puede implementar como una combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores junto con un núcleo de DSP o cualquier otra configuración de este tipo.
- 20 **[0063]** Las etapas de un procedimiento o algoritmo descritas en relación con la divulgación del presente documento se pueden materializar directamente en hardware, un módulo de software ejecutado por un procesador o una combinación de ambos. Un módulo de software puede residir en memoria RAM, memoria flash, memoria ROM, memoria EPROM, memoria EEPROM, registros, un disco duro, un disco extraíble, un CD-ROM o en cualquier otra forma de medio de almacenamiento conocida en la técnica. Un medio de almacenamiento ejemplar está acoplado al procesador de manera que el procesador puede leer información de, y/o escribir información en, el medio de almacenamiento. De forma alternativa, el medio de almacenamiento puede estar integrado en el procesador. El procesador y el medio de almacenamiento pueden residir en un ASIC. El ASIC puede residir en un terminal de usuario. De forma alternativa, el procesador y el medio de almacenamiento pueden residir como componentes discretos en un terminal de usuario. En general, cuando hay operaciones ilustradas en las figuras, estas operaciones pueden tener unos componentes correspondientes de medios más funciones homólogos, con numeración similar.
- 35 **[0064]** En uno o más diseños ejemplares, las funciones descritas se pueden implementar en hardware, software, firmware o en cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en software, las funciones se pueden almacenar en, o transmitir por, un medio legible por ordenador, como una o más instrucciones o código. Los medios legibles por ordenador incluyen tanto medios de almacenamiento informático como medios de comunicación que incluyan cualquier medio que facilite la transferencia de un programa informático de un lugar a otro. Un medio de almacenamiento puede ser cualquier medio disponible al que se pueda acceder mediante un ordenador de propósito general o de propósito especial. A modo de ejemplo, y no de limitación, dichos medios legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otro almacenamiento en disco óptico, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que se pueda usar para transportar o almacenar medios de código de programa deseados en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que se pueda acceder mediante un ordenador de propósito general o de propósito especial, o un procesador de propósito general o de propósito especial. Asimismo, cualquier conexión recibe apropiadamente la denominación de medio legible por ordenador. Por ejemplo, si el software se transmite desde un sitio web, un servidor u otra fuente remota usando un cable coaxial, un cable de fibra óptica, un par trenzado, una línea de abonado digital (DSL) o tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas, entonces el cable coaxial, el cable de fibra óptica, el par trenzado, la DSL o las tecnologías inalámbricas, tales como infrarrojos, radio y microondas, están incluidos en la definición de medio. Los discos, como se usan en el presente documento, incluyen el disco compacto (CD), el disco láser, el disco óptico, el disco versátil digital (DVD), el disco flexible y el disco Blu-ray, donde algunos discos reproducen normalmente los datos de forma magnética, mientras que otros discos reproducen los datos de forma óptica con láseres. Las combinaciones de lo anterior también se deben incluir dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.
- 45 **[0064]** En uno o más diseños ejemplares, las funciones descritas se pueden implementar en hardware, software, firmware o en cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en software, las funciones se pueden almacenar en, o transmitir por, un medio legible por ordenador, como una o más instrucciones o código. Los medios legibles por ordenador incluyen tanto medios de almacenamiento informático como medios de comunicación que incluyan cualquier medio que facilite la transferencia de un programa informático de un lugar a otro. Un medio de almacenamiento puede ser cualquier medio disponible al que se pueda acceder mediante un ordenador de propósito general o de propósito especial. A modo de ejemplo, y no de limitación, dichos medios legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otro almacenamiento en disco óptico, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que se pueda usar para transportar o almacenar medios de código de programa deseados en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que se pueda acceder mediante un ordenador de propósito general o de propósito especial, o un procesador de propósito general o de propósito especial. Asimismo, cualquier conexión recibe apropiadamente la denominación de medio legible por ordenador. Por ejemplo, si el software se transmite desde un sitio web, un servidor u otra fuente remota usando un cable coaxial, un cable de fibra óptica, un par trenzado, una línea de abonado digital (DSL) o tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas, entonces el cable coaxial, el cable de fibra óptica, el par trenzado, la DSL o las tecnologías inalámbricas, tales como infrarrojos, radio y microondas, están incluidos en la definición de medio. Los discos, como se usan en el presente documento, incluyen el disco compacto (CD), el disco láser, el disco óptico, el disco versátil digital (DVD), el disco flexible y el disco Blu-ray, donde algunos discos reproducen normalmente los datos de forma magnética, mientras que otros discos reproducen los datos de forma óptica con láseres. Las combinaciones de lo anterior también se deben incluir dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.
- 50 **[0064]** En uno o más diseños ejemplares, las funciones descritas se pueden implementar en hardware, software, firmware o en cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en software, las funciones se pueden almacenar en, o transmitir por, un medio legible por ordenador, como una o más instrucciones o código. Los medios legibles por ordenador incluyen tanto medios de almacenamiento informático como medios de comunicación que incluyan cualquier medio que facilite la transferencia de un programa informático de un lugar a otro. Un medio de almacenamiento puede ser cualquier medio disponible al que se pueda acceder mediante un ordenador de propósito general o de propósito especial. A modo de ejemplo, y no de limitación, dichos medios legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otro almacenamiento en disco óptico, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que se pueda usar para transportar o almacenar medios de código de programa deseados en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que se pueda acceder mediante un ordenador de propósito general o de propósito especial, o un procesador de propósito general o de propósito especial. Asimismo, cualquier conexión recibe apropiadamente la denominación de medio legible por ordenador. Por ejemplo, si el software se transmite desde un sitio web, un servidor u otra fuente remota usando un cable coaxial, un cable de fibra óptica, un par trenzado, una línea de abonado digital (DSL) o tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas, entonces el cable coaxial, el cable de fibra óptica, el par trenzado, la DSL o las tecnologías inalámbricas, tales como infrarrojos, radio y microondas, están incluidos en la definición de medio. Los discos, como se usan en el presente documento, incluyen el disco compacto (CD), el disco láser, el disco óptico, el disco versátil digital (DVD), el disco flexible y el disco Blu-ray, donde algunos discos reproducen normalmente los datos de forma magnética, mientras que otros discos reproducen los datos de forma óptica con láseres. Las combinaciones de lo anterior también se deben incluir dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.
- 55 **[0064]** En uno o más diseños ejemplares, las funciones descritas se pueden implementar en hardware, software, firmware o en cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en software, las funciones se pueden almacenar en, o transmitir por, un medio legible por ordenador, como una o más instrucciones o código. Los medios legibles por ordenador incluyen tanto medios de almacenamiento informático como medios de comunicación que incluyan cualquier medio que facilite la transferencia de un programa informático de un lugar a otro. Un medio de almacenamiento puede ser cualquier medio disponible al que se pueda acceder mediante un ordenador de propósito general o de propósito especial. A modo de ejemplo, y no de limitación, dichos medios legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otro almacenamiento en disco óptico, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que se pueda usar para transportar o almacenar medios de código de programa deseados en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que se pueda acceder mediante un ordenador de propósito general o de propósito especial, o un procesador de propósito general o de propósito especial. Asimismo, cualquier conexión recibe apropiadamente la denominación de medio legible por ordenador. Por ejemplo, si el software se transmite desde un sitio web, un servidor u otra fuente remota usando un cable coaxial, un cable de fibra óptica, un par trenzado, una línea de abonado digital (DSL) o tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas, entonces el cable coaxial, el cable de fibra óptica, el par trenzado, la DSL o las tecnologías inalámbricas, tales como infrarrojos, radio y microondas, están incluidos en la definición de medio. Los discos, como se usan en el presente documento, incluyen el disco compacto (CD), el disco láser, el disco óptico, el disco versátil digital (DVD), el disco flexible y el disco Blu-ray, donde algunos discos reproducen normalmente los datos de forma magnética, mientras que otros discos reproducen los datos de forma óptica con láseres. Las combinaciones de lo anterior también se deben incluir dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.
- 60 **[0064]** En uno o más diseños ejemplares, las funciones descritas se pueden implementar en hardware, software, firmware o en cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en software, las funciones se pueden almacenar en, o transmitir por, un medio legible por ordenador, como una o más instrucciones o código. Los medios legibles por ordenador incluyen tanto medios de almacenamiento informático como medios de comunicación que incluyan cualquier medio que facilite la transferencia de un programa informático de un lugar a otro. Un medio de almacenamiento puede ser cualquier medio disponible al que se pueda acceder mediante un ordenador de propósito general o de propósito especial. A modo de ejemplo, y no de limitación, dichos medios legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otro almacenamiento en disco óptico, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que se pueda usar para transportar o almacenar medios de código de programa deseados en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que se pueda acceder mediante un ordenador de propósito general o de propósito especial, o un procesador de propósito general o de propósito especial. Asimismo, cualquier conexión recibe apropiadamente la denominación de medio legible por ordenador. Por ejemplo, si el software se transmite desde un sitio web, un servidor u otra fuente remota usando un cable coaxial, un cable de fibra óptica, un par trenzado, una línea de abonado digital (DSL) o tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas, entonces el cable coaxial, el cable de fibra óptica, el par trenzado, la DSL o las tecnologías inalámbricas, tales como infrarrojos, radio y microondas, están incluidos en la definición de medio. Los discos, como se usan en el presente documento, incluyen el disco compacto (CD), el disco láser, el disco óptico, el disco versátil digital (DVD), el disco flexible y el disco Blu-ray, donde algunos discos reproducen normalmente los datos de forma magnética, mientras que otros discos reproducen los datos de forma óptica con láseres. Las combinaciones de lo anterior también se deben incluir dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.
- 65 **[0064]** En uno o más diseños ejemplares, las funciones descritas se pueden implementar en hardware, software, firmware o en cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en software, las funciones se pueden almacenar en, o transmitir por, un medio legible por ordenador, como una o más instrucciones o código. Los medios legibles por ordenador incluyen tanto medios de almacenamiento informático como medios de comunicación que incluyan cualquier medio que facilite la transferencia de un programa informático de un lugar a otro. Un medio de almacenamiento puede ser cualquier medio disponible al que se pueda acceder mediante un ordenador de propósito general o de propósito especial. A modo de ejemplo, y no de limitación, dichos medios legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otro almacenamiento en disco óptico, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que se pueda usar para transportar o almacenar medios de código de programa deseados en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que se pueda acceder mediante un ordenador de propósito general o de propósito especial, o un procesador de propósito general o de propósito especial. Asimismo, cualquier conexión recibe apropiadamente la denominación de medio legible por ordenador. Por ejemplo, si el software se transmite desde un sitio web, un servidor u otra fuente remota usando un cable coaxial, un cable de fibra óptica, un par trenzado, una línea de abonado digital (DSL) o tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas, entonces el cable coaxial, el cable de fibra óptica, el par trenzado, la DSL o las tecnologías inalámbricas, tales como infrarrojos, radio y microondas, están incluidos en la definición de medio. Los discos, como se usan en el presente documento, incluyen el disco compacto (CD), el disco láser, el disco óptico, el disco versátil digital (DVD), el disco flexible y el disco Blu-ray, donde algunos discos reproducen normalmente los datos de forma magnética, mientras que otros discos reproducen los datos de forma óptica con láseres. Las combinaciones de lo anterior también se deben incluir dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

[0065] La descripción previa de la divulgación se proporciona para permitir que cualquier experto en la técnica realice o use la divulgación. Diversas modificaciones de esta divulgación resultarán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en el presente documento se pueden aplicar a otras variaciones sin apartarse del alcance de la divulgación, como está limitada por las reivindicaciones adjuntas.

5

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento (1600) de comunicaciones inalámbricas mediante una estación base, BS, que comprende:
- 5 configurar (1602) un equipo de usuario, UE, que tiene capacidad de MIMO con diferentes parámetros para la notificación periódica y aperiódica de información de estado del canal, CSI, en el que los diferentes parámetros indican al menos uno de los recursos a medir o la información a notificar; y
- 10 recibir (1604) la notificación periódica y aperiódica de CSI desde el UE de acuerdo con la configuración, en el que la configuración comprende:
- 15 configurar el UE para medir y notificar la CSI aperiódicamente para un primer conjunto de puertos de antena; y
- configurar el UE para medir y notificar la CSI periódicamente para un segundo conjunto de puertos de antenas,
- 20 en el que el segundo conjunto de puertos de antenas comprende un subconjunto del primer conjunto de puertos de antenas.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el UE tiene capacidad de MIMO 3D con más de 8 puertos de antenas.
- 25 3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la configuración comprende además:
- configurar el UE para notificar un primer conjunto de información para la notificación periódica de CSI; y
- 30 configurar el UE para notificar un segundo conjunto de información para la notificación aperiódica de CSI.
4. El procedimiento de la reivindicación 3, en el que:
- 35 el segundo conjunto de información, pero no el primer conjunto de información, comprende el indicador de la matriz de precodificación, PMI, e información de indicación de rango, RI.
5. El procedimiento de la reivindicación 4, en el que:
- 40 el segundo conjunto de información comprende información de PMI y RI cuando la CSI se notifica aperiódicamente usando un canal compartido de enlace ascendente físico, PUSCH; y
- el primer conjunto de información no comprende información de PMI y RI cuando la CSI se notifica periódicamente usando un canal físico de control de enlace ascendente, PUCCH.
- 45 6. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además señalar una indicación del primer y segundo conjuntos de puertos de antenas.
7. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además determinar, para diferentes UE, diferentes subconjuntos de puertos de antenas que los diferentes UE usan como su segundo conjunto respectivo de puertos de antenas para la notificación periódica de CSI, basándose en las señales de referencia de enlace ascendente recibidas.
- 50 8. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además determinar, para diferentes UE, diferentes subconjuntos de puertos de antenas que los diferentes UE usan como su segundo conjunto respectivo de puertos de antenas para la notificación periódica de CSI, basándose en una indicación de los puertos de antenas seleccionados recibidos desde los UE.
- 55 9. El procedimiento de la reivindicación 8, en el que la indicación se usa para seleccionar una de una pluralidad de opciones predefinidas de selección de puerto de antena.
- 60 10. Un procedimiento (1700) de comunicaciones inalámbricas por un equipo de usuario, UE, con capacidad de MIMO, que comprende:

- recibir (1702) una configuración, desde una estación base, de diferentes parámetros para la notificación periódica y aperiódica de información de estado del canal, CSI, en el que los diferentes parámetros indican al menos uno de los recursos a medir o la información a notificar; y
- 5 medir y notificar (1704) la CSI periódica y aperiódica de acuerdo con la configuración, en el que los diferentes parámetros comprenden:
- un primer conjunto de puertos de antenas para medir y notificar la CSI aperiódicamente; y
- 10 un segundo conjunto de puertos de antenas para medir y notificar la CSI periódicamente,
- en el que el segundo conjunto de puertos de antenas comprende un subconjunto del primer conjunto de puertos de antenas.
- 15 **11.** El procedimiento de la reivindicación 10, que además comprende:
- recibir una configuración inicial de puertos de antenas disponibles; y
- proporcionar a la estación base una indicación de una selección de un subconjunto de los puertos de antenas disponibles que el UE utiliza como su segundo conjunto de puertos de antenas para la notificación periódica de CSI, basándose en las mediciones de señal recibidas para los puertos de antenas.
- 20
- 25 **12.** El procedimiento de la reivindicación 11, en el que la indicación comprende al menos uno de entre un mapa de bits que indica los puertos de antenas seleccionados, en el que el mapa de bits comprende menos bits que el número de puertos de antenas disponibles, o una matriz de precodificación que indica los puertos de antenas seleccionados, en el que la indicación comprende una indicación para seleccionar una de una pluralidad de opciones predefinidas de selección de puerto de antena.
- 30 **13.** Programa informático que comprende instrucciones que, cuando se ejecutan, hacen que un ordenador realice el procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.

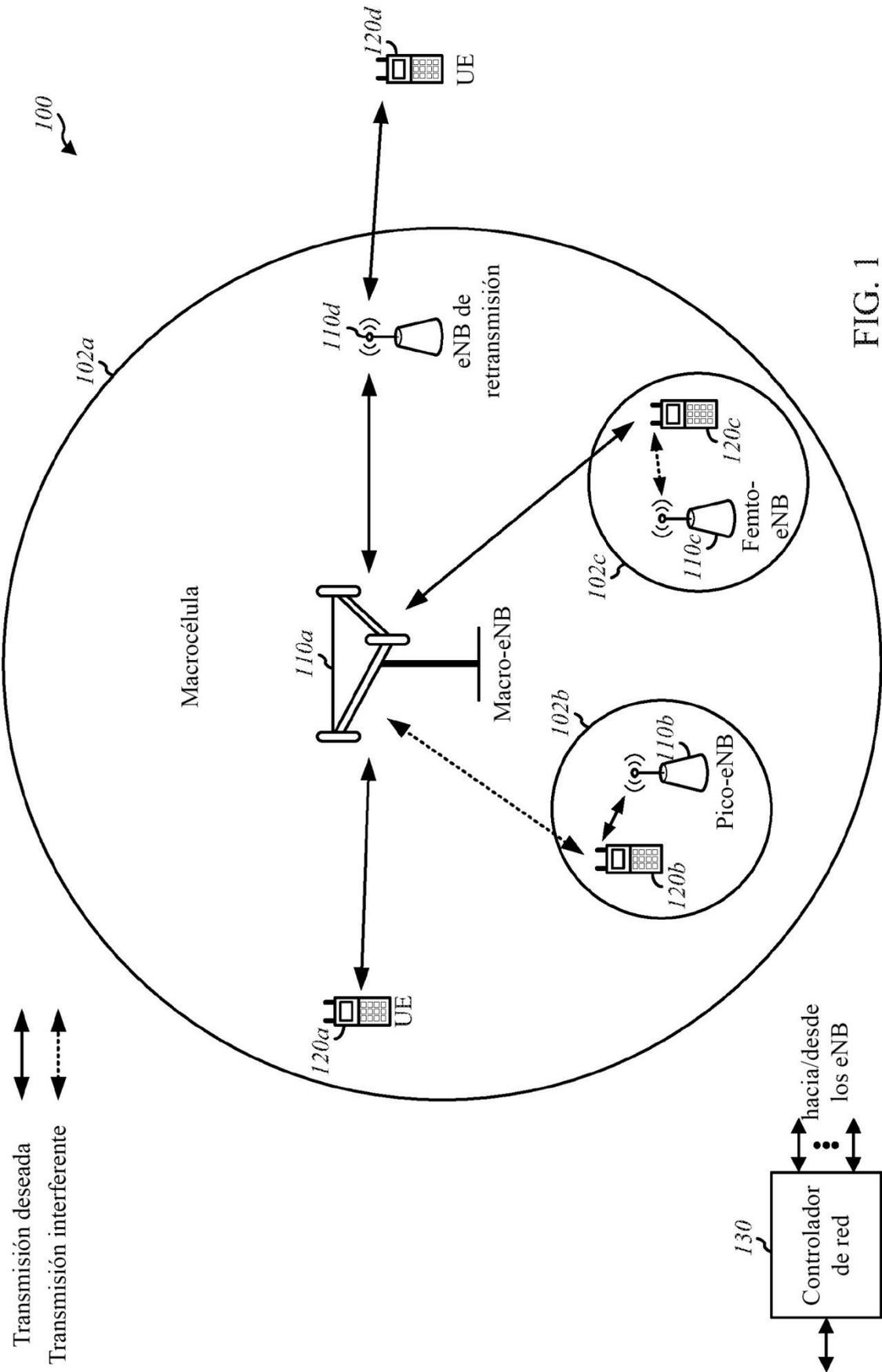


FIG. 1

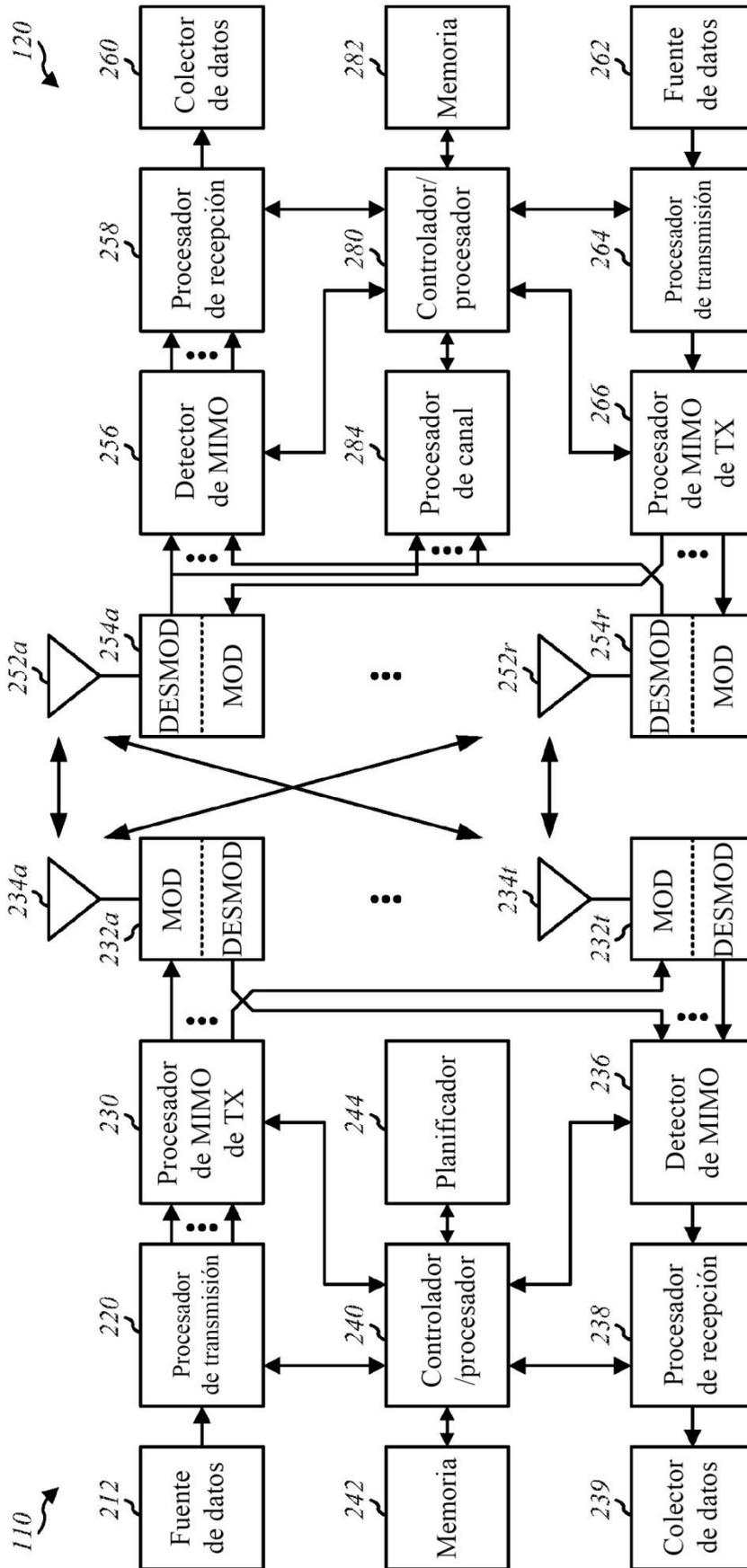
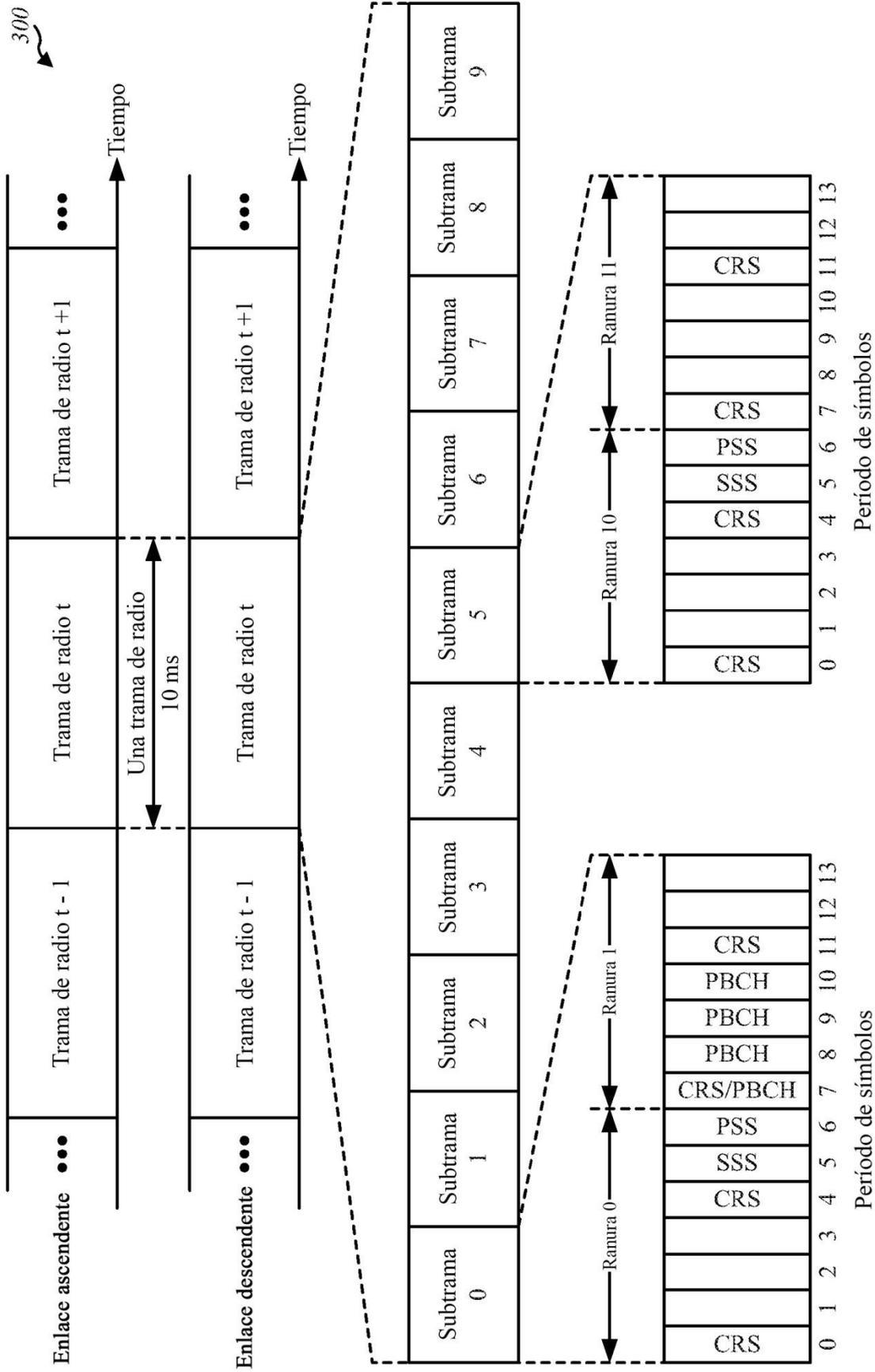


FIG. 2



PSS = Señal de sincronización primaria
 SSS = Señal de sincronización secundaria
 CRS = Señal de referencia específica de la célula
 PBCH = Canal físico de radiodifusión

FIG. 3

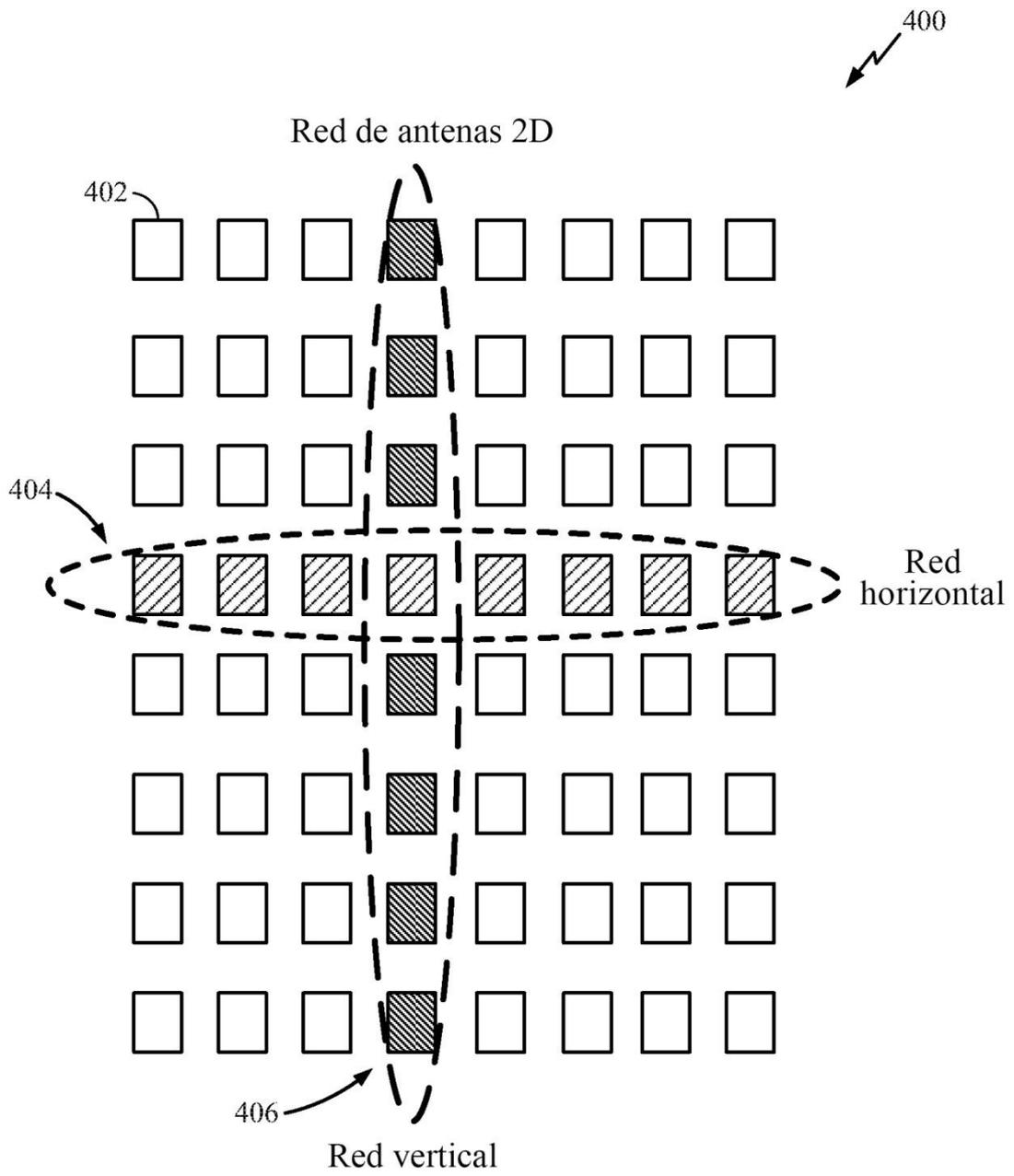


FIG. 4

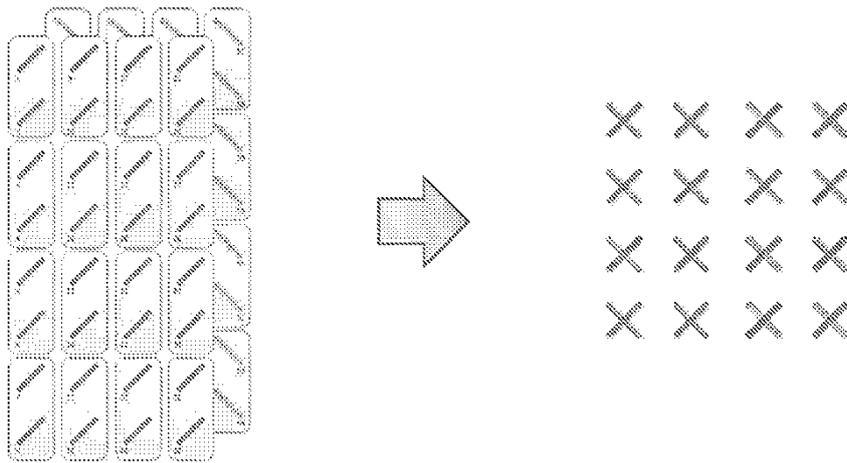


FIG. 5

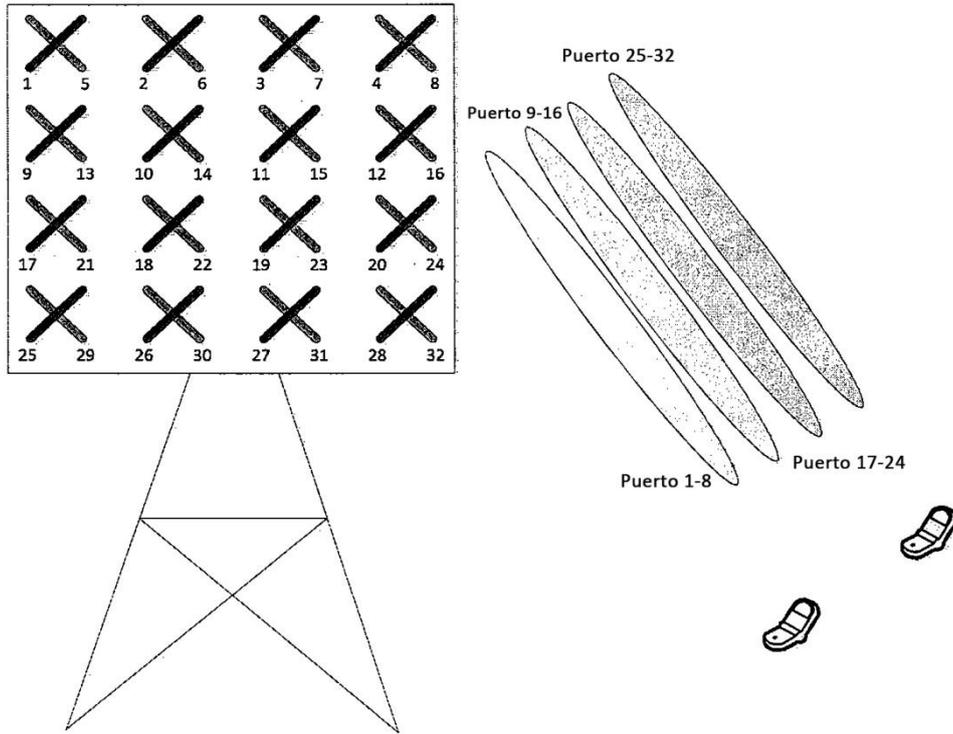


FIG. 6A

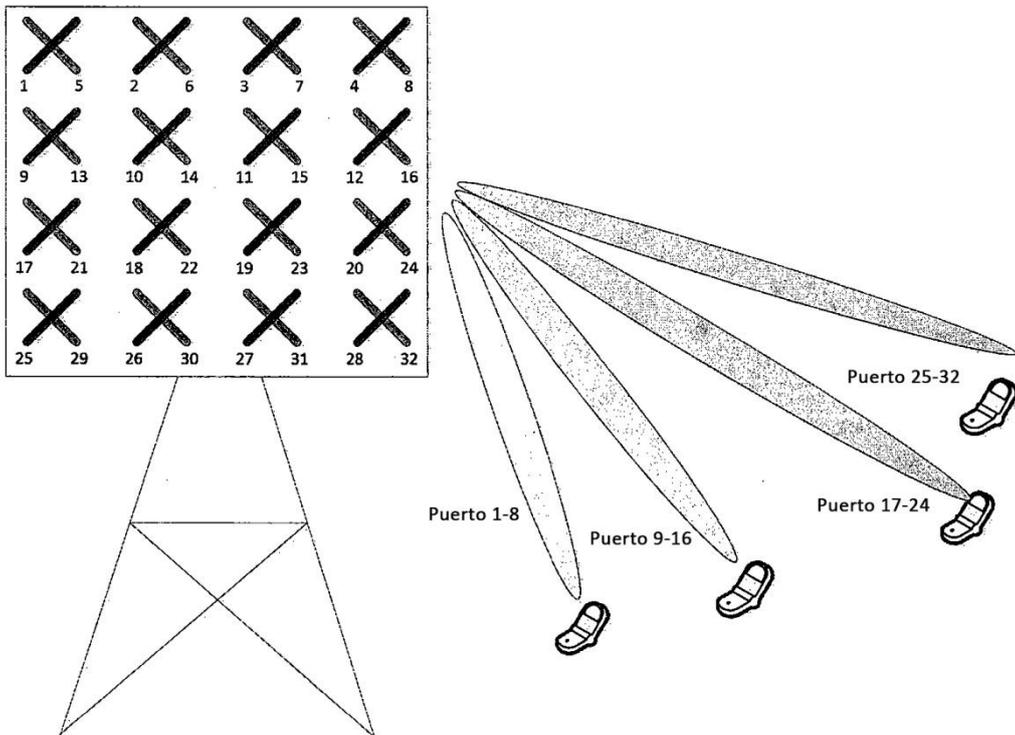


FIG. 6B

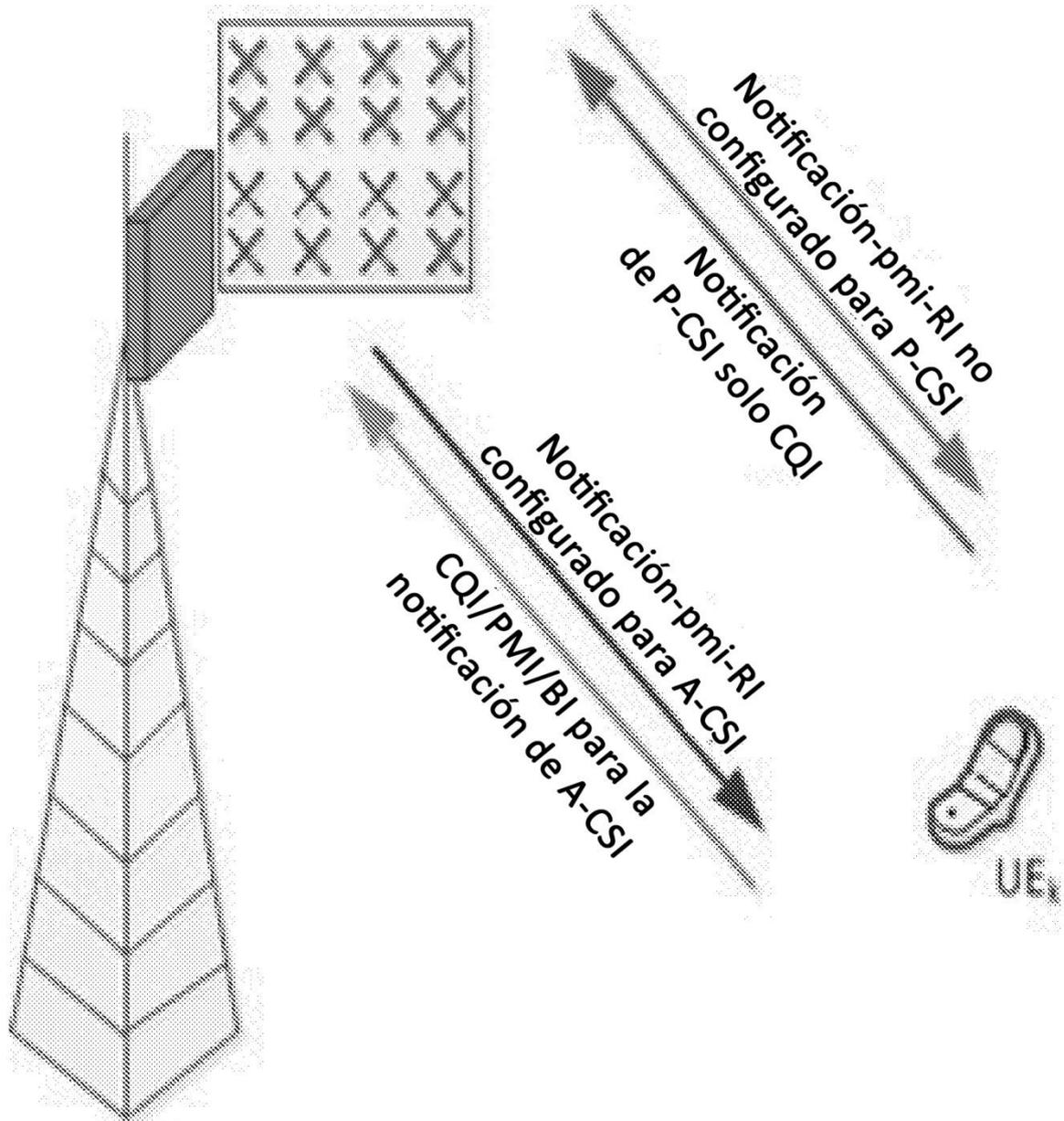


FIG. 7

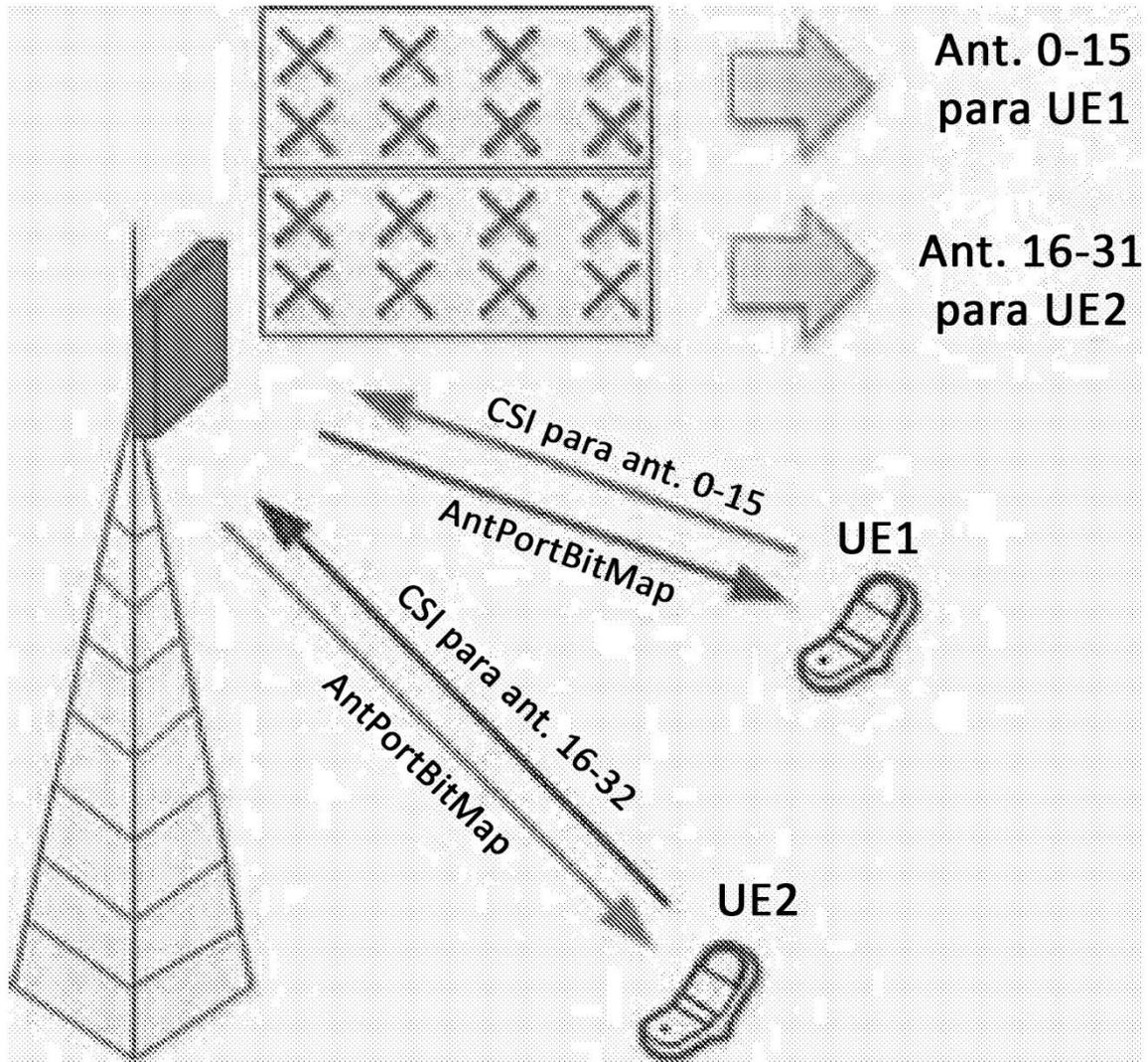


FIG. 8

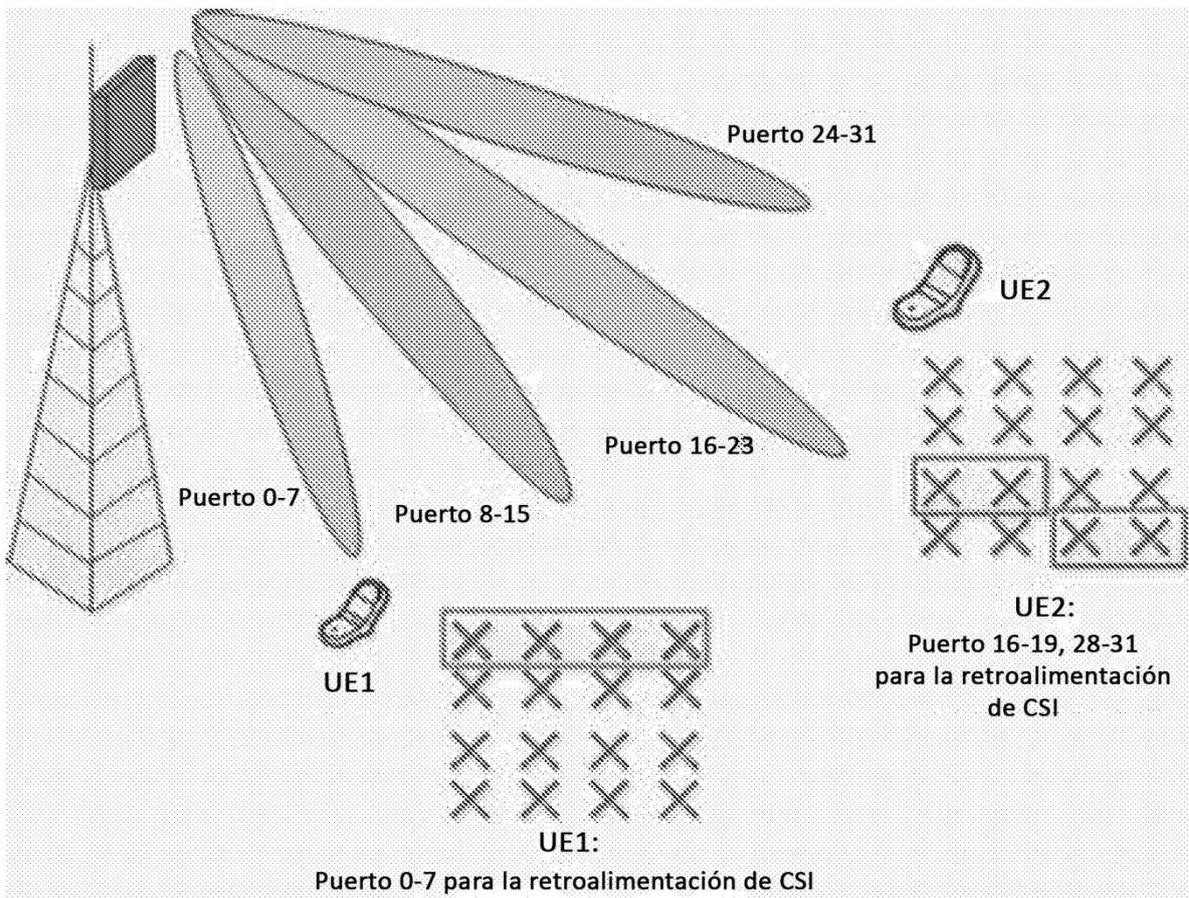


FIG. 9

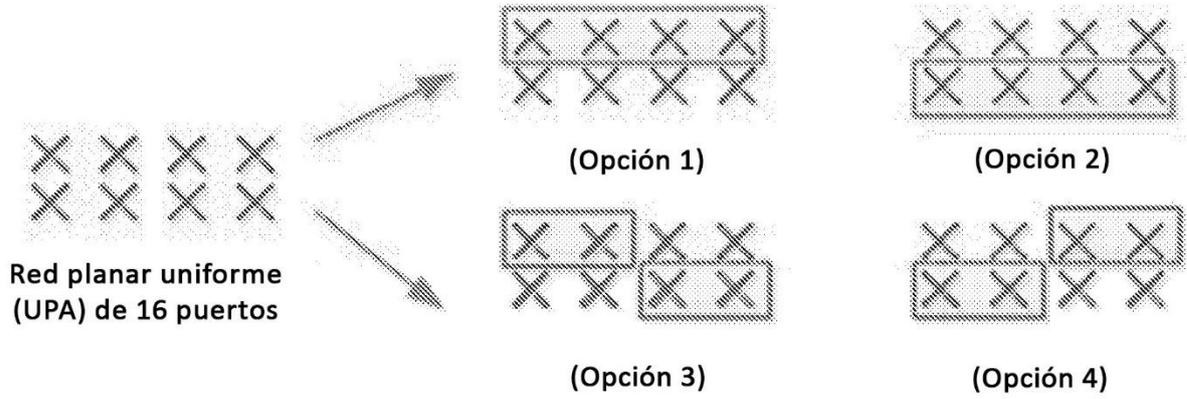
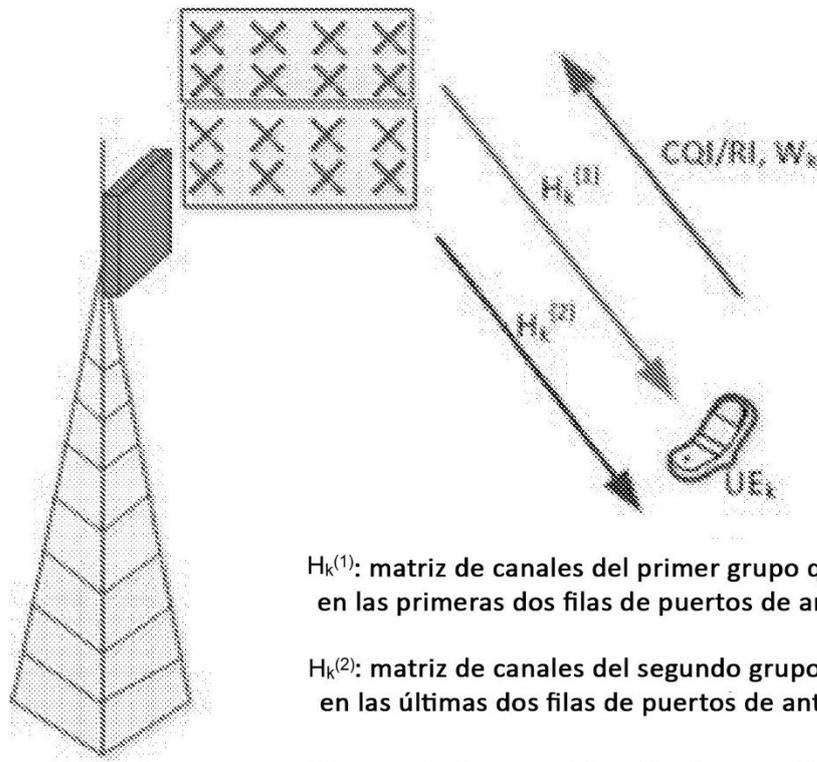


FIG. 10



$H_k^{(1)}$: matriz de canales del primer grupo que consiste en las primeras dos filas de puertos de antenas

$H_k^{(2)}$: matriz de canales del segundo grupo que consiste en las últimas dos filas de puertos de antenas

W_k : matriz de precodificación de retroalimentación común para todos los grupos de antenas

FIG. 11

```

CSI-RS-ConfigNZP-r11 ::= SEQUENCE {
  csi-RS-IdentityNZP-r11 CSI-RS-IdentityNZP-r11,
  antennaPortsCount-r11 ENUMERATED {an1, an2, an4, an8},
  resourceConfig-r11 INTEGER (0..31),
  subframeConfig-r11 INTEGER (0..54),
  scramblingIdentity-r11 INTEGER (0..503),
  qcl-CRS-Info-r11 SEQUENCE {
    qcl-ScramblingIdentity-r11 INTEGER (0..503),
    crs-PortsCount-r11 ENUMERATED {1, 2, 4, spare1},
    nbsfn-SubframeConfig-r11 MBSFN-SubframeConfig OPTIONAL -- Need OR
  } OPTIONAL, -- Need OR
  ...
}

```

FIG. 12

```

CSI-RS-ConfigNZP-r13 ::= SEQUENCE {
  csi-RS-IdentityNZP-r11 CSI-RS-IdentityNZP-r11,
  antennaPortsCount-r11 ENUMERATED {an1, an2, an4, an8},
  resourceConfig-r11 INTEGER (0..31),
  subframeConfig-r11 INTEGER (0..54),
  antennaPortsCount-v 3x0 ENUMERATED {an1, an2, an4, an8} OPTIONAL -- Need OR
  resourceConfig-v 3x0 INTEGER (0..31) OPTIONAL -- Need OR
  subframeConfig-v 3x0 INTEGER (0..54) OPTIONAL -- Need OR
  scramblingIdentity-r11 INTEGER (0..503),
  qcl-CRS-Info-r11 SEQUENCE {
    qcl-ScramblingIdentity-r11 INTEGER (0..503),
    crs-PortsCount-r11 ENUMERATED {1, 2, 4, spare1},
    nbsfn-SubframeConfig-r11 MBSFN-SubframeConfig OPTIONAL -- Need OR
  } OPTIONAL, -- Need OR
  ...
}

```

FIG. 13

```

CSI-Process-r13 ::= SEQUENCE {
  csi-ProcessIdentity-r11 CSI-ProcessIdentity-r11,
  csi-RS-IdentityNZP-r11 CSI-RS-IdentityNZP-r11,
  csi-RS-IdentityNZP-v 3x0 CSI-RS-IdentityNZP-r11 OPTIONAL -- Need OR
  csi-TX-Identity-r11 CSI-TX-Identity-r11,
  p-c-AndAntennaInfoedhis-r11 SEQUENCE (SIZE (1..2)) OF P-C-AndAntennaInfoed-r11,
  csi-ReportPeriodPS-r11 CQI-ReportPeriodPS-r11 OPTIONAL -- Need OR
  csi-ReportPeriodCRS-r11 INTEGER (0..maxCQI-Rpt-r11) OPTIONAL -- Need OR
  csi-ReportPeriodCPS-r11 CQI-ReportPeriodCPS-r11 OPTIONAL -- Need OR
  ...
}

```

FIG. 14

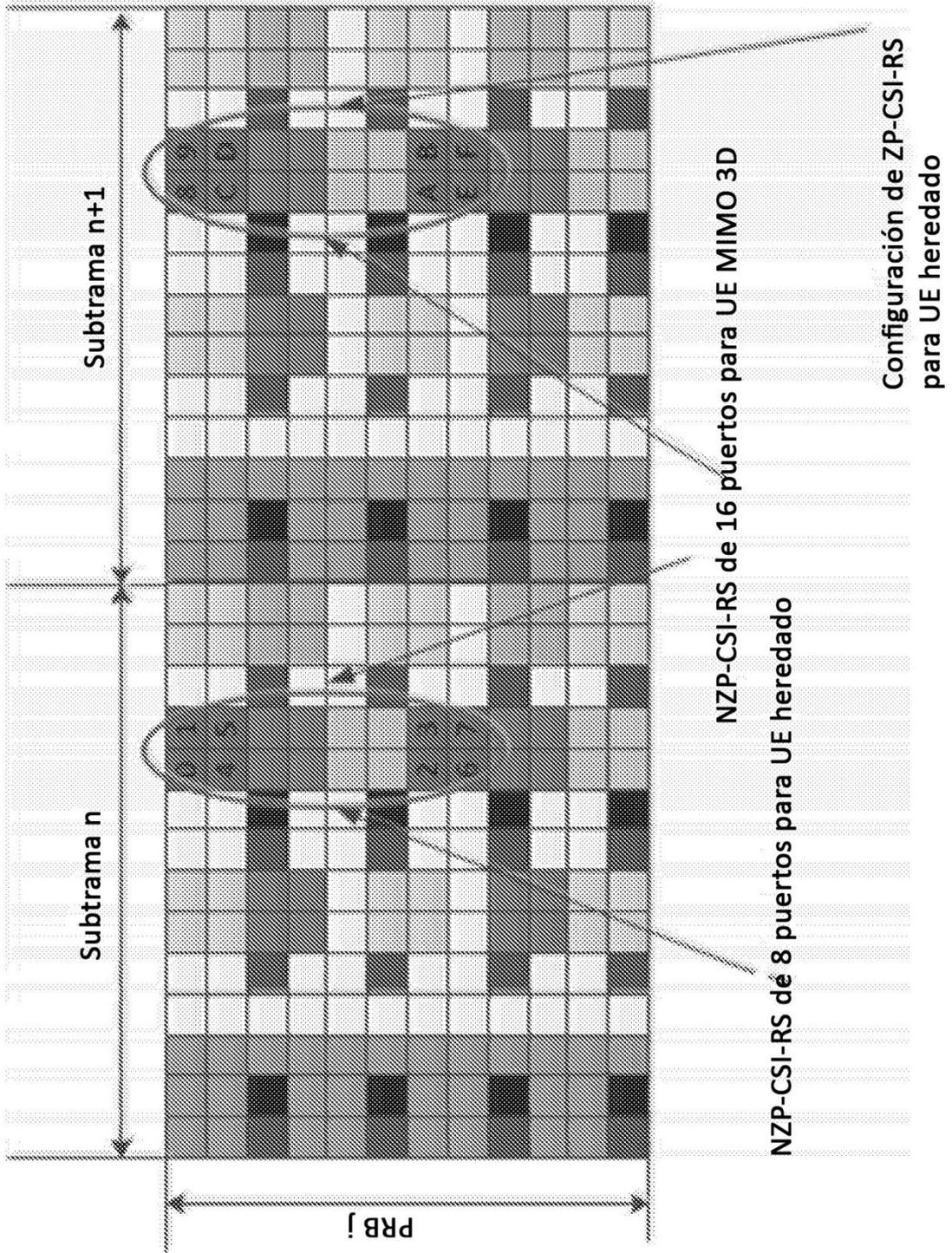


FIG. 15

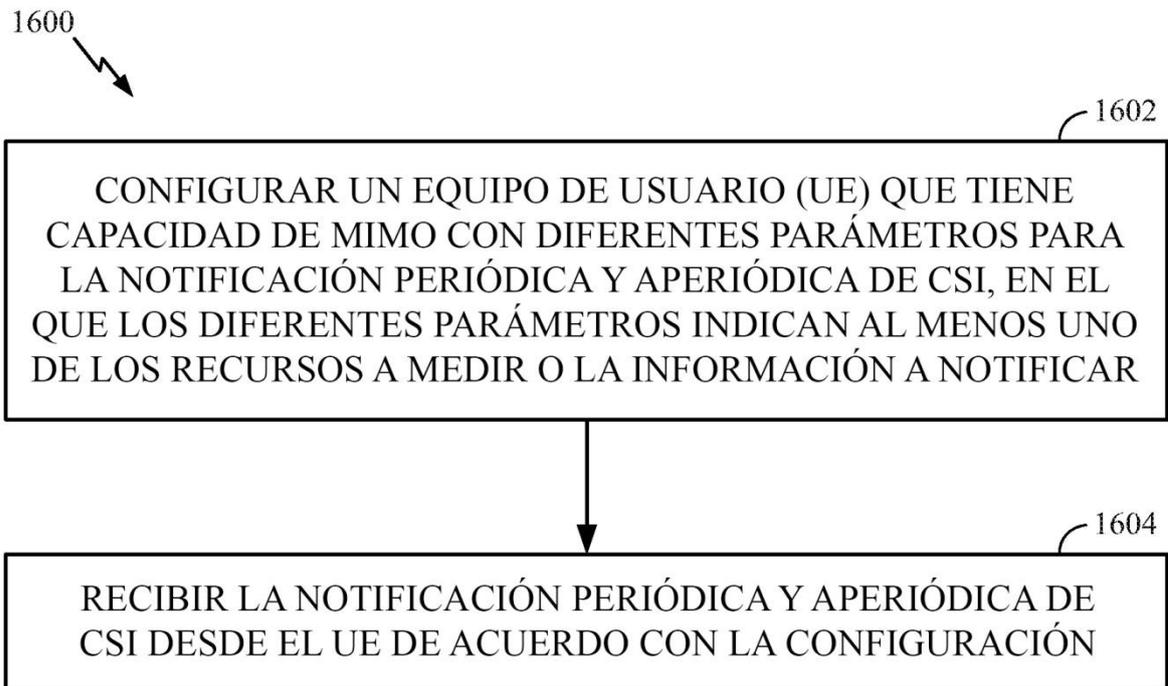


FIG. 16

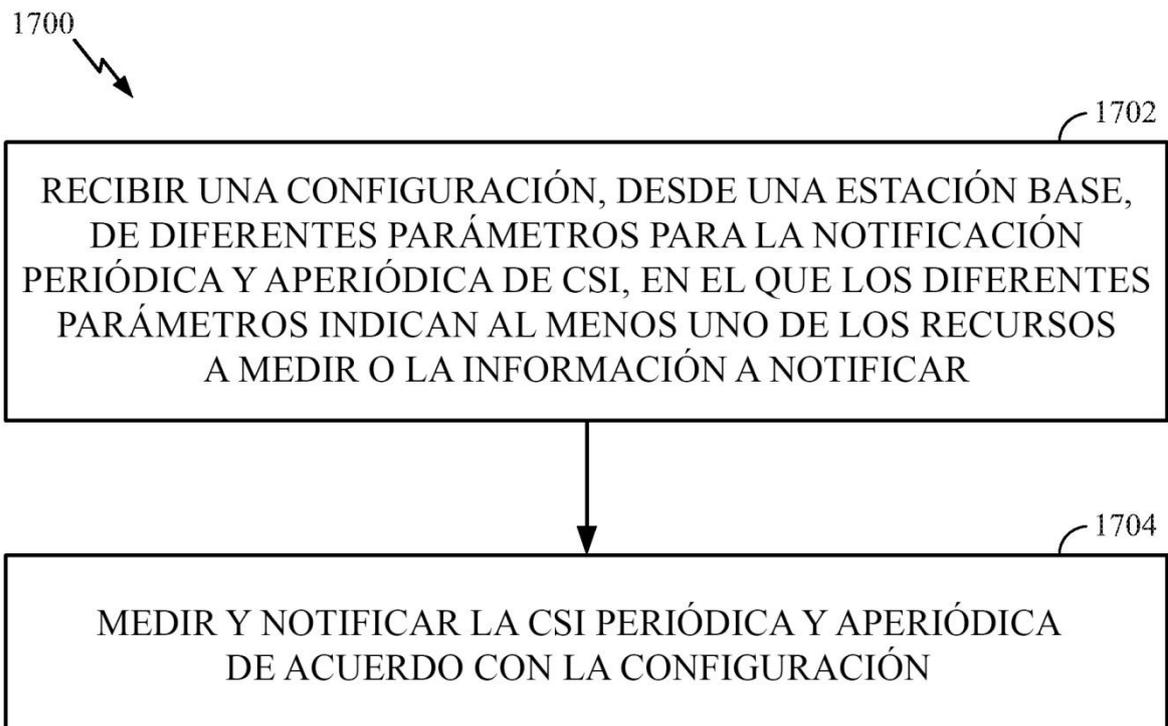


FIG. 17