

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 936 650**

51 Int. Cl.:

H04B 7/06 (2006.01)

H04B 7/0456 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.04.2017 E 20188130 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.12.2022 EP 3748866**

54 Título: **Procedimiento y aparato para presentación de informes CSI en sistemas de comunicación inalámbrica avanzados**

30 Prioridad:

19.04.2016 US 201662324604 P
17.06.2016 US 201662351465 P
23.06.2016 US 201662353781 P
22.08.2016 US 201662377711 P
23.08.2016 US 201662378578 P
18.04.2017 US 201715490561

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.03.2023

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

RAHMAN, MD SAIFUR y
ONGGOSANUSI, EKO

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 936 650 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 y aparato para presentación de informes CSI en sistemas de comunicación inalámbrica avanzados

Campo técnico

La presente solicitud reivindica prioridad con respecto a la La solicitud de patente provisional estadounidense núm. de serie 62/324.604, presentada el 19 de abril de 2016, titulada "Procedimiento y aparato para la notificación explícita de CSI en sistemas avanzados de comunicación inalámbrica"; y Solicitud de patente provisional de Estados Unidos n.º de serie 62/351.465, presentada el 17 de junio de 2016, titulada "Notificación CSI híbrida para sistemas de comunicación inalámbrica MIMO"; Solicitud de patente provisional de EE.UU. n.º de serie 62/353.781, presentada el 23 de junio de 2016, titulada "Procedimiento y aparato para la notificación explícita de CSI en sistemas avanzados de comunicación inalámbrica"; Solicitud de patente provisional de Estados Unidos n.º de serie 62/377.711, presentada el 22 de agosto de 2016, titulada "Notificación CSI híbrida para sistemas de comunicación inalámbrica MIMO"; y Solicitud de patente provisional de los Estados Unidos n.º de serie 62/378.578, presentada el 23 de agosto de 2016, titulada "Información CSI híbrida para sistemas de comunicación inalámbricos MIMO"

La presente solicitud se refiere en general a la información de estado de canal (CSI), en particular, se refiere a la presentación de informes CSI de banda ancha en sistemas de comunicación inalámbrica avanzados. Más concretamente, la presente divulgación se refiere a la información CSI avanzada en base a un libro de códigos de combinación lineal en el que la CSI avanzada comprende al menos una matriz de canal de enlace descendente, una matriz de covarianza de la matriz de canal de enlace descendente o al menos un vector propio de la matriz de covarianza de la matriz de canal de enlace descendente.

Antecedentes de la técnica

A fin de satisfacer la demanda de tráfico de datos inalámbricos que ha aumentado desde el despliegue de los sistemas de comunicación 4G, se han llevado a cabo esfuerzos para desarrollar un sistema de comunicación 5G o pre-5G mejorado. Por lo tanto, el sistema de comunicación 5G o pre-5G también se denomina "Red más allá de 4G" o un "Sistema posterior a LTE" Se considera que el sistema de comunicación 5G se implementa en bandas de frecuencia más altas (mmWave), por ejemplo, las bandas de 60GHz, de forma que logren tasas de datos más altas. Para disminuir la pérdida de propagación de las ondas de radio y aumentar la distancia de transmisión, se discuten las técnicas de formación de haces, entrada múltiple masiva y salida múltiple (MIMO), MIMO de Dimensión Completa (FD-MIMO), antena de conjunto, formación de haz analógica, y antena a gran escala en los sistemas de comunicación 5G. Además, en los sistemas de comunicación 5G, se está desarrollando una mejora de la red del sistema en base a celdas pequeñas avanzadas, Redes de Acceso por Radio (RAN) en la nube, redes ultradensas, comunicación de dispositivo a dispositivo (D2D), red de retorno inalámbrica, red móvil, comunicación cooperativa, Multipuntos Coordinados (CoMP), cancelación de interferencias en el extremo de la recepción y similares. En el sistema 5G se han desarrollado la Modulación Híbrida FSK y QAM (FQAM) y la codificación por superposición de ventana deslizante (SWSC) como una modulación de codificación avanzada (ACM), y multiportadora de banco de filtros (FBMC), acceso múltiple no ortogonal (NOMA) y acceso múltiple de código disperso (SCMA) como una tecnología de acceso avanzada.

El Internet, que es una red de conectividad centrada en el ser humano, en el que el ser humano genera y consume información, ahora está evolucionando hacia el Internet de las Cosas (IoT), en el que las entidades distribuidas, tales como las cosas, intercambian y procesan información sin intervención humana. Ha surgido el Internet de Todo (IoE), el cual es una combinación de la tecnología IoT y la tecnología de procesamiento de grandes datos a través de la conexión con un servidor en la nube. A medida que los elementos tecnológicos, tal como la "tecnología de detección", la "infraestructura de red y comunicación por cable/inalámbrica", la "tecnología de interfaz de servicios" y la "tecnología de Seguridad" han sido requeridos para la implementación del IoT, se ha investigado recientemente una red de sensores, una comunicación máquina a máquina (M2M), una comunicación tipo máquina (MTC), y así sucesivamente. El entorno de la IoT puede proporcionar servicios inteligentes de tecnología de Internet que crean un nuevo valor para la vida humana por medio de la recopilación y el análisis de los datos generados entre las cosas conectadas. La IoT se puede aplicar a una variedad de campos, incluyendo los hogares inteligentes, los edificios inteligentes, las ciudades inteligentes, los automóviles inteligentes o los automóviles conectados, las redes inteligentes, la atención sanitaria, los electrodomésticos inteligentes y los servicios médicos avanzados, a través de la convergencia y la combinación entre la Tecnología de la información (IT) existente y las diversas aplicaciones industriales.

De acuerdo con esto, se han llevado a cabo diversos intentos para aplicar los sistemas de comunicación 5G a las redes IoT. Por ejemplo, las tecnologías tales como la red de sensores, la Comunicación de Tipo Máquina (MTC), y la comunicación de Máquina a Máquina (M2M) se pueden implementar por medio de la formación de haces, MIMO, y antenas de conjunto. La aplicación de una Red de Acceso por Radio (RAN) en la nube como la tecnología de procesamiento de Grandes Datos descrita más arriba también se puede considerar como un ejemplo de convergencia entre la tecnología 5G y la tecnología IoT.

Comprender y estimar correctamente el canal en un sistema de comunicación inalámbrica avanzado entre un equipo de usuario (UE) y una estación base (por ejemplo, eNB) es importante para una comunicación inalámbrica eficiente y efectiva. A fin de estimar correctamente las condiciones del canal, el UE puede informar (por ejemplo, respuesta)

información sobre la medición del canal, por ejemplo, CSI, al eNB (por ejemplo, eNB). Con esta información sobre el canal, el eNB es capaz de seleccionar los parámetros de comunicación adecuados para realizar de forma eficiente y eficaz la comunicación de datos inalámbrica con el UE.

- 5 SAMSUNG: "Libro de códigos de combinación lineal e información CSI", 3GPP DRAFT; R1 -162693, Busan, Corea; 11-15 de abril de 2016, desvela procedimientos de respuesta basados en un libro de códigos de combinación lineal, en el que los coeficientes de combinación tienen amplitud unitaria.

Divulgación

Problema técnico

- 10 Con el aumento del número de antenas y rutas de canal de los dispositivos de comunicación inalámbrica, también ha aumentado la cantidad de respuesta que puede ser necesaria para estimar idealmente el canal. Esta respuesta de canal adicionalmente deseada puede crear sobrecargas adicionales, para de este modo reducir la eficiencia de la comunicación inalámbrica, por ejemplo, disminuir la velocidad de datos.

Solución técnica

- 15 Otros aspectos de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes. Las reivindicaciones dependientes definen realizaciones ventajosas. La presente divulgación se refiere a un sistema de comunicación de pre-5ª Generación (5G) o 5G que se proporcionará para soportar velocidades de datos más altas que el sistema de comunicación de 4ª Generación (4G), tal como la evolución a largo plazo (LTE). Las realizaciones de la presente divulgación proporcionan un informe CSI avanzado basado en un libro de códigos de combinación lineal para sistemas de comunicación inalámbricos MIMO en los que el CSI avanzado comprende al menos uno de una matriz de canal de enlace descendente, una matriz de covarianza de la matriz de canal de enlace descendente, o al menos un vector propio de la matriz de covarianza de la matriz de canal de enlace descendente.

La invención está definida por las reivindicaciones independientes. Las realizaciones preferentes se definen en las reivindicaciones dependientes.

- 25 Antes de realizar la DESCRIPCIÓN DETALLADA a continuación, puede ser ventajoso establecer definiciones de determinadas palabras y frases utilizadas a lo largo de este documento de patente. El término "acoplar" y sus derivados se refieren a cualquier comunicación directa o indirecta entre dos o más elementos, estén o no en contacto físico entre sí. Los términos "transmitir", "recibir" y "comunicar", así como sus derivados, abarcan tanto la comunicación directa como la indirecta. Los términos "incluir" y "comprender", así como sus derivados, significan inclusión sin limitación. El término "o" es inclusivo, y significa y/o. La frase "asociado con", así como sus derivados, significa incluir, estar incluido en, interconectar con, contener, estar contenido en, conectar a o con, acoplar a o con, ser comunicable con, cooperar con, intercalar, yuxtaponer, estar próximo a, estar unido a o con, tener, tener una propiedad de, tener una relación a o con, o similares. El término "controlador" significa cualquier dispositivo, sistema o parte del mismo que controla al menos una operación. Dicho un controlador puede implementarse en hardware o en una combinación de hardware y software y/o firmware. La funcionalidad asociada con cualquier controlador particular puede estar centralizada o distribuida, ya sea de manera local o remota. La frase "al menos uno de", cuando se utiliza con una lista de elementos, significa que se pueden utilizar diferentes combinaciones de uno o más de los elementos de la lista, y que sólo se puede necesitar un elemento de la lista. Por ejemplo, "al menos uno de: A, B y C" incluye cualquiera de las siguientes combinaciones: A, B, C, A y B, A y C, B y C, y A y B y C.

- 40 Además, diversas funciones descritas más adelante pueden ser implementadas o soportadas por uno o más programas de ordenador, cada uno de los cuales está formado por un código de programa legible por ordenador e integrado en un medio legible por ordenador. Los términos "aplicación" y "programa" se refieren a uno o más programas de ordenador, componentes de software, conjuntos de instrucciones, procedimientos, funciones, objetos, clases, instancias, datos relacionados, o una porción de los mismos adaptada para su implementación en un código de programa legible por ordenador adecuado. La frase "código de programa legible por ordenador" incluye cualquier tipo de código de ordenador, incluido el código fuente, código objeto, y código ejecutable. La frase "medio legible por ordenador" incluye cualquier tipo de medio capaz de ser accedido por un ordenador, tal como una memoria de sólo lectura (ROM), una memoria de acceso aleatorio (RAM), una unidad de disco duro, un disco compacto (CD), un disco de vídeo digital (DVD), o cualquier otro tipo de memoria. Un medio legible por ordenador "no transitorio" excluye los enlaces de comunicación cableada, inalámbrica, óptica, o de otro tipo que transportan señales eléctricas transitorias u otras señales. Un medio legible por ordenador no transitorio incluye medios en los que los datos se pueden almacenar de manera permanente y medios en los que los datos se pueden almacenar y sobrescribir posteriormente, tal como un disco óptico regrabable o un dispositivo de memoria borrrable.

- 55 A lo largo de la presente memoria de patente se proporcionan definiciones para otras palabras y frases determinadas. Los expertos en la técnica deben comprender que en muchos, si no en la mayoría de los casos, dichas definiciones se aplican tanto a usos anteriores como futuros de dichas palabras y frases definidas.

Los aspectos, características y ventajas de la divulgación son fácilmente evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, simplemente ilustrando una serie de realizaciones e implementaciones particulares, que incluyen el mejor

modo contemplado para llevar a cabo la divulgación. La presente divulgación es también capaz de otras y diferentes realizaciones, y sus diversos detalles pueden ser modificados en varios aspectos obvios, todo ello sin apartarse del alcance de la presente invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas. Por consiguiente, los dibujos y la descripción deben considerarse de carácter ilustrativo y no restrictivo. La divulgación se ilustra a modo de ejemplo, y no a modo de limitación, en las figuras de los dibujos adjuntos.

A continuación, por brevedad, tanto FDD como TDD se consideran como el procedimiento dúplex para la señalización DL y UL.

Aunque las descripciones y realizaciones ejemplares que siguen asumen la multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM) o el acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales (OFDMA), esta divulgación se puede extender a otras formas de onda de transmisión basadas en OFDM o a esquemas de acceso múltiple como OFDM filtrada (F-OFDM).

La presente divulgación abarca varios componentes que se pueden utilizar conjuntamente o en combinación con otros, o pueden funcionar como esquemas independientes.

Efectos ventajosos

De acuerdo con el procedimiento y el aparato proporcionados por la presente divulgación, se puede garantizar la notificación explícita de CSI en sistemas de comunicación inalámbricos avanzados. A fin de una comprensión más completa de la presente divulgación y sus ventajas, se hace referencia ahora a la siguiente descripción tomada en conjunto con los dibujos adjuntos, en los cuales los números de referencia similares representan partes similares:

Descripción de los dibujos

La FIGURA 1 ilustra una red inalámbrica ejemplar de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación;
 La FIGURA 2 ilustra un ejemplo de eNodeB (eNB) de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación;
 La FIGURA 3 ilustra un ejemplo de equipamiento de usuario (UE) de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación;
 La FIGURA 4A ilustra un diagrama de alto nivel de una trayectoria de transmisión de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación;
 La FIGURA 4B ilustra un diagrama de alto nivel de una trayectoria de recepción de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación;
 La FIGURA 5 ilustra un ejemplo de estructura para una subtrama de enlace descendente (DL) de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación;
 La FIGURA 6 ilustra un ejemplo de estructura para una subtrama de transmisión de un enlace ascendente (UL) de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación;
 La FIGURA 7 ilustra un ejemplo de diagrama de bloques de un transmisor para un canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH) en una subtrama, de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación;
 La FIGURA 8 ilustra un ejemplo de diagrama de bloques de receptor de un PDSCH en una subtrama, de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación;
 La FIGURA 9 ilustra un diagrama de bloques de un transmisor para un PDSCH en una subtrama, de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación;
 La FIGURA 10 ilustra un ejemplo de diagrama de bloques de receptor para una subtrama de un canal físico compartido (PUSCH), de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación;
 La FIGURA 11 ilustra un ejemplo de una configuración de antena de dos dimensiones (2D) de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación;
 La FIGURA 12 ilustra un ejemplo de diseño de puerto de antena para panel de antena (2, 4, 8, 12, 16) de acuerdo con una realización de la presente divulgación;
 La FIGURA 13 ilustra un ejemplo de diseño de puerto de antena para panel de antena (20, 24, 28, 32) de acuerdo con una realización de la presente divulgación;
 La FIGURA 14 ilustra un ejemplo de respuesta de un canal de información explícita (CSI) de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación;
 La FIGURA 15 ilustra bases de ejemplo ortogonal de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación;
 La FIGURA 16 ilustra un ejemplo implícito o explícito de CSI en base a un orden de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación;
 La FIGURA 17 ilustra un ejemplo parcial de un puerto de respuesta explícita de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación;
 La FIGURA 18 ilustra un ejemplo de alternativas de libro de códigos W_1 de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación;
 La FIGURA 19 ilustra un ejemplo de grupos de haces maestro de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación;
 La FIGURA 20 ilustra un ejemplo de selección de haces de muestra de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación;
 La FIGURA 21 ilustra un ejemplo de alternativas de representación de frecuencia de dominio de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación;

La FIGURA 22 ilustra un de haces W_1 o bases de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación;
 La FIGURA 23 ilustra un ejemplo de esquema de respuesta Clase A CSI de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación;
 La FIGURA 24 ilustra un ejemplo de esquema de respuesta Clase B CSI de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación;
 La FIGURA 25 ilustra una configuración de red ejemplar híbrida para el libro de códigos- Config.=1 de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación;
 La FIGURA 26 ilustra una configuración de red ejemplar híbrida para el libro de códigos Config.=2, 3 y 4 de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación;
 La FIGURA 27 ilustra un ejemplo híbrido de informe CSI ejemplar de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación;
 La FIGURA 28 ilustra un ejemplo de tipos de libro de códigos para Clase B $K_1=2$ eMIMO-Type de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación.

Modo para la invención

Las FIGURAS 1A a 28, que se discuten a continuación, y las diversas realizaciones utilizadas para describir los principios de la presente divulgación en la presente memoria de patente son sólo a modo de ilustración y no deben interpretarse de ninguna manera para limitar el ámbito de la divulgación. Los expertos en la técnica entenderán que los principios de la presente divulgación pueden implementarse en cualquier sistema o dispositivo convenientemente dispuesto.

Los siguientes documentos y descripciones de normas se incorporan por referencia a la presente divulgación como si estuvieran plenamente expuestos en ella: 3GPP TS 36.211 v14.2.0, "E-UTRA, Physical channels and modulation" (REF1); 3GPP TS 36.212 v14.2.0, "E-UTRA, Multiplexing and Channel coding" (REF2); 3GPP TS 36.213 v14.2.0, "E-UTRA, Physical Layer Procedures" (REF3); 3GPP TS 36.321 v14.2.0, "E-UTRA, Medium Access Control (MAC) protocol specification" (REF4); 3GPP TS 36.331 v14.2.0, "E-UTRA, Radio Resource Control (RRC) protocol specification" (REF5); y RP-160623, "New WID Proposal: Enhancements on Full-Dimension (FD) MIMO for LTE", Samsung (REF6).

A fin de satisfacer la demanda de tráfico de datos inalámbricos que ha aumentado desde el despliegue de los sistemas de comunicación 4G, se han llevado a cabo esfuerzos para desarrollar un sistema de comunicación 5G o pre-5G mejorado. Por lo tanto, el sistema de comunicación 5G o pre-5G también se denomina "Red más allá de 4G" o un "Sistema posterior a LTE"

Se considera que el sistema de comunicación 5G se implementa en bandas de frecuencia más altas (mmOnda), por ejemplo, las bandas de 60 GHz, para lograr mayores tasas de datos. Para disminuir la pérdida de propagación de las ondas de radio y aumentar la cobertura de transmisión, se discuten técnicas de formación de haces, múltiples entradas y múltiples salidas masivas (MIMO), MIMO de dimensión completa (FD-MIMO), antena de matriz, formación de haces analógica y antena a gran escala en los sistemas de comunicación 5G.

Además, en los sistemas de comunicación 5G, se está desarrollando una mejora de la red del sistema en base a células pequeñas avanzadas, redes de acceso por radio (RAN) en la nube, redes ultradensas, comunicación de dispositivo a dispositivo (D2D), red de retroceso inalámbrica, red en movimiento, comunicación cooperativa, multipuntos coordinados (CoMP), cancelación de interferencias en el extremo de la recepción y similares.

En el sistema 5G, se han desarrollado la modulación por desplazamiento de fase de frecuencia híbrida y modulación de modulación de amplitud en cuadratura (FQAM), y codificación por superposición de ventana deslizante (SWSC) como una modulación de codificación avanzada (AMC), y multiportadora de banco de filtros (FBMC), acceso múltiple no ortogonal (NOMA) y acceso múltiple de código disperso (SCMA) como una tecnología de acceso avanzada.

Las FIGURAS 1-4B a continuación describen varias realizaciones implementadas en sistemas de comunicaciones inalámbricas y con el uso de técnicas de comunicación de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) o de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA). Las descripciones de las FIGURAS 1 a 3 no pretenden implicar limitaciones físicas o arquitectónicas a la forma en que pueden implementarse las diferentes realizaciones. Las diferentes realizaciones de la presente divulgación pueden implementarse en cualquier sistema de comunicaciones convenientemente dispuesto.

La FIGURA 1 ilustra una red inalámbrica 100 ejemplar de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación. La realización de la red inalámbrica 100 que se muestra en la FIGURA 1 es sólo para ilustración. Se podrían utilizar otras realizaciones de la red inalámbrica 100 sin apartarse del ámbito de esta divulgación.

Como se muestra en la FIGURA 1, la red inalámbrica 100 incluye un eNB 101, un eNB 102 y un eNB 103. El eNB 101 se comunica con el eNB 102 y el eNB 103. El eNB 101 también se comunica con al menos una red 130, tal como Internet, una red de Protocolo de Internet (IP) propia, u otra red de datos.

El eNB 102 proporciona acceso inalámbrico de banda ancha a la red 130 para una primera pluralidad de equipos de usuario (UE) dentro de un área de cobertura 120 del eNB 102. La primera pluralidad de UE incluye un equipo de

usuario 111, que puede estar ubicado en una pequeña empresa (SB); un UE 112, que puede estar ubicado en una empresa (E); un UE 113, que puede estar ubicado en un punto de acceso WiFi (HS); un UE 114, que puede estar ubicado en una primera residencia (R); un UE 115, que puede estar ubicado en una segunda residencia (R); y un UE 116, que puede ser un dispositivo móvil (M), tal como un teléfono móvil, un ordenador portátil inalámbrico, una PDA inalámbrica, o similares. El eNB 103 proporciona acceso inalámbrico de banda ancha a la red 130 para una segunda pluralidad de UE dentro de un área de cobertura 125 del eNB 103. La segunda pluralidad de UE incluye el UE 115 y el UE 116. En algunas realizaciones, uno o más de los eNB 101-103 se pueden comunicar entre sí y con los UE 111-116 mediante el uso de 5G, LTE, LTE-A, WiMAX, WiFi u otras técnicas de comunicación inalámbrica.

Dependiendo del tipo de red, el término "estación base" o "BS" se puede referir a cualquier componente (o conjunto de componentes) configurado para proporcionar acceso inalámbrico a una red, tal como un punto de transmisión (TP), un punto de transmisión-recepción (TRP), una estación base mejorada (eNodeB o eNB), una estación base 5G (eNB), una macrocélula, una femtocélula, un punto de acceso WiFi (AP), u otros dispositivos habilitados de forma inalámbrica. Las estaciones base pueden proporcionar acceso inalámbrico de acuerdo con uno o más protocolos de comunicación inalámbrica, por ejemplo, 5G 3GPP Nueva Interfaz de Radio/Acceso (NR), evolución a largo plazo (LTE), LTE avanzado (LTE-A), Acceso a Paquetes de Alta Velocidad (HSPA), Wi-Fi 802.11a/b/g/n/ac, etc. Por comodidad, los términos "eENB" y "eNB" se utilizan en la presente memoria de patente para referirse a los componentes de la infraestructura de red que proporcionan acceso inalámbrico a los terminales remotos. Además, dependiendo del tipo de red, se pueden utilizar otros términos conocidos en lugar de "equipo de usuario" o "UE", tales como "estación móvil", "estación de abonado", "terminal remoto", "terminal inalámbrico" o "dispositivo de usuario". Por propósitos de conveniencia, los términos "equipo de usuario" y "UE" se utilizan en la presente memoria de patente para referirse a los equipos inalámbricos remotos que acceden de forma inalámbrica a una EB, tanto si el UE es un dispositivo móvil (tal como un teléfono móvil o un smartphone) como si se considera normalmente un dispositivo fijo (tal como un ordenador de escritorio o una máquina expendedora).

Las líneas punteadas muestran las extensiones aproximadas de las áreas de cobertura 120 y 125, que se muestran como aproximadamente circulares sólo para efectos de ilustración y explicación. Se debe comprender claramente que las áreas de cobertura asociadas a los eNB, tales como las áreas de cobertura 120 y 125, pueden tener otras formas, que incluyen formas irregulares, que dependen de la configuración de los eNB y de las variaciones en el entorno radioeléctrico asociadas con obstrucciones naturales y artificiales.

Como se describe con más detalle a continuación, uno o más de los UE 111-116 incluyen circuitos, programación, o una de sus combinaciones, para la información eficiente de CSI de banda ancha (WB) en un sistema de comunicación inalámbrico avanzado. En ciertas realizaciones, y uno o más de los eNB 101-103 incluye circuitería, programación, o una combinación de los mismos, para la presentación de informes CSI eficientes en canal de enlace de ascendente en un sistema de comunicación inalámbrico avanzado.

Aunque la FIGURA 1 ilustra un ejemplo de una red inalámbrica 100, se pueden hacer varios cambios a la FIGURA 1. Por ejemplo, la red inalámbrica puede incluir cualquier número de eNB y cualquier número de UE en cualquier disposición adecuada. Además, el eNB 101 se puede comunicar directamente con cualquier número de UE y proporcionar a esos UE acceso de banda ancha inalámbrica a la red 130. Del mismo modo, cada eNB 102 a 103 se puede comunicar directamente con la red 130 y proporcionar a los UE acceso directo de banda ancha inalámbrica a la red 130. Además, los eNB 101, 102 y/o 103 pueden proporcionar acceso a otras redes externas o adicionales, tales como redes telefónicas externas u otros tipos de redes de datos.

La FIGURA 2 ilustra un eNB 102 ejemplar de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación. La realización del eNB 102 ilustrado en la FIGURA 2 es sólo a título ilustrativo, y los eNB 101 y 103 de la FIGURA 1 pueden tener la misma configuración o una similar. Sin embargo, los UE vienen en una amplia variedad de configuraciones, y la FIGURA 2 no limita el ámbito de esta divulgación a ninguna implementación en particular de un eNB.

Como se muestra en la FIGURA 2, el eNB 102 incluye múltiples antenas 205a a 205n, múltiples transceptores de RF 210a a 210n, un circuito de procesamiento de transmisión (TX) 215, y un circuito de procesamiento de recepción (RX) 220. El eNB 102 también incluye un controlador/procesador 225, una memoria 230 y una interfaz de red o red de retorno 235.

Los transceptores de RF 210a-210n reciben, desde las antenas 205a-205n, señales de RF entrantes, tales como las señales transmitidas por los UE en la red 100. El transceptor de RF 210a-210n convierte por reducción la señal de RF entrante para generar una señales de IF o de banda base. Las señales de IF o banda base se envían al circuito de procesamiento RX 220, que genera una señal de banda base procesada por medio de la filtración, la decodificación, y/o la digitalización de la señal de banda base o IF. El circuito de procesamiento RX 220 transmite las señales de banda base procesadas al controlador/procesador 225 para su posterior procesamiento.

En alguna realización, los transceptores de RF 210a-210n son capaces de transmitir, a través de una señalización de capa superior a un equipo de usuario (UE), información de configuración de respuesta CSI para la respuesta CSI incluyendo un indicador de información de canal espacial basado en un libro de códigos de combinación lineal (LC), en el que el indicador de información de canal espacial comprende al menos uno de una matriz de canal de enlace descendente, una matriz de covarianza de la matriz de canal de enlace descendente, o al menos un vector propio de

la matriz de covarianza de la matriz de canal de enlace descendente; y recibir, desde el UE, a través de un canal de enlace ascendente, la respuesta CSI que incluye el indicador de información de canal espacial, en el que el indicador de información de canal espacial se deriva mediante el uso del libro de códigos LC que indica una combinación lineal ponderada de una pluralidad de vectores base o una pluralidad de matrices base como representación de al menos una de una matriz de canal de enlace descendente, una matriz de covarianza de la matriz de canal de enlace descendente, o al menos un vector propio de la matriz de covarianza de la matriz de canal de enlace descendente.

En tales realizaciones, el indicador de información de canal espacial corresponde a un indicador de matriz de precodificación (PMI) que comprende un primer PMI i_1 para indicar al menos uno de la pluralidad de vectores base o la pluralidad de matrices base, y un segundo PMI i_2 para indicar pesos para combinar la pluralidad de vectores base o la pluralidad de matrices base.

En tales realizaciones, el indicador de información de canal espacial comprende el al menos un vector propio correspondiente a al menos un vector propio de transmisión derivado mediante el uso de una descomposición propia de una matriz de covarianza de transmisión $P \times P$ de una matriz de canal de enlace descendente $P \times R$, en la que P es un número de puertos de antena en la BS y R es un número de puertos de antena en el UE, y en la que el al menos un vector propio de transmisión se representa como la siguiente combinación lineal ponderada de la pluralidad de

vectores base $\mathbf{e}_{T,1} \approx \sum_{l=0}^{L_T-1} c_{T,l} \mathbf{b}_{T,l}$ en la que $\mathbf{b}_{T,l}$ es un vector base de transmisión, $c_{T,l}$ es un peso de transmisión l -ésimo, y L_T es un número de una pluralidad de vectores base de transmisión.

En tales realizaciones, el indicador de información de canal espacial comprende el al menos un vector propio correspondiente al al menos un vector propio de recepción derivado mediante el uso de una descomposición propia de una matriz de covarianza de recepción $R \times R$ de una matriz de canal de enlace descendente $P \times R$, en la que P es un número de puertos de antena en la EB y R es un número de puertos de antena en el UE, y donde el al menos un vector propio de recepción se representa como la siguiente combinación lineal ponderada de la pluralidad de vectores

base: $\mathbf{e}_{R,1} \approx \sum_{l=0}^{L_R-1} c_{R,l} \mathbf{b}_{R,l}$ en la que $\mathbf{b}_{R,l}$ es un vector base de recepción, $c_{R,l}$ es un peso de recepción l -ésimo, y L_R es un número de una pluralidad de vectores base de recepción.

En tales realizaciones, el indicador de información de canal espacial comprende al menos un vector propio correspondiente a al menos un vector propio de transmisión y al menos un vector propio de recepción que se derivan conjuntamente mediante el uso de una descomposición propia de una matriz de covarianza de transmisión $P \times P$ y una matriz de covarianza de recepción $R \times R$ de una matriz de canal de enlace descendente $P \times R$, en la que P es un número de puertos de antena en la EB y R es un número de puertos de antena en el UE, y en la que el al menos un vector propio de transmisión y el al menos un vector propio de recepción derivados conjuntamente se representan

como la siguiente combinación lineal ponderada de la pluralidad de vectores base: $\mathbf{e}_{T,1} \mathbf{e}_{R,1}^H \approx \sum_{l=0}^{L-1} c_l \mathbf{b}_{T,l} \mathbf{b}_{R,l}^H$ en la que $\mathbf{b}_{T,l}$ es un vector base de transmisión, L es un número de una pluralidad de vectores base de transmisión y recepción, $\mathbf{b}_{R,l}$ es un vector base de recepción, c_l es un peso l -ésimo.

En tales realizaciones, el indicador de información de canal espacial comprende al menos una de una matriz de covarianza de transmisión o una matriz de covarianza de recepción basada en la matriz de canal de enlace descendente, en la que las matrices de covarianza de transmisión y recepción se representan como la siguiente combinación lineal ponderada de la pluralidad de matrices base:

$$\mathbf{E}_T = \frac{1}{|f|} \sum_{k \in f} \left(\left(\mathbf{H}_k^{(f)} \right) \left(\mathbf{H}_k^{(f)} \right)^H \right) \approx \sum_{l=0}^{L_T-1} c_{T,l} \mathbf{b}_{T,l} \mathbf{b}_{T,l}^H$$
 y $\mathbf{E}_R = \frac{1}{|f|} \sum_{k \in f} \left(\left(\mathbf{H}_k^{(f)} \right)^H \left(\mathbf{H}_k^{(f)} \right) \right) \approx \sum_{l=0}^{L_R-1} c_{R,l} \mathbf{b}_{R,l} \mathbf{b}_{R,l}^H$ en la que f es un conjunto de subportadoras de frecuencia, $\mathbf{H}_k^{(f)}$ es una matriz de canal de enlace descendente $P \times R$ en

una subportadora de frecuencia k en el conjunto f , $\mathbf{E}_T$ es una matriz de covarianza de transmisión, $\mathbf{b}_{T,l} \mathbf{b}_{T,l}^H$ es una matriz de base de transmisión, $c_{T,l}$ es un peso de transmisión l -ésimo, L_T es un número de una pluralidad de matrices de base de transmisión, $\mathbf{E}_R$ es una matriz de covarianza de recepción, $\mathbf{b}_{R,l} \mathbf{b}_{R,l}^H$ es una matriz de base de recepción, $c_{R,l}$ es un l -ésimo peso de recepción, y L_R es un número de una pluralidad de matrices de base de recepción.

El circuito de procesamiento TX 215 recibe datos de voz analógicos o digitales (tales como los datos de voz, datos de la web, correo electrónico, o datos de videojuegos interactivos) a partir del controlador/procesador 225. El circuito de procesamiento TX 215 codifica, multiplexa, y/o digitaliza los datos de banda base salientes para generar una señal de banda base o IF procesada. Los transceptores RF 210a-210n reciben la señal de salida de banda base o IF procesada a partir del circuito 215 de procesamiento de TX y convierte la señal de banda base o IF en una señal de RF que se transmite a través de las antenas 205a-205n.

El controlador/procesador 225 puede incluir uno o más procesadores u otros dispositivos de procesamiento que controlan el funcionamiento general del eNB 102. Por ejemplo, el controlador/procesador 225 puede controlar la recepción de señales de canal avanzado y la transmisión de señales de canal inverso por los transceptores RF 210a-

210n, el circuito de procesamiento RX 220 y el circuito de procesamiento TX 215 de acuerdo con principios bien conocidos. El controlador/procesador 225 puede soportar también funciones adicionales, tales como funciones de comunicación inalámbrica más avanzadas. Por ejemplo, el controlador/procesador 225 puede soportar operaciones de formación de haz o de enrutamiento direccional en las que las señales salientes de múltiples antenas 205a a 205n se ponderan de manera diferente para dirigir eficazmente las señales salientes en una dirección deseada. El controlador/procesador 225 puede soportar cualquiera de una amplia variedad de otras funciones en el eNB 102. En algunas realizaciones, el procesador 225 incluye al menos un microprocesador o microcontrolador. Como se describe con más detalle a continuación, el eNB 102 puede incluir circuitos, programación o una combinación de los mismos para el procesamiento de la información CSI en un canal de enlace ascendente. Por ejemplo, el controlador/procesador 225 puede estar configurado para ejecutar una o más instrucciones, almacenadas en la memoria 230, que están configuradas para hacer que el controlador/procesador procese componentes de respuesta cuantificados vectorialmente, tales como coeficientes de canal.

El controlador/procesador 225 también es capaz de ejecutar otros procedimientos y programas residentes en la memoria 230, tal como un OS. El controlador/procesador 225 puede mover datos dentro o fuera de la memoria 230, de acuerdo con lo requiera un procedimiento de ejecución.

El controlador/procesador 225 también está acoplado a la interfaz de red de retorno o interfaz de red 235. La interfaz de retorno o de red 235 permite al eNB 102 comunicarse con otros dispositivos o sistemas a través de una conexión de retorno o de una red. La interfaz 235 puede soportar las comunicaciones a través de cualquier conexión adecuada por cable o inalámbrica. Por ejemplo, cuando el eNB 102 se implementa como parte de un sistema de comunicación celular (tal como uno que soporta 5G, LTE o LTE-A), la interfaz 235 puede permitir que el eNB 102 se comuniquen con otros eNB a través de una conexión de retorno alámbrica o inalámbrica. Cuando el eNB 102 se implementa como un punto de acceso, la interfaz 235 puede permitir que el eNB 102 se comuniquen a través de una red de área local alámbrica o inalámbrica o a través de una conexión alámbrica o inalámbrica a una red mayor (tal como Internet). La interfaz 235 incluye cualquier estructura adecuada que soporte las comunicaciones a través de una conexión alámbrica o inalámbrica, como un transceptor Ethernet o de RF.

La memoria 230 está acoplada al controlador/procesador 225. Parte de la memoria 230 puede incluir una RAM, y otra parte de la memoria 230 puede incluir una memoria Flash u otra ROM.

Aunque la FIGURA 2 ilustra un ejemplo de un sistema 102 de comunicación, se pueden hacer varios cambios a la FIGURA 2. Por ejemplo, el eNB 102 puede incluir cualquier número de cada componente mostrado en la FIGURA 2. Como un ejemplo particular, un punto de acceso puede incluir un número de interfaces 235, y el controlador/procesador 225 puede soportar funciones de enrutamiento para enrutar datos entre diferentes direcciones de red. Como otro ejemplo particular, aunque se muestra que incluye una única instancia de circuitos de procesamiento de transmisión 215 y una única instancia de circuitos de procesamiento de recepción 220, el eNB 102 puede incluir múltiples instancias de cada uno (tal como una por transceptor de RF). Por ejemplo, varios componentes de la FIGURA 2 pueden combinarse, subdividirse, u omitirse, y pueden añadirse componentes adicionales de acuerdo con las necesidades particulares.

La FIGURA 3 ilustra un UE ejemplar 116 de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación. La realización del UE 116 ilustrado en la FIGURA 3 es sólo a título ilustrativo, y los UE 111-115 de la FIGURA 1 pueden tener la misma configuración o una similar. Sin embargo, los UE vienen en una amplia variedad de configuraciones, y la FIGURA 3 no limita el ámbito de esta divulgación a ninguna implementación en particular de un UE.

Como se muestra en la FIGURA 3, el UE 116 incluye una antena 305, un transceptor de frecuencia de radio (RF) 310, un circuito de procesamiento de transmisión TX315, un micrófono 320, y un circuito de procesamiento de recepción 325. El UE 116 también incluye un altavoz 330, un procesador 340, una interfaz 345 (IF) de entrada/salida (E/S), un pantalla táctil 350, una pantalla 355, y una memoria 360. La memoria 360 incluye un sistema 361 operativo (OS) y una o más aplicaciones 362.

El transceptor RF 310 recibe a partir de la antena 305 una señal de RF entrante transmitida por un eNB de la red 100. El transceptor RF 310 convierte por disminución la señal de RF entrante para generar una frecuencia intermedia (IF) o una señal de banda base. La señal de IF o banda base se envía al circuito 325 de procesamiento de (RX), el cual genera una señal de banda base procesada mediante la filtración, la decodificación, y/o la digitalización de la señal de banda base o IF. El circuito de procesamiento RX 325 transmite la señal de banda base procesada al altavoz 330 (tal como para datos de voz) o al procesador 340 para un procesamiento adicional (tal como para datos de navegación web).

En algunas realizaciones, el transceptor de RF 310 es capaz de recibir, a través de una señalización de capa superior de una estación base (BS), información de configuración de respuesta CSI para la respuesta CSI incluyendo un indicador de información de canal espacial basado en un libro de códigos de combinación lineal (LC), en el que el indicador de información de canal espacial comprende al menos uno de una matriz de canal de enlace descendente, una matriz de covarianza de la matriz de canal de enlace descendente, o al menos un vector propio de la matriz de covarianza de la matriz de enlace descendente; y transmitir, a la EB, a través de un canal de enlace ascendente, la respuesta CSI que incluye el indicador de información de canal espacial.

En tales realizaciones, el indicador de información de canal espacial corresponde a un indicador de matriz de precodificación (PMI) que comprende un primer PMI i_1 para indicar al menos uno de la pluralidad de vectores base o la pluralidad de matrices base, y un segundo PMI i_2 para indicar pesos para combinar la pluralidad de vectores base o la pluralidad de matrices base.

5 En tales realizaciones, el indicador de información de canal espacial comprende el al menos un vector propio correspondiente a al menos un vector propio de transmisión derivado mediante el uso de una descomposición propia de una matriz de covarianza de transmisión $P \times P$ de una matriz de canal de enlace descendente $P \times R$, en la que P es un número de puertos de antena en la EB y R es un número de puertos de antena en el UE, y en la que el al menos un vector propio de transmisión se representa como la siguiente combinación lineal ponderada de la pluralidad de

10 vectores base $\mathbf{e}_{T,l} \approx \sum_{l=0}^{L_T-1} c_{T,l} \mathbf{b}_{T,l}$ en la que $\mathbf{b}_{T,l}$ es un vector base de transmisión, $c_{T,l}$ es un peso de transmisión l -ésimo, y L_T es un número de una pluralidad de vectores base de transmisión.

En tales realizaciones, el indicador de información de canal espacial comprende el al menos un vector propio correspondiente al al menos un vector propio de recepción derivado mediante el uso de una descomposición propia de una matriz de covarianza de recepción $R \times R$ de una matriz de canal de enlace descendente $P \times R$, en la que P es un número de puertos de antena en la EB y R es un número de puertos de antena en el UE, y donde el al menos un vector propio de recepción se representa como la siguiente combinación lineal ponderada de la pluralidad de vectores

15 base: $\mathbf{e}_{R,l} \approx \sum_{l=0}^{L_R-1} c_{R,l} \mathbf{b}_{R,l}$ en la que $\mathbf{b}_{R,l}$ es un vector base de recepción, $c_{R,l}$ es un peso de recepción l -ésimo, y L_R es un número de una pluralidad de vectores base de recepción.

En tales realizaciones, el indicador de información de canal espacial comprende al menos un vector propio correspondiente a al menos un vector propio de transmisión y al menos un vector propio de recepción que se derivan conjuntamente mediante el uso de una descomposición propia de una matriz de covarianza de transmisión $P \times P$ y una matriz de covarianza de recepción $R \times R$ de una matriz de canal de enlace descendente $P \times R$, en la que P es un número de puertos de antena en la EB y R es un número de puertos de antena en el UE, y en la que el al menos un vector propio de transmisión y el al menos un vector propio de recepción derivados conjuntamente se representan

25 como la siguiente combinación lineal ponderada de la pluralidad de vectores base: $\mathbf{e}_{T,l} \mathbf{e}_{R,l}^H \approx \sum_{l=0}^{L-1} c_l \mathbf{b}_{T,l} \mathbf{b}_{R,l}^H$ en la que $\mathbf{b}_{T,l}$ es un vector base de transmisión, L es un número de una pluralidad de vectores base de transmisión y recepción, $\mathbf{b}_{R,l}$ es un vector base de recepción, c_l es un peso l -ésimo.

En tales realizaciones, el indicador de información de canal espacial comprende al menos una de una matriz de covarianza de transmisión o una matriz de covarianza de recepción basada en la matriz de canal de enlace descendente, en la que las matrices de covarianza de transmisión y recepción se representan como la siguiente combinación lineal ponderada de la pluralidad de matrices base:

30
$$\mathbf{E}_T = \frac{1}{|f|} \sum_{k \in f} \left(\left(\mathbf{H}_k^{(f)} \right) \left(\mathbf{H}_k^{(f)} \right)^H \right) \approx \sum_{l=0}^{L_T-1} c_{T,l} \mathbf{b}_{T,l} \mathbf{b}_{T,l}^H$$
 y
$$\mathbf{E}_R = \frac{1}{|f|} \sum_{k \in f} \left(\left(\mathbf{H}_k^{(f)} \right)^H \left(\mathbf{H}_k^{(f)} \right) \right) \approx \sum_{l=0}^{L_R-1} c_{R,l} \mathbf{b}_{R,l} \mathbf{b}_{R,l}^H$$
 en la que f es un conjunto de subportadoras de frecuencia, $\mathbf{H}_k^{(f)}$ es una matriz de canal de enlace descendente $P \times R$ en una

subportadora de frecuencia k en el conjunto f , $\mathbf{E}_T$ es una matriz de covarianza de transmisión, $\mathbf{b}_{T,l} \mathbf{b}_{T,l}^H$ es una matriz de base de transmisión, $c_{T,l}$ es un peso de transmisión l -ésimo, L_T es un número de una pluralidad de matrices de base

35 de transmisión, $\mathbf{E}_R$ es una matriz de covarianza de recepción, $\mathbf{b}_{R,l} \mathbf{b}_{R,l}^H$ es una matriz de base de recepción, $c_{R,l}$ es un peso de recepción, y L_R es un número de una pluralidad de matrices de base de recepción. En algunas realizaciones, el transceptor de RF 310 es capaz de transmitir, por el canal de enlace ascendente, la respuesta CSI incluyendo los múltiples indicadores de información de canal espacial en múltiples instancias de tiempo donde cada indicador de información de canal espacial corresponde a la CSI para un subconjunto de puertos de antena en la EB.

El circuito de procesamiento TX 315 recibe datos de voz analógicos o digitales a partir del micrófono 320 u otros datos de banda base salientes (tales como los datos de la web, correo electrónico, o datos de videojuegos interactivos) a partir del procesador 340. El circuito 315 de procesamiento de (TX) codifica, multiplexa, y/o digitaliza los datos de banda base salientes para generar una señal de banda base o IF procesada. El transceptor RF 310 recibe la señal de salida de banda base o IF procesada a partir del circuito 315 de procesamiento de TX y convierte la señal de banda base o IF en una señal de RF que se transmite a través de la antena 305.

El procesador 340 puede incluir uno o más procesadores u otros dispositivos de procesamiento y ejecutar el sistema operativo básico almacenado en la memoria 360 con el fin de controlar el funcionamiento general del UE 116. Por ejemplo, el procesador 340 puede controlar la recepción de señales de canal avanzado y la transmisión de señales de canal inverso por el transceptor RF 310, el circuito de procesamiento RX 325 y el circuito de procesamiento TX 315 de acuerdo con principios bien conocidos. En algunas realizaciones, el procesador 340 incluye al menos un microprocesador o microcontrolador.

El procesador 340 es capaz de ejecutar otros procedimientos y programas residentes en la memoria 360, tales

procedimientos para informes de CSI en un canal ascendente. El procesador 340 puede mover datos dentro o fuera de la memoria 360, de acuerdo con lo requiera un procedimiento de ejecución. En algunas realizaciones, el procesador 340 está configurado para ejecutar las aplicaciones 362 en base al OS 361 o en respuesta a las señales recibidas a partir de eNB o un operador. El procesador 340 también está acoplado a la interfaz 345 de E/S, la cual proporciona al UE 116 la capacidad de conectarse a otros dispositivos, tal como ordenadores portátiles y ordenadores de mano. La interfaz 345 de E/S es la trayectoria de comunicación entre estos accesorios y el procesador 340.

En algunas realizaciones, el procesador 340 es también capaz de derivar, por un equipo de usuario (UE), el indicador de información de canal espacial mediante el uso del libro de códigos LC que indica una combinación lineal ponderada de una pluralidad de vectores base o una pluralidad de matrices base como una representación de al menos una de una matriz de canal de enlace descendente, una matriz de covarianza de la matriz de canal de enlace descendente, o al menos un vector propio de la matriz de covarianza de la matriz de canal de enlace descendente, en el que el transceptor está configurado además para transmitir a la EB, a través de un canal de enlace ascendente, la respuesta CSI que incluye el indicador de información de canal espacial.

En tales realizaciones, el indicador de información de canal espacial corresponde a un indicador de matriz de precodificación (PMI) que comprende un primer PMI i_1 para indicar al menos uno de la pluralidad de vectores base o la pluralidad de matrices base, y un segundo PMI i_2 para indicar pesos para combinar la pluralidad de vectores base o la pluralidad de matrices base.

En tales realizaciones, el indicador de información de canal espacial comprende el al menos un vector propio correspondiente a al menos un vector propio de transmisión derivado mediante el uso de una descomposición propia de una matriz de covarianza de transmisión $P \times P$ de una matriz de canal de enlace descendente $P \times R$, en la que P es un número de puertos de antena en la EB y R es un número de puertos de antena en el UE, y en la que el al menos un vector propio de transmisión se representa como la siguiente combinación lineal ponderada de la pluralidad de vectores base $\mathbf{e}_{T,1} \approx \sum_{l=0}^{L_T-1} c_{T,l} \mathbf{b}_{T,l}$ en la que $\mathbf{b}_{T,l}$ es un vector base de transmisión, $c_{T,l}$ es un peso de transmisión l -ésimo, y L_T es un número de una pluralidad de vectores base de transmisión.

En tales realizaciones, el indicador de información de canal espacial comprende el al menos un vector propio correspondiente al al menos un vector propio de recepción derivado mediante el uso de una descomposición eigen de una matriz de covarianza de recepción $R \times R$ de una matriz de canal de enlace descendente $P \times R$, en la que P es un número de puertos de antena en la EB y R es un número de puertos de antena en el UE, y en la que el al menos un vector propio de recepción se representa como la siguiente combinación lineal ponderada de la pluralidad de vectores base: $\mathbf{e}_{R,1} \approx \sum_{l=0}^{L_R-1} c_{R,l} \mathbf{b}_{R,l}$ en la que $\mathbf{b}_{R,l}$ es un vector base de recepción, $c_{R,l}$ es un peso de recepción l -ésimo, y L_R es un número de una pluralidad de vectores base de recepción.

En tales realizaciones, el indicador de información de canal espacial comprende al menos un vector propio correspondiente a al menos un vector propio de transmisión y al menos un vector propio de recepción que se derivan conjuntamente mediante el uso de una descomposición propia de una matriz de covarianza de transmisión $P \times P$ y una matriz de covarianza de recepción $R \times R$ de una matriz de canal de enlace descendente $P \times R$, en la que P es un número de puertos de antena en la EB y R es un número de puertos de antena en el UE, y en la que el al menos un vector propio de transmisión y el al menos un vector propio de recepción derivados conjuntamente se representan como la siguiente combinación lineal ponderada de la pluralidad de vectores base: $\mathbf{e}_{T,1} \mathbf{e}_{R,1}^H \approx \sum_{l=0}^{L-1} c_l \mathbf{b}_{T,l} \mathbf{b}_{R,l}^H$ en la que $\mathbf{b}_{T,l}$ es un vector base de transmisión, L es un número de una pluralidad de vectores base de transmisión y recepción, $\mathbf{b}_{R,l}$ es un vector base de recepción, c_l es un peso l -ésimo.

En tales realizaciones, el indicador de información de canal espacial comprende al menos una de una matriz de covarianza de transmisión o una matriz de covarianza de recepción basada en la matriz de canal de enlace descendente, en la que las matrices de covarianza de transmisión y recepción se representan como la siguiente combinación lineal ponderada de la pluralidad de matrices base:

$$\mathbf{E}_T = \frac{1}{|f|} \sum_{k \in f} \left(\left(\mathbf{H}_k^{(I)} \right) \left(\mathbf{H}_k^{(I)} \right)^H \right) \approx \sum_{l=0}^{L_T-1} c_{T,l} \mathbf{b}_{T,l} \mathbf{b}_{T,l}^H \quad \text{y} \quad \mathbf{E}_R = \frac{1}{|f|} \sum_{k \in f} \left(\left(\mathbf{H}_k^{(I)} \right)^H \left(\mathbf{H}_k^{(I)} \right) \right) \approx \sum_{l=0}^{L_R-1} c_{R,l} \mathbf{b}_{R,l} \mathbf{b}_{R,l}^H$$

en la

que f es un conjunto de subportadoras de frecuencia, $\mathbf{H}_k^{(I)}$ es una matriz de canal de enlace descendente $P \times R$ en una subportadora de frecuencia k en el conjunto f , $\mathbf{E}_T$ es una matriz de covarianza de transmisión, $\mathbf{b}_{T,l} \mathbf{b}_{T,l}^H$ es una matriz de base de transmisión, $c_{T,l}$ es un peso de transmisión l -ésimo, L_T es un número de una pluralidad de matrices de base de transmisión, $\mathbf{E}_R$ es una matriz de covarianza de recepción, $\mathbf{b}_{R,l} \mathbf{b}_{R,l}^H$ es una matriz de base de recepción, $c_{R,l}$ es un l -ésimo peso de recepción, y L_R es un número de una pluralidad de matrices de base de recepción.

En algunas realizaciones, el procesador 340 también es capaz de dividir el indicador de información de canal espacial en múltiples indicadores de información de canal espacial, cada uno de los cuales corresponde a un subconjunto de puertos de antena en la EB y comprende al menos uno de una matriz de canal de enlace descendente, una matriz de covarianza de la matriz de canal de enlace descendente, o al menos un vector propio de la matriz de covarianza de la

matriz de canal de enlace descendente, en el que la matriz de canal de enlace descendente corresponde al subconjunto de puertos de antena en la EB.

El procesador 340 también está acoplado al pantalla táctil 350 y a la pantalla 355. El operador del UE 116 puede utilizar el pantalla táctil 350 para introducir datos en el UE 116. La pantalla 355 puede ser una pantalla de cristal líquido u otra pantalla capaz de reproducir texto y/o al menos gráficos limitados, tal como de sitios web.

La memoria 360 está acoplada al procesador 340. Parte de la memoria 360 podría incluir una memoria de acceso aleatorio (RAM), y otra parte de la memoria 360 podría incluir una memoria Flash u otra memoria de sólo lectura (ROM).

Aunque la FIGURA 3 ilustra un ejemplo de un sistema 116 de comunicación, se pueden hacer varios cambios a la FIGURA 3. Por ejemplo, varios componentes de las FIGURAS 2 y 3 pueden combinarse, subdividirse, u omitirse, y pueden añadirse componentes adicionales de acuerdo con las necesidades particulares. Como un ejemplo particular, el procesador 340 puede estar dividido en múltiples procesadores, tal como una o más unidades centrales de procesamiento (CPU) y una o más unidades de procesamiento gráfico (GPU). Además, aunque la FIGURA 3 ilustra el UE 116 configurado como un teléfono móvil o smartphone, los UE pueden estar configurados para operar como otros tipos de dispositivos móviles o estacionarios.

La FIGURA 4A es un diagrama de alto nivel de la circuitería de la trayectoria de transmisión 400. Por ejemplo, la circuitería de la trayectoria de transmisión 400 se puede utilizar para una comunicación de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA). La FIGURA 4B es un diagrama de alto nivel de los circuitos de la trayectoria de recepción 450. Por ejemplo, la circuitería de la trayectoria de recepción 450 se puede utilizar para una comunicación de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA). En las FIGURAS 4A y 4B, para la comunicación de enlace descendente, la circuitería de la trayectoria de transmisión 400 se puede implementar en una estación base (eNB o eNB) 102 o en una estación de retransmisión, y la circuitería de la trayectoria de recepción 450 se puede implementar en un equipo de usuario (por ejemplo, el equipo de usuario 116 de la FIGURA 1). En otros ejemplos, para la comunicación de enlace ascendente, la circuitería de trayectoria de recepción 450 se puede implementar en una estación base (por ejemplo, el eNB 102 de la FIGURA 1) o en una estación de retransmisión, y la circuitería de trayectoria de transmisión puede implementarse en un equipo de usuario (por ejemplo, el equipo de usuario 116 de la FIGURA 1).

La circuitería de la trayectoria de transmisión 400 comprende el bloque 405 de codificación y modulación del canal, el bloque 410 de serie a paralelo (P a S), el bloque 415 de transformada rápida de Fourier inversa (IFFT) de tamaño N, el bloque 420 de paralelo a serie (P a S), el bloque 425 de adición de prefijo cíclico y el convertidor ascendente (UC) 430. La circuitería de la trayectoria de recepción 450 comprende el convertidor descendente (DC) 455, el bloque de eliminación del prefijo cíclico 460, el bloque de serie a paralelo (P a S) 465, el bloque de transformada rápida de Fourier (FFT) de tamaño N 470, el bloque de paralelo a serie (P a S) 475, y el bloque de decodificación y demodulación del canal 480.

Al menos algunos de los componentes de las FIGURAS 4A y 4B pueden ser implementados en software, mientras que otros componentes pueden ser implementados por medio de un hardware configurable o una mezcla de software y hardware configurable. En particular, se observa que los bloques FFT y los bloques IFFT descritos en la presente memoria de divulgación pueden implementarse como algoritmos de software configurables, donde el valor del tamaño N puede modificarse de acuerdo con la implementación.

Además, aunque esta divulgación se dirige a una realización que implementa la Transformada Rápida de Fourier y la Transformada Rápida de Fourier Inversa, esto es sólo a modo de ilustración y no se debe interpretar como un límite al alcance de la divulgación. Puede apreciarse que en una realización alternativa de la presente divulgación, las funciones de la transformada rápida de Fourier y las funciones de la transformada rápida inversa de Fourier pueden sustituirse fácilmente por funciones de la transformada discreta de Fourier (DFT) y de la transformada discreta inversa de Fourier (IDFT), respectivamente. Se puede apreciar que para las funciones DFT e IDFT, el valor de la variable N puede ser cualquier número entero (es decir, 1, 4, 3, 4, etc.), mientras que para las funciones FFT e IFFT, el valor de la variable N puede ser cualquier número entero que sea una potencia de dos (es decir, 1, 2, 4, 8, 16, etc.).

En la circuitería de trayectoria de transmisión 400, el bloque de codificación y modulación de canal 405 recibe un conjunto de bits de información, aplica codificación (por ejemplo, codificación LDPC) y modula (por ejemplo, modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK) o modulación de amplitud en cuadratura (QAM)) los bits de entrada para producir una secuencia de símbolos de modulación en el dominio de la frecuencia. El bloque 410 de serie a paralelo convierte (es decir, desmultiplexa) los símbolos modulados en serie a datos paralelos para producir N flujos de símbolos paralelos en el cual N es el tamaño de IFFT/FFT utilizado en la BS 102 y el UE 116. El bloque IFFT 415 de tamaño N realiza entonces una operación IFFT en los N flujos de símbolos paralelos para producir señales de salida en el dominio del tiempo. El bloque 420 de paralelo a serie convierte (es decir, multiplexa) los símbolos de salida del dominio del tiempo en paralelo del bloque 415 de IFFT de tamaño N para producir una señal del dominio del tiempo en serie. El bloque de adición de prefijo cíclico 425 inserta un prefijo cíclico en la señal del dominio del tiempo. Por último, el convertidor ascendente 430 modula (es decir, convierte de manera ascendente) la salida del bloque de adición de prefijos cíclicos 425 a la frecuencia de RF para su transmisión a través de un canal inalámbrico.

La señal también puede ser filtrada en banda base antes de la conversión a frecuencia de RF.

La señal de RF transmitida llega al UE 116 después de pasar por el canal inalámbrico, y se llevan a cabo operaciones inversas a las del eNB 102. El convertidor descendente 455 convierte la señal recibida en frecuencia de banda base, y el bloque de eliminación del prefijo cíclico 460 elimina el prefijo cíclico para producir la señal de banda base en el dominio del tiempo. El bloque de serie a paralelo 465 convierte la señal de banda base en el dominio del tiempo en señales paralelas en el dominio del tiempo. El bloque FFT 470 de tamaño N realiza un algoritmo FFT para producir N señales paralelas en el dominio de la frecuencia. El bloque de paralelo a serie 475 convierte las señales paralelas en el dominio de la frecuencia en una secuencia de símbolos de datos modulados. El bloque 480 de decodificación y demodulación del canal demodula y luego decodifica los símbolos modulados para recuperar el flujo de datos de entrada original.

Cada uno de los eNB 101-103 puede implementar una trayectoria de transmisión que es análoga a la transmisión en el enlace descendente hacia el equipo de usuario 111-116 y puede implementar una trayectoria de recepción que es análoga a la recepción en el enlace ascendente desde el equipo de usuario 111-116. Del mismo modo, cada uno de los equipos de usuario 111-116 puede implementar una trayectoria de transmisión correspondiente a la arquitectura para transmitir en el enlace ascendente a los eNB 101-103 y puede implementar una trayectoria de recepción correspondiente a la arquitectura para recibir en el enlace descendente desde los eNB 101-103.

Varias realizaciones de la presente divulgación proporcionan un alto rendimiento, escalabilidad con respecto al número y geometría de antenas de transmisión, y un marco y estructura flexibles de respuesta CSI (por ejemplo, informes) para mejoras LTE cuando se soporta FD-MIMO con grandes conjuntos de antenas bidimensionales. A fin de lograr un alto rendimiento, se necesita una CSI más precisa en términos de canal MIMO en el eNB, especialmente para escenarios FDD. En este caso, las realizaciones de la presente divulgación reconocen que puede ser necesario sustituir el marco de precodificación LTE anterior (por ejemplo, Rel.12) (respuesta basada en PMI). En esta divulgación, las propiedades de FD-MIMO se tienen en cuenta para la presente divulgación. Por ejemplo, el uso de grandes conjuntos de antenas 2D muy próximas entre sí, orientadas principalmente a una alta ganancia de formación de haces más que a la multiplexación espacial, junto con una dispersión angular relativamente pequeña para cada UE. Por lo tanto, se puede lograr la compresión o reducción de la dimensionalidad de la respuesta del canal de acuerdo con un conjunto fijo de funciones básicas y vectores. En otro ejemplo, los parámetros actualizados de respuesta de canal (por ejemplo, las dispersiones angulares de canal) se pueden obtener a baja movilidad mediante el uso de una señalización de capa superior específica de UE. Además, también se puede llevar a cabo un informe CSI (respuesta) acumulativo.

Otra realización de la presente divulgación incorpora un procedimiento de informe CSI con una respuesta PMI reducida. Este informe PMI a una velocidad inferior pertenece a las estadísticas de canal DL a largo plazo y representa una elección de un grupo de vectores de precodificación recomendados por un UE a un eNB. La presente divulgación también incluye un procedimiento de transmisión DL en el que un eNB transmite datos a un UE a través de una pluralidad de vectores de formación de haz mientras utiliza un esquema de diversidad de bucle abierto. En consecuencia, el uso de la precodificación a largo plazo garantiza que la diversidad de transmisión en bucle abierto se aplique sólo a un número limitado de puertos (en lugar de a todos los puertos disponibles para FD-MIMO, por ejemplo, 64). Esto evita tener que soportar una dimensión excesivamente alta para la diversidad de transmisión en bucle abierto que reduce la sobrecarga de respuesta CSI y mejora la robustez cuando la calidad de la medición CSI es cuestionable.

La FIGURA 5 ilustra un ejemplo de estructura para una subtrama 500 de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación. Una realización de la subtrama DL 500 se muestra en la FIGURA 1 sólo para ilustración. Se podrían utilizar otras realizaciones sin apartarse del ámbito de la presente divulgación. La subtrama de enlace descendente (DL SF) 510 incluye dos ranuras 520 y un total de símbolos para la transmisión de información de datos e información

de control de enlace descendente (DCI). Los primeros símbolos $M_{\text{symp}}^{\text{DL}}$ SF se utilizan para transmitir PDCCHs y otros canales de control 530 (no mostrados en la FIGURA 5). Los símbolos Z SF restantes se utilizan principalmente para transmitir canales físicos compartidos de enlace descendente (PDSCHs) 540, 542, 544, 546, y 548 o canales físicos de control de enlace descendente mejorados (EPDCCHs) 550, 552, 554, y 556. Una banda BW de transmisión incluye unidades de recursos de frecuencia denominadas bloques de recursos (RB). Cada RB incluye $N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$ subportadoras, o elementos de recursos (RE), tales como 12 RE. Una unidad de un RB sobre una subtrama se denomina como una RB física PRB. A un UE se le asignan M_{PDSCH} RB para un total de $Z = O_F + \lfloor (n_{\text{sf}} + y \cdot N_{\text{EPDCCH}}) / D \rfloor$ REs para un BW de transmisión PDSCH. La transmisión EPDCCH se consigue en un RB o en varios RB.

La FIGURA 6 ilustra un ejemplo de estructura de transmisión de una subtrama de canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH) o una subtrama de canal de control de enlace ascendente físico (PUCCH) 600. Las realizaciones de la estructura de transmisión para el PUSCH o el PUCCH sobre la subtrama UL mostrada en la FIGURA 6 son sólo ilustrativas. Se podrían utilizar otras realizaciones sin apartarse del ámbito de la presente divulgación. Una subtrama 610 incluye dos ranuras. Cada ranura 620 incluye $N_{\text{symp}}^{\text{UL}}$ símbolos 630 para transmitir

información de datos, información de control de enlace ascendente (UCI), señales de referencia de demodulación (DMRS) o RS de sondeo (SRS). Una unidad de recurso de frecuencia de un sistema UL BW es un RB. A un UE se le

asignan N_{RB} NRB para un total de $N_{RB} \cdot N_{sc}^{RB}$ RE para una BW de transmisión. Para un PUCCH, $NRB=1$. Se puede utilizar un último símbolo de subtrama para multiplexar las transmisiones SRS 650 de uno o más UE. El número de

- 5 símbolos de subtrama que están disponibles para la transmisión de datos/UCI/DMRS es $N_{symb} = 2 \cdot (N_{symb}^{UL} - 1) - N_{SRS}$, en el que $N_{SRS}=1$ si se utiliza un último símbolo de subtrama para transmitir SRS y $N_{SRS}=0$ en caso contrario.

La FIGURA 7 ilustra un ejemplo de diagrama de bloques de un transmisor para un PDSCH en una subtrama 700, de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación; Una realización del diagrama de bloques de un transmisor PDSCH 700 que se muestra en la FIGURA 7 es sólo para ilustración. Se podrían utilizar otras realizaciones sin apartarse del ámbito de la presente divulgación.

Como se muestra en la FIGURA 5, los bits de información 710 son codificados por el codificador 720, tal como un codificador turbo, y modulados por el modulador 730, por ejemplo mediante el uso de modulación de desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK). Un convertidor de serie a paralelo (S/P) 740 genera M símbolos de modulación que se proporcionan posteriormente a un mapeador 750 para ser asignados a RE seleccionados por una unidad de selección de BW de transmisión 755 para un BW de transmisión PDSCH asignado, la unidad 760 aplica una transformada rápida de Fourier inversa (IFFT). Una salida es entonces serializada por un convertidor paralelo a serie (P/S) 770 para crear una señal en el dominio del tiempo, el filtrado es aplicado por un filtro 780, y entonces la señal es transmitida. Otras funcionalidades, tales como la codificación de datos, la inserción de prefijos cíclicos, la ventana de tiempo, el intercalado y otras son bien conocidas en la técnica y no se muestran por propósitos de brevedad.

La FIGURA 8 ilustra un diagrama de bloques de receptor de un PDSCH en una subtrama 800, de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación. Una realización del diagrama de bloques de receptor de un PDSCH que se muestra en la FIGURA 8 es sólo para ilustración. Uno o más de los componentes ilustrados en la FIGURA 8 pueden ser implementados en circuitos especializados configurados para llevar a cabo las funciones mencionadas o uno o más de los componentes pueden ser implementados por uno o más procesadores que ejecutan instrucciones para llevar a cabo las funciones mencionadas. Se podrían utilizar otras realizaciones sin apartarse del ámbito de la presente divulgación.

Una señal recibida 810 es filtrada por un filtro 820, y luego es enviada a un bloque 830 de desmapeo de elemento de recurso (RE). El desmapeo RE 830 asigna un ancho de banda de recepción (BW) que es seleccionado por un selector BW 835. El selector BW 835 está configurado para controlar un BW de transmisión. Un circuito 840 de transformada rápida de Fourier (FFT) aplica una FFT. La salida del circuito FFT 840 se serializa por medio de un convertidor paralelo-serie 850. Posteriormente, un demodulador 860 demodula coherentemente los símbolos de datos al aplicar una estimación de canal obtenida de un DMRS o un DMRS (no mostrado), y un decodificador 670, tal como un turbo decodificador, decodifica los datos demodulados para proporcionar una estimación de los bits de datos de información 880. El decodificador 870 se puede configurar para implementar cualquier proceso de decodificación, tal como un proceso de decodificación turbo. Por razones de brevedad, no se muestran otras funciones, tales como la ventana de tiempo, la eliminación de prefijos cíclicos, la descodificación, la estimación del canal y el desentrelazado.

La FIGURA 9 ilustra un diagrama de bloques de un transmisor para un PDSCH en una subtrama 900, de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación. Uno o más de los componentes ilustrados en la FIGURA 9 pueden ser implementados en circuitos especializados configurados para llevar a cabo las funciones mencionadas o uno o más de los componentes pueden ser implementados por uno o más procesadores que ejecutan instrucciones para llevar a cabo las funciones mencionadas. Una realización del diagrama de bloques de un transmisor PUSCH 900 que se muestra en la FIGURA 9 es sólo para ilustración. Se podrían utilizar otras realizaciones sin apartarse del ámbito de la presente divulgación.

Los bits de datos de información 910 son codificados por medio de un codificador 920 y modulados por medio de un modulador 930. El codificador 920 se puede configurar para implementar cualquier proceso de codificación, tal como un proceso de codificación turbo. Un circuito de transformada discreta de Fourier (DFT) 940 aplica una DFT a los bits de datos modulados. Los REs son mapeados por un circuito de mapeo RE 950. Los REs correspondientes a un BW de transmisión PUSCH asignado son seleccionados por una unidad de selección de BW de transmisión 955. Un circuito 960 de FFT inversa (IFFT) aplica una IFFT a la salida del circuito 950 de mapeo RE. Tras una inserción de prefijo cíclico (no mostrada), el filtro 970 aplica un filtrado. A continuación, se transmite la señal filtrada.

La FIGURA 10 ilustra un diagrama de bloques de receptor de un PUSCH en una subtrama 1000, de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación. Una realización del diagrama de bloques de receptor de un PUSCH 1000 que se muestra en la FIGURA 10 es sólo para ilustración. Uno o más de los componentes ilustrados en la FIGURA 10 pueden ser implementados en circuitos especializados configurados para llevar a cabo las funciones mencionadas o uno o más de los componentes pueden ser implementados por uno o más procesadores que ejecutan instrucciones para llevar a cabo las funciones mencionadas. Se podrían utilizar otras realizaciones sin apartarse del ámbito de la presente divulgación.

Una señal recibida 1010 es filtrada por el filtro 1020. Posteriormente, tras eliminar un prefijo cíclico (no mostrado), un circuito FFT 1030 aplica una FFT. Los REs son mapeados por un circuito de mapeo RE 1040. Los REs 1040 correspondientes a un BW de recepción PUSCH asignado son seleccionados por un selector de BW de recepción 1045. Un circuito DFT inverso (IDFT) 1050 aplica una IDFT. El demodulador 1060 recibe una salida del circuito IDFT 1050 y demodula coherentemente los símbolos de datos al aplicar una estimación de canal obtenida de un DMRS (no mostrado). Un decodificador 1070 decodifica los datos demodulados para proporcionar una estimación de los bits de datos de información 1080. El decodificador 1070 se puede configurar para implementar cualquier proceso de decodificación, tal como un proceso de decodificación turbo.

La FIGURA 11 ilustra un ejemplo de configuración de un conjunto de antenas bidimensional (2D) 1100 que se construye a partir de 16 elementos de antena de polarización dual dispuestos en un formato rectangular 4x4 de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación. En esta ilustración, cada elemento de antena etiquetado se asigna lógicamente a un único puerto de antena. A título ilustrativo, se representan dos convenciones de etiquetado alternativas (tales como una primera horizontal en 1110 y una primera vertical en 1120). En una realización, un puerto de antena corresponde a múltiples elementos de antena (tales como antenas físicas) combinados por medio de una virtualización. Este conjunto 4x4 de doble polarización se considera entonces como un conjunto de $16 \times 2 = 32$ elementos. La dimensión vertical (por ejemplo, incluyendo 4 filas) facilita una formación de haz en elevación además de una formación de haz azimutal a través de una dimensión horizontal que incluye 4 columnas de antenas de doble polarización. La precodificación MIMO de la Rel.12 de la normalización LTE se diseñó en gran medida para ofrecer una ganancia de precodificación para un conjunto de antenas unidimensional. Mientras que la formación de haces fija (tal como la virtualización de antenas) se aplica a través de una dimensión de elevación, es incapaz de aprovechar una ganancia potencial ofrecida por la naturaleza selectiva espacial y de frecuencia de los canales.

En la especificación 3GPP LTE, la precodificación MIMO (para formación de haces o multiplexación espacial) se puede facilitar a través de la notificación del índice de matriz de precodificación (PMI) como un componente de la notificación de la información de estado del canal (CSI). El informe PMI se deriva de uno de los siguientes conjuntos de libros de códigos estandarizados: dos puertos de antena (de una sola etapa); cuatro puertos de antena (de una sola etapa o de dos etapas); ocho puertos de antena (de dos etapas); libro de códigos configurable eMIMO-Tipo de "CLASE A" de dos etapas para ocho, doce o dieciséis puertos de antena (también conocido como "no recodificado"); y libro de códigos eMIMO-Tipo de "CLASE B" de una sola etapa para dos, cuatro u ocho puertos de antena (también conocido como "formado por haces").

Si un eNodeB sigue una recomendación PMI de un UE, se espera que el eNB precodifique la señal transmitida por el eNB de acuerdo con un vector o matriz de precodificación recomendado para una subtrama y RB dados. Independientemente de si el eNB sigue esta recomendación, el UE está configurado para informar de un PMI de acuerdo con un libro de códigos de precodificación configurado. En la presente memoria, un PMI, que puede consistir en un único índice o en un par de índices, se asocia a una matriz de precodificación $\mathbf{W}$ en un libro de códigos asociado.

Cuando se configura un libro de códigos de clase A de doble etapa, la matriz de precodificación resultante se puede describir en la ecuación (1). Es decir, el precodificador de primera etapa se puede describir como un producto de Kronecker de un primer y un segundo vector (o matriz) de precodificación, que se pueden asociar a una primera y una segunda dimensión, respectivamente. Este tipo se denomina libro de códigos de producto Kronecker parcial (KP parcial). Los subíndices m y n en $\mathbf{W}_{m,n}(i_{m,n})$ denotan etapa de precodificación (primera o segunda etapa) y dimensión (primera o segunda dimensión), respectivamente. Cada una de las matrices de precodificación $\mathbf{W}_{m,n}$ se puede describir como una función de un índice que sirve como componente PMI. Como resultado, la matriz de precodificación $\mathbf{W}$ se puede describir como una función de 3 componentes PMI. La primera etapa se refiere a un componente a largo plazo. Por lo tanto, se asocia con estadísticas de canal a largo plazo, tal como el perfil AoD y la dispersión AoD antes mencionados. Por otro lado, la segunda etapa pertenece a un componente a corto plazo que realiza selección, cofase, o cualquier operación lineal al precodificador del primer componente $\mathbf{W}_{1,1}(i_{1,1}) \otimes \mathbf{W}_{1,2}(i_{1,2})$. El precodificador $\mathbf{W}_2(i_2)$, por lo tanto, lleva a cabo una transformación lineal de la componente a largo plazo como una combinación lineal de un conjunto de funciones básicas o vectores asociados a los vectores columna de $\mathbf{W}_{1,1}(i_{1,1}) \otimes \mathbf{W}_{1,2}(i_{1,2})$

$$\mathbf{W}(i_{1,1}, i_{1,2}, i_2) = \underbrace{(\mathbf{W}_{1,1}(i_{1,1}) \otimes \mathbf{W}_{1,2}(i_{1,2}))}_{\mathbf{W}_1(i_{1,1}, i_{1,2})} \mathbf{W}_2(i_2) \dots \dots \dots \text{Ecuación (1)}$$

La discusión anterior supone que el eNB servidor transmite y un UE servidor mide CSI-RS no precodificada (NP CSI-RS). Para la CSI-RS no precodificada (NP), se utiliza un asignación uno a uno específica de la célula entre el puerto CSI-RS y TXRU. En la presente memoria, los diferentes puertos CSI-RS tienen la misma anchura y dirección del haz y, por tanto, una cobertura general de la célula. Este caso de uso se puede llevar a cabo cuando el eNB configura el UE con el tipo eMIMO "CLASS A", que corresponde a NP CSI-RS. Aparte de CQI y RI, los informes CSI asociados con el tipo eMIMO "CLASS A" o "nonPrecoded" incluyen un PMI de tres componentes $\{i_{1,1}, i_{1,2}, i_2\}$.

Otro tipo de CSI-RS aplicable a FD-MIMO es la CSI-RS conformada por haz (BF CSI-RS). En la presente memoria, la operación de formación de haz, ya sea específica de la célula (con recursos $K > 1$ CSI-RS) o específica de la UE (con

recursos $K=1$ CSI-RS), se aplica en un recurso CSI-RS de potencia no nula (NZP) (incluyendo múltiples puertos). En este caso, (al menos en una hora/frecuencia determinada) los puertos CSI-RS tienen anchos de haz estrechos y, por lo tanto, no tienen una cobertura amplia de la célula, y (al menos desde la perspectiva del eNB) al menos algunas combinaciones de puertos CSI-RS y recursos tienen diferentes direcciones de haz. Esta operación de formación de haces tiene por objeto aumentar la cobertura CSI-RS.

Además, cuando se aplica formación de haz específico de UE al recurso CSI-RS (denominado CSI-RS específico de UE o formación de haz específico de UE), es posible reducir la sobrecarga de CSI-RS. La reducción de la complejidad del UE también es evidente, dado que el número configurado de puertos tiende a ser mucho menor que el homólogo NP CSI-RS del UE. Cuando un UE está configurado para recibir BF CSI-RS de un eNB servidor, el UE puede estar configurado para notificar parámetro(s) PMI asociados con un precodificador de segunda etapa sin el precodificador de primera etapa asociado o, en general, asociados con un precodificador/codificador de una etapa. Este caso de uso se puede llevar a cabo cuando el eNB configura el UE con eMIMO-Type "CLASS B", que corresponde a BF CSI-RS. Aparte de CQI y RI, los informes CSI asociados con el tipo eMIMO "CLASS B" o "formado por haz" (con un recurso CSI-RS y libro de códigos alternativo) incluyen un PMI de un componente. Aunque se trata de una única PMI definida con respecto a un libro de códigos distinto, esta PMI puede asociarse con el componente PMI de la segunda etapa de los libros de códigos "CLASE A"/"no recodificados" i_2 .

Por lo tanto, dado un libro de códigos de precodificación (un conjunto de matrices de precodificación), un UE mide una CSI-RS en una subtrama designada para transportar CSI-RS, calcula/determina una CSI (incluyendo PMI, RI, y CQI donde cada uno de estos tres parámetros CSI puede constar de múltiples componentes) en base a la medición, e informa de la CSI calculada a un eNB servidor. En concreto, este PMI es un índice de una matriz de precodificación recomendada en el libro de códigos de precodificación. Al igual que para el primer tipo, se pueden utilizar diferentes libros de códigos de precodificación para diferentes valores de RI. La CSI-RS medida puede ser de dos tipos: CSI-RS no precodificada (NP) y CSI-RS conformada por haz (BF). Como se ha mencionado, en la Rel.13, el soporte de estos dos tipos de CSI-RS se da en términos de dos tipos eMIMO: "CLASE A" (con un recurso CSI-RS) y "CLASE B" (con uno o varios recursos CSI-RS), respectivamente.

En situaciones en las que las estadísticas de canal a largo plazo de DL se pueden medir a través de las señales de UL en un eNodeB servidor, se puede utilizar fácilmente la BF CSI-RS específica de UE. Esto suele ser factible cuando la distancia dúplex UL-DL es lo suficientemente pequeña. Sin embargo, cuando esta condición no se cumple, es necesaria alguna respuesta del UE para que el eNodeB obtenga una estimación de las estadísticas del canal DL a largo plazo (o cualquier representación del mismo). Para facilitar dicho procedimiento, se transmite un primer BF CSI-RS con periodicidad T_1 (ms) y un segundo NP CSI-RS con periodicidad T_2 (ms), donde $T_1 \leq T_2$. Este enfoque se denomina CSI-RS híbrido. La aplicación del CSI-RS híbrido depende en gran medida de la definición del procedimiento CSI y del recurso NZP CSI-RS.

En la especificación LTE, los libros de códigos de precodificación antes mencionados se utilizan para la información CSI. Se admiten dos esquemas de modos de notificación CSI (por ejemplo, CSI aperiódica basada en PUSCH (A-CSI) y CSI periódica basada en PUCCH (P-CSI)). En cada esquema, se definen diferentes modos basados en la selectividad de frecuencia del MCC y/o el PMI, es decir, si se realiza la notificación en banda ancha o en subbanda. La carga útil de los informes de CSI se resume en la TABLA 1.

Tabla 1. CQI y PMI Tipos de respuesta para PUSCH CSI modos de informe

				Tipo de respuesta PMI		
				No PMI	PMI único	PMI múltiple
PUSCH CQI Tipo de respuesta	Banda ancha (CQI de banda ancha)					Modo 1-2
	UE Seleccionado (subbanda CQI)			Modo 2-0		Modo 2-2
	Capa superior configurada (CQI de subbanda)			Modo 3-0	Modo 3-1	Modo 3-2

Tabla 2. CQI y PMI Tipos de respuesta para PUCCH CSI modos de informe

		Tipo de respuesta PMI	
		No PMI	PMI único
PUCCH CQI Tipo de respuesta	Banda ancha (CQI de banda ancha)	Modo 1-0	Modo 1-1
	UE Seleccionado (subbanda CQI)	Modo 2-0	Modo 2-1

De acuerdo con el [REF6], en la especificación LTE se admite la notificación CSI híbrida basada en CSI-RS no precodificada y formada por haces asociada a dos tipos eMIMO.

En lo que sigue, por brevedad, FDD se considera como el procedimiento dúplex tanto para señalización DL como UL, pero las realizaciones de la presente divulgación también son directamente aplicables a TDD. En la presente divulgación se utilizan términos como CSI-RS "no precodificada" (o "NP") y CSI-RS "conformada por haz" (o "BF"). La esencia de la presente divulgación no cambia cuando se utilizan términos o nombres diferentes para referirse a estos dos tipos de CSI-RS. Lo mismo ocurre con el recurso CSI-RS. Los recursos CSI-RS asociados a estos dos tipos de CSI-RS pueden denominarse "un primer recurso CSI-RS" y "un segundo recurso CSI-RS", o "recurso CSI-RS-A" y "recurso CSI-RS-B". Posteriormente, las etiquetas "NP" y "BF" (o "np" y "bf") son ejemplares y pueden sustituirse por otras etiquetas como "1" y "2", "A" o "B". Alternativamente, en lugar de utilizar categorías como tipo CSI-RS o tipo de recurso CSI-RS, también puede utilizarse una categoría de clase de notificación CSI. Por ejemplo, NP CSI-RS se asocia con eMIMO-Type de "CLASS A" mientras que BF CSI-RS específico de UE se asocia con eMIMO-Type de "CLASS B" con un recurso CSI-RS.

A lo largo de la presente divulgación, la matriz 2D de polarización dual se utiliza únicamente con fines ilustrativos, a menos que se indique lo contrario. Los expertos en la técnica no tienen ningún problema en extender la técnica a un conjunto unipolarizado 2D.

La FIGURA 12 ilustra un ejemplo de disposición de puertos de antena de polarización dual para (2, 4, 8, 12, 16) puertos 1200 de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación. Una realización de la disposición de puertos de antena de polarización dual para {2, 4, 8, 12, 16} puertos 1200 mostrada en la FIGURA 12 es sólo ilustrativa. Uno o más de los componentes ilustrados en la FIGURA 12 pueden ser implementados en circuitos especializados configurados para llevar a cabo las funciones mencionadas o uno o más de los componentes pueden ser implementados por uno o más procesadores que ejecutan instrucciones para llevar a cabo las funciones mencionadas. Se podrían utilizar otras realizaciones sin apartarse del ámbito de la presente divulgación.

Como se muestra en la FIGURA 12, los conjuntos de antenas 2D se construyen a partir de elementos de antena de polarización dual $N_1 \times N_2$ dispuestos en un formato rectangular (N_1 , N_2) para 2,4,8,12,16 puertos de antena. En la FIGURA 12, cada elemento de antena se asigna lógicamente a un único puerto de antena. En general, un puerto de antena puede corresponder a varios elementos de antena (antenas físicas) combinados por medio de una virtualización. Este conjunto de doble polarización $N_1 \times N_2$ se puede considerar como un conjunto de elementos $2N_1 N_2$.

La primera dimensión consta de N_1 columnas y facilita la formación del haz acimutal. La segunda dimensión también consta de N_2 filas y permite la formación de haces de elevación. La precodificación MIMO en la especificación LTE se diseñó en gran medida para ofrecer ganancia de precodificación (formación de haces) para un conjunto de antenas unidimensional (1D) mediante el uso de 2, 4, 8 puertos de antena, que corresponden a (N_1 , N_2) pertenecientes a {(1, 1), (2, 1), (4, 1)}. Aunque la formación de haces fija (es decir, la virtualización de antenas) puede aplicarse en toda la dimensión de elevación, no es capaz de aprovechar la ganancia potencial que ofrece la naturaleza selectiva espacial y de frecuencia del canal. Por lo tanto, la precodificación MIMO en la especificación LTE está diseñada para ofrecer ganancia de precodificación para un conjunto de antenas bidimensional (2D) mediante el uso de 8, 12, 16 puertos de antena, que corresponden a (N_1 , N_2) pertenecientes a {(2, 2), (2, 3), (3, 2), (8, 1), (4, 2), (2, 4)}.

Aunque el caso (N_1 , N_2) = (6, 1) no ha sido soportado en la especificación LTE, puede ser soportado en futuras versiones. Las realizaciones de la presente divulgación son generales y aplicables a cualquier valor de (N_1 , N_2) incluyendo (N_1 , N_2) = (6, 1). La primera y la segunda dimensión que se muestra en la FIGURA 12 es sólo para ilustración. La presente divulgación es aplicable al caso en el que la primera y la segunda dimensión están intercambiadas, es decir, la primera y la segunda dimensión corresponden respectivamente a la elevación y al acimut o a cualquier otro par de direcciones.

La FIGURA 13 ilustra una disposición de puertos de antena de polarización dual para (20, 24, 28, 32) puertos 1300 de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación. Una realización de disposición de puertos de antena de polarización dual para puertos 1300 que se muestra en la FIGURA 13 es sólo para ilustración. Uno o más de los componentes ilustrados en la FIGURA 13 pueden ser implementados en circuitos especializados configurados para llevar a cabo las funciones mencionadas o uno o más de los componentes pueden ser implementados por uno o más procesadores que ejecutan instrucciones para llevar a cabo las funciones mencionadas. Se podrían utilizar otras realizaciones sin apartarse del ámbito de la presente divulgación.

Para 8 puertos de antena {15,16,17,18,19,20,21,22} 12 puertos de antena {15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26}, 16 puertos de antena {15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30}, y UE configurado con el parámetro de capa superior eMIMO-Type, y eMIMO-Type se establece en "CLASS A", cada valor de PMI corresponde a tres índices de libro de códigos dados en la Tabla 4, donde las cantidades ϕ_n , u_m y $v_{l,m}$ vienen dadas por la ecuación (2)

$$\varphi_n = e^{j\pi n/2}$$

$$u_m = \begin{bmatrix} 1 & e^{j\frac{2\pi n}{O_2 N_2}} & \dots & e^{j\frac{2\pi n(N_2-1)}{O_2 N_2}} \end{bmatrix} \dots\dots\dots \text{Ecuación (2)}$$

$$v_{l,m} = \begin{bmatrix} u_m & e^{j\frac{2\pi d}{O_1 N_1}} u_m & \dots & e^{j\frac{2\pi d(N_1-1)}{O_1 N_1}} u_m \end{bmatrix}^T$$

En la ecuación (2), los valores de N_1 , N_2 , O_1 y O_2 se configuran con los parámetros de capa superior *codebook-Config-N1*, *codebook-Config-N2*, *codebook-Over-Sampling-RateConfig-O1* y *codebook-Over-Sampling-RateConfig-O2*, respectivamente. En la Tabla 3 figuran las configuraciones admitidas de (O_1, O_2) y (N_1, N_2) para un número determinado de puertos CSI-RS. El número de puertos CSI-RS, P , es $2N_1N_2$.

No se espera que un UE esté configurado con el valor de *Codebook-Config* establecido en 2 o 3, si el valor de *codebook-Config-N2* está establecido en 1. Un UE sólo podrá utilizar $i_{1,2} = 0$ y no informará de $i_{1,2}$ si el valor de *codebook-Config-N2* se establece en 1. Un primer valor PMI i_1 corresponde al par de índices del libro de códigos $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$, y un segundo valor PMI i_2 corresponde al índice del libro de códigos i_2 que figura en la Tabla 4.

- 10 En algunas realizaciones, se admite un submuestreo del libro de códigos. El libro de códigos submuestreado para el modo PUCCH 2-1 para el valor del parámetro *Codebook-Config* establecido en 2, 3 o 4 se define en la especificación LTE para PUCCH Reporting Type 1a.

Tabla 3. Configuraciones admitidas de (O_1, O_2) y (N_1, N_2) ,

Número de puertos de antena CSI-RS, P	(N_1, N_2)	(O_1, O_2)
8	(2,2)	(4,4), (8,8)
12	(2,3)	(8,4), (8,8)
	(3,2)	(8,4), (4,4)
16	(2,4)	(8,4), (8,8)
	(4,2)	(8,4), (4,4)
	(8,1)	(4,-) (8,-)

Tabla 4. Libro de códigos para la información CSI de 1 capa mediante el uso de los puertos de antena 15 a 14+P

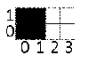
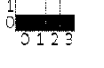
Valor de Config. Libro de códigos	$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	i_2		
			0	1	2
1	$0, 1, \dots, O_1 N_1 - 1$	$0, 1, \dots, O_2 N_2 - 1$	$W_{i_{1,1}, i_{1,2}, 0}^{(1)}$	$W_{i_{1,1}, i_{1,2}, 1}^{(1)}$	$W_{i_{1,1}, i_{1,2}, 2}^{(1)}$
					$W_{i_{1,1}, i_{1,2}, 3}^{(1)}$
en el que $W_{l,m,n}^{(1)} = \frac{1}{\sqrt{P}} \begin{bmatrix} v_{l,m} \\ \varphi_n v_{l,m} \end{bmatrix}$					
Valor de Config. Libro de códigos	$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	i_2		
			0	1	2
2	$0, 1, \dots, \frac{N_1 O_1 - 1}{2}$	$0, 1, \dots, \frac{N_2 O_2 - 1}{2}$	$W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}, 0}^{(1)}$	$W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}, 1}^{(1)}$	$W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}, 2}^{(1)}$
					$W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}, 3}^{(1)}$
Valor de Config. Libro de códigos	$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	i_2		
			4	5	6
					7
2	$0, 1, \dots, \frac{N_1 O_1 - 1}{2}$	$0, 1, \dots, \frac{N_2 O_2 - 1}{2}$	$W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}, 0}^{(1)}$	$W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}, 1}^{(1)}$	$W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}, 2}^{(1)}$
					$W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}, 3}^{(1)}$
Valor de Config. Libro de códigos	$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	i_2		
			8	9	10
					11
2	$0, 1, \dots, \frac{N_1 O_1 - 1}{2}$	$0, 1, \dots, \frac{N_2 O_2 - 1}{2}$	$W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}+1, 0}^{(1)}$	$W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}+1, 1}^{(1)}$	$W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}+1, 2}^{(1)}$
					$W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}+1, 3}^{(1)}$
Valor de Config. Libro de códigos	$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	i_2		
			12	13	14
					15
2	$0, 1, \dots, \frac{N_1 O_1 - 1}{2}$	$0, 1, \dots, \frac{N_2 O_2 - 1}{2}$	$W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}, 0}^{(1)}$	$W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}, 1}^{(1)}$	$W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}, 2}^{(1)}$
					$W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}, 3}^{(1)}$
en el que $W_{l,m,n}^{(1)} = \frac{1}{\sqrt{P}} \begin{bmatrix} v_{l,m} \\ \varphi_n v_{l,m} \end{bmatrix}$					
Valor de Config. Libro de códigos	$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	i_2		
			0	1	2
					3

Valor de Config. Libro de códigos	$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	i_2			
	0	1	2	3		
3	$0,1,\dots,\frac{N_1 O_1}{2}-1$	$0,1,\dots,\frac{N_2 O_2}{2}-1$	$W_{2x,2y,0}^{(1)}$	$W_{2x,2y,1}^{(1)}$	$W_{2x,2y,2}^{(1)}$	$W_{2x,2y,3}^{(1)}$
Valor de Config. Libro de códigos	$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	i_2			
	4	5	6	7		
3	$0,1,\dots,\frac{N_1 O_1}{2}-1$	$0,1,\dots,\frac{N_2 O_2}{2}-1$	$W_{2x+2,2y,0}^{(1)}$	$W_{2x+2,2y,1}^{(1)}$	$W_{2x+2,2y,2}^{(1)}$	$W_{2x+2,2y,3}^{(1)}$
Valor de Config. Libro de códigos	$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	i_2			
	8	9	10	11		
3	$0,1,\dots,\frac{N_1 O_1}{2}-1$	$0,1,\dots,\frac{N_2 O_2}{2}-1$	$W_{2x+1,2y+1,0}^{(1)}$	$W_{2x+1,2y+1,1}^{(1)}$	$W_{2x+1,2y+1,2}^{(1)}$	$W_{2x+1,2y+1,3}^{(1)}$
Valor de Config. Libro de códigos	$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	i_2			
	12	13	14	15		
3	$0,1,\dots,\frac{N_1 O_1}{2}-1$	$0,1,\dots,\frac{N_2 O_2}{2}-1$	$W_{2x+3,2y+1,0}^{(1)}$	$W_{2x+3,2y+1,1}^{(1)}$	$W_{2x+3,2y+1,2}^{(1)}$	$W_{2x+3,2y+1,3}^{(1)}$
en el que $x=i_{1,1}, y=i_{1,2}$, $W_{l,m,n}^{(1)} = \frac{1}{\sqrt{P}} \begin{bmatrix} V_{l,m} \\ \varphi_n V_{l,m} \end{bmatrix}, \text{ si } N_1 \geq N_2$ $W_{l,m,n}^{(1)} = \frac{1}{\sqrt{P}} \begin{bmatrix} V_{m,l} \\ \varphi_n V_{m,l} \end{bmatrix}, \text{ si } N_1 < N_2$						
Valor de Config. Libro de códigos	$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	i_2			
	0	1	2	3		
4	$0,1,\dots,\frac{N_1 O_1}{2}-1$	$0,1,\dots,\frac{N_2 O_2}{2}-1$	$W_{2x,2y,0}^{(1)}$	$W_{2x,2y,1}^{(1)}$	$W_{2x,2y,2}^{(1)}$	$W_{2x,2y,3}^{(1)}$
Valor de Config. Libro de códigos	$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	i_2			
	4	5	6	7		

Valor de Config. Libro de códigos	$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	i_2			
	0	1	2	3		
4	$0,1,\dots,\frac{N_1O_1-1}{2}$	$0,1,\dots,\frac{N_2O_2-1}{2}$	$W_{2x+1,2y,0}^{(1)}$	$W_{2x+1,2y,1}^{(1)}$	$W_{2x+1,2y,2}^{(1)}$	$W_{2x+1,2y,3}^{(1)}$
Valor de Config. Libro de códigos	$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	i_2			
	8	9	10	11		
4	$0,1,\dots,\frac{N_1O_1-1}{2}$	$0,1,\dots,\frac{N_2O_2-1}{2}$	$W_{2x+2,2y,0}^{(1)}$	$W_{2x+2,2y,1}^{(1)}$	$W_{2x+2,2y,2}^{(1)}$	$W_{2x+2,2y,3}^{(1)}$
Valor de Config. Libro de códigos	$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	i_2			
	12	13	14	15		
4	$0,1,\dots,\frac{N_1O_1-1}{2}$	$0,1,\dots,\frac{N_2O_2-1}{2}$	$W_{2x+3,2y,0}^{(1)}$	$W_{2x+3,2y,1}^{(1)}$	$W_{2x+3,2y,2}^{(1)}$	$W_{2x+3,2y,3}^{(1)}$
en el que $x=i_{1,1}, y=i_{1,2}$,						
$W_{l,m,n}^{(1)} = \frac{1}{\sqrt{P}} \begin{bmatrix} v_{l,m} \\ \varphi_n v_{l,m} \end{bmatrix}, i$						
$W_{l,m,n}^{(1)} = \frac{1}{\sqrt{P}} \begin{bmatrix} v_{m,l} \\ \varphi_n v_{m,l} \end{bmatrix}, i$						
si $N_1 \geq N_2$						
$x=i_{1,2}, y=i_{1,1}$						
$W_{l,m,n}^{(1)} = \frac{1}{\sqrt{P}} \begin{bmatrix} v_{m,l} \\ \varphi_n v_{m,l} \end{bmatrix}, i$						
si $N_1 < N_2$						

La correspondencia entre el parámetro *Codebook-Config* y la agrupación de haces de orden 1 indicada por $(i_{1,1}, i_{1,2})$ se ilustra en la Tabla 5. Como se muestra, *Codebook-Config* = 1 corresponde a un haz (cuadrado negro situado en (0, 0)), y *Codebook-Config* = 2, 3, 4 corresponden a 4 haces (mostrados como cuadrados negros) que están situados dentro de la cuadrícula de haces (4, 2) dependiendo del valor de *Codebook-Config*.

5 Tabla 5. Configuración de libro de códigos a asignación de grupo de haces de orden 1

<i>Codebook-Config</i>	Clasificación 1 grupo de ordenes			
	$N_1 \geq N_2$		$N_1 < N_2$	
1		$(L_1, L_2) = (1, 1)$		$(L_1, L_2) = (1, 1)$
2		$(L_1, L_2) = (1, 1)$		$(L_1, L_2) = (1, 1)$
3		$(L_1, L_2) = (1, 1)$		$(L_1, L_2) = (1, 1)$
4		$(L_1, L_2) = (1, 1)$		$(L_1, L_2) = (1, 1)$

Obsérvese que Rel. 10 8-Tx y Rel. Se pueden asignar 12 libros de códigos 4-Tx a *Codebook-Config* = 4 porque los libros de códigos corresponden a distribuciones de puertos de antena ID.

10 LTE soporta {20, 24, 28, 32} puertos de antena en Rel. 14. Suponiendo disposiciones de puertos rectangulares (1D o 2D), hay varios valores posibles (N_1, N_2) para {20, 24, 28, 32} puertos. En la FIGURA 13 se ilustra la disposición de los puertos de antena ID y 2D para estos valores (N_1, N_2).

15 La FIGURA 14 ilustra un ejemplo de respuesta de un canal de información explícita (CSI) 1400 de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación. Una realización del canal de información explícita (CSI) 1400 que se muestra en la FIGURA 14 es sólo para ilustración. Uno o más de los componentes ilustrados en la FIGURA 14 pueden ser implementados en circuitos especializados configurados para llevar a cabo las funciones mencionadas o uno o más de los componentes pueden ser implementados por uno o más procesadores que ejecutan instrucciones para llevar a cabo las funciones mencionadas. Se podrían utilizar otras realizaciones sin apartarse del ámbito de la presente divulgación.

20 En algunas realizaciones: sea N_r el número de antenas receptoras en el UE; sea $\mathbf{H}^{(f,r,p)}$ el canal asociado con la f -ésima SB, r -ésima antena receptora en el UE, y p -ésima polarización. Obsérvese que $\mathbf{H}^{(f,r,p)}$ es un vector columna de tamaño $N_1 N_2 \times 1$; Sea $\mathbf{H}^{(f,r)}$ el canal asociado con la f -ésima SB, la r -ésima antena receptora en el UE, y ambas polarizaciones (+45 y -45). Obsérvese que $\mathbf{H}^{(f,r)}$ es un vector columna de tamaño $2N_1 N_2 \times 1$; Sea $\mathbf{H}^{(f,p)}$ el canal asociado con la f -ésima SB, todas las N_r antenas de recepción en el UE, y la p -ésima polarización. Obsérvese que $\mathbf{H}^{(f,p)}$ es una matriz de tamaño $N_1 N_2 \times N_r$; Sea $\mathbf{H}^{(f)}$ el canal asociado con la f -ésima SB, todas las N_r antenas de recepción en el UE, y ambas polarizaciones (+45 y -45). Obsérvese que $\mathbf{H}^{(f)}$ es una matriz de tamaño $2N_1 N_2 \times N_r$.

25 Por brevedad, en el resto de la presente divulgación, utilizaremos la notación $\mathbf{H}^{(l)}$, donde (l) pertenece a $\{(f, r, p), (f, r), (f, p), (f)\}$ para representar uno de los cuatro tipos anteriores de notaciones de canal a menos que se mencione lo contrario. En el caso de una SB compuesta por múltiples subportadoras, utilizaremos $\mathbf{H}_k^{(l)}$ para denotar el canal de la subportadora k en la SB f .

30 En algunas realizaciones, como se muestra en la FIGURA 14, un UE está configurado con un tipo eMIMO de "Clase E" o "Clase Explícita" en el que el canal DL $\mathbf{H}^{(l)}$ o uno de sus derivados (Alt 0-Alt 4 a continuación) se informa basándose en el marco LC como $\sum_{l=0}^{L-1} c_l \mathbf{b}_l$ mediante el uso de un libro de códigos doble para respuesta explícita: $\mathbf{W} = \mathbf{W}_1 \mathbf{W}_2$, en el que: $\mathbf{W}_1$ es para WB y vectores de base a largo plazo $\{\mathbf{b}_l: l = 0, 1, \dots, L-1\}$ respuesta; $\mathbf{W}_2$ es para los coeficientes SB y LC a corto plazo $\{c_l: l = 0, 1, \dots, L-1\}$ respuesta; y L es el tamaño del conjunto de vectores base.

35 Esta configuración se lleva a cabo, por ejemplo, a través de la señalización RRC. Este tipo eMIMO puede asociarse a NP o BF CSI-RS con $K \geq 1$ recursos. Se determinan las alternativas para el canal DL y las derivadas del canal DL y sus representaciones LC.

En una realización de Alt 0-0, para al menos una subportadora k en SB f , el canal se representa como

$\mathbf{H}_k^{(l)} \approx \sum_{l=0}^{L-1} c_l \mathbf{b}_l$, en el que la dimensión de $\mathbf{b}_l$ es la misma que $\mathbf{H}_k^{(l)}$ en función de l .

En otra realización de Alt 0-1, para al menos una subportadora k en SB f , el canal se representa como $\mathbf{H}_k^{(l)} \approx \sum_{l=0}^{L-1} c_l \mathbf{b}_{T,l} \mathbf{b}_{R,l}^H$, en el que $\mathbf{b}_{T,l}$ es un vector columna de longitud $N_T N_2$ o $2N_T N_2$ dependiendo de l y $\mathbf{b}_{R,l}$ es un vector columna de longitud N_R . Obsérvese que el vector base l -ésimo se descompone en el par de vectores base Tx y Rx ($\mathbf{b}_{T,l}$, $\mathbf{b}_{R,l}$).

En otra realización de Alt 1: Matriz de covarianza izquierda (Tx), para SB f , la matriz de covarianza izquierda (Tx) de $\mathbf{H}^{(l)}$ se representa como $\mathbf{E}_T = \frac{1}{|f|} \sum_{k \in f} \left(\left(\mathbf{H}_k^{(l)} \right) \left(\mathbf{H}_k^{(l)} \right)^H \right) \approx \sum_{l=0}^{L_T-1} c_{T,l} \mathbf{b}_{T,l} \mathbf{b}_{T,l}^H$, en el que $\mathbf{b}_{T,l}$ se define en Alt 0-1, $c_{T,l}$ es el coeficiente Tx l -ésimo, y L_T es el número de vectores base Tx.

En otra realización de Alt 2: Matrices de covarianza izquierda y derecha (Tx y Rx), para SB f , las matrices de covarianza izquierda y derecha (Tx y Rx) de $\mathbf{H}^{(l)}$ donde (l) pertenece a $\{(f, p), (f)\}$ se representan como $\mathbf{E}_T$ igual que en Alt 1 y $\mathbf{E}_R = \frac{1}{|f|} \sum_{k \in f} \left(\left(\mathbf{H}_k^{(l)} \right)^H \left(\mathbf{H}_k^{(l)} \right) \right) \approx \sum_{l=0}^{L_R-1} c_{R,l} \mathbf{b}_{R,l} \mathbf{b}_{R,l}^H$, en el que $\mathbf{b}_{R,l}$ se define en Alt 0-1, $c_{R,l}$ es el l -ésimo coeficiente Rx, y L_R es el número de vectores base Rx.

En otra realización de Alt 3: Vector propio dominante izquierdo (Tx), para SB f , el vector propio dominante izquierdo (Tx) de $\mathbf{H}^{(l)}$ que se deriva mediante el uso de la descomposición Eigen de la matriz de covarianza Tx $\mathbf{E}_T$ se representa como $\mathbf{e}_{T,1} \approx \sum_{l=0}^{L_T-1} c_{T,l} \mathbf{b}_{T,l}$.

En otra realización de Alt 4: Vectores propios dominantes izquierdo y derecho (Tx y Rx), para SB f , los vectores propios dominantes izquierdo y derecho (Tx y Rx) de $\mathbf{H}^{(l)}$ que se derivan mediante el uso de la descomposición Eigen de la matriz de covarianza Tx y Rx $\mathbf{E}_T$ y $\mathbf{E}_R$, respectivamente, y donde (l) pertenece a $\{(f, p), (f)\}$. En un ejemplo de Alt 4-0: separado, $\mathbf{e}_{T,1}$ igual que en Alt 3 y $\mathbf{e}_{R,1} \approx \sum_{l=0}^{L_R-1} c_{R,l} \mathbf{b}_{R,l}$. En otro ejemplo de Alt 4-1: articulación, $\mathbf{e}_{T,1} \mathbf{e}_{R,1}^H \approx \sum_{l=0}^{L-1} c_l \mathbf{b}_{T,l} \mathbf{b}_{R,l}^H$. En Alt 3 y 4, se consideran los vectores propios más dominantes. Sin embargo, las alternativas pueden ampliarse a múltiples vectores propios.

Obsérvese que en Alt 1 - Alt 3 y Alt 4-0, el conjunto de bases maestras ($\mathbf{W}_1$) comprende dos conjuntos de bases maestras separados, uno para cada uno de los vectores de base Tx y Rx $\{\mathbf{b}_{T,l}\}_{l=0}^{L_T-1}$ y $\{\mathbf{b}_{R,l}\}_{l=0}^{L_R-1}$. El número de vectores base Tx y Rx puede ser el mismo (es decir, $L_T = L_R$) o el número de vectores base Tx y Rx puede ser diferente (es decir, $L_T \neq L_R$). En Alt 0 y Alt 4-1, el conjunto de bases maestras ($\mathbf{W}_1$) es un conjunto de L vectores base $\{\mathbf{b}_l\}_{l=0}^{L-1}$ o $\{(\mathbf{b}_{T,l}, \mathbf{b}_{R,l})\}_{l=0}^{L-1}$.

En algunas realizaciones, los conjuntos de bases maestras para el vector de base conjunta $\{\mathbf{b}_l\}_{l=0}^{L-1}$ (Alt 0-0) y $\{(\mathbf{b}_{T,l}, \mathbf{b}_{R,l})\}_{l=0}^{L-1}$ (Alt 0-1 y Alt 4-1), o los vectores de base Tx y Rx separados $\{\mathbf{b}_{T,l}\}_{l=0}^{L_T-1}$ y $\{\mathbf{b}_{R,l}\}_{l=0}^{L_R-1}$ pueden ser los mismos para todas las alternativas Alt 0 - Alt 4. En algunas realizaciones, los conjuntos de bases maestras pueden ser específicos de una alternativa. Del mismo modo, en un procedimiento, el libro de códigos para los coeficientes LC conjuntos $\{c_l\}_{l=0}^{L-1}$ o para los coeficientes LC Tx y Rx separados $\{c_{T,l}\}_{l=0}^{L_T-1}$ y $\{c_{R,l}\}_{l=0}^{L_R-1}$ puede ser el mismo para todas las alternativas Alt 0 - Alt 4. En otro procedimiento, los coeficientes LC Tx y Rx separados pueden ser específicos de una alternativa.

En algunas realizaciones, el UE también está configurado con uno o ambos de l y una alternativa de Alt 0 - Alt 4 vía señalización RRC. En algunas realizaciones, el UE informa de los valores preferidos para ellos. Por ejemplo, este informe puede formar parte del informe CSI explícito. En algunas realizaciones, la información es fija, por ejemplo $l = (f, r)$ y Alt 0.

En algunas realizaciones, las bases $\{\mathbf{b}_l\}_{l=0}^{L-1}$ para representar canales DL en múltiples antenas Rx (en el caso de $\mathbf{H}^{(f)}$ y $\mathbf{H}^{(f,p)}$) son las mismas, y por tanto sólo se informa de un conjunto de bases. En algunas realizaciones, las bases $\{\mathbf{b}_l\}_{l=0}^{L-1}$ son diferentes y, por lo tanto, se informa de un conjunto de bases para cada antena Rx. Del mismo modo, en una realización, las bases $\{\mathbf{b}_l\}_{l=0}^{L-1}$ para representar canales DL en dos polarizaciones (en el caso de $\mathbf{H}^{(f)}$ y $\mathbf{H}^{(f,r)}$) son las mismas y, por lo tanto, sólo se informa de un conjunto de bases. En otra realización, las bases

$\{b_l\}_{l=0}^{L-1}$ son diferentes y, por lo tanto, se informa de un conjunto de bases para cada polarización.

De manera similar, en una realización, las bases $\{b_l\}_{l=0}^{L-1}$ para representar múltiples vectores propios son las mismas, y por lo tanto sólo se informa un conjunto de bases para todos los vectores propios informados. En otra realización, las bases $\{b_l\}_{l=0}^{L-1}$ son diferentes y, por lo tanto, se informa de un conjunto de bases para cada vector propio informado.

5 En algunas realizaciones, además del canal o uno de sus derivados, el informe CSI explícito puede incluir también uno de los siguientes elementos: (1) al menos un CQI que representa el mayor valor propio cuantificado asociado a los vectores propios dominantes Tx y Rx o SNR; (2) RI para indicar un orden preferente; o (3) tanto CQI como RI, donde el CQI notificado puede corresponder o no al RI notificado. Por ejemplo, sólo se notifica una MCC, pero el IR notificado es > 1 .

10 En algunas realizaciones, la RI no se devuelve en el informe CSI explícito. En tales realizaciones, la respuesta explícita de la CSI puede corresponder a una RI predeterminada o fija. Por ejemplo: RI = 1. En este ejemplo, el equipo de usuario comunica el vector propio dominante de Tx (asociado con el mayor valor propio) o los vectores propios dominantes de Tx y Rx como información CSI explícita; y RI = orden máximo posible, es decir, RI = $\max(2N_1N_2, N_r)$. En este ejemplo, el equipo de usuario notifica el canal DL completo o todos los vectores propios o la matriz de covarianza.

En algunas realizaciones, la RI se configura al UE a través de señalización RRC de capa superior. El UE comunica la información CSI explícita basada en la RI configurada.

En algunas realizaciones, la RI se retroalimenta en el informe CSI explícito. En el caso de la respuesta del canal y de la matriz de covarianza, el RI notificado corresponde a un orden preferente, y en el caso de la respuesta del vector propio, el RI notificado corresponde al número de vectores propios dominantes notificados asociados a los valores propios más grandes.

En algunas realizaciones, un UE está configurado con Rel. 13 (o ampliado a futuras versiones como Rel. 14) Libro de códigos $\mathbf{W}_1$ de clase A como libro de códigos $\mathbf{W}_1$ o conjunto de bases maestras para el tipo eMIMO "Clase A-E" o "Clase A-Explícita" basado en LC propuesto. Esta configuración puede señalizarse del mismo modo que en Rel. 13, es decir, a través de la señalización RRC de cinco parámetros N_1 , N_2 , O_1 , O_2 y *Codebook-Config*. En la Tabla 7 se muestra un ejemplo de libro de códigos $\mathbf{W}_1$ de clase A de orden 1-2, en el que el grupo de haces indicado por $(i_{1,1}, i_{1,2})$ se expresa como $w_{i_{1,1}, i_{1,2}}$, donde las cantidades u_m y $v_{l,m}$ vienen dadas por:

$$u_m = \begin{bmatrix} 1 & e^{j \frac{2\pi m}{O_2 N_2}} & \dots & e^{j \frac{2\pi m(N_2-1)}{O_2 N_2}} \end{bmatrix}$$

$$v_{l,m} = \begin{bmatrix} u_m & e^{j \frac{2\pi l}{O_1 N_1}} u_m & \dots & e^{j \frac{2\pi l(N_1-1)}{O_1 N_1}} u_m \end{bmatrix}^T$$

30 en el que los valores de N_1 , N_2 , O_1 y O_2 se configuran con los parámetros de capa superior *codebook-Config-N1*, *codebook-Config-N2*, *codebook-Over-Sampling-RateConfig-O1* y *codebook-Over-Sampling-RateConfig-O2*, respectivamente.

Las configuraciones admitidas de (O_1, O_2) y (N_1, N_2) para un número dado de puertos CSI-RS en el tipo eMIMO de clase A se indican en la Tabla 3. Para 20, 24, 28 y 32 puertos CSI-RS, se pueden añadir a la tabla las configuraciones admitidas de (O_1, O_2) y (N_1, N_2) . El número de puertos CSI-RS, P , es $2N_1N_2$.

No se espera que un UE esté configurado con el valor de *Codebook-Config* establecido en 2 o 3, si el valor de *codebook-Config-N2* está establecido en 1. Un UE sólo podrá utilizar $i_{1,2} = 0$ y no informará de $i_{1,2}$ si el valor de *codebook-Config-N2* se establece en 1.

Tabla 6. Configuraciones admitidas de (O_1, O_2) y (N_1, N_2)

Número de puertos de antena CSI-RS, P	(N_1, N_2)	(O_1, O_2)
8	(2,2)	(4,4), (8,8)
12	(2,3)	(8,4), (8,8)
	(3,2)	(8,4), (4,4)
16	(2,4)	(8,4), (8,8)
	(4,2)	(8,4), (4,4)
	(8,1)	(4,-) (8,-)
20		
24		
28		
32		

Tabla 7. W1 Libro de códigos para la notificación de CSI de 1 capa y 2 capas mediante el uso de los puertos de antena 15 a 14+P

Valor de Config. Libro de códigos	$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	$W_{i_{1,1},i_{1,2}}$
1	$0,1,\dots,N_1O_1-1$	$0,1,\dots,N_2O_2-1$	$W_{i_{1,1},i_{1,2}} = \frac{1}{\sqrt{N_1N_2}} V_{i_{1,1},i_{1,2}}$
2	$0,1,\dots,\frac{N_1O_1-1}{2}$	$0,1,\dots,\frac{N_2O_2-1}{2}$	$W_{i_{1,1},i_{1,2}} = \frac{1}{\sqrt{N_1N_2}} \begin{bmatrix} V_{2i_{1,1},2i_{1,2}} & V_{2i_{1,1}+1,2i_{1,2}} & V_{2i_{1,1},2i_{1,2}+1} & V_{2i_{1,1}+1,2i_{1,2}+1} \end{bmatrix}$
3	$0,1,\dots,\frac{N_1O_1-1}{2}$	$0,1,\dots,\frac{N_2O_2-1}{2}$	$W_{i_{1,1},i_{1,2}} = \frac{1}{\sqrt{N_1N_2}} \begin{bmatrix} V_{2i_{1,1},2i_{1,2}} & V_{2i_{1,1}+2,2i_{1,2}} & V_{2i_{1,1}+1,2i_{1,2}+1} & V_{2i_{1,1}+3,2i_{1,2}+1} \end{bmatrix}$, si $N_1 \geq N_2$ $W_{i_{1,1},i_{1,2}} = \frac{1}{\sqrt{N_1N_2}} \begin{bmatrix} V_{2i_{1,1},2i_{1,2}} & V_{2i_{1,1},2i_{1,2}+2} & V_{2i_{1,1}+1,2i_{1,2}+1} & V_{2i_{1,1}+1,2i_{1,2}+3} \end{bmatrix}$, si $N_1 < N_2$
4	$0,1,\dots,\frac{N_1O_1-1}{2}$	$0,1,\dots,\frac{N_2O_2-1}{2}$	$W_{i_{1,1},i_{1,2}} = \frac{1}{\sqrt{N_1N_2}} \begin{bmatrix} V_{2i_{1,1},2i_{1,2}} & V_{2i_{1,1}+1,2i_{1,2}} & V_{2i_{1,1}+2,2i_{1,2}} & V_{2i_{1,1}+3,2i_{1,2}} \end{bmatrix}$, si $N_1 \geq N_2$ $W_{i_{1,1},i_{1,2}} = \frac{1}{\sqrt{N_1N_2}} \begin{bmatrix} V_{2i_{1,1},2i_{1,2}} & V_{2i_{1,1},2i_{1,2}+1} & V_{2i_{1,1},2i_{1,2}+2} & V_{2i_{1,1},2i_{1,2}+3} \end{bmatrix}$, si $N_1 < N_2$

En algunas realizaciones, el mapeo de Codebook-Config a DFT grupo de haces permanece igual que en Rel. 13 Libro de códigos de clase A o Rel. 13 Extensiones del libro de códigos de la clase A (véase la Tabla 5). En este caso, el valor configurado para Codebook-Config puede restringirse a 2, 3 y 4 para tener múltiples haces ($L = 4$) para LC.

En algunas realizaciones, 20, 24, 28, 32 puertos CSI-RS, si Codebook-Config = 1, entonces el UE está configurado con respuesta CSI implícita como en Rel. 13 o en Rel. 14, y si Codebook-Config = 2,3,4, entonces el UE está configurado con respuesta CSI avanzada tal como la respuesta CSI explícita propuesta en la presente divulgación.

En algunas realizaciones, el caso Codebook-Config = 1 es mapeado a un nuevo grupo de haces de $L = 4$ haces ya sea en 1D o 2D. Por ejemplo, se puede asignar a Codebook-Config = 4. A continuación, se pueden configurar todos los valores posibles de Codebook-Config.

De acuerdo con la configuración, el equipo de usuario obtiene y notifica el primer PMI i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$ indicando $L = 4$ haces DFT, $\mathbf{b}_0, \mathbf{b}_1, \mathbf{b}_2, \mathbf{b}_3$ como vectores base. Esta notificación puede ser periódica mediante el uso de los modos de notificación PUCCH CSI. O bien, la notificación puede ser aperiódica mediante el uso de los modos de notificación PUSCH CSI.

En alguna realización 1, si $(l)=(f,r)$, entonces ambas polarizaciones (+45 y -45) están incluidas en $\mathbf{H}^{(l)}$. Por tanto, el equipo de usuario comunica un valor de cofase ϕ_l para cada vector base $\mathbf{b}_l$ mediante el uso del libro de códigos de

coeficientes C_{co-ph} . En este caso, el vector base l -ésimo viene dado por $\begin{bmatrix} \mathbf{b}_l \\ \phi_l \mathbf{b}_l \end{bmatrix}$. Dos ejemplos para C_{co-ph} son los siguientes: (1) $C_{co-ph} = \{1, j, -1, -j\}$. Por tanto, se necesitan $2L$ bits para indicar $\{\phi_l: l = 0, 1, \dots, L - 1\}$. La indicación puede

ser WB o SB; y $C_{co-ph} = C_{co-ph,1} C_{co-ph,2}$ en la que $C_{co-ph,1} = \left\{ e^{j\frac{\pi}{4}}, e^{j\frac{3\pi}{4}}, e^{j\frac{5\pi}{4}}, e^{j\frac{7\pi}{4}} \right\}$ es para el componente WB y $C_{co-ph,2} = \left\{ e^{j\frac{\pi}{4}}, e^{-j\frac{\pi}{4}} \right\}$ es para el componente SB. Por tanto, en este caso se necesitan $2L$ bits WB y L bits por indicación SB.

En algunas realizaciones 2, si $(l)=(f,p)$, entonces todas las antenas de recepción en el UE están incluidas en $\mathbf{H}^{(l)}$. De este modo, además del vector base Tx $\mathbf{b}_{T,l}$ indicado por el primer PMI i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$, el UE también informa de los vectores de base Rx $\mathbf{b}_{R,l}$. Esta indicación puede ser: conjunta como $\mathbf{b}_l = (\mathbf{b}_{T,l}, \mathbf{b}_{R,l})$ mediante el uso del primer PMI i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$; o separada como $\mathbf{b}_{T,l}$ y $\mathbf{b}_{R,l}$ mediante el uso del primer PMI i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$ para $\mathbf{b}_{T,l}$ y otra WB y la notificación a largo plazo para $\mathbf{b}_{R,l}$, en la que la notificación de los vectores base Tx y Rx puede ser en la misma o en diferentes instancias de notificación PMI (o subtramas).

En algunas realizaciones, dos ejemplos del conjunto de bases Rx maestro son los siguientes: fijo/configurado $\mathbf{b}_{R,l}$ son fijas o el eNB las configura, y por lo tanto no se necesita indicación; y basadas en libro de códigos DFT: cada $\mathbf{b}_{R,l}$ es un haz DFT (1D o 2D) de un libro de códigos DFT con un factor de sobremuestreo entero ≥ 1 .

Dos ejemplos de libro de códigos basado en DFT son los siguientes: libro de códigos DFT simple, como los libros de códigos heredados {1, 2, 4} - Tx; y libro de códigos DFT doble, tal como los libros de códigos heredados {4, 8, 12, 16} - Tx.

En alguna realización 3, si $(l)=(f)$, entonces el UE informa de los vectores base Tx y Rx $\mathbf{b}_{T,l}$ y $\mathbf{b}_{R,l}$, y los valores de cofase ϕ_l para todos los vectores base Tx combinando las realizaciones 1 y 2 antes mencionadas.

En algunas realizaciones, un UE está configurado con un libro de códigos $\mathbf{W}_1$ de Clase A ampliado como libro de códigos $\mathbf{W}_1$ o conjunto de bases maestro para el eMIMO-Tipo "Clase E" o "Clase Explícita" basado en LC propuesto en el que se incluyen más haces en el libro de códigos $\mathbf{W}_1$. Por ejemplo, el número de haces $L = 8$ y el nuevo Codebook-Config = 5, 6,... se utilizan para configurar estos grupos de haces ampliados. En la Tabla 8 se muestran algunos ejemplos de grupos de haces ampliados.

Tabla 8. Asignación alternativa de configuración de libro de códigos a grupo de haces

Codebook-Config	Clasificación 1 grupo de ordenes	Número de haces (L_1, L_2)	
		$N_1 \geq N_2$	$N_1 \leq N_2$
5		(4,2)	(2,4)
6		(8,2)	(2,8)
7		(8,1)	(1,8)

8		(2,4)	(4,2)
9		(4,4)	(4,4)
10		(4,2)	(2,4)

En algunas realizaciones, un UE se configura con múltiples valores de *Codebook-Config* o grupos de haces por medio de la señalización RRC, y el UE informa de un valor de *Codebook-Config* o grupo de haces preferido en el informe CSI explícito del UE. Los valores *Codebook-Config* configurados pueden corresponder o no al mismo número de haces.

- 5 En algunas realizaciones, un UE se configura con un par de parámetros de libro de códigos $\mathbf{W}_1$ de Clase A adicionales (p_1, p_2) a través de señalización RRC, que son respectivamente *parámetros de espaciado de haz* en 1ª y 2ª dimensiones. El libro de códigos $\mathbf{W}_1$ de clase A configurado se utiliza como libro de códigos $\mathbf{W}_1$ o conjunto de bases maestro para el tipo eMIMO de "clase E" o "clase explícita" basado en LC propuesto de acuerdo con algunas realizaciones de la presente divulgación. El parámetro de espaciado entre haces determina el espaciado entre los dos haces adyacentes de un grupo de haces (indicado por i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$ del libro de códigos $\mathbf{W}_1$). Para la dimensión $d=1,2$, a partir del índice del haz $i_{1,d}$, los índices de los haces L_d que forman un grupo de haces son $i_1, d, i_{1,d}+p_d, i_{1,d}+2p_d, \dots, i_{1,d}+(L_d-1)p_d$. Los valores de ejemplo de los parámetros de espaciado entre haces incluyen p_1 en $\{1, \dots, O_1/2, O_1\}$ y p_2 en $\{1, \dots, O_2/2, O_2\}$. Obsérvese que $p_1 = O_1$ implica haces ortogonales en 1ª dimensión.

- 15 En algunas realizaciones, el equipo de usuario está configurado con haces DFT ortogonales como conjunto de bases para la respuesta CSI explícita basada en LC. En un ejemplo, para disposiciones de puertos 1D, $L (= L_1) = N_1$ haces DFT ortogonales forman el conjunto base. El conjunto de bases maestro en este caso corresponde al libro de códigos DFT 1D de longitud N_1 y con un factor de sobremuestreo O_1 . En otro ejemplo, para disposiciones de puertos 2D, $L (= L_1 \times L_2) = N_1 \times N_2$ (2D) haces DFT ortogonales forman el conjunto de bases. El conjunto de bases maestro en este caso corresponde al libro de códigos DFT 2D, que puede obtenerse por medio del producto Kronecker de dos libros de códigos DFT 1D de longitudes N_1 y N_2 y con factores de sobremuestreo O_1 y O_2 , respectivamente.

- 20 La FIGURA 15 ilustra un ejemplo de bases ortogonales 1500 de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación. Una realización de las bases ortogonales 1500 que se muestra en la FIGURA 15 es sólo para ilustración. Uno o más de los componentes ilustrados en la FIGURA 15 pueden ser implementados en circuitos especializados configurados para llevar a cabo las funciones mencionadas o uno o más de los componentes pueden ser implementados por uno o más procesadores que ejecutan instrucciones para llevar a cabo las funciones mencionadas. Se podrían utilizar otras realizaciones sin apartarse del ámbito de la presente divulgación.

En algunas realizaciones, un equipo de usuario se configura con múltiples parámetros de separación de haces por medio de la señalización RRC, y el equipo de usuario informa de un par de parámetros de separación de haces preferente en el informe CSI explícito del equipo de usuario.

- 30 En algunas realizaciones, un UE está configurado para notificar respuesta CSI explícita o implícita o tipos eMIMO dependiendo del orden. Por ejemplo, para un orden $> r$, el equipo de usuario comunica una CSI implícita y para un orden $\leq r$, el equipo de usuario comunica una CSI explícita. Un ejemplo de valor de r es 2.

- 35 La FIGURA 16 ilustra un ejemplo de CSI explícito o implícito en un orden 1600 de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación. Una realización del CSI implícito o explícito en base a un orden 1600 que se muestra en la FIGURA 16 es sólo para ilustración. Uno o más de los componentes ilustrados en la FIGURA 16 pueden ser implementados en circuitos especializados configurados para llevar a cabo las funciones mencionadas o uno o más de los componentes pueden ser implementados por uno o más procesadores que ejecutan instrucciones para llevar a cabo las funciones mencionadas. Se podrían utilizar otras realizaciones sin apartarse del ámbito de la presente divulgación.

- 40 En la FIGURA 16 se muestra una ilustración del tipo de informe CSI basado en el orden. Si orden $\leq r$, el equipo de usuario obtiene y notifica la CSI explícita mediante el uso del esquema de respuesta de CSI explícita propuesto. De lo contrario, el UE obtiene y notifica la CSI implícita mediante el uso de la CSI heredada (hasta Rel. 13) o futuro (Rel. 14 y posteriores) esquemas implícitos de información CSI o eMIMO-Types.

- 45 En algunas realizaciones, un UE está configurado con un tipo eMIMO "Clase B-E" o "Clase B-Explícito" asociado con CSI-RS BF con $K \geq 1$ recursos y L puertos BF que están formados por haz usando L vectores base $\{\mathbf{b}_l\}$. El UE obtiene y notifica los coeficientes LC $\{c_l\}$ mediante el uso del libro de códigos de coeficientes ($\mathbf{W}_2$) del libro de códigos de tipo eMIMO "Clase A-E" o "Clase A-Explícita". Esta configuración se realiza a través de la señalización RRC.

Si el UE está configurado con $K > 1$ recurso BF CSI-RS y L puertos, el UE comunica un CRI y los correspondientes coeficientes LC. En tales realizaciones, el eNB puede determinar L vectores base $\{b_l\}$ mediante el uso de la medición UL SRS si la distancia dúplex UL-DL es pequeña para sistemas FDD. Alternativamente, el eNB determina L vectores de base $\{b_l\}$ mediante el uso de una estimación de perfil de canal DL basada en informes CSI recibidos en instancias de informes CSI anteriores.

La FIGURA 17 ilustra un ejemplo de respuesta de un puerto parcial 1700 de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación. Una realización de respuesta de un puerto parcial 1700 que se muestra en la FIGURA 17 es sólo para ilustración. Uno o más de los componentes ilustrados en la FIGURA 17 pueden ser implementados en circuitos especializados configurados para llevar a cabo las funciones mencionadas o uno o más de los componentes pueden ser implementados por uno o más procesadores que ejecutan instrucciones para llevar a cabo las funciones mencionadas. Se podrían utilizar otras realizaciones sin apartarse del ámbito de la presente divulgación.

En algunas realizaciones, el UE está configurado con un tipo eMIMO de "Clase A-E" o "Clase A-Explícito" o "Clase B-E" o "Clase B-Explícito" para respuesta explícita de puerto parcial (por ejemplo, por medio de la señalización RRC) basada en la partición basada en subarreglo o puerto parcial de los puertos de antena 1D o 2D completos, una ilustración de la cual se muestra en la FIGURA 17. Como se muestra, los puertos de la antena se dividen en 4 subconjuntos o puertos parciales. Cuya construcción se ajusta a lo siguiente: el número de puertos en la 1ª dimensión de cada subconjunto o grupo es M_1 , donde M_1 divide N_1 ; el número de puertos en la 2ª dimensión de cada subconjunto o grupo es M_2 , donde M_2 divide N_2 ; y una subconjunto es 1D para disposiciones de puertos de antena 1D y es 1D o 2D para disposiciones de puertos de antena 2D.

En algunas realizaciones, el tipo eMIMO configurado se asocia con un único proceso CSI con $K = Q$ recursos, cada uno para M (por caso de polarización) o 2M (ambos casos de polarización) recursos. En otro procedimiento, el tipo eMIMO configurado se asocia con Q procesos CSI con $K = 1$ recurso para M (caso por polarización) o 2M (caso por ambas polarizaciones) recursos.

El número de subconjuntos o puertos parciales en la dimensión $d=1,2$ es $Q_d = \frac{N_d}{M_d}$. El número total de subconjuntos o puertos parciales es $Q = Q_1 Q_2$ y el número total de puertos de antena en cada subportal o puerto parcial es $M =$

$M_1 M_2$. Sea $H_{q,k}^{(l)}$ el canal DL asociado a la subportadora o puerto parcial índice $q = (q_1, q_2)$ donde $q_d \in \{0, 1, \dots, Q_d - 1\}$ para $d=1,2$, y $q \in \{0, 1, \dots, Q - 1\}$, (l) pertenece a $\{(f, r, p), (f, r), (f, p), (f)1\}$, y k es una subportadora en SB $\hat{f}$. El UE obtiene y notifica al menos Q CSI explícitas para Q subconjuntos o puertos parciales, ya sea de forma independiente o dependiente. El eNB las agrega para reconstruir la CSI explícita completa. A continuación se ofrecen los detalles de la notificación y reconstrucción CSI explícita parcial de puertos para Alt 0 - Alt 4.

En algunas realizaciones de Alt 0, el canal para cada uno de los sub conjuntos Q o puertos parciales $\{(q_1, q_2)_q\}_{q=0}^{Q-1}$ se informa mediante el uso del mismo conjunto de bases maestras (W_1) y libro de códigos de coeficientes LC (W_2)

para todos los sub conjuntos Q o puertos parciales. En un ejemplo de Alt 0-0: $H_{q,k}^{(l)} \approx \sum_{l=0}^{L-1} c_l b_l$, en el que la

dimensión de b_l es la misma que $H_{q,k}^{(l)}$ en función de l . En otro ejemplo de Alt 0-1: $H_{q,k}^{(l)} \approx \sum_{l=0}^{L-1} c_l b_{T,l} b_{R,l}^H$ en el que $b_{T,l}$ es un vector columna de longitud M o 2M en función de l y $b_{R,l}$ es un vector columna de longitud N_r . El vector base l -ésimo se descompone en el par de vectores base Tx y Rx ($b_{T,l}, b_{R,l}$).

Para reconstruir el canal completo, el eNB primero reconstruye los canales para Q subconjuntos o puertos parciales y luego los apila juntos de acuerdo a sus índices $\{(q_1, q_2)_q\}_{q=0}^{Q-1}$. Por ejemplo, para $(Q_1, Q_2) = (2, 2)$, el canal reconstruido viene dado por:

$$H^{(l)} = \begin{bmatrix} H_{(0,0)}^{(l)} & H_{(0,1)}^{(l)} \\ H_{(1,0)}^{(l)} & H_{(1,1)}^{(l)} \end{bmatrix}$$

En algunas realizaciones de Alt 1, la matriz de covarianza izquierda (Tx) para cada uno de los Q subconjuntos o puertos parciales $\{(q_1, q_2)_q\}_{q=0}^{Q-1}$ (matrices de covarianza total Q) y las matrices de covarianza cruzada izquierda (Tx)

a través de diferentes puertos parciales (matrices de covarianza cruzada total $\frac{Q(Q-1)}{2}$) son reportadas mediante el uso del mismo conjunto de bases maestras (W_1) y libro de códigos de coeficientes LC (W_2). En tales realizaciones, la

matriz de covarianza se da b : $E_{T,q,q} = \frac{1}{|f|} \sum_{k \in f} \left(\left(H_{q,k}^{(I)} \right) \left(H_{q,k}^{(I)} \right)^H \right) \approx \sum_{l=0}^{L_T-1} c_{T,l} \mathbf{b}_{T,l} \mathbf{b}_{T,l}^H$, donde $\mathbf{b}_{T,l}$ se define en Alt 0-1, $c_{T,l}$ es el coeficiente Tx l -ésimo y L_T es el número de vectores base Tx. En tales realizaciones, la matriz de

covarianza cruzada viene dada por $E_{T,q,q'} = \frac{1}{|f|} \sum_{k \in f} \left(\left(H_{q,k}^{(I)} \right) \left(H_{q',k}^{(I)} \right)^H \right) \approx \sum_{l=0}^{L_T-1} c_{T,l} \mathbf{b}_{T,l} \mathbf{b}_{T,l}^H$ para $q > q'$. En tales realizaciones, obsérvese que las matrices de covarianza para $q < q'$ no se informan porque las matrices de covarianza son simétricas, por lo tanto las matrices de covarianza cruzadas son las mismas para los pares simétricos (q, q') y (q', q) . Obsérvese también que la información de covarianza cruzada es un ejemplo de información CSI dependiente a través de dos puertos parciales.

Para reconstruir la matriz de covarianza completa, el eNB primero reconstruye las matrices de covarianza y de

covarianza cruzada y luego las apila juntas de acuerdo a sus índices $\{(q_1, q_2)_q\}_{q=0}^{Q-1}$ mediante el uso de la propiedad simétrica de las matrices de covarianza. Por ejemplo, para $(Q_1, Q_2) = (2, 1)$, la matriz de covarianza

$$E_T = \begin{bmatrix} E_{T,0,0} & E_{T,1,0} \\ E_{T,1,0}^H & E_{T,1,1} \end{bmatrix}$$

reconstruida es

En algunas realizaciones de Alt 2, las matrices de covarianza izquierda y derecha (Tx y Rx) de $H^{(I)}$ se determinan como

donde (1) pertenece a $\{(f, p), (f)\}$: E_T igual que en Alt 1; y $E_R = \frac{1}{|f|} \sum_{k \in f} \left(\left(H_k^{(I)} \right)^H \left(H_k^{(I)} \right) \right) \approx \sum_{l=0}^{L_R-1} c_{R,l} \mathbf{b}_{R,l} \mathbf{b}_{R,l}^H$, en el que $\mathbf{b}_{R,l}$ se define en Alt 0-1, $c_{R,l}$ es el coeficiente Rx l -ésimo, y L_R es el número de vectores base Rx.

En algunas realizaciones de Alt 3, se informa el vector propio dominante izquierdo (Tx) de cada canal de puerto parcial $H_q^{(I)}$ o del canal completo $H^{(I)}$ (obtenido después de apilar canales de puerto parcial). En el primer caso, el eNB puede o no reconstruir el vector propio del canal completo mediante el uso de los canales de puerto parciales. En el presente documento, $\mathbf{e}_{T,q,1}$ o $\mathbf{e}_{T,1} \approx \sum_{l=0}^{L_T-1} c_{T,l} \mathbf{b}_{T,l}$.

En algunas realizaciones de Alt 4, se informan los vector propios dominantes izquierdo y derecho (Tx y Rx) de cada

canal de puerto parcial $H_q^{(I)}$ o canal completo $H^{(I)}$ (obtenido después de apilar canales de puerto parcial). En el primer caso, el eNB puede o no reconstruir el vector propio Tx del canal completo mediante el uso de los canales de puerto parciales. En un ejemplo de Alt 4-0: *separado*, $\mathbf{e}_{T,q,1}$ o $\mathbf{e}_{T,1}$ igual que en Alt 3 y $\mathbf{e}_{R,1} \approx \sum_{l=0}^{L_R-1} c_{R,l} \mathbf{b}_{R,l}$. En otro ejemplo de Alt 4-1: *join*, $\mathbf{e}_{T,q,1} \mathbf{e}_{R,1}^H$ o $\mathbf{e}_{T,1} \mathbf{e}_{R,1}^H \approx \sum_{l=0}^{L-1} c_l \mathbf{b}_{T,l} \mathbf{b}_{R,l}^H$.

En algunas realizaciones, un UE está configurado con un proceso CSI con dos tipos de recursos NZP CSI-RS o dos procesos CSI con dos tipos de recursos NZP CSI-RS en los que el primer recurso CSI-RS es NP CSI-RS o BF CSI-RS con recurso $K_1 > 1$ y el segundo recurso CSI-RS es BF CSI-RS con recurso $K_2 = 1$ o BF CSI-RS con recurso $K_2 > 1$.

Los dos recursos NZP CSI-RS se asocian con dos tipos eMIMO de acuerdo con la configuración en la que las combinaciones de tipos eMIMO soportadas son de acuerdo con la Tabla 9 dependiendo de si los dos recursos NZP CSI-RS corresponden a tipos CSI implícitos o explícitos. Para cada configuración de tipo eMIMO, también puede configurarse el contenido CSI exacto notificado en los dos informes CSI. En la Tabla 10 se muestran algunos ejemplos del contenido de los dos informes CSI.

Tabla 9. Combinaciones de tipos eMIMO admitidas para la notificación CSI híbrida

Config.	Tipo de CSI para el primer recurso CSI-RS		Tipo de CSI para el segundo recurso CSI-RS	
	Tipo de CSI	tipo eMIMO	Tipo de CSI	tipo eMIMO
0	Implícito	Clase A, Clase B $K_1 \geq 1$	Implícito	Clase A, Clase B $K_2 \geq 1$
1	Implícito	Clase A, Clase B $K_1 \geq 1$	Explícito	Clase A-E, Clase B-E $K_2 \geq 1$

2	Explícito	Clase A-E, Clase B-E $K_1 \geq 1$	Implícito	Clase A, Clase B $K_2 \geq 1$
3	Explícito	Clase A-E, Clase B-E $K_1 \geq 1$	Explícito	Clase A-E, Clase B-E $K_2 \geq 1$

Tabla 10. Ejemplo de contenido de un informe CSI híbrido

Configuración	CSI derivado con el primer recurso CSI-RS			CSI derivada con el segundo recurso CSI-RS (BF)			
	Tipo de CSI	eMIMO- Type	Contenido de la CSI	Tipo de CSI	eMIMO-Type	CSI content	Opcional
0-0	Implícito	Clase A	W_1 , RI	Implícito	Clase B $K_2= 1$	Clase BW_2 , RI,C QI	
0-1		Clase A	W_1 (se supone RI = 1)				
0-2		Clase B $K_1 =1$	W_1 ,				
0-3		Clase B $K_1 >1$	CRI, W_1				
0-4		Clase B $K_1 >1$	K_1 independiente W_1 informes				
1-0	Implícito	Clase A	W_1 , RI	Explícito	Clase B-E $K_2= 1$	Clase B-E W_2	RI, CQI
1-1		Clase A	W_1 (se supone RI = 1)				
1-2		Clase B $K_1 = 1$	W_1 ,				
1-3		Clase B $K_1 >1$	CRI, W_1				
1-4		Clase B $K_1 >1$	K_1 independiente W_1 informes				
2-0 - 2-4	Explícito	0-0 a 0-4 con Clase A y Clase sustituida por Clase A-E y Clase B-E, respectivamente		Implícito	2º informe CSI de 0-0 a 0-4		
3-0 - 3-4	Explícito	1er informe CSI de 2-0 a 2-4		Explícito	2º informe CSI de 1-0 a 1-4		

En algunas realizaciones, un UE está configurado con respuesta CSI explícita que representa una forma de canal DL o respuesta CSI implícita que comprende RI, PMI y CQI a través de señalización RRC (parámetro RRC de 1 bit). En un ejemplo, la respuesta explícita CSI se configura mediante el uso de un parámetro RRC *ExplicitFeedbackEnabled*. Cuando este parámetro está en ON, la respuesta explícita basada en LC propuesta está habilitada independientemente de si *eMIMO-Type* es 'Class A'/nonPrecoded' o 'Class B'/beamformed'. En otro ejemplo, cuando el UE está configurado con *eMIMO-Type* 'Class A'/nonPrecoded', entonces el UE utiliza la respuesta explícita de Clase A propuesta en la presente divulgación. En otro ejemplo, cuando el UE está configurado con *eMIMO-Tipo* "Clase B"/"beamformed", entonces el UE utiliza la respuesta explícita de Clase B propuesta en la presente divulgación. En otro ejemplo, cuando este parámetro está en OFF, el UE utiliza Rel. 13 o Rel. 14 libros de códigos de clase A o clase B en función del tipo eMIMO configurado.

En algunas realizaciones, la *respuesta* explícita de Clase A es configurada mediante el uso de un parámetro RRC *Class A Explicit feedback Enabled*. Cuando este parámetro está activado y el equipo de usuario está configurado con el tipo de *eMIMO* "Clase A"/"no recodificado", el equipo de usuario utiliza la respuesta explícita de Clase A propuesta en la presente divulgación. Cuando este parámetro está en OFF y el UE está configurado con *eMIMO-Type* 'Class A'/nonPrecoded', entonces el UE utiliza el Rel. 13 o Rel. 14 Libro de códigos de clase A para el cálculo del CSI.

En algunas realizaciones, la *respuesta* explícita de Clase B LC es configurada mediante el uso de un parámetro RRC *Class B Explicit feedback Enabled*. Cuando este parámetro está activado y el equipo de usuario está configurado con el tipo de *eMIMO* "Clase B"/"formación de haz", el equipo de usuario utiliza la respuesta explícita de Clase B propuesta en la presente divulgación. Si este parámetro está desactivado y el equipo está configurado con el tipo de *eMIMO* "Clase B"/"beamformed", el equipo utiliza el modo Rel. 13 o Rel. 14 Libro de códigos de clase B para el cálculo

de la CSI.

En la Tabla 11 se muestra un ejemplo de configuración de respuesta explícita basada en LC para informes CSI-RS y CSI híbridos. En este esquema híbrido, hay dos CSI-RS asociadas a dos tipos eMIMO en un proceso CSI. Por ejemplo, el 1er CSI-RS es NP y está asociado al tipo eMIMO de clase A y el 2º CSI-RS es BF y está asociado al tipo eMIMO de clase B, $K=1$. Dependiendo del valor del parámetro RRC, la respuesta explícita de Clase A y Clase B puede activarse/desactivarse como se muestra en la Tabla 11.

La respuesta explícita basada en LC para otros esquemas CSI híbridos tales como 1ª clase B de tipo eMIMO, $K \geq 1$ y 2ª clase B de tipo eMIMO, $K=1$ puede configurarse de forma similar.

Tabla 11. Configuración de respuesta explícita basada en LC para CSI-RS híbrido

Parámetros de RRC	Valor	Combinación CSI híbrida	
		1er tipo eMIMO asociado con 1er (NP) CSI-RS: Clase A	2º tipo eMIMO asociado con el 2º (BF) CSI-RS: Clase B, $K=1$
<i>Combinación CB Enabled</i>	ENCENDIDO	Clase A Explícita	Clase B LC Explícita
	APAGADO	Rel. 13 o Rel. 14 Clase A Implícita	Rel. 13 o Rel. 14 Clase B Implícita
<i>Clase A Combinación CB Habilitada</i>	ENCENDIDO	Clase A LC Explícita	Rel. 13 o Rel. 14 Clase B Implícita
	APAGADO	Rel. 13 o Rel. 14 Clase A Implícita	
<i>Clase B Combinación CB Habilitada</i>	ENCENDIDO	Rel. 13 o Rel. 14 Clase A Implícita	Clase B LC Explícita
	APAGADO		Rel. 13 o Rel. 14 Clase B Implícita

La FIGURA 18 ilustra un ejemplo de alternativas de libro de código W_1 1800 de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación. Una realización de alternativas de libro de código W_1 1800 que se muestra en la FIGURA 18 es sólo para ilustración. Uno o más de los componentes ilustrados en la FIGURA 18 pueden ser implementados en circuitos especializados configurados para llevar a cabo las funciones mencionadas o uno o más de los componentes pueden ser implementados por uno o más procesadores que ejecutan instrucciones para llevar a cabo las funciones mencionadas. Se podrían utilizar otras realizaciones sin apartarse del ámbito de la presente divulgación.

En algunas realizaciones, un UE se configura con respuesta CSI implícita (para respuesta de baja resolución espacial) o respuesta CSI explícita (para respuesta de alta resolución espacial) (mediante señalización RRC) basada en una estructura de libro de códigos de dos etapas $W = W_1 W_2$, donde el libro de códigos W_1 para los dos tipos de respuesta CSI es según una de las siguientes alternativas w_1 común: el libro de códigos W_1 es común entre la respuesta CSI implícita y la explícita; W_1 diferente: el libro de códigos W_1 para la respuesta CSI implícita es diferente del correspondiente a la respuesta CSI explícita; o subconjunto W_1 : el libro de códigos W_1 para la CSI implícita es un subconjunto del correspondiente a la respuesta CSI explícita. Una ilustración de las tres alternativas de libro de códigos W_1 se muestra en la FIGURA 18, donde el libro de códigos W_1 es de acuerdo con algunas realizaciones de la presente divulgación, por ejemplo, Rel. 13 Libro de códigos W_1 de Clase A (por ejemplo, la Tabla 7 o un nuevo libro de códigos W_1 propuesto en la presente divulgación.

El libro de códigos W_2 para la respuesta CSI implícita es conforme al legado (hasta la Rel. 13 o Rel. 14) libros de códigos. Por ejemplo, el libro de códigos W_2 de Rel. 13 es un libro de códigos de clase A. Alternativamente, el libro de códigos W_2 es un nuevo libro de códigos W_2 .

El libro de códigos W_2 para la respuesta CSI explícita está de acuerdo con algunas realizaciones de la presente divulgación. Además, puede incluir o no el libro de códigos W_2 para la respuesta implícita del CSI. Por ejemplo, el libro de códigos W_2 para la respuesta CSI explícita comprende el libro de códigos W_2 para la respuesta CSI implícita y un nuevo libro de códigos W_2 para la respuesta CSI explícita propuesto en la presente divulgación.

En una realización, el Rel. 13 El parámetro *Codebook-Config* de Class A se utiliza para configurar la respuesta CSI implícita o explícita. Por ejemplo, cuando *Codebook-Config* = 1, el equipo de usuario está configurado con respuesta implícita, y *Codebook-Config* = 2, 3, 4, el equipo de usuario está configurado con respuesta explícita. Este es un ejemplo de un libro de códigos W_1 diferente para los tipos de información CSI.

En otra realización, se utiliza un nuevo parámetro RRC como *ExplicitfeedbackEnabled* (u otros parámetros

mencionados anteriormente) para configurar la respuesta CSI implícita o explícita de acuerdo con la realización anterior. En este caso, las tres alternativas del libro de códigos $\mathbf{W}_1$ son posibles. En un ejemplo de $\mathbf{W}_1$ común, Rel. 13 Se utiliza un libro de códigos $\mathbf{W}_1$ de clase A para *Codebook-Config* = 2, 3 ó 4, independientemente del tipo de CSI configurado (por ejemplo, *ExplicitfeedbackEnabled* está activado o desactivado). En otro ejemplo de $\mathbf{W}_1$ diferente, Rel. 13 Clase **A- $\mathbf{W}_1$** se utiliza un libro de códigos $\mathbf{W}_1$ para *Codebook-Config* = 2, 3 o 4 si está configurada la respuesta CSI implícita (por ejemplo, *ExplicitfeedbackEnabled* está en OFF), y se utiliza un nuevo libro de códigos $\mathbf{W}_1$ si está configurada la respuesta CSI explícita (por ejemplo, *ExplicitfeedbackEnabled* está en ENCENDIDO). En otro ejemplo del subconjunto $\mathbf{W}_1$, Rel. 13 Clase A $\mathbf{W}_1$ se utiliza un libro de códigos $\mathbf{W}_1$ para *Codebook-Config* = 2, 3 o 4 si está configurada la respuesta implícita de CSI (por ejemplo, *ExplicitfeedbackEnabled* está desactivado), y un nuevo libro de códigos $\mathbf{W}_1$ que incluye Rel. 13 El libro de códigos $\mathbf{W}_1$ de clase A se utiliza si está configurada la respuesta CSI explícita (por ejemplo, *ExplicitfeedbackEnabled* está en ENCENDIDO).

Si $l = \{(f), (f, r)\}$, el libro de códigos $\mathbf{W}_2$ tiene dos componentes. En un ejemplo, *Cofase* $\{\phi_l\}_{l=0}^{L-1}$: se informa En este

caso, los haces LC con cofase vienen dados por $\left\{ \begin{bmatrix} \mathbf{b}_l \\ \phi_l \mathbf{b}_l \end{bmatrix} : l = 0, 1, \dots, L-1 \right\}$, en los que la cofase ϕ_l pertenece a $\{1j, -1, j\}$, por ejemplo. En este ejemplo, hay dos alternativas para la cofase: *común*: misma cofase para vigas L ;

y *Diferente*: cofase diferente para vigas L . En otro ejemplo, *Coefficientes* $\{c_l\}_{l=0}^{L-1}$; los coeficientes LC no cuantificados pueden obtenerse como la solución de mínimos cuadrados para minimizar el error cuadrático. Por ejemplo, para la

respuesta de vectores propios, los coeficientes no cuantificados son $\{c_l\}_{l=0}^{L-1} = \arg \min_{\{c_l\}_{l=0}^{L-1}} \left\| \mathbf{e} - \sum_{l=0}^{L-1} c_l \begin{bmatrix} \mathbf{b}_l \\ \phi_l \mathbf{b}_l \end{bmatrix} \right\|^2$. La solución resultante se obtiene premultiplicando el vector propio dominante $\mathbf{e}$ con el pseudoinverso del conjunto de

vectores base, es decir, $\{c_l\}_{l=0}^{L-1} = (\mathbf{B}^* \mathbf{B})^{-1} \mathbf{B}^* \mathbf{e}$, en los que $\mathbf{B} = \begin{bmatrix} \mathbf{b}_0 & \mathbf{b}_1 & \dots & \mathbf{b}_{L-1} \\ \phi_0 \mathbf{b}_0 & \phi_1 \mathbf{b}_1 & \dots & \phi_{L-1} \mathbf{b}_{L-1} \end{bmatrix}$ es la matriz base en la que las columnas son vectores base.

En algunas realizaciones, el libro de códigos $\mathbf{W}_2$ tiene un componente para el coeficiente. El coeficiente no cuantificado

en este procedimiento puede obtenerse como $\{c_l\}_{l=0}^{L-1} = (\mathbf{B}^* \mathbf{B})^{-1} \mathbf{B}^* \mathbf{e}$, en el que $\mathbf{B} = \begin{bmatrix} \mathbf{b}_0 & \mathbf{b}_1 & \dots & \mathbf{b}_{L-1} & 0 \\ 0 & \mathbf{b}_0 & \mathbf{b}_1 & \dots & \mathbf{b}_{L-1} \end{bmatrix}$. Si $l = \{(f, p), (f, r, p)\}$, entonces el libro de códigos $\mathbf{W}_2$ es para el

coeficiente. El coeficiente no cuantificado se obtiene como $\{c_l\}_{l=0}^{L-1} = (\mathbf{B}^* \mathbf{B})^{-1} \mathbf{B}^* \mathbf{e}$, en el que $\mathbf{B} = [\mathbf{b}_0 \ \mathbf{b}_1 \ \dots \ \mathbf{b}_{L-1}]$.

En algunas realizaciones, un UE está configurado con un único libro de códigos de coeficientes (complejos) $\mathbf{W}_2$ que cuantiza los coeficientes complejos $\{c_l : l = 0, 1, \dots, L-1\}$ e informa de los coeficientes cuantizados por SB.

En algunas realizaciones, un UE está configurado con un libro de códigos de coeficientes $\mathbf{W}_2$ que puede descomponerse en un libro de códigos doble: la magnitud $\mathbf{W}_{2, \text{mag}}$ es para la magnitud de los coeficientes, es decir, $\{c_l : l = 0, 1, \dots, L-1\}$; y la fase $\mathbf{W}_{2, \text{ph}}$ es para la fase de los coeficientes, es decir, $\{\alpha_l : l = 0, 1, \dots, L-1\}$ en el que $c_l = |c_l| e^{j\alpha_l}$ es la representación de magnitud y fase de l -ésimo coeficiente. El UE está además configurado para informar de las magnitudes y fases de los coeficientes de acuerdo con una de las siguientes subrealizaciones.

En alguna realización, el equipo de usuario está configurado para informar de las magnitudes y fases de los coeficientes *por separado*, en los que el informe de magnitud es WB, es decir, el equipo de usuario informa de un solo vector de magnitud para todas las CCI que comprenden la CCI y el informe de fase es por CCI, es decir, el equipo de usuario informa de un vector de fase para cada CCI.

En un ejemplo, el libro de códigos de magnitud es *de módulo constante*, por ejemplo $|c_l| = \frac{1}{\sqrt{L}}$ en el que no se necesita indicación WB en este caso. En otro ejemplo, el libro de códigos de magnitud es *un libro de códigos uniforme de B bits* sobre $[0, U]$, donde U es un número positivo finito. En un ejemplo, el valor de B es 4.

Un ejemplo de libro de códigos de fase es el libro de códigos C-PSK. Un ejemplo de valor de C es 4 (libro de códigos QPSK), que corresponde a una cuantización de 2 bits. Otro ejemplo de valor de C es 8 (libro de códigos 8-PSK), que corresponde a una cuantificación de 3 bits. Otro ejemplo de libro de códigos de fase es un libro de códigos DFT sobremuestreado de longitud L y factor de sobremuestreo apropiado O (por ejemplo, 8, 16).

En algunas realizaciones, el UE está configurado para informar magnitudes y fases de coeficientes *separadamente* donde el informe de magnitud es *diferencial* en dos etapas. En un ejemplo, la etapa 0: WB, es decir, $|c_l|$ se cuantiza como $d_{l, \text{WB}}$ mediante el uso de un libro de códigos uniforme de 4 bits, por ejemplo; y (2) etapa 1: Se informa de la magnitud por SB, es decir, $|c_l| - d_{l, \text{WB}}$ se cuantifica mediante el uso de un libro de códigos

uniforme de 2 bits, por ejemplo. En otro ejemplo, el informe de fase es por SB como en la subrealización 1.

En algunas realizaciones, la Etapa 0 para la notificación de magnitudes corresponde a una magnitud WB para todos los coeficientes L , es decir, se notifica un $d_{l,WB}$ para todo $l = 0, 1, \dots, L-1$. En una realización, la Etapa 0 corresponde a una magnitud WB separada para cada uno de los coeficientes L .

- 5 En alguna realización, el UE está configurado para informar de un *valor de norma* WB, denotado como K , para los coeficientes, un ejemplo de los cuales es la norma euclidiana $K = \sqrt{\sum_{l=0}^{L-1} |c_l|^2}$. En un ejemplo, la norma se cuantifica mediante el uso de un libro de códigos uniforme de N_K bits sobre $[0, U]$, en el que U es un número positivo finito. Un valor de ejemplo para N_K es 16.

- 10 El UE también está configurado para informar de los coeficientes normalizados $\left\{ \frac{c_l}{K} : l = 0, 1, \dots, L-1 \right\}$. Obsérvese que el vector coeficiente normalizado se encuentra en una esfera unitaria compleja en un espacio euclidiano complejo de L dimensiones. Las magnitudes y fases de los coeficientes normalizados pueden notificarse de acuerdo con las realizaciones o subpresentaciones antes mencionadas. En particular, las magnitudes de los coeficientes normalizados se pueden notificar WB o por SB utilizando un libro de códigos uniforme de B bits sobre $(0, 1)$, en los que un valor de ejemplo para B es 2, y las fases de los coeficientes normalizados se pueden notificar por SB mediante el uso de libros de códigos QPSK u 8-PSK.

- 15 En algunas realizaciones, el UE está configurado para informar: magnitudes de los coeficientes de acuerdo con algunas realizaciones o subrealizaciones de la presente divulgación, y fases de los coeficientes mediante el uso de un libro de códigos de fase de dos etapas $C_{co-ph} = C_{co-ph,1} C_{co-ph,2}$, en los que $C_{co-ph,1}$ es para informar de la fase WB y $C_{co-ph,2}$ es para informar de la fase SB. Un ejemplo de libro de códigos es $C_{co-ph,1} = \left\{ e^{\frac{j\pi}{4}}, e^{\frac{j3\pi}{4}}, e^{\frac{j5\pi}{4}}, e^{\frac{j7\pi}{4}} \right\}$ y $C_{co-ph,2} = \left\{ e^{\frac{j\pi}{4}}, e^{-\frac{j\pi}{4}} \right\}$.

- 20 En algunas realizaciones, un UE primero lleva a cabo una reducción dimensional de coeficientes LC a través de SBs y a través de diferentes coeficientes, y entonces cuantiza los coeficientes dimensionales reducidos mediante el uso del libro de códigos W_2 de acuerdo con algunas realizaciones de la presente divulgación.

En un ejemplo de reducción de dimensión, la matriz de coeficientes para S SBs y L coeficientes se expresa como:

$$25 \quad \mathbf{C} = \begin{bmatrix} c_{0,0} & c_{0,1} & \cdots & c_{0,L-1} \\ c_{1,0} & c_{1,1} & \cdots & c_{1,L-1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{S-1,0} & c_{S-1,1} & \cdots & c_{S-1,L-1} \end{bmatrix}$$

en la que la fila s corresponde a L coeficientes para la SB s y la columna l corresponde a S SBs para el coeficiente l .

- 30 La descomposición en valores singulares de $\mathbf{C}$ se realiza $\mathbf{C} = \mathbf{U} \mathbf{\Sigma} \mathbf{V}^H = \sum_{i=0}^{D-1} \sigma_i \mathbf{u}_i \mathbf{v}_i^H$ en la que $\mathbf{U} = [\mathbf{u}_0 \mathbf{u}_1 \cdots \mathbf{u}_{S-1}]$ es la matriz de vectores propios izquierda (las columnas son vectores propios de longitud S); $\mathbf{V} = [\mathbf{v}_0 \mathbf{v}_1 \cdots \mathbf{v}_{L-1}]$ es la matriz de vectores propios derecha (las columnas son vectores propios de longitud L); $\mathbf{\Sigma} = \text{diag}([\sigma_0 \sigma_1 \cdots \sigma_{D-1}])$ es una matriz diagonal de valores singulares ordenados como $\sigma_0 \geq \sigma_1 \geq \cdots \geq \sigma_{D-1}$, y $D = \min(S, L)$.

Entonces, d en el que $1 \leq d < D$ valores singulares "dominantes" $\sigma_0, \dots, \sigma_d$ se seleccionan y las correspondientes matrices de vectores propios izquierdo y derecho pueden construirse como: $\mathbf{U}_d = [\mathbf{u}_0 \mathbf{u}_1 \cdots \mathbf{u}_d]$; $\mathbf{V}_d = [\mathbf{v}_0 \mathbf{v}_1 \cdots \mathbf{v}_d]$; y $\mathbf{\Sigma}_d = \text{diag}([\sigma_0 \sigma_1 \cdots \sigma_d])$.

La matriz de coeficientes de dimensión reducida viene dada entonces por $\mathbf{C} \cong \mathbf{C}_d = \mathbf{U}_d \mathbf{\Sigma}_d \mathbf{V}_d^H = \sum_{i=0}^d \sigma_i \mathbf{u}_i \mathbf{v}_i^H$.

- 35 A fin de obtener coeficientes de dimensión reducida, el UE transforma la matriz de coeficientes $\mathbf{C}$ como $\mathbf{R}_d = \mathbf{C} \mathbf{V}_d$. A continuación, el UE cuantiza $\mathbf{R}_d$ y $\mathbf{V}_d$ mediante el uso del libro de códigos W_2 y envía las matrices cuantizadas al eNB, que reconstruye la matriz de coeficientes como $\mathbf{C} = \mathbf{R}_d \mathbf{V}_d^H$.

En algunas realizaciones, el valor d se configura para el UE. En algunas realizaciones, el UE informa de un valor. En algunas realizaciones, el valor d es fijo, por ejemplo 1.

- 40 En algunas realizaciones, un UE realiza otras formas de transformaciones de reducción de dimensión en la matriz de coeficientes $\mathbf{C}$ e informa de los coeficientes transformados mediante el uso del libro de códigos W_2 de acuerdo con algunas realizaciones de la presente divulgación. Algunos ejemplos de otras transformaciones son la transformada discreta de coseno (DCT) 1D o 2D, la transformada discreta de Fourier (DFT) 1D o 2D y la transformada de Karhunen-Loeve (KLT).

En algunas realizaciones, la reducción de dimensión se aplica por medio de la construcción de una matriz de coeficientes de mayor dimensión C que incluye más dimensiones tales como (por ejemplo, SB, coeficiente, tiempo). En algunas realizaciones, la reducción de dimensión se aplica sólo a través de SBs o sólo a través de coeficientes.

5 En algunas realizaciones, un UE se configura con al menos un valor L para libro de códigos explícito de Clase A-E o B-E, y un par (L_1, L_2) para libro de códigos explícito híbrido a través de señalización RRC de capa superior, en la que el conjunto de valores L o $(L_1 \text{ o/y } L_2)$ configurables incluye 2, 4, y 8.

En algunas realizaciones, los haces L o $(L_1 \text{ o/y } L_2)$ o vectores base asociados con el valor L o $(L_1 \text{ o/y } L_2)$ configurado son predeterminados y fijos.

10 En algunas realizaciones, el UE está configurado con *Codebook-Config* (similar a Rel. 13 Class A codebook parameter), en el que el conjunto de valores configurables *Codebook-Config* incluye 1, 2, 3 y 4. Por ejemplo, una ilustración del mapeo *Codebook-Config* a L o $(L_1 \text{ o/y } L_2)$ haces o vectores base se muestra en la Tabla 5 y la Tabla 8.

15 En algunas realizaciones, un UE está configurado con múltiples valores L a través de señalización RRC que puede ser un subconjunto de {2, 4, 8}. El UE informa de un valor L preferente del conjunto configurado, en el que este informe puede ser: WB en la que el número de haces o vectores base sigue siendo el mismo en todas las SBs o SB en la que el número de haces o vectores base puede cambiar en diferentes SBs.

En algunas realizaciones, un UE está configurado con: libro de códigos CSI implícito: tal como hasta Rel. 13 libros de códigos, y Rel. 14 libros de códigos o el libro de códigos CSI explícito propuesto mediante el uso de una señalización RRC de 1 bit.

20 La FIGURA 19 ilustra un ejemplo de grupos de haces maestro 1900 de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación. Una realización del grupo de haces maestro 1900 que se muestra en la FIGURA 19 es sólo para ilustración. Uno o más de los componentes ilustrados en la FIGURA 19 pueden ser implementados en circuitos especializados configurados para llevar a cabo las funciones mencionadas o uno o más de los componentes pueden ser implementados por uno o más procesadores que ejecutan instrucciones para llevar a cabo las funciones mencionadas. Se podrían utilizar otras realizaciones sin apartarse del ámbito de la presente divulgación.

25 En algunas realizaciones, un equipo de usuario está configurado con un libro de códigos DFT sobremuestreado como conjunto de bases maestro que comprende $O_1 N_1 \times O_2 N_2$ haces DFT y parámetros (L_1, L_2) que representan el número de haces en las dos dimensiones del grupo de haces maestro.

30 El UE se configura además con múltiples tipos de grupos de haces maestros basados en el espaciado (p_1, p_2) entre dos haces adyacentes en dos dimensiones del grupo de haces maestro. El equipo de usuario informa de uno de los múltiples tipos de grupos de haces patrón en el informe CSI del equipo de usuario, y esta información puede ser explícita como un nuevo componente de información WB CSI o implícita con $i10$ ($i_{1,1}, i_{1,2}$). Una ilustración de dos tipos de grupos de haces maestros se muestra en la FIGURA 18, donde cada pequeño cuadrado representa un haz DFT 2D. Cuando $(p_1, p_2) = (1, 1)$, el grupo de haces patrón corresponde a $L_1 L_2$ haces estrechamente espaciados, y cuando $(p_1, p_2) = (O_1, O_2)$, el grupo de haces patrón corresponde a $L_1 L_2$ haces ortogonales. También se muestran tres ejemplos de grupos de haces maestros para cada tipo como BG0, BG1 y BG2.

Alternativamente, el eNB configura uno de los múltiples tipos de grupos de haces maestros vía señalización RRC. Por ejemplo, el eNB configura uno de los dos grupos de haces maestros mostrados en la FIGURA 18 por medio del parámetro RRC de 1 bit *Master Beam Group Type*.

40 En algunas realizaciones, el informe CSI explícito comprende un grupo de haces maestro de tipo configurado o notificado se notifica como el 1er PMI i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$. Este informe es WB. El intervalo de valores de $i_{1,1}$ e $i_{1,2}$ viene dado por $i_{1,1} = 0, 1, 2, \dots, O_1 N_1 / s_1$ e $i_{1,2} = 0, 1, 2, \dots, O_2 N_2 / s_2$, en el que (s_1, s_2) son las distancias entre dos grupos de haces maestros adyacentes en dos dimensiones. Los valores de ejemplo de s_1 (o s_2 son 1, 2, $O_1/4$ (o $O_2/4$, $O_1/2$ (o $O_2/2$))

$$\log_2 \left\lceil \frac{O_1 N_1}{s_1} \right\rceil \text{ and } \log_2 \left\lceil \frac{O_2 N_2}{s_2} \right\rceil.$$

y O_1 (o O_2). Por lo tanto, el número de bits a informar es

45 En algunas realizaciones, el informe CSI explícito, para cada SB en la que el UE está configurado para informar CSI explícito, comprende una selección de haz: Los haces L out $L_1 L_2$ se seleccionan a partir del grupo de haces maestro notificado. Ejemplos de valores L son 2, 4 y 8. El valor L puede notificarse en el informe CSI o configurarse a través de la señalización RRC de capa superior. En el primer caso, el valor L notificado es WB o SB. En un ejemplo, la selección está parametrizada: la selección de haces L se basa en el parámetro *Config*. En la FIGURA 20 se muestran ejemplos de algunas selecciones de haces. En tal ejemplo, el UE informa de un valor de *Config* preferente en cada informe CSI de SB en el que el conjunto de posibles valores de *Config* es fijo, por ejemplo *Config* 0-16 en la FIGURA 20. Por ejemplo, el UE informa de $L = 2$ en el informe WB CSI (informe WB de 2 bits de un valor L) e informa de uno de *Config* 0 - *Config* 3 en cada informe SB CSI (informe SB de 2 bits sobre *Config*). Alternativamente, se configura un valor L por medio de la señalización RRC y el UE notifica un valor *Config* correspondiente al valor L notificado. En tal ejemplo, se configura por medio de señalización RRC el valor para SB por haz. Por ejemplo, se utiliza un mapa de bits de longitud 17 para configurar el conjunto de valores *Config* (por ejemplo, FIGURA 20).

En otro ejemplo, la selección es *ilimitada*: La selección de L haces no está restringida y se puede notificar cualquier L de $L_1 L_2$ haces. En este caso, el informe puede basarse en un mapa de bits de longitud $L_1 L_2$.

En algunas realizaciones, el informe CSI explícito, para cada SB en la que el UE está configurado para informar CSI explícito, comprende Co-fase: También se puede informar de la cofase K-PSK (por ejemplo, QPSK) para dos polarizaciones.

En algunas realizaciones, el informe de CSI explícita, para cada SB en la que el UE está configurado para informar de CSI explícita, comprende coeficientes: Se indican los coeficientes para combinar linealmente L haces seleccionados.

La FIGURA 20 ilustra un ejemplo de selección de haces 2000 de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación. Una realización de selección de haces 2000 que se muestra en la FIGURA 20 es sólo para ilustración. Uno o más de los componentes ilustrados en la FIGURA 20 pueden ser implementados en circuitos especializados configurados para llevar a cabo las funciones mencionadas o uno o más de los componentes pueden ser implementados por uno o más procesadores que ejecutan instrucciones para llevar a cabo las funciones mencionadas. Se podrían utilizar otras realizaciones sin apartarse del ámbito de la presente divulgación.

En algunas realizaciones, el UE está configurado con un libro de códigos DFT sin sobremuestreo (por ejemplo, factor de sobremuestreo = 1). Como en la realización anterior, el UE informa de un grupo de haces maestro compuesto por $L_1 L_2$ haces (WB) y para cada SB, informa de L de $L_1 L_2$ haces informados. Además, el UE también informa de la matriz de rotación (M) para cada uno de los L haces (L matrices de rotación) o para todo el grupo de haces (una matriz de rotación), donde la rotación puede ser WB o SB, y puede ser sólo en una dimensión o en ambas. Un ejemplo de matriz de rotación es una matriz diagonal cuyas entradas diagonales forman un vector DFT.

En algunas realizaciones, un UE se configura con un informe CSI explícito en el que el marco LC propuesto para el informe CSI explícito se amplía para incluir la dimensión de frecuencia además de las dimensiones de 1º y 2º puerto. En la FIGURA 20 se muestra una ilustración de la rejilla maestra de haces en 3D (1ª di. puerto, 2ª dim. puerto, dim. frec.) en la que: la 1ª dimensión está asociada a la 1ª dimensión de puerto; la 2ª dimensión está asociada a la 2ª dimensión de puerto; y la 3ª dimensión está asociada a la dimensión de frecuencia.

El conjunto de bases maestras para la representación del dominio espacial (puerto), (es decir, 1ª y 2ª dimensiones) está de acuerdo con algunas realizaciones de la presente divulgación. En particular, es conforme a las mencionadas realizaciones de Alt 0 - Alt 4 para canal DL o derivadas explicadas anteriormente en la presente divulgación. El conjunto de bases maestro para la representación en el dominio de la frecuencia (es decir, la 3ª dimensión) es un libro de códigos DFT sobremuestreado de longitud N_3 y con un factor de sobremuestreo O_3 . Algunos valores de ejemplo para los factores de sobremuestreo O_3 incluyen {2, 4, 8}. La longitud N_3 depende del tipo de representación en el dominio de la frecuencia. Algunos ejemplos se muestran en la FIGURA 20.

La FIGURA 21 ilustra un ejemplo de alternativas de representación de frecuencia de dominio 2100 de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación. Una realización de alternativas de representación de frecuencia de dominio 2100 que se muestra en la FIGURA 21 es sólo para ilustración. Uno o más de los componentes ilustrados en la FIGURA 21 pueden ser implementados en circuitos especializados configurados para llevar a cabo las funciones mencionadas o uno o más de los componentes pueden ser implementados por uno o más procesadores que ejecutan instrucciones para llevar a cabo las funciones mencionadas. Se podrían utilizar otras realizaciones sin apartarse del ámbito de la presente divulgación.

Tabla 12. Alternativas de representación en el dominio de la frecuencia

Tipo de representación en el dominio de la frecuencia	N_3	
	Canal	Vector propio o matriz de covarianza
PRB	1	1
	número de subportadoras en cada PRB	1
SB	número de PRB en cada SB	1
	número de subportadoras en cada PRB × número de PRB en cada SB	número de PRB en cada SB
WB	número de PRB en cada SB × número de SB en toda la BW	número de SBs en toda la BW
	número de subportadoras en cada PRB × número de PRB en cada SB × número de SB en toda la BW	número de PRB en cada SB × número de SB en toda la BW

Best P PRBs	P	P
	número de subportadoras en cada PRB $\times P$	P

En algunas realizaciones, un UE está configurado con un *tipo eMIMO* de "Clase E" o "Clase Explícita" en el que el canal DL o uno de sus derivados se informa en base al *marco LC ampliado* como $\sum_{m=0}^{M-1} \sum_{l=0}^{L-1} c_{m,l} (a_m b_l^H)$

$$\text{o } \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{l=0}^{L-1} c_{m,l} (a_m \otimes b_l)$$

mediante el uso de un libro de códigos doble para respuesta explícita: $W = W_1 W_2$, en el que W_1 es para WB y respuesta a largo plazo de dos conjuntos de vectores base: $\{a_m: m = 0, 1, \dots, M-1\}$ para la representación en el dominio de la frecuencia (a través de SBs); y $\{b_l: l = 0, 1, \dots, L-1\}$ para la representación en el dominio espacial (a través del número de antenas Tx (y Rx)), W_2 es para los coeficientes SB y LC a corto plazo $\{c_{m,l}: m = 0, 1, \dots, M-1 \text{ y } l = 0, 1, \dots, L-1\}$ de respuesta, y M y L , respectivamente, son el tamaño de los dos conjuntos de vectores base en los dominios frecuencial y espacial. En la FIGURA 21 se muestra una ilustración de algunas bases W_1 de ejemplo de acuerdo con esta realización.

La FIGURA 22 ilustra un ejemplo de haces W_1 o bases 2200 de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación. Una realización de un ejemplo de haces W_1 o bases 2200 que se muestra en la FIGURA 22 es sólo para ilustración. Uno o más de los componentes ilustrados en la FIGURA 22 pueden ser implementados en circuitos especializados configurados para llevar a cabo las funciones mencionadas o uno o más de los componentes pueden ser implementados por uno o más procesadores que ejecutan instrucciones para llevar a cabo las funciones mencionadas. Se podrían utilizar otras realizaciones sin apartarse del ámbito de la presente divulgación.

En algunas realizaciones, $\{a_m: m = 0, 1, \dots, M-1\}$ se notifica conjuntamente con $\{b_l: l = 0, 1, \dots, L-1\}$ en el 1er PMI i_1 o en el primer componente del 1er PMI $i_{1,1}$, o en el segundo componente del 1er PMI $i_{1,2}$.

En algunas realizaciones, $\{a_m: m = 0, 1, \dots, M-1\}$ y $\{b_l: l = 0, 1, \dots, L-1\}$ se informan por separado. En particular, $\{b_l: l = 0, 1, \dots, L-1\}$ se comunica como el 1er PMI i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$, y $\{a_m: m = 0, 1, \dots, M-1\}$ se comunica como otro 1er PMI $i_1^{(0)}$

En este procedimiento, el libro de códigos W_1 puede representarse como $W_1 = W_1^{(0)} W_1^{(1)}$, en el que $W_1^{(0)}$ se utiliza para los informes $i_1^{(0)}$ y $W_1^{(1)}$ se utiliza para los informes i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$.

En algunas realizaciones, $\{c_{m,l}: m = 0, 1, \dots, M-1 \text{ y } l = 0, 1, \dots, L-1\}$ se comunica conjuntamente como el segundo PMI i_2 mediante el uso de un único libro de códigos de acuerdo con algunas realizaciones de la presente divulgación.

En algunas realizaciones, $\{c_{m,l}: m = 0, 1, \dots, M-1 \text{ y } l = 0, 1, \dots, L-1\}$ puede descomponerse como $c_{m,l} = c_m \times c_l$, and $\{c_m: m = 0, 1, \dots, M-1\}$ y $\{c_l: l = 0, 1, \dots, L-1\}$ se comunican mediante el uso de dos libros de códigos distintos, que pueden ser o no iguales. La notificación de dos conjuntos de coeficientes puede unirse como el segundo PMI i_2 . Alternativamente, la notificación de dos conjuntos de coeficientes puede separarse como el segundo PMI i_2 para $\{C_l: l = 0, 1, \dots, L-1\}$ y como otro segundo PMI $i_2^{(0)}$ para $\{c_m: m = 0, 1, \dots, M-1\}$. En esta última alternativa, el libro de códigos

W_2 puede representarse como $W_2 = W_2^{(0)} W_2^{(1)}$, en el que $W_2^{(0)}$ se utiliza para informar de $i_2^{(0)}$ y $W_2^{(1)}$ se utiliza para informar de i_2 .

En algunas realizaciones, un UE está configurado con un *tipo eMIMO* de "Clase E" o "Clase Explícita" en el que el canal DL o uno de sus derivados se informa en base al *marco LC ampliado* como $\sum_{l=0}^{L-1} c_l (a_l b_l^H)$ o $\sum_{l=0}^{L-1} c_l (a_l \otimes b_l)$

mediante el uso de un libro de códigos doble para respuesta explícita: $W = W_1 W_2$, en el que W_1 es para WB y respuesta a largo plazo de un conjunto de vectores base conjuntos para representaciones tanto en el dominio frecuencial como espacial que comprenden: *matrices base* $\{a_l b_l^H: l = 0, 1, \dots, L-1\}$ o *vectores base* $\{a_l \otimes b_l: l = 0, 1, \dots, L-1\}$, en el que $\{a_m: m = 0, 1, \dots, L-1\}$ es para la representación en el dominio de la frecuencia (a través de SBs) y $\{b_l: l = 0, 1, \dots, L-1\}$ es para la representación en el dominio espacial (a través del número de antenas Tx (y Rx)), W_2 es para la respuesta de los coeficientes SB y LC a corto plazo $\{c_l: l = 0, 1, \dots, L-1\}$, y L es el tamaño del conjunto de vectores base.

En algunas realizaciones, el componente del conjunto de bases maestras para la representación del dominio espacial $\{b_l: l = 0, 1, \dots, L-1\}$ de acuerdo con algunas realizaciones de la presente divulgación. En particular, es conforme a las mencionadas realizaciones de Alt 0 - Alt 4 para canal DL o derivadas explicadas anteriormente en la presente divulgación. En algunas realizaciones, es diferente y depende del componente del conjunto de bases maestro para la representación en el dominio de la frecuencia $\{a_l: l = 0, 1, \dots, L-1\}$. El libro de códigos para la notificación de coeficientes y las alternativas de notificación de coeficientes se ajustan a algunas realizaciones de la presente divulgación.

En algunas realizaciones, el UE está configurado para informar múltiples grupos de haces o conjuntos de bases (o 1er PMIs) desde el libro de códigos W_1 para respuesta explícita, en el que múltiples conjuntos de bases son informados usando el mismo o diferente libro de códigos W_1 . Los conjuntos de bases se ajustan a algunas realizaciones de la presente divulgación. Por ejemplo, los conjuntos de bases pueden estar en dos dimensiones de puerto solamente (1ª y 2ª dimensiones de puerto) o los conjuntos de bases pueden estar en ambas dimensiones de puerto y frecuencia. Existen al menos las tres alternativas siguientes para la declaración de conjuntos de bases múltiples.

En un ejemplo, en el dominio de la frecuencia, todo el BW del sistema se particiona en múltiples partes, en el que las partes pueden o no solaparse, y se informa de un conjunto de bases para cada parte. Por ejemplo, se informa de un conjunto de bases para cada uno de los dos conjuntos no solapados y contiguos de SBs que cubren toda la BW. En otro ejemplo, en el dominio espacial, se informa de múltiples conjuntos de bases para múltiples agrupaciones de canales dominantes en el dominio espacial. Este informe es para todo el BW (WB informe). Por ejemplo, se presentan dos conjuntos de bases para dos grupos de canales dominantes. En otro ejemplo, tanto en el dominio de la frecuencia como en el espacial, todo el sistema BW se divide en múltiples partes, en las que las partes pueden o no solaparse, y para cada una de ellas se comunican múltiples conjuntos de bases. Por ejemplo, se comunican dos conjuntos de bases para cada uno de los dos conjuntos no superpuestos y contiguos de SBs que cubren toda la BW.

La configuración de la notificación de conjuntos de bases múltiples se lleva a cabo a través del parámetro RRC de capa superior *Multiple W1 Enabled*. Si este parámetro está en ON, el UE informa de múltiples conjuntos de bases. El número de conjuntos de bases (denotado como J) se fija, por ejemplo, en 2, o se configura a partir de un conjunto, un ejemplo del cual es {2, 3}. Del mismo modo, la alternativa para la notificación de conjuntos de bases múltiples se fija, por ejemplo, en el dominio de la frecuencia, o se configura, por ejemplo, en el dominio de la frecuencia o en el dominio espacial.

Alternativamente, el UE comunica el número de bases establecidas (valor J) en el informe CSI. Por ejemplo, si el conjunto de posibles valores j es {1, 2}, el equipo de usuario comunica un valor J preferente mediante el uso de una indicación de 1 bit en el informe CSI.

En algunas realizaciones, un UE está configurado con uno o ambos tipos de recursos CSI-RS. En un ejemplo, el "primer recurso CSI-RS de potencia distinta de cero (NZP)" corresponde a: (1) puerto completo, en el que el CSI-RS se transmite desde todos los puertos $2N_1N_2$ y es no precodificado (NP) o de tipo eMIMO de clase A, o puerto parcial, en el que el CSI-RS se transmite desde un subconjunto de puertos $2N_1N_2$, y el CSI-RS es o bien NP CSI-RS o tipo eMIMO de clase A o CSI-RS formado por haz (BF) o tipo eMIMO de clase B con $K_1 \geq 1$ recursos. En otro ejemplo, el "segundo recurso NZP CSI-RS" corresponde a un recurso BF CSI-RS o de tipo eMIMO de clase B con $K_2 = 1$ recurso o $K_2 > 1$ recursos.

En algunas realizaciones, el primer CSI-RS configurado tiene un componente para cada una de las dos dimensiones. Para configuraciones de puerto de antena 1D, el primer CSI-RS tiene un componente, y para configuraciones de puerto de antena 2D, el primer CSI-RS tiene dos componentes: primer CSI-RS 1 o primer componente CSI-RS 1; y primer CSI-RS 2 o primer componente CSI-RS 2.

En algunas realizaciones, el segundo CSI-RS configurado tiene un componente para cada una de las dos dimensiones. Para configuraciones de puerto de antena 1D, el segundo CSI-RS tiene un componente, y para configuraciones de puerto de antena 2D, el segundo CSI-RS tiene dos componentes: segundo CSI-RS 1 o segundo componente CSI-RS 1; y segundo CSI-RS 2 o segundo componente CSI-RS 2.

En algunas realizaciones, el primer recurso CSI-RS de puerto completo también se denomina CSI-RS de clase A o tipo eMIMO, el primer recurso CSI-RS de puerto parcial también se denomina CSI-RS de clase B ($K > 1$) o tipo eMIMO, y el segundo recurso CSI-RS también se denomina CSI-RS de clase B o tipo eMIMO.

En LTE Rel. 13, se admiten los siguientes tipos de informes CSI o *eMIMO-Type*: *tipo eMIMO* de "clase A" en el que el "primer recurso CSI-RS" es de puerto completo, NP y la CSI se notifica utilizando el libro de códigos de clase A; y *Tipo eMIMO* de "clase B" en el que el "segundo recurso CSI-RS" está conformado por haz y la CSI se notifica utilizando el libro de códigos de clase B, donde $K = 1$: CQI, PMI, RI respuesta y $K > 1$: CRI, CQI, PMI, respuesta de RI.

En LTE Rel. 13 *Tipo eMIMO* de "clase A", un UE está configurado con un proceso CSI que comprende un "primer" recurso CSI-RS para todos los puertos $2N_1N_2$. Al recibir la CSI-RS para estos puertos, el equipo de usuario obtiene y devuelve el contenido de respuesta CSI de clase A, que comprende el primer par de índices PMI ($i_{1,1}$, $i_{1,2}$), el segundo índice PMI (i_2), CQI y RI. En la Figura 10 se describe un caso de uso ejemplar del esquema de respuesta CSI de clase A. El equipo de usuario obtiene los dos PMI mediante el uso del libro de códigos PMI de clase A.

La FIGURA 23 ilustra un ejemplo de esquema de respuesta 2300 Clase A CSI de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación. Un realización de ejemplo de esquema de respuesta 2300 Clase A CSII que se muestra en la FIGURA 23 es sólo para ilustración. Uno o más de los componentes ilustrados en la FIGURA 23 pueden ser implementados en circuitos especializados configurados para llevar a cabo las funciones mencionadas o uno o más de los componentes pueden ser implementados por uno o más procesadores que ejecutan instrucciones para llevar a cabo las funciones mencionadas. Se podrían utilizar otras realizaciones sin apartarse del ámbito de la presente

divulgación.

En LTE Rel. 13 "Clase B" *eMIMO-Type*, un UE está configurado con un proceso CSI que comprende un "segundo" recurso CSI-RS para un *subconjunto* de puertos $2N_1N_2$. Por ejemplo, el número de puertos configurados es 2. Al recibir la CSI-RS para estos puertos, el equipo de usuario obtiene y devuelve el contenido de respuesta CSI de clase B, que consta de un único PMI i , CQI y RI. En la FIGURA 24 se describe un caso de uso ejemplar del esquema de respuesta CSI de clase B. El equipo de usuario obtiene la PMI mediante el uso del libro de códigos PMI de clase B.

La FIGURA 24 ilustra un ejemplo de esquema de respuesta 2400 Clase B CSI de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación. Una realización de un ejemplo de esquema de respuesta 2400 Clase B CSI que se muestra en la FIGURA 24 es sólo para ilustración. Uno o más de los componentes ilustrados en la FIGURA 24 pueden ser implementados en circuitos especializados configurados para llevar a cabo las funciones mencionadas o uno o más de los componentes pueden ser implementados por uno o más procesadores que ejecutan instrucciones para llevar a cabo las funciones mencionadas. Se podrían utilizar otras realizaciones sin apartarse del ámbito de la presente divulgación.

Obsérvese que la sobrecarga CSI-RS con el esquema de respuesta CSI de Clase A es grande, lo que puede conducir a una pérdida de rendimiento. La sobrecarga es pequeña para el esquema de respuesta CSI de clase B, pero la sobrecarga depende de la disponibilidad de pesos de formación de haces para formar haces CSI-RS de clase B. Los pesos de formación de haz pueden obtenerse a partir de las mediciones UL SRS suponiendo que la distancia dúplex UL-DL es pequeña. Alternativamente, se puede obtener por medio de una respuesta de clase A configurada con mayor periodicidad. Esta última alternativa es un ejemplo de esquema de respuesta CSI "híbrido" en el que se centra la presente divulgación.

Un problema con el esquema de respuesta CSI de Clase A para la futura generación de sistemas de comunicación (LTE Rel. 14 y más allá, 5G), es el aumento de la sobrecarga CSI-RS para soportar un mayor número de puertos de antena. En particular, a medida que el número de puertos de antena admitidos aumenta por encima de un determinado número, es decir, 32, no se puede transmitir y medir en la misma subtrama. Por lo tanto, la transmisión y recepción CSI-RS requerirá múltiples subtramas, lo que puede no ser deseable en la práctica.

Otro problema con el esquema de respuesta CSI de Clase A es que el aumento de la sobrecarga no está claro que aporte beneficios de rendimiento justificables. En otras palabras, para lograr cierto rendimiento, puede que no sea necesario transmitir CSI-RS desde todos los puertos $2N_1N_2$ en cada instancia de transmisión CSI-RS, como ocurre con el esquema de respuesta CSI de clase A. El mismo rendimiento puede lograrse quizás mediante un denominado "esquema híbrido de respuesta CSI" en el que hay dos tipos de recursos CSI-RS, el primer recurso CSI-RS se transmite desde todos o un subconjunto de $2N_1N_2$ puertos con una periodicidad mayor y el segundo recurso CSI-RS se transmite desde menos de $2N_1N_2$ puertos, por ejemplo 2, con una periodicidad menor. Los dos recursos CSI-RS están asociados a dos tipos de notificación CSI o eMIMO.

Se proponen el esquema híbrido de respuesta CSI y alternativas híbridas de tipo eMIMO. La presente divulgación se centra en los detalles sobre algunas de las alternativas híbridas candidatas de tipo eMIMO y los contenidos CSI notificados.

En algunas realizaciones, un UE se configura con un proceso CSI con dos recursos NZP CSI-RS (cada uno de los dos asociado con un tipo eMIMO) o dos procesos CSI cada uno con un recurso NZP CSI-RS asociado con un tipo eMIMO, donde el 1er recurso CSI-RS está asociado al tipo eMIMO de clase A o al tipo eMIMO de clase B con $K_1 \geq 1$ recurso, en términos de casos de uso, estas dos alternativas corresponden a CSI-RS no precodificado (NP) y CSI-RS de puerto parcial, respectivamente, y el 2º recurso CSI-RS está asociado al tipo eMIMO de clase B con $K_2 \geq 1$ recursos.

Los dos recursos NZP CSI-RS se asocian con dos tipos eMIMO de acuerdo con la configuración en la que ejemplos de combinaciones de tipos eMIMO soportados son de acuerdo con la Tabla 13. El RI informado en el primer tipo eMIMO se denomina RI⁽¹⁾ y el notificado en el segundo tipo eMIMO se denomina RI⁽²⁾.

Algunas de estas configuraciones como la Configuración 0 tienen múltiples alternativas como a, b, y c dependiendo del contenido del informe CSI. En un procedimiento, una de estas alternativas se configura para el UE por medio de la señalización RRC de capa superior. En otro procedimiento, la alternativa es fija, por ejemplo, 0-a, y por lo tanto no necesita ser configurada.

Tabla 13. Combinaciones de tipos eMIMO admitidas para la notificación CSI híbrida

Configuración		CSI derivado con el primer recurso CSI-RS		CSI derivada con el segundo recurso CSI-RS (BF)	
		tipo eMIMO	Contenido de informe de CSI	tipo eMIMO	Contenido de informe de CSI
0	0-a	Clase A	i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2}), RI^{(1)}$	Clase B K_2	CQI, PMI

	0-b		i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$	= 1	$RI^{(2)}$, CQI, PMI
	0-c		i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2}), RI^{(1)}$		$RI^{(2)}$, CQI, PMI
1	1-a	Clase B $K_1=$	PMI (AltO: Rel. 13 Clase	Clase B K_2 =	$RI^{(2)}$, CQI,
		1	B libro de códigos Alt1: Rel. 12 libros de códigos)	1	PMI
	1-b		CQI, $RI^{(1)}$, PMI (AltO: Rel. 13 Libro de códigos de clase B Alt1: Rel. 12 libros de códigos)		$RI^{(2)}$, CQI, PMI
2	2-a	Clase B $K_1 > 1$	CRI	Clase B K_2 = 1	$RI^{(2)}$, CQI, PMI
	2-b		PMI (AltO: Rel. 13 Libro de códigos de clase B Alt1: Rel. 12 libros de códigos)/ $RI^{(1)}$ para cada recurso CSI-RS		$RI^{(2)}$, CQI, PMI
3	3-a	Clase B $K_1 = 1$	i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$	Clase B $K_2 > 1$	CRI, y $\{RI^{(2)}, CQI, PMI\}$ condicionado a CRI
4	3-a	Clase A	i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$	Clase B $K_2 > 1$	CRI, y $\{RI^{(2)}, CQI, PMI\}$ condicionado a CRI
	3-b		i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2}), RI^{(1)}$		CRI, y $\{RI^{(2)}, CQI, PMI\}$ condicionado a CRI

En algunas realizaciones, un UE está configurado con un informe CSI híbrido en el que el 1er Tipo eMIMO es Clase A y el 2º Tipo eMIMO es Clase B, $K = 1$. La CSI notificada en el tipo eMIMO de clase A incluye i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$ y la notificada en el tipo eMIMO de clase B incluye CQI y PMI. Dependiendo de si se notifican ambos o al menos uno de $RI^{(1)}$ y $RI^{(2)}$, tenemos las siguientes alternativas (como se muestra en la Tabla 13): 0-a Sólo se informa de $RI^{(1)}$; 0-b: Sólo se informa de $RI^{(2)}$; y 0-c: Se notifican tanto $RI^{(1)}$ como $RI^{(2)}$.

El UE está configurado con la Rel. 13 Libro de códigos de clase B (o ampliación en Rel. 14) para el tipo eMIMO de clase B. Alternativamente, el UE se configura con un nuevo libro de códigos para el tipo eMIMO de clase B.

En las siguientes realizaciones, Rel. 13 Se suponen libros de códigos de clase A y clase B para dos tipos eMIMO a modo de ejemplo. Sin embargo, las realizaciones son aplicables a otros libros de códigos de clase A y clase B, como el libro de códigos de combinación lineal. En una realización, el *Codebook-Config* para Class A eMIMO-Type es fijo o predeterminado (por lo tanto, no configurado). Por ejemplo, *Codebook-Config* está fijado en 1. En otra realización, se configura *Codebook-Config* para Class A eMIMO-Type, donde el conjunto de valores de *Codebook-Config* incluye 1, 2, 3 y 4, que son idénticos a Rel. 13 Parámetro del libro de códigos de clase A. En otra realización, un subconjunto restringido de valores de parámetros *Codebook-Config* es configurable, por ejemplo *Codebook-Config* = 2, 3, y 4. En otra realización, los nuevos parámetros *Codebook-Config* (o grupos de haces) que son diferentes de Rel. se definen 13 libros de códigos de clase A para la configuración híbrida.

En general, el número y tipo (adyacente u ortogonal) de haces reportados en la Clase A eMIMO-Type por i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$ depende del parámetro *Codebook-Config* y del orden del libro de códigos $\mathbf{W}_1$. Por ejemplo, los haces son adyacentes para el libro de códigos $\mathbf{W}_1$ de orden 1, y son ortogonales para el libro de códigos $\mathbf{W}_1$ de orden 8. Además, *Codebook-Config* 1 indica 1 haz de orden 1 y *Codebook-Config* 2, 3, 4 indican 4 haces de orden 1. Los haces comunicados (indicados por i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$) son utilizados por el eNB para formar haces en los puertos N_P asociados al tipo eMIMO de clase B. Dependiendo de si todos o un subconjunto de los haces comunicados son utilizados por el eNB, existen múltiples configuraciones híbridas posibles, cuyos detalles se proporcionan más adelante en la presente divulgación.

En algunas realizaciones, la configuración híbrida es fija para cada configuración (*Codebook-Config*, N_P). Por lo tanto, no se requiere ninguna señalización adicional sobre la configuración híbrida una vez que (*Codebook-Config*, N_P) está configurado.

En algunas realizaciones, el UE es configurado con una de múltiples configuraciones híbridas para cada configuración (*Codebook-Config*, N_P) vía señalización RRC, donde el conjunto de posibles configuraciones híbridas configurables puede ser un subconjunto del conjunto de todas las posibles configuraciones híbridas.

En algunas realizaciones de 0-a, sólo se informa de $RI^{(1)}$. Como $RI^{(2)}$ no se notifica en el tipo eMIMO de clase B, existen al menos las siguientes alternativas para la notificación de PMI y CQI: el PMI y el CQI notificados en el tipo eMIMO de clase B corresponden al orden (r) que es igual a $RI^{(1)}$ notificado en el tipo eMIMO de clase A, es decir, $r = RI^{(1)}$; y el PMI y el CQI notificados en el tipo eMIMO de clase B corresponden al orden (r) que es menor o igual que $RI^{(1)}$ notificado en el tipo eMIMO de clase A, es decir, $r = RI^{(1)}$; y el PMI y el CQI notificados en el tipo eMIMO de clase B corresponden al orden (r) que es menor o igual que $RI^{(1)}$ notificado en el tipo eMIMO de clase A, es decir, $r \leq RI^{(1)}$, en el que r es fijo (por ejemplo, orden 1) o está configurado por medio de la señalización RRC.

El conjunto de valores posibles de $RI^{(1)}$ puede ser $\{1, 2, \dots, 8\}$ (es decir, indicación $RI^{(1)}$ de 3 bits) o un subconjunto de $\{1, 2, \dots, 8\}$. En un ejemplo, el subconjunto de órdenes es $\{1, 2, 3, 4\}$ (es decir, indicación $RI^{(1)}$ de 2 bits) o $\{1, 3, 5, 7\}$ (es decir, indicación $RI^{(1)}$ de 2 bits) o $\{1, 2\}$ (es decir, indicación $RI^{(1)}$ de 1 bit). En otro ejemplo, para $N_P = 2$, el subconjunto de orden es $\{1, 2\}$, para $N_P = 4$, el subconjunto de orden es $\{1, 2, 3, 4\}$, y para $N_P = 8$, el subconjunto de orden es $\{1, 2, \dots, 8\}$.

En algunas realizaciones de 0-b, sólo se informa de $RI^{(2)}$. Dado que $RI^{(1)}$ no se notifica en el tipo eMIMO de clase A, existen al menos las siguientes alternativas para la notificación de i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$: el i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$ notificado corresponde a (o está condicionado a) un libro de códigos W_1 de clase A de orden fijo y predeterminado. Por ejemplo, orden = 1 u 8; el orden sobre el que se condiciona i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$ reportan se configura por medio de la señalización de capa superior (RRC), en la que el conjunto de órdenes configurables es 1-8 (resultando un parámetro RRC de 3 bits), o el conjunto de órdenes configurables es un subconjunto de 1-8. Por ejemplo, $\{1, 3, 7\}$ o $\{1, 3, 5, 7\}$ (cada uno de los cuales da lugar a un parámetro RRC de 2 bits); y el orden en el que se condiciona la notificación de i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$ depende del número de puertos (N_P) configurados para el recurso CSI-RS asociado al tipo eMIMO de clase B. Por ejemplo: el orden de i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$ que informa es 1 si $N_P = 2$; el orden de i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$ que informa es 3 si $N_P = 4$; y el orden de i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$ que informa es 7 si $N_P = 8$.

La FIGURA 25 ilustra un ejemplo de configuración híbrida para una configuración de libro de códigos=1 2500 de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación. Una realización de configuración híbrida para una configuración de libro de códigos=1 2500 que se muestra en la FIGURA 25 es sólo para ilustración. Uno o más de los componentes ilustrados en la FIGURA 25 pueden ser implementados en circuitos especializados configurados para llevar a cabo las funciones mencionadas o uno o más de los componentes pueden ser implementados por uno o más procesadores que ejecutan instrucciones para llevar a cabo las funciones mencionadas. Se podrían utilizar otras realizaciones sin apartarse del ámbito de la presente divulgación.

Tabla 14. Clase A (Libro de códigos-Config = 1), Clase B ($N_P = 2, 4, 8$), Sólo se informa de $RI^{(2)}$]

Configuración		Clase A			Clase B, $K = 1$			
		Número de haces indicados por i_1	Tipos de haces	Libro de Códigos de la clase A	N_P	Orden $RI^{(2)}$	# de Bits RI	Libro de Códigos de la clase B
0	0-0	1	Haz único	Rel. 13 (o 14) Orden 1-2 W_1	2	1-2	1	Rel. 13 (o 14)
1	1-0	2	2 pares ortogonales para la disposición de puertos 2D; 3 pares ortogonales para la disposición de puertos 1D	Rel. 13 (o 14) Orden 3-4 W_1	2	1-2	1	
	1-1				4	1-4	2	
2	2-0	4	4 haces ortogonales	Rel. 13 (o 14) Orden 7-8	2	1-2	1	
	2-1				4	1-4	2	
	2-2				8	1-8	3	
				W_1 ,				

Si *Codebook-Config* = 1, el equipo de usuario puede configurarse con una de las siguientes configuraciones híbridas. Una ilustración de las vigas para estas configuraciones se muestra en la FIGURA 25, y los detalles relevantes de las configuraciones se resumen en la Tabla 14.

En algunas realizaciones de la configuración 0, el UE está configurado con: Rel. 13 (o ampliación en Rel. 14) Libro de códigos W_1 de orden 1-2 de clase A para derivar i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$ indicando un haz; y la siguiente subconfiguración para el

tipo eMIMO de clase B. En una realización de la configuración 0-0, Rel. 13 Clase B, libro de códigos $K = 1$ para $N_P = 2$ puertos (que se forman en haz utilizando el haz indicado por i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$), donde el UE no necesita realizar ninguna selección de haz y el UE informa hasta el orden 2 PMI (es decir, 1-bit $RI^{(2)}$) en Clase B eMIMO- Tipo.

En algunas realizaciones de la configuración 1, el UE está configurado con: Rel. 13 (o ampliación en Rel. 14) Libro de códigos W_1 de orden 3-4 de clase A para derivar i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$ indicando uno de los dos (tres) pares de haces ortogonales para disposiciones de puerto de antena 2D (1D), y una de las dos subconfiguraciones siguientes para el tipo eMIMO de clase B. En una realización de la configuración 1-0, Rel. 13 Clase B, libro de códigos $K = 1$ para $N_P = 2$ puertos (que se forman en haz mediante el uso de 1 de los 2 haces indicados por i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$), en los que el UE no necesita realizar ninguna selección de haz y el UE informa hasta el orden 2 PMI (es decir, $RI^{(2)}$ de 1 bit) en el Tipo eMIMO Clase B. En otra realización de la configuración 1-1, Rel. 13 Clase B, libro de códigos $K = 1$ para $N_P = 4$ puertos (que están formados por haces mediante el uso de 2 haces indicados por i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$), en los que el UE lleva a cabo la selección de 1 de 2 haces para el orden 1-2, y selecciona ambos haces para el orden 3-4 y el UE informa hasta el orden 4 PMI (es decir, $RI^{(2)}$ de 2 bits) en el Tipo eMIMO Clase B.

En algunas realizaciones de la configuración 2, el UE está configurado con: Rel. 13 (o ampliación en Rel. 14) Libro de códigos W_1 de orden 7-8 de clase A para derivar i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$ indicando cuatro haces ortogonales, y una de las tres subconfiguraciones siguientes para el tipo eMIMO de clase B. En una realización de la configuración 2-0, Rel. 13 Clase B, libro de códigos $K = 1$ para $N_P = 2$ puertos (que se forman en haz mediante el uso de 1 de los 4 haces ortogonales indicados por i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$), en los que el equipo de usuario no necesita realizar ninguna selección de haz y el equipo de usuario informa hasta el orden 2 PMI (es decir, $RI^{(2)}$ de 1 bit) en el tipo eMIMO de clase B. En otra realización de la configuración 2-1, Rel. 13 Clase B, libro de códigos $K = 1$ para $N_P = 4$ puertos (que se forman en haz mediante el uso de 2 de 4 haces ortogonales indicados por i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$), en los que el equipo de usuario lleva a cabo la selección de 1 de 2 haces para el orden 1-2, y selecciona ambos haces para el orden 3-4 y el equipo de usuario informa de PMI de hasta orden 4 (es decir, $RI^{(2)}$ de 2 bits) en el tipo eMIMO de clase B. En otra realización de la configuración 2-2, Rel. 13 Clase B, libro de códigos $K = 1$ para $N_P = 8$ puertos (que se forman en haz mediante el uso de 4 haces ortogonales indicados por i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$), en los que el equipo de usuario realiza la selección de 1 de 4 haces para el orden 1-2, la selección de 2 de 4 haces para el orden 3-4, la selección de 3 de 4 haces para el orden 5-6, y selecciona los 4 haces para el orden 7-8 y el equipo de usuario informa de PMI de hasta orden 8 (es decir, $RI^{(2)}$ de 3 bits) en el tipo eMIMO de clase B.

La FIGURA 26 ilustra un ejemplo de una configuración híbrida para un libro de códigos-Config.=2,3 y 4 2600 de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación. Una realización de una configuración híbrida para un libro de códigos-Config.=2,3 y 4 2600 mostrada en la FIGURA 26 es sólo para ilustración. Uno o más de los componentes ilustrados en la FIGURA 26 pueden ser implementados en circuitos especializados configurados para llevar a cabo las funciones mencionadas o uno o más de los componentes pueden ser implementados por uno o más procesadores que ejecutan instrucciones para llevar a cabo las funciones mencionadas. Se podrían utilizar otras realizaciones sin apartarse del ámbito de la presente divulgación.

Tabla 15. Clase A (Codebook-Config = 2, 3, 4), Clase B ($N_P = 2, 4, 8$), Sólo se informa de $RI^{(2)}$]

Configuración		Clase A			Clase B, $K = 1$			
		Número de haces indicados por i_1	Tipos de haces	Libro de Códigos de la clase A	N_P	Orden $RI^{(2)}$	# de Bits RI	Libro de Códigos de la clase B
0	0-0	4	4 haces muy juntos	Rel. 13 (o 14) Clasificación 1-2 W_1	2	1-2	1	Rel. 13 (o 14)
	0-1				4			
	0-2				8			
1	1-0	8	2 grupos ortogonales para la disposición de puertos 2D; 3 grupos ortogonales para la disposición de puertos 1D	Rel. 13 (o 14) Orden 3-4 W_1	2	1-2	1	
	1-1				4	1-4	2	
	1-2				8			
2	2-0	4	4 haces ortogonales	Rel. 13 (o 14) Orden 7-8 W_1	2	1-2	1	
	2-1				4	1-4	2	
	2-2				8	1-8	3	

Si Codebook-Config = 2, 3, 4, entonces el UE está configurado con una de las siguientes configuraciones híbridas. Una ilustración de las vigas para las tres configuraciones se muestra en la FIGURA 26 y los detalles relevantes de las configuraciones se resumen en la Tabla 15.

En algunas realizaciones de la configuración 0, el UE está configurado con: Rel. 13 (o ampliación en Rel. 14) Libro de códigos $\mathbf{W}_1$ de orden 1-2 de clase A para derivar i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$ indicando cuatro haces; y una de las tres subconfiguraciones siguientes para el tipo eMIMO de clase B. En un ejemplo de configuración 0-0, Rel. 13 Clase B, libro de códigos $K = 1$ para $N_P = 2$ puertos (que se forman en haz mediante el uso de 1 de los 4 haces indicados por i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$), en el que el UE no necesita llevar a cabo ninguna selección de haz y el UE informa hasta el orden 2 PMI (es decir, $RI^{(2)}$ de 1 bit) en el Tipo eMIMO Clase B. En otro ejemplo de configuración 0-1, Rel. 13 Clase B, libro de códigos $K = 1$ para $N_P = 4$ puertos (que se forman en haz mediante el uso de 2 de los 4 haces indicados por i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$), en el que el equipo de usuario lleva a cabo la selección de 1 de los 2 haces y el equipo de usuario informa hasta el orden 2 PMI (es decir, $RI^{(2)}$ de 1 bit) en el tipo eMIMO de clase B. En otro ejemplo de configuración 0-2, Rel. 13 Clase B, libro de códigos $K = 1$ para $N_P = 8$ puertos (que se forman en haz mediante el uso de los 4 haces indicados por i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$), en el que el equipo de usuario lleva a cabo la selección de 1 de cada 4 haces y el equipo de usuario notifica hasta el orden 2 PMI (es decir, $RI^{(2)}$ de 1 bit) en el tipo eMIMO de clase B.

En algunas realizaciones de la configuración 1, el UE está configurado con: Rel. 13 (o ampliación en Rel. 14) Libro de códigos $\mathbf{W}_1$ de orden 3-4 de clase A para derivar i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$ indicando uno de los dos (tres) grupos de haces ortogonales para disposiciones de puerto de antena 2D (ID) en las que cada grupo de haces ortogonales tiene ocho haces, cuatro de los cuales están situados en la posición (0,0) y los otros cuatro están situados en una posición ortogonal, por ejemplo $(0,1)$ o $(0,2)$; y una de las tres subconfiguraciones siguientes para el tipo eMIMO de clase B. En un ejemplo de configuración 1-0, Rel. 13 Clase B, libro de códigos $K = 1$ para $N_P = 2$ puertos (que se forman en haz mediante el uso de 1 de los 8 haces indicados por i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$), en el que el UE no necesita llevar a cabo ninguna selección de haz y el UE informa hasta el orden 2 PMI (es decir, $RI^{(2)}$ de 1 bit) en el Tipo eMIMO Clase B. En otro ejemplo de configuración 1-1, Rel. 13 Clase B, libro de códigos $K = 1$ para $N_P = 4$ puertos (que se forman en haz mediante el uso de 2 de los 8 haces indicados por i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$), en el que el equipo de usuario lleva a cabo la selección de 1 de 2 haces para el orden 1-2, y selecciona ambos haces para el orden 3-4 y el equipo de usuario notifica hasta el orden 4 PMI (es decir, $RI^{(2)}$ de 2 bits) en el tipo eMIMO de clase B. En otro ejemplo de configuración 1-2: Rel. 13 Clase B, libro de códigos $K = 1$ para $N_P = 8$ puertos (que se forman en haz mediante el uso de 4 de los 8 haces indicados por i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$), en los que el equipo de usuario lleva a cabo la selección de 1 de cada 4 haces para el orden 1-2, y la selección de 2 de cada 4 haces para el orden 3-4 y el equipo de usuario notifica PMI de hasta orden 4 (es decir, $RI^{(2)}$ de 2 bits) en el tipo eMIMO de clase B.

En algunas realizaciones de la configuración 2, el UE está configurado con: Rel. 13 (o ampliación en Rel. 14) Libro de códigos $\mathbf{W}_1$ de clase A orden 7-8 para derivar i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$ indicando cuatro haces ortogonales; y una de las tres subconfiguraciones siguientes. En un ejemplo de configuración 2-0, Rel. 13 Clase B, libro de códigos $K = 1$ para $N_P = 2$ puertos (que se forman en haz mediante el uso de 1 de los 4 haces ortogonales indicados por i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$), en los que el equipo de usuario no necesita llevar a cabo ninguna selección de haz y el equipo de usuario informa hasta el orden 2 PMI (es decir, $RI^{(2)}$ de 1 bit) en el tipo eMIMO de clase B. En otro ejemplo de configuración 2-1: Rel. 13 Clase B, libro de códigos $K=1$ para $N_P = 4$ puertos (que están formados por haces mediante el uso de 2 de 4 haces ortogonales indicados por i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$), en los que el equipo de usuario lleva a cabo la selección de 1 de 2 haces para el orden 1-2, y selecciona ambos haces para el orden 3-4 y el equipo de usuario informa de PMI de hasta orden 4 (es decir, $RI^{(2)}$ de 2 bits) en el tipo eMIMO de Clase B. En otro ejemplo de configuración 2-2, Rel. 13 Clase B, libro de códigos $K = 1$ para $N_P = 8$ puertos (que se forman en haz mediante el uso de 4 haces ortogonales indicados por i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$), en los que el equipo de usuario lleva a cabo una selección de 1 de cada 4 haces para el orden 1-2, una selección de 2 de cada 4 haces para el orden 3-4, una selección de 3 de cada 4 haces para el orden 5-6, y selecciona los 4 haces para el orden 7-8 y el equipo de usuario informa de hasta un orden 8 PMI (es decir, $RI^{(2)}$ de 3 bits) en el tipo eMIMO de clase B.

La presente divulgación abarca el uso de todas las configuraciones o subconfiguraciones anteriores. También cubre el uso de sólo un subconjunto de todas las configuraciones o subconfiguraciones anteriores. Si se utiliza más de una configuración o subconfiguración, la elección de la configuración o subconfiguración se lleva a cabo por medio de la señalización de capa superior.

Por ejemplo, un subconjunto de configuraciones híbridas o sub-configuraciones de la Tabla 14 y Tabla 15 se utiliza para configurar una configuración híbrida al UE. En la Tabla 16 se muestra un ejemplo de este subconjunto. El número de configuraciones de la Tabla 16 es 18. Se pueden utilizar al menos dos esquemas de configuración posibles. En primer lugar, se puede utilizar un parámetro RRC de 5 bits para configurar un UE con una de las 18 configuraciones híbridas. En segundo lugar, sólo un bit de parámetro RRC que configura un UE con una de las dos configuraciones en caso de Codebook-Config 2,3,4 y $N_P = 4,8$. Esta señalización RRC no es necesaria si Codebook-Config = 1 o (Codebook-Config 2, 3, 4 y $N_P = 2$). En esta configuración posterior, Codebook-Config para Clase A y el número de puertos N_P para Clase B ya son configurables por medio de la señalización de capa superior.

Tabla 16. Configuraciones híbridas configurables; sólo se informa de $RI^{(2)}$

Clase A: Código libro-Config	Clase B: N_P	Configuración híbrida	# $RI^{(2)}$ bits
1	2	0-0 (Tabla 14)	1
	4	1-1 (Tabla 14)	2
	8	2-2 (Tabla 14)	3
2, 3, o 4	2	0-0 (Tabla 15)	1
	4	0-1 (Tabla 15)	1
	8	0-2 (Tabla 15)	1
	4	1-1 (Tabla 15)	2
	8	2-2 (Tabla 15)	3

Una variación del ejemplo anterior en la que sólo se admite una configuración para *Codebook-Config* = 2, 3, 4 y N_P = 4, 8 se puede describir como sigue. En la Tabla 17 y la Tabla 18 se muestran dos ejemplos en los que el número de bits para $RI^{(2)}$ es 1 y $\log_2(N_P)$, respectivamente. En este caso, no es necesario un parámetro RRC adicional.

5

Tabla 17. Configuraciones híbridas configurables; sólo se informa de $RI^{(2)} = 1$ bit

Clase A: Código libro-Config	Clase B: N_P	Configuración híbrida	# $RI^{(2)}$ bits
2, 3, o 4	2	0-0 (Tabla 15)	1
	4	0-1 (Tabla 15)	1
	8	0-2 (Tabla 15)	1

Tabla 18. Configuraciones híbridas configurables; sólo se informa de $RI^{(2)} = \log_2(N_P)$ bits

Clase A: Código libro-Config	Clase B: N_P	Configuración híbrida	# $RI^{(2)}$ bits
2, 3, o 4	2	0-0 (Tabla 15)	1
	4	1-1 (Tabla 15)	2
	8	2-2 (Tabla 15)	3

En algunas realizaciones de 0-c, se informa tanto de $RI^{(1)}$ como de $RI^{(2)}$. Dado que $RI^{(1)}$ se notifica en el tipo eMIMO de clase A, existen al menos las siguientes alternativas para la notificación de i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$: el i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$ notificado corresponde a (o está condicionado a) cualquiera de los libros de códigos de clase A W_1 de orden 1-8, es decir, $RI^{(1)} = 1, 2, \dots, 8$ (es decir, $rl^{(1)}$ de 3 bits); el i_1 notificado o $(i_{1,1}, i_{1,2})$ está condicionado a un subconjunto de todos los libros de códigos de clase A W_1 de orden 1-8, en el que el subconjunto está predeterminado o configurado por el RRC, en el que, por ejemplo, $RI^{(1)} = 1, 3$ (es decir, $rl^{(1)}$ de 1 bit), $RI^{(1)} = 1, 3, 5$ (es decir, $RI^{(1)}$ de 2 bits), o $RI^{(1)} = 1, 3, 5, 7$ (es decir, $rl^{(1)}$ de 2 bits); y el orden al que se condiciona la notificación de i_1 o $(i_{1,1}, i_{1,2})$ depende del número de puertos (N_P) configurados para el recurso CSI0RS asociado con el tipo eMIMO de clase B, en el que, por ejemplo, $RI^{(1)} = 1$ (por lo que no se necesita indicación $RI^{(1)}$) si $N_P = 2$, $RI^{(1)} = 1, 3$ (es decir, $rl^{(1)}$ de 1 bit) si $N_P = 4$; o $RI^{(1)} = 1, 3, 5, 7$ (es decir, $RI^{(1)}$ de 2 bits) si $N_P = 8$.

Además, puesto que RI se notifica en ambos tipos eMIMO (asociados con los dos recursos NZP CSI-RS configurados), pueden darse los dos casos siguientes: Caso 0: $RI^{(1)}$ y $RI^{(2)}$ son dependientes. Por ejemplo, la notificación de $RI^{(2)}$ es sólo de 1 bit para $N_P = 2, 4, 8$, y una posible solución es utilizar la característica de herencia de orden en Rel. 12. Es decir, un recurso de referencia RI para el segundo tipo eMIMO se define como el recurso asociado al primer tipo eMIMO: $RI^{(1)}$ y $RI^{(2)}$ son independientes. En particular, el $RI^{(2)}$ notificado es de 1, 2 y 3 bits para $N_P = 2, 4$ y 8, respectivamente, en este caso, el CQI y el PMI asociados al segundo tipo eMIMO (de clase B) se calculan en función del $RI^{(2)}$ notificado. Para la notificación periódica de CSI basada en PUCCH, el $RI^{(2)}$ notificado es el último $RI^{(2)}$ periódico notificado.

Uno de los dos casos anteriores puede ser configurado a un UE vía señalización RRC. Alternativamente, el caso está predeterminado, por ejemplo el caso 0.

De forma similar a las formas de realización de 0-b antes mencionadas, si *Codebook-Config* = 1, el equipo de usuario puede configurarse con una de las diversas configuraciones (o subconfiguraciones) híbridas. Las configuraciones de ejemplo se resumen en la Tabla 19 y la Tabla 20, respectivamente, para el Caso 0 y el Caso 1 de informes de orden y $N_P = 2, 4, 8$.

5 Tabla 19. Clase A (*Codebook-Config* = 1) y Clase B ($N_P = 2, 4, 8$), tanto $RI^{(1)}$ como $RI^{(2)}$ son informe, Caso 0: $RI^{(1)}$ y $RI^{(2)}$ son dependientes

Config.	Clase A					Clase B, $K = 1$			
	#RI bits	Orden $RI^{(1)}$	Número de haces indicados por i_1	Tipos de haces	Libro de Códigos de la clase A	N_P	Orden $RI^{(2)}$	#RI bits	Libro de Códigos de la clase B
0	2	1-2	1	-	Rel. 13 (o 14) Orden 1-2 W_1	2	1-2	1	Rel. 13 (o 14)
1		3-4	2	2 pares ortogonales para la disposición de puertos 2D; 3 pares ortogonales para la disposición de puertos 1D	Rel. 13 (o 14) Orden 3-4 W_1	4	3-4		
2		5-6	3	3 haces ortogonales	Rel. 13 (o 14) Orden 5-6 W_1	8	5-6		
3		7-8	4	4 haces ortogonales	Rel. 13 (o 14) Orden 7-8 W_1	8	7-8		

Tabla 20. Clase A (*Codebook-Config* = 1) y Clase B ($N_P = 2, 4, 8$), tanto $RI^{(1)}$ como $RI^{(2)}$ son informe, Caso 1: $RI^{(1)}$ y $RI^{(2)}$ son independientes

Config.		Clase A					Clase B, $K = 1$			
		#RI bits	Orden $RI^{(1)}$	Número de haces indicados por i_1	Tipos de haces	Libro de Códigos de la clase A	N_P	Orden $RI^{(2)}$	#RI bits	Libro de Códigos de la clase B
0	0-0	2	1-2	1	-	Rel. 13 (o 14) Orden 1-2 W_1	2	1-2	1	Rel. 13 (o 14)
1	1-0		3-4	2	2 pares ortogonales para la disposición de puertos 2D; 3 pares ortogonales para la disposición de puertos 1D	Rel. 13 (o 14) Orden 3-4 W_1	2	1-2	1	
	1-1						4	1-4	2	
2	2-0		5-6	3	3 haces ortogonales	Rel. 13 (o 14) Orden 7-8 W_1	2	1-2	1	
	2-1						4	1-4	2	
	2-2						8	1-6	3	
3	3-0		7-8	4	4 haces ortogonales	Rel. 13 (o 14) Orden 7-8 W_1	2	1-2	1	
	3-1						4	1-4	2	
	3-2						8	1-8	3	

Otro ejemplo de configuraciones se resume en la Tabla 21 y Tabla 22 para el Caso 0 y Caso 1 de reporte de orden, y $N_P = 2, 4, 6, 8$. Tenga en cuenta que, en este caso, es necesario configurar un nuevo libro de códigos de clase B para $N_P = 6$.

5 Tabla 21. Clase A (Codebook-Config = 1) y Clase B ($N_P = 2, 4, 6, 8$), tanto $RI^{(1)}$ como $RI^{(2)}$ son informe, Caso 0: $RI^{(1)}$ y $RI^{(2)}$ son dependientes

Config.	Clase A					Clase B, $K = 1$			
	#RI bits	Orden $RI^{(1)}$	Número de haces indicados por i_1	Tipos de haces	Libro de Códigos de la clase A	N_P	Orden $RI^{(2)}$	#RI bits	Libro de Códigos de la clase B
0	2	1-2	1	-	Rel. 13 (o 14) Orden 1-2 $\mathbf{W}_1$	2	1-2	1	Rel. 13 (o 14)
1		3-4	2	2 pares ortogonales para la disposición de puertos 2D; 3 pares ortogonales para la disposición de puertos 1D	Rel. 13 (o 14) Orden 3-4 $\mathbf{W}_1$	4	3-4		
2		5-6	3	3 haces ortogonales	Rel. 13 (o 14) Orden 5-6 $\mathbf{W}_1$	6	5-6		
3		7-8	4	4 haces ortogonales	Rel. 13 (o 14) Orden 7-8 $\mathbf{W}_1$	8	7-8		

Tabla 22. Clase A (Codebook-Config = 1) y Clase B ($N_P = 2, 4, 6, 8$), tanto $RI^{(1)}$ como $RI^{(2)}$ son informe, Caso 1: $RI^{(1)}$ y $RI^{(2)}$ son independientes

Config.		Clase A					Clase B, $K = 1$			
		#RI bits	Orden $RI^{(1)}$	Número de haces indicados por i_1	Tipos de haces	Libro de Códigos de la clase A	N_P	Orden $RI^{(2)}$	#RI bits	Libro de Códigos de la clase B
0	0-0	2	1-2	1	-	Rel. 13 (o 14) Orden 1-2 $\mathbf{W}_1$	2	1-2	1	Rel. 13 (o 14)
1	1-0		3-4	2	2 pares ortogonales para la disposición de puertos 2D; 3 pares ortogonales para la disposición de puertos 1D	Rel. 13 (o 14) Orden 3-4 $\mathbf{W}_1$	2	1-2	1	
	1-1						4	1-4	2	
2	2-0		5-6	3	3 haces ortogonales	Rel. 13 (o 14) Orden 5-6 $\mathbf{W}_1$	2	1-2	1	
	2-1						4	1-4	2	
	2-2						6	1-6	3	
3	3-0		7-8	4	4 haces ortogonales	Rel. 13 (o 14) Orden	2	1-2	1	
	3-1						4	1-4	2	

	3-2					7-8 $\mathbf{W}_1$	6	1-6	3	
	3-3						8	1-8	3	

Si *Codebook-Config* = 2, 3, 4, entonces las configuraciones híbridas de tipo eMIMO pueden formularse de forma similar. Las configuraciones de ejemplo se resumen en la Tabla 23 y la Tabla 24, respectivamente, para el Caso 0 y el Caso 1 de informes de orden y $N_P = 2, 4, 8$.

Tabla 23. Clase A (*Codebook-Config* = 2, 3, 4) y Clase B ($N_P = 2, 4, 8$), tanto $RI^{(1)}$ como $RI^{(2)}$ son informe, Caso 0: $RI^{(1)}$ y $RI^{(2)}$ son dependientes

Config.		Clase A					Clase B, $K = 1$			
		#RI bits	Orden $RI^{(1)}$	Número de haces indicados por i_1	Tipos de haces	Libro de Códigos de la clase A	N_P	Orden $RI^{(2)}$	#RI bits	Libro de Códigos de la clase B
0	0-0	2	1-2	4	-	Rel. 13 (o 14) Orden 1-2 $\mathbf{W}_1$	2	1-2	1	Rel. 13 (o 14)
	0-1						4			
	0-2						8			
1	1-1		3-4	8	2 pares ortogonales para la disposición de puertos 2D; 3 pares ortogonales para la disposición de puertos 1D	Rel. 13 (o 14) Orden 3-4 $\mathbf{W}_1$	4	3-4		
	1-2						8			
2	2-2		5-6	3	3 haces ortogonales	Rel. 13 (o 14) Orden 5-6 $\mathbf{W}_1$	8	5-6		
3	3-2		7-8	4	4 haces ortogonales	Rel. 13 (o 14) Orden 7-8 $\mathbf{W}_1$	8	7-8		

Tabla 24. Clase A (*Codebook-Config* = 2, 3, 4) y Clase B ($N_P = 2, 4, 8$), tanto $RI^{(1)}$ como $RI^{(2)}$ son informe, Caso 1: $RI^{(1)}$ y $RI^{(2)}$ son independientes

Config.		Clase A					Clase B, $K = 1$			
		#RI bits	Orden $RI^{(1)}$	Número de haces indicados por i_1	Tipos de haces	Libro de Códigos de la clase A	N_P	Orden $RI^{(2)}$	#RI bits	Libro de Códigos de la clase B
0	0-0	2	1-2	4	-	Rel. 13 (o 14) Orden 1-2 $\mathbf{W}_1$	2	1-2	1	Rel. 13 (o 14)
	0-1						4			
	0-2						8			
1	1-0		3-4	8	2 pares ortogonales para la disposición de puertos 2D; 3 pares ortogonales para la disposición de puertos 1D	Rel. 13 (o 14) Orden 3-4 $\mathbf{W}_1$	2	1-2	1	
	1-1						4	1-4	2	
	1-2						8			
2	2-0		5-6	3	3 haces ortogonales	Rel. 13 (o 14) Orden 7-8 $\mathbf{W}_1$	2	1-2	1	
	2-1						4	1-4	2	
	2-2						8	1-6	3	

	3-0		7-8	4	4 haces ortogonales	Rel. 13 (o 14) Orden 7-8 $\mathbf{W}_1$	2	1-2	1	
	3-1						4	1-4	2	
	3-2						8	1-8	3	

La presente divulgación abarca el uso de todas las configuraciones o subconfiguraciones anteriores. También cubre el uso de sólo un subconjunto de todas las configuraciones o subconfiguraciones anteriores. Si se utiliza más de una configuración o subconfiguración, la elección de la configuración o subconfiguración se lleva a cabo por medio de la señalización de capa superior.

- 5 Por ejemplo, un subconjunto de configuraciones híbridas o sub-configuraciones de la Tabla 19, Tabla 20, Tabla 23, y Tabla 24 se utiliza para configurar una configuración híbrida al UE. En la Tabla 25 se muestra un ejemplo de este subconjunto. En este subconjunto, $RI^{(1)} = 2$ bits corresponde a los libros de códigos de clase A $\mathbf{W}_1$ de orden 1-2, orden 3-4, orden 5-6 y orden 7-8. El número total de configuraciones de la Tabla es de 32. Se pueden utilizar al menos dos esquemas de configuración posibles. En primer lugar, se puede utilizar un parámetro RRC de 5 bits para configurar un UE con una de las 32 configuraciones híbridas. En segundo lugar, sólo se utiliza un parámetro RRC de bit que configura un UE para el Caso 0 (el cálculo de $RI^{(1)}$ y $RI^{(2)}$ son dependientes) o el Caso 1 (el cálculo de $RI^{(1)}$ y $RI^{(2)}$ son independientes). Dado que *Codebook-Config* para la clase A y el número de puertos N_P para la clase B ya son configurables a través de la señalización de capa superior, la elección de la configuración híbrida para una combinación dada de *Codebook-Config* para la clase A y el número de puertos N_P para la clase B, junto con los conjuntos de valores posibles para $RI^{(1)}$ y $RI^{(2)}$, son fijos.

Tabla 25. Configuraciones híbridas configurables; se informa tanto de $RI^{(1)}$ como de $RI^{(2)}$

Caso	Clase A: <i>Codebook-Config</i>	Clase B: N_P	Configuración híbrida	# $RI^{(1)}$ bits	# $RI^{(2)}$ bits
0: El cálculo de $RI^{(1)}$ y $RI^{(2)}$ son dependientes	1	2	0 (Tabla 18)	2	1
		4	1 (Tabla 18)		
		8	2 (Tabla 18)		
		8	3 (Tabla 18)		
	2, 3, o 4	2	0-0 (Tabla 23)	2	1
		4	1-1 (Tabla 23)		
		8	2-2 (Tabla 23)		
		8	2-3 (Tabla 23)		
1: El cálculo de $RI^{(1)}$ y $RI^{(2)}$ son independientes	1	2	0-0 (Tabla 20)	2	1
		4	1-1 (Tabla 20)		2
		8	2-2 (Tabla 20)		3
		8	3-2 (Tabla 20)		3
	2, 3, o 4	2	0-0 (Tabla 24)	2	1
		4	1-1 (Tabla 24)		2
		8	2-2 (Tabla 24)		3
		8	3-2 (Tabla 24)		3

Otro ejemplo del subconjunto con una sola configuración híbrida (en lugar de dos) para $N_P = 8$ se muestra en la Tabla 26. En este subconjunto, $RI^{(1)} = 2$ bits corresponde a los libros de códigos de clase A $\mathbf{W}_1$ de orden 1-2, orden 3-4 y orden 7-8.

Tabla 26. Configuraciones híbridas configurables; se informa tanto de $RI^{(1)}$ como de $RI^{(2)}$

Caso	Clase A: <i>Código libro-Config</i>	Clase B: N_P	Configuración híbrida	# $RI^{(1)}$ bits	# $RI^{(2)}$ bits
0: Los cálculos de $RI^{(1)}$ y $RI^{(2)}$ son dependiente	1	2	0 (Tabla 19)	2	1
		4	1 (Tabla 19)		
		8	3 (Tabla 19)		
1: El cálculo de $RI^{(1)}$ y $RI^{(2)}$ son independientes	1	2	0-0 (Tabla 20)	2	1
		4	1-1 (Tabla 20)		2
		8	3-2 (Tabla 20)		3
	2, 3, o 4	2	0-0 (Tabla 24)	2	1
		4	1-1 (Tabla 24)		2
		8	3-2 (Tabla 24)		3

Una variación del ejemplo anterior en la que sólo se admite el cálculo independiente de $RI^{(1)}$ y $RI^{(2)}$ se puede describir como sigue. En las tablas 27 y 28 se dan dos ejemplos en los que el número de bits para $RI^{(1)}$ es 2 y 1, respectivamente. En este caso, no es necesario un parámetro RRC adicional. En la Tabla 27, $RI^{(1)} = 2$ bits corresponde a los libros de códigos de clase A $\mathbf{W}_1$ de orden 1-2, orden 3-4 y orden 7-8. En la Tabla 28, $RI^{(1)} = 1$ bit corresponde a los libros de códigos de clase A $\mathbf{W}_1$ de orden 1-2 y orden 7-8.

Tabla 27. Configuraciones híbridas configurables; se informa tanto de $RI^{(1)}$ (2 bits) como de $RI^{(2)}$

Clase A: <i>Código libro-Config</i>	Clase B: N_P	Configuración híbrida	# $RI^{(1)}$ bits	# $RI^{(2)}$ bits
1	2	0-0 (Tabla 20)	2	1
	4	1-1 (Tabla 20)		2
	8	3-2 (Tabla 20)		3
2, 3, o 4	2	0-0 (Tabla 24)	2	1
	4	1-1 (Tabla 24)		2
	8	3-2 (Tabla 24)		3

Tabla 28. Configuraciones híbridas configurables; se informa tanto de $RI^{(1)}$ (1 bit) como de $RI^{(2)}$

Clase A: <i>Codebook-Config</i>	Clase B: N_P	Configuración híbrida	# $RI^{(1)}$ bits	# $RI^{(2)}$ bits
1	2	0-0 (Tabla 20)	1	1
	4	3-1 (Tabla 20)		2
	8	3-2 (Tabla 20)		3
2, 3, o 4	2	0-0 (Tabla 24)	1	1
	4	3-1 (Tabla 24)		2
	8	3-2 (Tabla 24)		3

Algunos otros ejemplos de información $RI^{(1)}$ y $RI^{(2)}$ se muestran en la Tabla 29, Tabla 20, Tabla 31, y Tabla 32, en los que: el número de bits para $RI^{(1)} = 0$ para $N_P = 2$ puertos de Clase B (es decir, $RI^{(1)}$ no se informa); y el número de bits para $RI^{(1)} \neq 0$ para $N_P = 4$ y 8 puertos de Clase B.

En el ejemplo de la Tabla 29, $RI^{(1)} = \log_2(N_P/2)$ bits y $RI^{(2)} = \log_2(N_P)$ bits. El $RI^{(1)}$ notificado indica un orden de libro de códigos de clase A como sigue: $RI^{(1)}$ de 0 bits indica el orden 1 para $N_P = 2$ (es decir, no se informa de $RI^{(1)}$); $RI^{(1)}$ de 1 bit indica el orden 1 o 3 para $N_P = 4$; y $RI^{(1)}$ de 2 bits indica el orden 1, 3, 5 o 7 para $N_P = 8$. El $RI^{(2)}$ notificado indica un libro de códigos de clase B de orden 1, 2,..., o N_P .

En el ejemplo de la Tabla 30, $RI^{(1)} = 0$ o 1 bit y $RI^{(2)} = \log_2(N_P)$ bits. El $RI^{(1)}$ notificado indica un orden de libro de códigos de clase A como sigue: $RI^{(1)}$ de 0 bits indica el orden 1 para $N_P = 2$ (es decir, no se informa de $RI^{(1)}$); $RI^{(1)}$ de 1 bit indica el orden 1 o 3 para $N_P = 4$; y $RI^{(1)}$ de 1 bit indica el orden (Alt 0) 1 o 3, o (Alt 1) 1 o 7 para $N_P = 8$. El $RI^{(2)}$ notificado indica un libro de códigos de clase B de orden 1, 2,..., o N_P .

En el ejemplo de la Tabla 31, $RI^{(1)} = \log_2(N_P/2)$ bits y $RI^{(2)} = 1$ bit. El $RI^{(1)}$ notificado indica un orden de libro de códigos de clase A como sigue: $RI^{(1)}$ de 0 bits indica el orden 1 para $N_P = 2$ (es decir, no se informa de $RI^{(1)}$); $RI^{(1)}$ de 1 bit indica el orden 1 o 3 para $N_P = 4$; y $RI^{(1)}$ de 2 bits indica el orden 1, 3, 5 o 7 para $N_P = 8$. El $RI^{(2)}$ de 1 bit indica un orden de libro de códigos de clase B que depende del $RI^{(1)}$ indicado. En un ejemplo, $RI^{(2)}$ de 1 bit indica el orden 1 o 2 para $N_P = 2$. En otro ejemplo, para $N_P = 4$, $RI^{(2)}$ de 1 bit indica: orden 1 o 2 si $RI^{(1)}$ indica orden 1; y orden 3 o 4 si $RI^{(1)}$ indica orden 3. En otro ejemplo, para $N_P = 8$, $RI^{(2)}$ de 1 bit indica: orden 1 o 2 si $RI^{(1)}$ indica orden 1; orden 3 o 4 si $RI^{(1)}$ indica orden 3; orden 5 o 6 si $RI^{(1)}$ indica orden 5; y orden 7 u 8 si $RI^{(1)}$ indica orden 7.

En el ejemplo de la Tabla 32, $RI^{(1)} = \log_2(N_P/2)$ bits y $RI^{(2)} = 1$ o 3 bits. El $RI^{(1)}$ notificado indica un orden de libro de códigos de clase A como sigue: $RI^{(1)}$ de 0 bits indica el orden 1 para $N_P = 2$ (es decir, no se informa de $RI^{(1)}$); $RI^{(1)}$ de 1 bit indica el orden 1 o 3 para $N_P = 4$; y $RI^{(1)}$ de 2 bits indica el orden 1, 3, 5 o 7 para $N_P = 8$. El $RI^{(2)}$ de 1 bit indica un orden de libro de códigos de clase B que depende del $RI^{(1)}$ indicado. En un ejemplo, $RI^{(2)}$ de 1 bit indica el orden 1 o 2 para $N_P = 2$. En otro ejemplo, para $N_P = 4$, $RI^{(2)}$ de 1 bit indica: orden 1 o 2 si $RI^{(1)}$ indica orden 1; y orden 3 o 4 si $RI^{(1)}$ indica orden 3. En otro ejemplo, para $N_P = 8$, $RI^{(2)}$ de 3 bits indica el orden 1 - 8.

Tabla 29. Configuraciones híbridas configurables; $RI^{(1)} = \log_2(N_P/2)$ bit y $RI^{(2)} = \log_2(N_P)$ bit]

Clase A: <i>Codebook-Config</i>	Clase B: N_P	# $RI^{(1)}$ bits	Orden del libro de códigos Clase A	# $RI^{(2)}$ bits
1, 2, 3 o 4	2	0	1	1
	4	1	1,3	2
	8	2	1,3-5,7	3

Tabla 30. Configuraciones híbridas configurables; tanto $RI^{(1)} = 0$ o 1 bit como $RI^{(2)} = \log_2(N_P)$ bit

Clase A: <i>Codebook-Config</i>	Clase B: N_P	# $RI^{(1)}$ bits	Alt 0: Orden del libro de códigos Clase A	# $RI^{(2)}$ bits
1, 2, 3 o 4	2	0	1	1
	4	1	1,3	2
	8	1	1,3	3

Clase A: <i>Codebook-Config</i>	Clase B: N_P	# $RI^{(1)}$ bits	Alt 1: Orden del libro de códigos Clase A	# $RI^{(2)}$ bits
1, 2, 3 o 4	2	0	1	1
	4	1	1,3	2
	8	1	1,7	3

Tabla 31. Configuraciones híbridas configurables; $RI^{(1)} = \log_2(N_P/2)$ bit y $RI^{(2)} = 1$ bit

Clase A: <i>Codebook-Config</i>	Clase B: N_P	# $RI^{(1)}$ bits	Orden del libro de códigos Clase A	# $RI^{(2)}$ bits
1, 2, 3 o 4	2	0	1	1
	4	1	1,3	1
	8	2	1,3-5,7	1

Tabla 32. Configuraciones híbridas configurables; $RI^{(1)} = \log_2(N_P/2)$ bit y $RI^{(2)} = 1$ o 3 bit

Clase A: <i>Codebook-Config</i>	Clase B: N_P	# $RI^{(1)}$ bits	Alt 0: Orden del libro de códigos Clase A	# $RI^{(2)}$ bits
1, 2, 3 o 4	2	0	1	1
	4	1	1,3	1
	8	2	1,3-5,7	3

En algunas realizaciones, un UE está configurado con la configuración híbrida 0-c de la Tabla 13 con contenido de notificación: para el 1^{er} Tipo eMIMO (CLASE A), se informa $i1^{(1)}$ y x-bit $RI^{(1)}$, mientras que $CQI^{(1)}$ e $i2^{(1)}$ no se informan, en los que si el UE soporta hasta 2 capas, x=0, si el UE soporta hasta 4 capas, x=1 en las que $RI^{(1)}=\{1, 3\}$, o si el UE soporta hasta 8 capas, x=2 en las que $RI^{(1)}=\{1, 3, 5, 7\}$; y para el segundo tipo eMIMO (CLASE B K=1), se indican $CQI^{(2)}$, $PMI^{(2)}$, $RI^{(2)}$. El superíndice (y) representa el tipo eMIMO y-ésimo, en el que y=1, 2.

En algunas realizaciones, un UE se configura con la configuración híbrida 0-c de la Tabla 13 sin interdependencia entre los cálculos CSI a través de dos tipos eMIMO.

En algunas realizaciones, un UE está configurado con la configuración híbrida 0-c de la Tabla 13 con indicación de orden de acuerdo con una de las Tablas 33 a 37, en las que las Tablas muestran los campos y el ancho de bit correspondiente para la respuesta de indicación de orden para transmisiones PDSCH asociadas con el modo de transmisión 3, modo de transmisión 4, modo de transmisión 8 configurado con informe PMI/RI, modo de transmisión 9 configurado con informe PMI/RI con 2/4/8 puertos de antena, modo de transmisión 10 configurado con informe PMI/RI con 2/4/8 puertos de antena, y el modo de transmisión 9/10 configurado con notificación PMI/RI con 2/4/8 puertos de antena y parámetro de capa superior *eMIMO-Type*, y *eMIMO-Type* está ajustado a "CLASS B" con K=1, el modo de transmisión 9/10 configurado con notificación PMI/RI con 8/12/16 puertos de antena y parámetro de capa superior *eMIMO-Type*, y *eMIMO-Type* se establece en "CLASS A", y el modo de transmisión 9/10 configurado sin informes PMI y parámetro de capa superior *eMIMO-Type*, y *eMIMO-Type* se establece en "CLASS B" con K=1 con 2/4/8 puertos de antena.

Tabla 33. Campos para respuesta de indicación de orden

Campo	Ancho de bits					
	2 capa, puerto	4 capa, puerto		8/12/16/20/24/28/32 puertos de antena		
		Máximo 1 ó 2 capas	Máximo 4 capas	Máximo 1 ó 2 capas	Máximo 4 capas	Máximo 8 capas
Indicador de orden	1	1	2	1	2	3
Orden	{1, 2}	{1, 2}	{1, 2, 3, 4}	{1, 2}	{1, 2, 3, 4}	{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8}

Tabla 34. Campos para respuesta de indicación de orden

Campo	Ancho de bits					
	2 capa, puerto	4 capa, puerto		8/12/16/20/24/28/32 puertos de antena		
		Máximo 1 ó 2 capas	Máximo 4 capas	Máximo 1 ó 2 capas	Máximo 4 capas	Máximo 8 capas
Indicador de orden	0	0	1	0	1	2
Orden	{1}	{1}	{1, 3}	{1}	{1, 3}	{1, 3, 5, 7}

Tabla 35. Campos para respuesta de indicación de orden

Campo	Ancho de bits					
	2 capa, puerto	4 capa, puerto		8/12/16/20/24/28/32 puertos de antena		
		Máximo 1 ó 2 capas	Máximo 4 capas	Máximo 1 ó 2 capas	Máximo 4 capas	Máximo 8 capas
Indicador de orden	0	0	1	0	1	1
Orden	{1}	{1}	{1, 3}	{1}	{1, 3}	{1, 3}

Tabla 36. Campos para respuesta de indicación de orden

Campo	Ancho de bits					
	2 capa, puerto	4 capa, puerto		8/12/16/20/24/28/32 puertos de antena		
		Máximo 1 ó 2 capas	Máximo 4 capas	Máximo 1 ó 2 capas	Máximo 4 capas	Máximo 8 capas
Indicador de orden	0	0	1	0	1	1
Orden	{1}	{1}	{1, 3}	{1}	{1, 3}	{1}

Tabla 37. Campos para respuesta de indicación de orden

Campo	Ancho de bits					
	2 capa, puerto	4 capa, puerto		8/12/16/20/24/28/32 puertos de antena		
		Máximo 1 ó 2 capas	Máximo 4 capas	Máximo 1 ó 2 capas	Máximo 4 capas	Máximo 8 capas
Indicador de orden	0	0	2	0	2	2
Orden	{1}	{1}	{1, 2, 3, 4}	{1}	{1, 2, 3, 4}	{1, 3, 5, 7}

- 5 En algunas realizaciones, un UE se configura con un informe CSI híbrido en el que el 1er Tipo eMIMO es Clase B, $K_1 > 1$ y el 2º Tipo eMIMO es Clase B, $K_2 = 1$. La CSI notificada en el primer tipo eMIMO de clase B es: alternativa 2-a (Tabla 13): CRI y PMI asociado (y $RI^{(1)}$); o alternativa 2-b (Tabla 13): PMI (y $RI^{(1)}$, si procede) para cada recurso CSI-RS, y el notificado en el 2nd Clase B eMIMO-Type incluye $RI^{(2)}$, CQI y PMI.

- 10 En un ejemplo de realización 2-b, el 1er Tipo eMIMO se asocia con $K_1 = 2$ recursos CSI-RS. Un caso de utilización ejemplar consiste en implementar el denominado CSI-RS de puerto parcial (no precodificado), en el que los recursos CSI-RS $K_1 = 2$ se utilizan para representar las dos dimensiones de disposiciones de puerto de antena bidimensionales (FIGURA 12 y FIGURA 13).

Obsérvese que para el caso especial de disposiciones de puertos de antena unidimensionales (1D), sólo existe una dimensión. Por lo tanto, el primer tipo eMIMO se asocia con $K_1=1$ recurso CSI-RS. Con $K_1=2$ recursos CSI-RS, el primero de los dos recursos CSI-RS puede asociarse a la primera dimensión de puerto de antena y el segundo de los dos recursos CSI-RS puede asociarse a la segunda dimensión de puerto de antena. Por ejemplo, el primero de los dos recursos CSI-RS puede asociarse a una de las filas (por ejemplo, la fila 1) de puertos de antena y el segundo de los dos recursos CSI-RS puede asociarse a una de las columnas (por ejemplo, la columna 1) de puertos de antena. El segundo recurso CSI-RS es BF mediante el uso de los dos PMI notificados en el primer tipo eMIMO.

La FIGURA 27 ilustra un ejemplo híbrido de informe CSI 2700 de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación. Una realización del híbrido de informe CSI 2700 que se muestra en la FIGURA 27 es sólo para ilustración. Uno o más de los componentes ilustrados en la FIGURA 27 pueden ser implementados en circuitos especializados configurados para llevar a cabo las funciones mencionadas o uno o más de los componentes pueden ser implementados por uno o más procesadores que ejecutan instrucciones para llevar a cabo las funciones mencionadas. Se podrían utilizar otras realizaciones sin apartarse del ámbito de la presente divulgación.

Un ejemplo de este esquema se muestra en la FIGURA 27. Como se muestra en la FIGURA 27, la primera CSI-RS corresponde al "tipo eMIMO de clase B $K_1=2$ " en el que NP CSI-RS se transmite desde un subconjunto (una fila o una columna) de puertos de antena. Hay dos recursos CSI-RS: el primer CSI-RS 1 es para la fila y el primer CSI-RS 2 es para la columna. La segunda CSI-RS corresponde a la "Clase B $K_2=1$ eMIMO-Type" en la que la BF CSI-RS se transmite desde dos puertos formadores de haces que se forman mediante el uso de los haces asociados a la primera PMI. La UE deriva: 1er CSI: $i_{1,1}$ del primer par PMI ($i_{1,1}, i_{1,2}$) mediante el uso del NP CSI-RS correspondiente a la fila y un libro de códigos de 16 puertos, e $i_{1,2}$ del primer par PMI ($i_{1,1}, i_{1,2}$) mediante el uso del NP CSI-RS correspondiente a la columna y un libro de códigos de 4 puertos; y segundo CSI: el segundo PMI i_2 , CQI y RI mediante el uso de BF CSI-RS y un libro de códigos de 2 puertos.

Tabla 38. Alternativas de libro de códigos para el tipo eMIMO de 1.ª clase B en la alternativa 2-b (Tabla 13)

Tipo de libro de códigos	libro de códigos de 1ª dimensión	libro de códigos de 2ª dimensión
0	Co-pol	Co-pol
1	Co-pol	Doble pol
2	Doble pol	Co-pol
3	Doble pol	Doble pol

La FIGURA 28 ilustra un ejemplo de tipos de libro de códigos para el tipo 2800 eMIMO de clase B $K_1=2$ de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación. La realización de los tipos de libro de códigos para el tipo 2800 eMIMO de clase B $K_1=2$ que se muestra en la FIGURA 28 es meramente ilustrativa. Uno o más de los componentes ilustrados en la FIGURA 28 pueden ser implementados en circuitos especializados configurados para llevar a cabo las funciones mencionadas o uno o más de los componentes pueden ser implementados por uno o más procesadores que ejecutan instrucciones para llevar a cabo las funciones mencionadas. Se podrían utilizar otras realizaciones sin apartarse del ámbito de la presente divulgación.

En algunas realizaciones, el libro de códigos para el Tipo eMIMO de 1ª Clase B $K_1=2$ es uno de los cuatro tipos tabulados en la Tabla 38 y mostrados en la FIGURA 28, en los que hay dos tipos de libros de códigos para las dos dimensiones. En un ejemplo, el libro de códigos co-pol se utiliza para el cálculo del PMI si el CSI-RS se transmite desde los puertos de antena con una sola polarización (por ejemplo, +45 o -45). En otro ejemplo, el libro de códigos de doble polarización se utiliza para el cálculo del PMI si el CSI-RS se transmite desde los puertos de antena con ambas polarizaciones. Algunos ejemplos de libros de códigos de doble pol son Rel. 10 8-Tx, Rel. 12 4-Tx, y Rel. 13 libros de códigos de clase A.

Un ejemplo del 1er libro de códigos de tipo eMIMO para diferentes disposiciones de puerto de antena mostradas en la FIGURA 12 y FIGURA 13 se muestra en la Tabla 39. En esta tabla, se suponen los tipos de libro de códigos 1 y 2 (Tabla 38), es decir, el libro de códigos copol está configurado en una de las dos dimensiones, y la otra dimensión está configurada con un libro de códigos de doble polo (heredado). Las demás combinaciones del 1er libro de códigos de tipo eMIMO pueden construirse de forma similar.

Tabla 39. Prime libro de códigos de tipo eMIMO para las dimensiones 1ª y 2ª

Número de puertos de antena CSI-RS, P	(N_1, N_2)	Primer libro de códigos de tipo eMIMO			
		(N_1, P_1)	1ª dimensión	(N_2, P_1)	2ª dimensión
8	(2,2)	(2,2)	Rel. 12 4-Tx W1	(2,1)	Co-pol 2-Tx

12	(2,3)	(2,2)	Rel. 12 4-Tx W1	(3,1)	Co-pol 3-Tx
	(3,2)	(3,1)	Co-pol 3-Tx	(2,2)	Rel. 12 4-Tx W1
16	(2,4)	(2,1)	Co-pol 2-Tx	(4,2)	Rel. 10 8-Tx W1
	(4,2)	(4,2)	Rel. 10 8-Tx W1	(2,1)	Co-pol 2-Tx
	(8,1)	(8,1)	Co-pol 8-Tx	-	-
20	(1,10)	-	-	(10,1)	Co-pol 10-Tx
	(2,5)	(2,2)	Rel. 12 4-Tx W1	(5,1)	Co-pol 5-Tx
	(5,2)	(5,1)	Co-pol 5-Tx	(2,2)	Rel. 12 4-Tx W1
	(10,1)	(10,1)	Co-pol 10-Tx	-	-
24	(1,12)	-	-	(12,1)	Co-pol 12-Tx
	(2,6)	(2,2)	Rel. 12 4-Tx W1	(6,1)	Co-pol 6-Tx
	(3,4)	(3,1)	Co-pol 3-Tx	(4,2)	Rel. 10 8-Tx W1
	(4,3)	(4,2)	Rel. 10 8-Tx W1	(3,1)	Co-pol 3-Tx
	(6,2)	(6,1)	Co-pol 6-Tx	(2,2)	Rel. 12 4-Tx W1
	(12,1)	(12,1)	Co-pol 12-Tx	-	-
28	(1,14)	-	-	(14,1)	Co-pol 14-Tx
	(2,7)	(2,2)	Rel. 12 4-Tx W1	(7,1)	Co-pol 7-Tx
	(7,2)	(7,1)	Co-pol 7-Tx	(2,2)	Rel. 12 4-Tx W1
	(14,1)	(14,1)	Co-pol 14-Tx	-	-
32	(1,16)	-	-	(16,1)	Co-pol 16-Tx
	(2,8)	(2,1)	Co-pol 2-Tx	(8,2)	Rel. 13 16-Tx W1
	(4,4)	(4,2)	Rel. 10 8-Tx W1	(4,1)	Co-pol 4-Tx
	(8,2)	(8,2)	Rel. 13 16-Tx W1	(2,1)	Co-pol 2-Tx
	(16,1)	(16,1)	Co-pol 16-Tx	-	-

N_1 o $N_2 = 1$	
m_d	Precodificador
$0, 1, \dots, O_d N_d - 1$	$W_{m_d}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{2N_d}} \begin{bmatrix} u_{m_d} & u_{m_d + O_d} \end{bmatrix}$
$O_d N_d, O_d N_d + 1, \dots, 2O_d N_d - 1$	$W_{m_d}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{2N_d}} \begin{bmatrix} u_{m_d} & u_{m_d + 2O_d} \end{bmatrix}$
$2O_d N_d, O_d N_d + 1, \dots, 3O_d N_d - 1$	$W_{m_d}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{2N_d}} \begin{bmatrix} u_{m_d} & u_{m_d - 3O_d} \end{bmatrix}$

En otro ejemplo de 3, el libro de códigos co-pol es de orden 1 y el PMI correspondiente indica un grupo de haces. Un ejemplo de dicho libro de códigos se muestra en la Tabla 42, en la que la dimensión $d = 1, 2$, y el tipo de grupo de

haces se indica por medio del parámetro RRC de capa superior *Codebook-Config*.

Tabla 42. W_1 Co-pol Libro de códigos para informes de CSI de 1 capa mediante el uso de puertos de antena 15 a 14+P

Valor de <i>Codebook-Config</i>	m_d	Precodificador
1	$0, 1, \dots, O_d N_d - 1$	$W_{m_d}^{(1)} = \frac{u_{m_d}}{\sqrt{N_d}}$
2	$0, 1, \dots, \frac{O_d N_d}{2} - 1$	$W_{m_d}^{(1)} = \frac{1}{\sqrt{N_d}} \begin{bmatrix} u_{2m_d} & u_{2m_d+1} \end{bmatrix}$
3	$0, 1, \dots, \frac{O_d N_d}{2} - 1$	$W_{m_d}^{(1)} = \frac{1}{\sqrt{N_d}} \begin{bmatrix} u_{2m_d} & u_{2m_d+1} & u_{2m_d+2} & u_{2m_d+3} \end{bmatrix}$, if $N_d \geq N_e$
		$e = \{1, 2\} - d$
		$W_{m_d}^{(1)} = \frac{1}{\sqrt{N_d}} \begin{bmatrix} u_{2m_d} & u_{2m_d+1} \end{bmatrix}$, if $N_d < N_e$ $e = \{1, 2\} - d$
4	$0, 1, \dots, \frac{O_d N_d}{2} - 1$	$W_{m_d}^{(1)} = \frac{1}{\sqrt{N_d}} \begin{bmatrix} u_{2m_d} & u_{2m_d+1} & u_{2m_d+2} & u_{2m_d+3} \end{bmatrix}$, if $N_d \geq N_e$
		$e = \{1, 2\} - d$
		$W_{m_d}^{(1)} = \frac{u_{2m_d}}{\sqrt{N_d}}$, if $N_d < N_e$ $e = \{1, 2\} - d$

5 En otro ejemplo de 4, el libro de códigos co-pol es de orden > 1 y el PMI correspondiente indica grupos de haces ortogonales. Un ejemplo de tal libro de códigos de orden 2 se muestra en la Tabla 42, en la que la dimensión $d = 1, 2$, y el tipo de grupo de haces se indica por medio del parámetro RRC de capa superior *Codebook-Config*. Un ejemplo de valores para los parámetros (s_1, s_2) y (p_1, p_2) de la Tabla se muestra en la Tabla 43.

Tabla 43. Ejemplo de valores de parámetros

<i>Codebook-Config</i>	(s_1, s_2)	(p_1, p_2)
1	(1,1)	(-, -)
2	$\left(\frac{O_1}{2}, \frac{O_2}{2}\right)$	$\left(\frac{O_1}{4}, \frac{O_2}{4}\right)$
3	$\left(O_1, \frac{O_2}{2}\right)$	$\left(\frac{O_1}{4}, \frac{O_2}{4}\right)$
4	$\left(O_1, \frac{O_2}{4}\right)$	$\left(\frac{O_1}{4}, -\right)$

Tabla 44. W_1 Libro de códigos para informes de CSI de 2 capas mediante el uso de puertos de antena 15 a 14+P

$N_1, N_2 > 1$	
m_d	Precodificador
Valor de Confia.-Libro de códigos: 1	
$0, 1, \dots, O_d N_d - 1$	$W_{m_d}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{2N_d}} \begin{bmatrix} u_{m_d} & u_{m_d+O_d} \end{bmatrix}$
Valor de Confia.-Libro de códigos: 2	
$0, 1, \dots, \frac{O_d N_d}{S_d} - 1$	$W_{m_d}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{2N_d}} \begin{bmatrix} u_{s_d m_d} & u_{s_d m_d + p_d} & u_{s_d m_d + O_d} & u_{s_d m_d + O_d + p_d} \end{bmatrix}$
Valor de Confia.-Libro de códigos: 3	
$0, 1, \dots, \frac{O_d N_d}{S_d} - 1$	$W_{m_d}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{2N_d}} \begin{bmatrix} u_{s_d m_d} & u_{s_d m_d + p_d} & u_{s_d m_d + 2p_d} & u_{s_d m_d + 3p_d} & u_{s_d m_d + O_d} & u_{s_d m_d + O_d + p_d} & u_{s_d m_d + O_d + 2p_d} & u_{s_d m_d + O_d + 3p_d} \end{bmatrix},$ si $N_d \geq N_e, e = \{1, 2\} - d$ $W_{m_d}^{(1)} = \frac{1}{\sqrt{N_d}} \begin{bmatrix} u_{s_d m_d} & u_{s_d m_d + 1} \end{bmatrix}, \text{ if } N_d < N_e, e = \{1, 2\} - d$
Valor de Confia.-Libro de códigos: 4	
$0, 1, \dots, \frac{O_d N_d}{S_d} - 1$	$W_{m_d}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{2N_d}} \begin{bmatrix} u_{s_d m_d} & u_{s_d m_d + p_d} & u_{s_d m_d + 2p_d} & u_{s_d m_d + 3p_d} & u_{s_d m_d + O_d} & u_{s_d m_d + O_d + p_d} & u_{s_d m_d + O_d + 2p_d} & u_{s_d m_d + O_d + 3p_d} \end{bmatrix}$, si $N_d \geq N_e, e = \{1, 2\} - d$ $W_{m_d}^{(1)} = \frac{u_{s_d m_d}}{\sqrt{N_d}}, \text{ si } N_d < N_e, e = \{1, 2\} - d$
$N_1 \text{ o } N_2 = 1$	
m_d	Precodificador
Valor de Confia.-Libro de códigos: 1	
$0, 1, \dots, O_d N_d - 1$	$W_{m_d}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{2N_d}} \begin{bmatrix} u_{m_d} & u_{m_d+O_d} \end{bmatrix}$

	N_1 o $N_2 = 1$
m_d	Precodificador
Valor de Config.-Libro de códigos: 1	
$O_d N_d, O_d N_d + 1, \dots, 2O_d N_d - 1$	$W_{m_d}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{2N_d}} \begin{bmatrix} u_{m_d} & u_{m_d+2O_d} \end{bmatrix}$
$2O_d N_d, O_d N_d + 1, \dots, 3O_d N_d - 1$	$W_{m_d}^{(2)} = -\frac{1}{\sqrt{2N_d}} \begin{bmatrix} u_{m_d} & u_{m_d+3O_d} \end{bmatrix}$
Valor de Config.-Libro de códigos: 4	
m_d :	$0, 1, \dots, \frac{O_d N_d}{S_d} - 1$
$W_{m_d}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{2N_d}} \begin{bmatrix} u_{s_d m_d} & u_{s_d m_d + p_d} & u_{s_d m_d + 2p_d} & u_{s_d m_d + 3p_d} & u_{s_d m_d + O_d} & u_{s_d m_d + O_d + p_d} & u_{s_d m_d + O_d + 2p_d} & u_{s_d m_d + O_d + 3p_d} \end{bmatrix}$ si $N_d \geq N_e$ e = {1,2}-d	$W_{m_d}^{(1)} = \frac{u_{s_d m_d}}{\sqrt{N_d}}, \text{ si } N_d < N_e \text{ e} = \{1, 2\} - d$
m_d : $\frac{O_d N_d}{S_d}, \frac{O_d N_d}{S_d} + 1, \dots, \frac{2O_d N_d}{S_d} - 1$	
$W_{m_d}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{2N_d}} \begin{bmatrix} u_{s_d m_d} & u_{s_d m_d + p_d} & u_{s_d m_d + 2p_d} & u_{s_d m_d + 3p_d} & u_{s_d m_d + 2O_d} & u_{s_d m_d + 2O_d + p_d} & u_{s_d m_d + 2O_d + 2p_d} & u_{s_d m_d + 2O_d + 3p_d} \end{bmatrix}$ si $N_d \geq N_e$ e = {1,2}-d	$W_{m_d}^{(1)} = \frac{u_{s_d m_d}}{\sqrt{N_d}}, \text{ si } N_d < N_e \text{ e} = \{1, 2\} - d$

	N_1 o $N_2 = 1$
m_d	Precodificador
Valor de Config.-Libro de códigos: 1	
$m_d : \frac{2O_d N_d}{S_d}, \frac{2O_d N_d}{S_d} + 1, \dots, \frac{3O_d N_d}{S_d} - 1$	
$W_{m_d}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{2N_d}} \begin{bmatrix} u_{s_d m_d} & u_{s_d m_d + p_d} & u_{s_d m_d + 3p_d} & u_{s_d m_d + 3O_d} & u_{s_d m_d + 3O_d + p_d} & u_{s_d m_d + 3O_d + 2p_d} & u_{s_d m_d + 3O_d + 3p_d} \end{bmatrix}$	
$\text{si } N_d \geq N_e \mathbf{e} = \{1, 2\} - d$ $W_{m_d}^{(1)} = \frac{u_{s_d m_d}}{\sqrt{N_d}}, \text{ si } N_d < N_e \mathbf{e} = \{1, 2\} - d$	

En algunas realizaciones, en el caso del tipo eMIMO de primera clase B con $K_1=2$ recursos CSI-RS, pueden notificarse dos RI en dos informes CSI asociados con los dos recursos CSI-RS. Denotemos las dos RI como $RI^{(1,1)}$ y $RI^{(1,2)}$. En un ejemplo de 2-b-a, $RI^{(1,1)}$ y $RI^{(1,2)}$ no se indican. Hay dos subalternativas: $RI^{(1,1)}$ y $RI^{(1,2)}$ son fijos, por ejemplo $RI^{(1,1)} = RI^{(1,2)} = 1$ u 8, o $RI^{(1,1)} = 1$, $RI^{(1,2)} = 8$, o $RI^{(1,1)} = 8$, $RI^{(1,2)} = 1$; y $RI^{(1,1)}$ y $RI^{(1,2)}$ se configuran (por medio de señalización RRC). En otro ejemplo de 2-b-b, sólo se notifica $RI^{(1,1)}$, en el que el $RI^{(1,1)}$ notificado puede ser: *restringido*, por ejemplo al orden $\{1, 2\}$ para copol y $\{1, 3\}$ para doblepol ($RI^{(1,1)}$ de 1 bit), o $\{1, 2, 3, 4\}$ para copol y $\{1, 3, 5, 7\}$ para doblepol ($RI^{(1,1)}$ de 2 bits); o *no restringido*, por ejemplo al orden 1-8 ($RI^{(1,1)}$ de 3 bits). En otro ejemplo, hay dos subalternativas para $RI^{(1,2)}$: $RI^{(1,2)}$ es fijo, por ejemplo, $RI^{(1,2)} = 1$ u 8; y $RI^{(1,2)}$ está configurado (por medio de señalización RRC). En otro ejemplo de 2-b-c: Sólo se informa de $RI^{(1,2)}$, en el que el $RI^{(1,2)}$ informado puede estar *restringido*, por ejemplo al orden $\{1,2\}$ para copol y $\{1,3\}$ para doblepol ($RI^{(1,2)}$ de 1 bit), o $\{1, 2, 3, 4\}$ para copol y $\{1, 3, 5, 7\}$ para doblepol ($RI^{(1,2)}$ de 2 bits); o *no restringido*, por ejemplo al orden 1-8 ($RI^{(1,2)}$ de 3 bits), en el que hay dos subalternativas para $RI^{(1,1)}$: $RI^{(1,1)}$ es fijo, por ejemplo, $RI^{(1,1)} = 1$ u 8; y $RI^{(1,1)}$ se configura (por medio de señalización RRC). En otro ejemplo de 2-b-d, se informa tanto de $RI^{(1,1)}$ como de $RI^{(1,2)}$, en los que uno o ambos están restringidos o no. Dos ejemplos de configuraciones de orden en este caso se muestran en la Tabla 45 y la Tabla 46. Obsérvese que el orden máximo depende de la disposición de los puertos de antena (es decir, de los valores N_1 , N_2) y del tipo de libro de códigos (copol o doblepol). En general, el orden máximo es N_d para co-pol y $2N_d$ para dual-pol en el que $d = 1, 2$.

Tabla 45. Ejemplo de combinaciones de órdenes para $(N_1, N_2) = (8, 2)$

Orden configurado.	$RI^{(1,1)}$				$RI^{(1,2)}$				
	Tipo	Co-pol	Doble pol	#bits	Tipo	Co-pol	#bits	Doble pol	#bits
0	Restringido	$\{1, 2\}$	$\{1, 3\}$	1	Restringido	$\{1, 2\}$	1	$\{1, 3\}$	1
1		$\{1, 2, 3, 4\}$	$\{1, 3, 5, 7\}$	2					
2	Restringido	$\{1, 2\}$	$\{1, 3\}$	1	Sin restricciones	$\{1, 2\}$	1	$\{1, 2, 3, 4\}$	2
3		$\{1, 2, 3, 4\}$	$\{1, 3, 5, 7\}$	2					
		$\{3, 4\}$	$\{5, 7\}$						
4	Sin restricciones	$\{1, 2, \dots, 8\}$	$\{1, 2, \dots, 8\}$	3	Restringido	$\{1, 2\}$	1	$\{1, 3\}$	1
5	Sin restricciones	$\{1, 2, \dots, 8\}$	$\{1, 2, \dots, 8\}$	3	Sin restricciones	$\{1, 2\}$	1	$\{1, 2, 3, 4\}$	2

Tabla 46. Ejemplo de combinaciones de órdenes $(N_1, N_2) = (8, 8)$

Orden configurado.	$RI^{(1,1)}$				$RI^{(1,2)}$			
	Tipo	Co-pol	Doble pol	#bits	Tipo	Co-pol	Doble pol	#bits
0	Restringido	$\{1, 2\}$	$\{1, 3\}$	1	Restringido	$\{1, 2\}$	$\{1, 3\}$	1
1		$\{1, 2, 3, 4\}$	$\{1, 3, 5, 7\}$	2		$\{1, 2\}$	$\{1, 3\}$	1
2		$\{1, 2\}$	$\{1, 3\}$	1		$\{1, 2, 3, 4\}$	$\{1, 3, 5, 7\}$	2
3		$\{1, 2, 3, 4\}$	$\{1, 3, 5, 7\}$	2		$\{1, 2, 3, 4\}$	$\{1, 3, 5, 7\}$	2
4	Restringido	$\{1, 2\}$	$\{1, 3\}$	1	Sin restricciones	$\{1, 2, \dots, 8\}$	$\{1, 2, \dots, 8\}$	3
5		$\{1, 2, 3, 4\}$	$\{1, 3, 5, 7\}$	2				
6	Sin restricciones	$\{1, 2, \dots, 8\}$	$\{1, 2, \dots, 8\}$	3	Restringido	$\{1, 2\}$	$\{1, 3\}$	1
7		$\{1, 2, \dots, 8\}$	$\{1, 2, \dots, 8\}$	3		$\{1, 2, \dots, 8\}$	$\{1, 3, 5, 7\}$	2

						3, 4}	7}	
8	Sin restricciones	{1, 2, ..., 8}	{1, 2, ..., 8}	3	Sin restricciones	{1, 2, ..., 8}	{1, 2, ..., 8}	3

Obsérvese que para disposiciones de puertos de antena 1D, sólo son aplicables las alternativas 2-b-a y 2-b-b (suponiendo que los puertos de antena están en 1ª dimensión). El orden global de la primera $RI^{(1)}$ de tipo eMIMO depende de las $RI^{(1,1)}$ y $RI^{(1,2)}$ notificadas. Por ejemplo, $1 \leq RI^{(1)} \leq \max(RI^{(1,1)}, RI^{(1,2)})$. Una vez determinado $RI^{(1)}$ a partir de $RI^{(1,1)}$ y $RI^{(1,2)}$, son aplicables todas las realizaciones mencionadas anteriormente en la presente divulgación sobre la notificación dependiente e independiente de $RI^{(1)}$ y $RI^{(2)}$ en los tipos eMIMO de clase A + clase B $K = 1$.

La presente divulgación abarca el uso de todas las configuraciones o subconfiguraciones anteriores. También cubre el uso de sólo un subconjunto de todas las configuraciones o subconfiguraciones anteriores. Si se utiliza más de una configuración o subconfiguración, la elección de la configuración o subconfiguración se lleva a cabo por medio de la señalización de capa superior.

Por ejemplo, un subconjunto de configuraciones de orden se utiliza para configurar una configuración híbrida al UE. En la Tabla 47 se muestra un ejemplo de este subconjunto. Por ejemplo, cuando la primera dimensión es copolarizada y la segunda es bipolarizada. El número de configuraciones en la Tabla es 2, por lo que se requiere señalización RRC de 1 bit para configurar una de las dos configuraciones de orden.

Tabla 47 Configuraciones de orden configurables

Configuración del orden	$RI^{(1,1)}$			$RI^{(1,2)}$		
	Tipo	Co-pol	#bits	Tipo	Doble pol	#bits
0	Restringido	{1, 2}	1	Restringido	{1, 3}	1
1		{1, 2}	1		{1, 3, 5, 7}	2

Una variación del ejemplo anterior en la que sólo se admite una configuración de orden puede describirse como sigue. En la Tabla 48 y la Tabla 49 se dan dos ejemplos en los que el número de bits para $RI^{(1,2)}$ es 1 y 2, respectivamente. En este caso, no es necesario un parámetro RRC adicional.

Tabla 48 Configuraciones de orden configurables: $RI^{(1,2)} = 1$

$RI^{(1,1)}$			$RI^{(1,2)}$		
Tipo	Co-pol	#bits	Tipo	Doble pol	#bits
Restringido	{1, 2}	1	Restringido	{1, 3}	1

Tabla 49 Configuraciones de orden configurables: $RI^{(1,2)} = 2$

$RI^{(1,1)}$			$RI^{(1,2)}$		
Tipo	Co-pol	#bits	Tipo	Doble pol	#bits
Restringido	{1, 2}	1	Restringido	{1, 3, 5, 7}	2

En algunas realizaciones, en el caso del tipo eMIMO de primera clase B con $K_1 > 1$ recursos CSI-RS, los $K_1 RI$ pueden notificarse en los informes K_1 CSI asociados con los recursos K_1 CSI-RS. Denotemos las dos RI como $RI^{(1,1)}, RI^{(1,2)}, \dots, RI^{(1,K_1)}$. En un ejemplo de 2-b-a, $RI^{(1,1)}, RI^{(1,2)}, \dots, RI^{(1,K_1)}$ no se informan. Hay dos subalternativas: $RI^{(1,1)}, RI^{(1,2)}, \dots, RI^{(1,K_1)}$ son fijas, por ejemplo todas son 1 u 8, o un subconjunto (S_1) de las RI informadas es fijo a 1 y otro subconjunto (S_2) a 8 donde S_1 y S_2 son disjuntos y su unión cubre todas las RI; y $RI^{(1,1)}, RI^{(1,2)}, \dots, RI^{(1,K_1)}$ están configurados (por medio de señalización RRC). En otro ejemplo de 2-b-b, sólo se notifica un subconjunto (S_1) de RI, en el que el $RI^{(1,x)}$ notificado para x en S_1 puede estar *restringido*, por ejemplo al orden {1, 2} para copol y {1, 3} para doblepol ($RI^{(1,x)}$ de 1 bit), o {1, 2, 3, 4} para copol y {1, 3, 5, 7} para doblepol ($RI^{(1,x)}$ de 2 bits); o *no restringido*, por ejemplo al orden 1-8 ($RI^{(1,x)}$ de 3 bits). Además, $RI^{(1,x)}$ s para todas las x en S_1 son iguales o pueden ser diferentes. Hay dos subalternativas para $RI^{(1,y)}$ para y no en S_1 : $RI^{(1,y)}$ es fijo, por ejemplo, 1 u 8; y $RI^{(1,y)}$ se configura (por medio de señalización RRC). Además, $RI^{(1,y)}$ s para todos los y que no están en S_1 son iguales o pueden ser diferentes. En otro ejemplo de 2-b-d, todos los $RI^{(1,1)}, RI^{(1,2)}, \dots, RI^{(1,K_1)}$, en los que algunos o todos son restringidos o no restringidos. Cuando se informa $RI^{(1,y)}$ para y en {1, 2, ..., K_1 }, el $RI^{(1,y)}$ notificado puede ser de 1 bit para indicar el orden {1, 3} o {1,

2} o de 2 bits para indicar el orden {1, 3, 5, 7} o {1, 2, 3, 4}. Cuando el RI notificado no tiene restricciones, se pueden notificar todos los órdenes posibles. Por ejemplo, el RI notificado puede ser de 3 bits indicando el orden 1-8.

Los libros de códigos para $RI^{(1,1)}$, $RI^{(1,2)}$, ..., la información $RI^{(1,K1)}$ puede ser heredada (hasta Rel. 13) o el libro de códigos co-pol propuesto en la presente divulgación.

- 5 En algunas realizaciones, un UE está configurado con un informe CSI híbrido en el que el 1er Tipo eMIMO es Clase B, $K_1 = 1$ con puertos N_{P1} y el 2º Tipo eMIMO es Clase B, $K_2 = 1$ con puertos N_{P2} , en los que N_{P1} , $N_{P2} = 2, 4, 8$. La CSI notificada en el primer tipo eMIMO de clase B es: alternativa 1-a (Tabla 13): PMI o alternativa 1-b (Tabla 13): CQI, $RI^{(1)}$, PMI y el notificado en la 2ª Clase B eMIMO-Type incluye $RI^{(2)}$, CQI y PMI. Los libros de códigos para los dos tipos eMIMO pueden ajustarse a una de las siguientes alternativas: altO: Rel. 13 Libro de códigos de clase B; y alt1:
- 10 Uno de Rel. 12 libros de códigos. Existen dos alternativas para configurar N_{P1} , N_{P2} : $N_{P1} = N_{P2}$; y $N_{P1} \neq N_{P2}$.

- Dependiendo de si se notifican ambos o al menos uno de $RI^{(1)}$ y $RI^{(2)}$, puede haber las siguientes alternativas (como se muestra en la Tabla 13): 1-a: Sólo se informa de $RI^{(1)}$; 1-b: Sólo se informa de $RI^{(2)}$; y 1-c: Se notifican tanto $RI^{(1)}$ como $RI^{(2)}$. Todas las realizaciones sobre las alternativas de notificación RI (alternativas 0-a, 0-b, 0-c) para el caso de Clase A + Clase B $K = 1$ descritas anteriormente en la presente divulgación son aplicables también en este caso.
- 15

Aunque la presente divulgación se ha descrito con una realización ejemplar, pueden sugerirse diversos cambios y modificaciones a un experto en la técnica. Se pretende que la presente divulgación abarque tales cambios y modificaciones que caen dentro del ámbito de las reivindicaciones adjuntas.

- 20 Ninguna de las descripciones en la presente solicitud debe interpretarse en el sentido de que algún elemento, etapa, o función en particular sea un elemento esencial que deba incluirse en el ámbito de la reivindicación. El ámbito de la materia patentada está definido únicamente por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un equipo de usuario, UE, para una información de estado de canal, CSI, respuesta que incluye al menos uno de un primer parámetro, un segundo parámetro, un tercer parámetro o un cuarto parámetro en un sistema de comunicación avanzado, el UE que comprende:

5 un transceptor; y
al menos un procesador acoplado con el transceptor y configurado para:

recibir, de una estación base a través del transceptor, información de configuración de respuesta CSI, indicando la información de configuración de respuesta CSI si la CSI se notifica de acuerdo con una primera o una segunda manera,

10 en caso de que se configure la presentación de informes según la primera manera, identificar el primer parámetro, el segundo parámetro, el tercer parámetro y el cuarto parámetro correspondientes a los coeficientes de combinación de un libro de códigos de combinación lineal, LC, para la combinación de al menos dos haces,

15 en caso de que se configure la presentación de informes según la segunda manera, identificar el primer parámetro, el segundo parámetro y el cuarto parámetro correspondientes a los coeficientes de combinación del libro de códigos LC para la combinación de los al menos dos haces,

en el que el libro de códigos LC para la combinación de los al menos dos haces, W, es un libro de códigos doble $W=W_1 \cdot W_2$, en el que W_1 es un libro de códigos para la respuesta de vectores de base de banda ancha y W_2 es un libro de códigos para la respuesta de coeficientes de combinaciones lineales de banda ancha y subbanda,

20 en el que el libro de códigos W_2 comprende un libro de códigos para una magnitud de los coeficientes de combinación lineal, $W_{2,mag}$, y un libro de códigos para una fase de los coeficientes de combinación lineal, $W_{2,phase}$, y

transmitir, a la estación base a través del transceptor, la CSI que incluye los parámetros identificados,

25 en el que se identifica un precodificador basado en el libro de códigos LC y el primer parámetro, el segundo parámetro, el tercer parámetro y el cuarto parámetro en caso de que se configure la presentación de informes según la primera manera,

en el que el precodificador se identifica basándose en el libro de códigos LC y en el primer parámetro, el segundo parámetro y el cuarto parámetro en caso de que se configure la presentación de informes según la segunda manera,

30 en el que el primer parámetro, correspondiente al libro de códigos W_1 , es indicativo de los índices de los al menos dos haces,

en el que el segundo parámetro, correspondiente al libro de códigos $W_{2,mag}^2$, es indicativo de un valor de amplitud de banda ancha de los coeficientes de combinación de los al menos dos haces, determinándose el segundo parámetro en una primera etapa,

35 en la que, en una segunda etapa, el tercer parámetro, correspondiente al libro de códigos $W_{2,mag}^2$, se determina diferencialmente con respecto al segundo parámetro, y, es indicativo de al menos un valor de amplitud de subbanda de los coeficientes de combinación de los al menos dos haces, y

en el que el cuarto parámetro, correspondiente al libro de códigos $W_{2,phase}$, es indicativo de un valor de fase de subbanda de los coeficientes de combinación de los al menos dos haces.

2. El UE de la reivindicación 1, en el que el cuarto parámetro está asociado a una clave por desplazamiento de fase, PSK, y

45 en el que el valor de fase de al menos una subbanda de los coeficientes de combinación se identifica basándose en el cuarto parámetro y en un esquema PSK a utilizar, y

en el que, en caso de que el esquema PSK sea de modulación por desplazamiento de fase en cuadratura, QPSK, el valor de fase de al menos una subbanda se indica basándose en 2 bits por subbanda, y en caso de que el esquema PSK sea 8-PSK, el valor de fase de al menos una subbanda se indica basándose en 3 bits por subbanda.

3. Una estación base, BS, para una información de estado de canal, CSI, respuesta incluyendo al menos uno de un primer parámetro, un segundo parámetro, un tercer parámetro o un cuarto parámetro en un sistema de comunicación avanzado, la BS que comprende:

50 un transceptor; y
al menos un procesador acoplado con el transceptor y configurado para:

transmitir, a un equipo de usuario, UE, a través del transceptor, información de configuración de respuesta CSI, indicando la información de configuración de respuesta CSI si la CSI se notifica de acuerdo con una primera o una segunda manera,

55 recibir, del UE a través del transceptor, la CSI,

identificar un precodificador basado en la CSI recibida,

en el que:

el CSI incluye el primer parámetro, el segundo parámetro, el tercer parámetro y el cuarto parámetro correspondientes a los coeficientes de combinación para identificar un precodificador basado en un libro de códigos de combinación lineal, LC, para la combinación de al menos dos haces en caso de que se configure la notificación según la primera manera, y

la CSI incluye el primer parámetro, el segundo parámetro y el cuarto parámetro correspondientes a los coeficientes de combinación para identificar el precodificador basado en el libro de códigos LC para la combinación de los al menos dos haces en caso de que se configure la notificación según la segunda manera,

en el que el libro de códigos LC para la combinación de los al menos dos haces, W , es un libro de códigos doble $W=W_1 \cdot W_2$, en el que W_1 es un libro de códigos para la respuesta de vectores de base de banda ancha y W_2 es un libro de códigos para la respuesta de coeficientes de combinaciones lineales de banda ancha y subbanda,

en el que el libro de códigos W_2 comprende un libro de códigos para una magnitud de los coeficientes de combinación lineal, $W_{2,mag}$, y un libro de códigos para una fase de los coeficientes de combinación lineal, $W_{2,phase}$,

en el que el primer parámetro $(i_{1,1}, i_{1,2})$, correspondiente al libro de códigos W_1 , es indicativo de los índices de los al menos dos haces,

en el que el segundo parámetro, correspondiente al libro de códigos $W_{2,mag}$, es indicativo de un valor de amplitud de banda ancha de los coeficientes de combinación de los al menos dos haces, determinándose el segundo parámetro en una primera etapa,

en la que, en una segunda etapa, el tercer parámetro, correspondiente al libro de códigos $W_{2,mag}$, se determina diferencialmente con respecto al segundo parámetro, y, es indicativo de al menos un valor de amplitud de subbanda de los coeficientes de combinación de los al menos dos haces, y

en el que el cuarto parámetro, correspondiente al libro de códigos $W_{2,phase}$, es indicativo de un valor de fase de subbanda de los coeficientes de combinación de los al menos dos haces.

4. El BS de la reivindicación 3, en el que el cuarto parámetro está asociado a una clave por desplazamiento de fase, PSK, y

en el que el valor de fase de al menos una subbanda de los coeficientes de combinación se identifica basándose en el cuarto parámetro y en un esquema PSK a utilizar, y

en el que, en caso de que el esquema PSK sea de modulación por desplazamiento de fase en cuadratura, QPSK, el valor de fase de al menos una subbanda se indica basándose en 2 bits por subbanda, y en caso de que el esquema PSK sea 8-PSK, el valor de fase de al menos una subbanda se indica basándose en 3 bits por subbanda.

5. Un procedimiento para una información de estado de canal, CSI, respuesta incluyendo al menos uno de un primer parámetro, un segundo parámetro, un tercer parámetro o un cuarto parámetro en un sistema de comunicación avanzado, el procedimiento comprende:

recibir, de una estación base, información de configuración de respuesta CSI, indicando la información de configuración de respuesta CSI si la CSI se notifica de acuerdo con una primera o una segunda manera;

en caso de que se configure la presentación de informes según la primera manera, identificar el primer parámetro, el segundo parámetro, el tercer parámetro y el cuarto parámetro correspondientes a los coeficientes de combinación de un libro de códigos de combinación lineal, LC, para la combinación de al menos dos haces; en caso de que se configure la presentación de informes según la segunda manera, identificar el primer parámetro, el segundo parámetro y el cuarto parámetro correspondientes a los coeficientes de combinación del libro de códigos LC para la combinación de los al menos dos haces;

en el que el libro de códigos LC para la combinación de los al menos dos haces, W , es un libro de códigos doble $W=W_1 \cdot W_2$, en el que W_1 es un libro de códigos para la respuesta de vectores de base de banda ancha y W_2 es un libro de códigos para la respuesta de coeficientes de combinaciones lineales de banda ancha y subbanda,

en el que el libro de códigos W_2 comprende un libro de códigos para una magnitud de los coeficientes de combinación lineal, $W_{2,mag}$, y un libro de códigos para una fase de los coeficientes de combinación lineal, $W_{2,phase}$, y

transmitir, a la estación base, la CSI que incluya los parámetros identificados,

en el que se identifica un precodificador basado en el libro de códigos LC y el primer parámetro, el segundo parámetro, el tercer parámetro y el cuarto parámetro en caso de que se configure la presentación de informes según la primera manera,

en el que el precodificador se identifica basándose en el libro de códigos LC y en el primer parámetro, el segundo parámetro y el cuarto parámetro en caso de que se configure la presentación de informes según la segunda manera,

en el que el primer parámetro, correspondiente al libro de códigos W_1 , es indicativo de los índices de los al menos dos haces,

en el que el segundo parámetro, correspondiente al libro de códigos $W_{2,mag}$, es indicativo de un valor de amplitud de banda ancha de los coeficientes de combinación de los al menos dos haces, determinándose el segundo

parámetro en una primera etapa,

en la que, en una segunda etapa, el tercer parámetro, correspondiente al libro de códigos $W_{2,mag}$, se determina diferencialmente con respecto al segundo parámetro, y, es indicativo de al menos un valor de amplitud de subbanda de los coeficientes de combinación de los al menos dos haces, y
 en el que el cuarto parámetro, correspondiente al libro de códigos $W_{2, fase}$, es indicativo de un valor de fase de subbanda de los coeficientes de combinación de los al menos dos haces.

6. El procedimiento de la reivindicación 5, en el que:

el cuarto parámetro está asociado a una clave por desplazamiento de fase, PSK, y
 en el que el valor de fase de al menos una subbanda de los coeficientes de combinación se identifica basándose en el cuarto parámetro y en un esquema PSK a utilizar, y
 en el que, en caso de que el esquema PSK sea de modulación por desplazamiento de fase en cuadratura, QPSK, el valor de fase de al menos una subbanda se indica basándose en 2 bits por subbanda, y en caso de que el esquema PSK sea 8-PSK, el valor de fase de al menos una subbanda se indica basándose en 3 bits por subbanda.

7. Un procedimiento para la información de estado del canal, CSI, respuesta incluyendo al menos uno de un primer parámetro, un segundo parámetro, un tercer parámetro o un cuarto parámetro en un sistema de comunicación avanzado, el procedimiento comprende:

transmisión, a un equipo de usuario, UE, de información de configuración de respuesta CSI, indicando la información de configuración de respuesta CSI si la CSI se notifica de acuerdo con una primera o una segunda manera;
 recibir, del UE, la CSI,
 identificar un precodificador basado en la CSI recibida,
 en el que:

la CSI incluye el primer parámetro, el segundo parámetro, el tercer parámetro y el cuarto parámetro correspondientes a los coeficientes de combinación para identificar un precodificador basado en un libro de códigos de combinación lineal, LC, para la combinación de al menos dos haces procedentes del UE en caso de que esté configurada la notificación según la primera manera, y

la CSI incluye el primer parámetro, el segundo parámetro y el cuarto parámetro correspondientes a los coeficientes de combinación para identificar el precodificador basado en el libro de códigos LC para la combinación de los al menos dos haces en caso de que se configure la notificación según la segunda manera,

en el que el libro de códigos LC para la combinación de los al menos dos haces, W , es un libro de códigos doble $W=W_1 \cdot W_2$, en el que W_1 es un libro de códigos para la respuesta de vectores de base de banda ancha y W_2 es un libro de códigos para la respuesta de coeficientes de combinaciones lineales de banda ancha y subbanda,

en el que el libro de códigos W_2 comprende un libro de códigos para una magnitud de los coeficientes de combinación lineal, $W_{2,mag}$, y un libro de códigos para una fase de los coeficientes de combinación lineal, $W_{2, phase}$,

en el que el primer parámetro, correspondiente al libro de códigos W_1 , es indicativo de los índices de los al menos dos haces,

en el que el segundo parámetro, correspondiente al libro de códigos $W_{2,mag}^2$, es indicativo de un valor de amplitud de banda ancha de los coeficientes de combinación de los al menos dos haces, determinándose el segundo parámetro en una primera etapa,

en la que, en una segunda etapa, el tercer parámetro, correspondiente al libro de códigos $W_{2,mag}$, se determina diferencialmente con respecto al segundo parámetro, y, es indicativo de al menos un valor de amplitud de subbanda de los coeficientes de combinación de los al menos dos haces, y
 en el que el cuarto parámetro, correspondiente al libro de códigos $W_{2, fase}$, es indicativo de un valor de fase de subbanda de los coeficientes de combinación de los al menos dos haces.

8. El procedimiento de la reivindicación 7, en el que el cuarto parámetro está asociado a una codificación por desplazamiento de fase, PSK, y

en el que el valor de fase de al menos una subbanda de los coeficientes de combinación se identifica basándose en el cuarto parámetro y en un esquema PSK a utilizar, y
 en el que, en caso de que el esquema PSK sea de modulación por desplazamiento de fase en cuadratura, QPSK, el valor de fase de al menos una subbanda se indica basándose en 2 bits por subbanda, y en caso de que el esquema PSK sea 8-PSK, el valor de fase de al menos una subbanda se indica basándose en 3 bits por subbanda.

FIG. 1

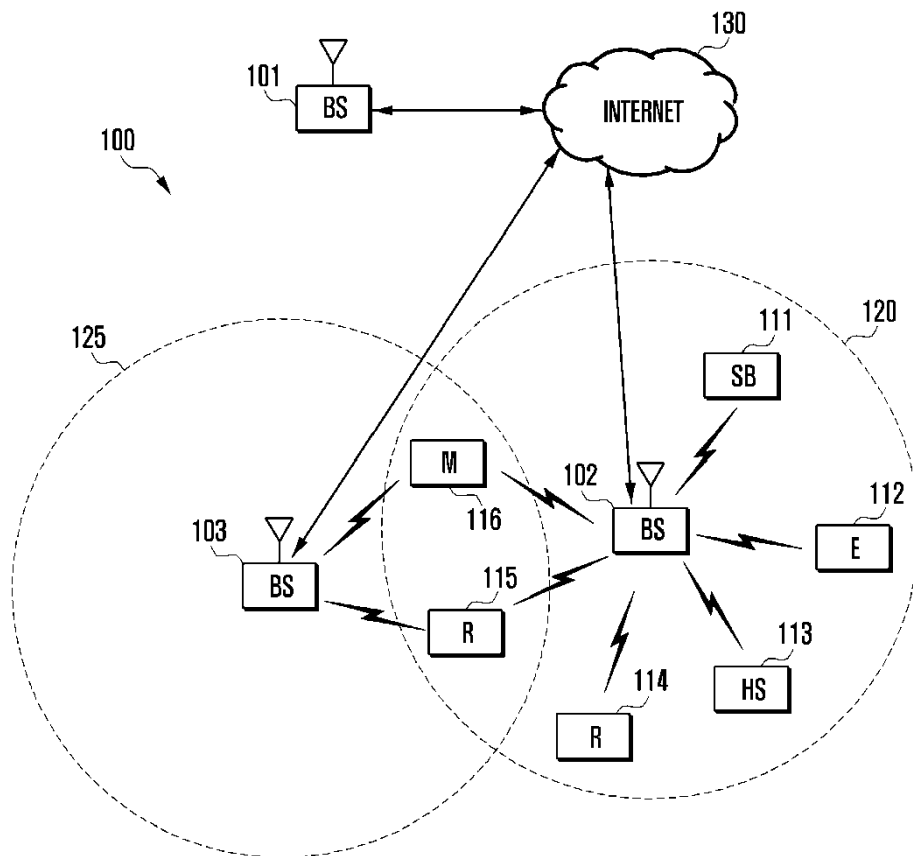


FIG. 2

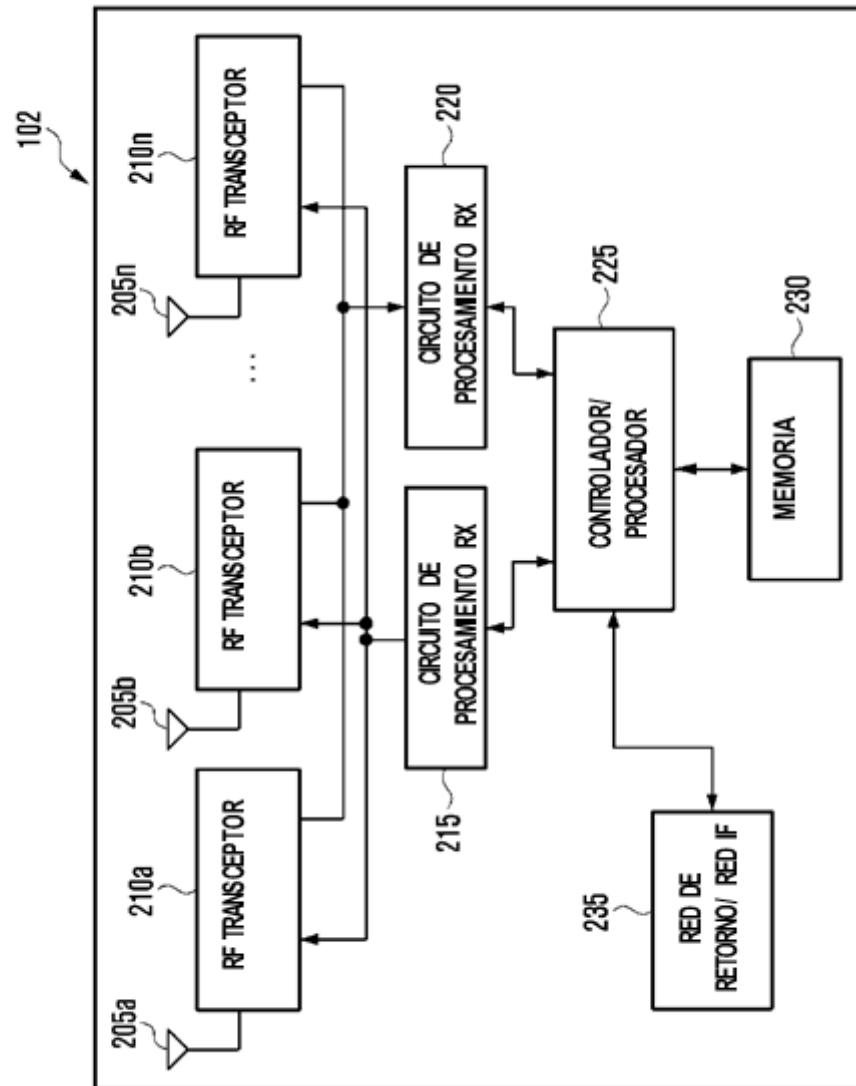


FIG. 3

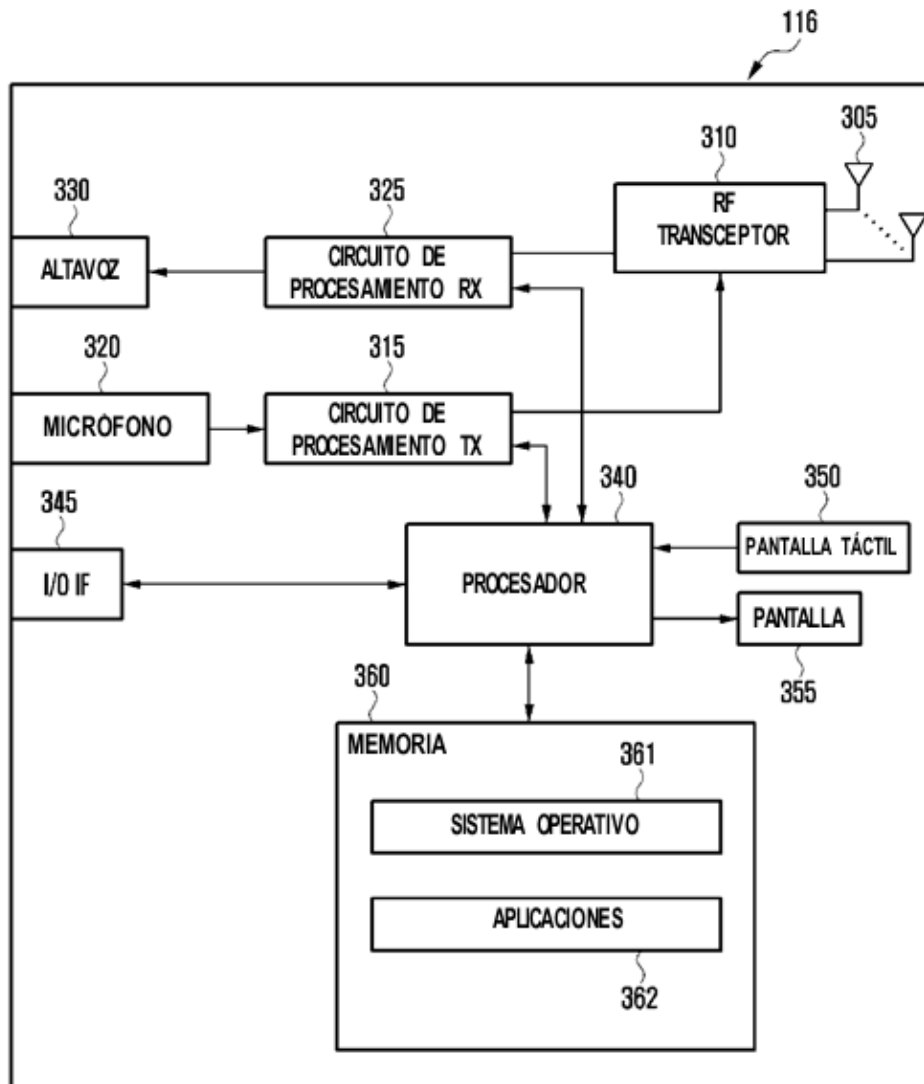


FIG. 4A

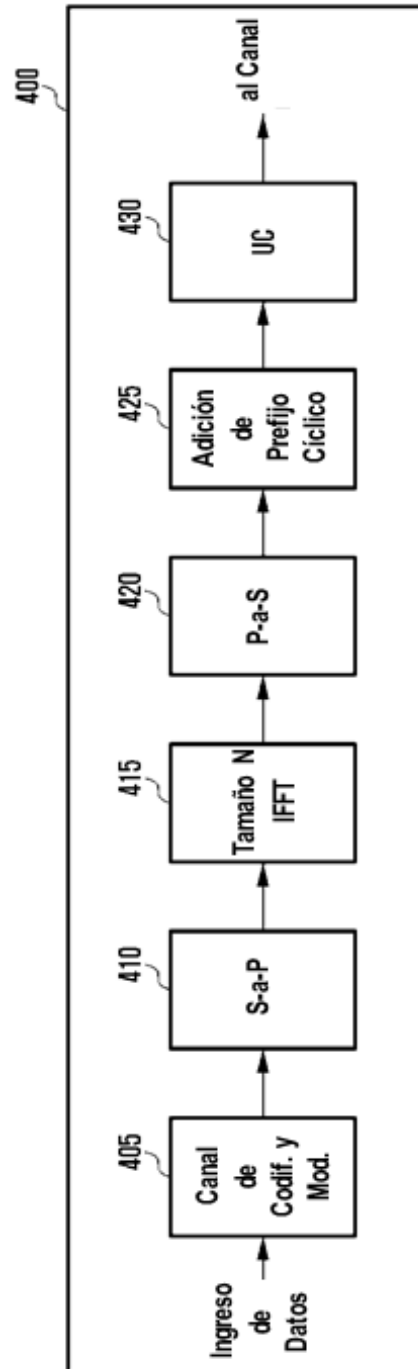


FIG. 4B

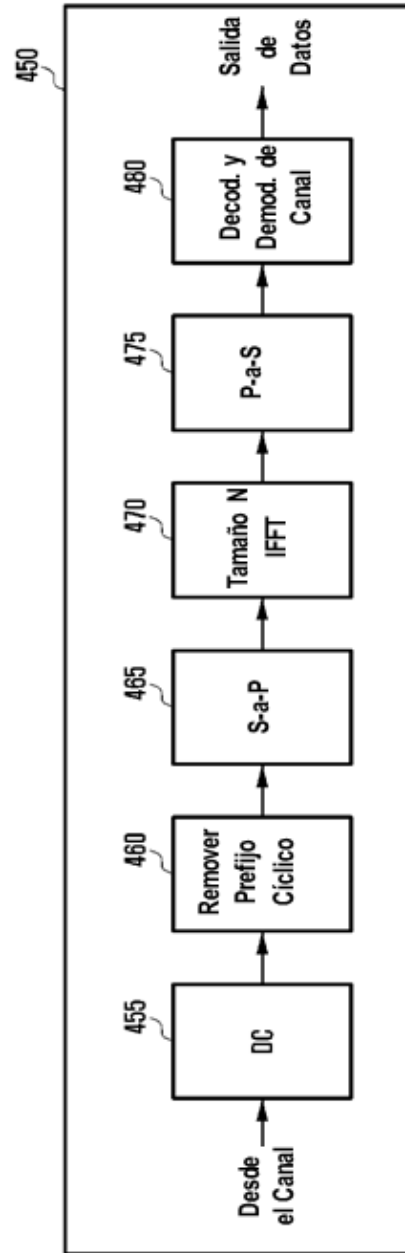


FIG. 5

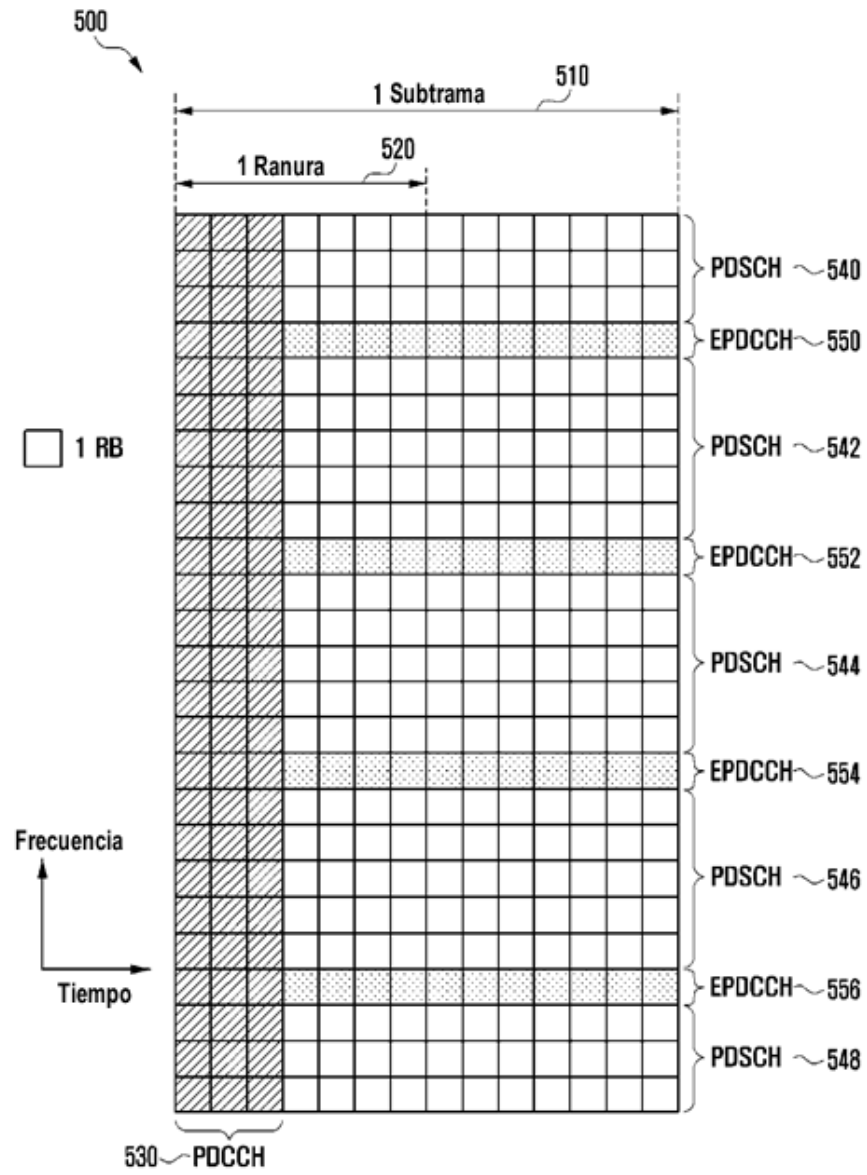


FIG. 6

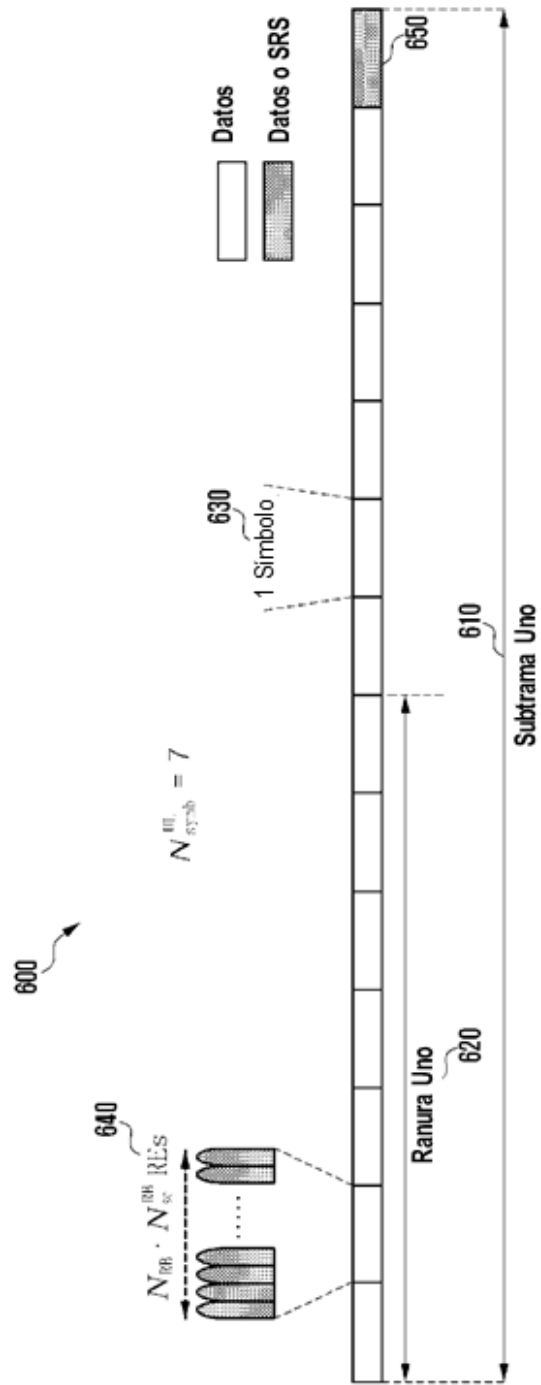


FIG. 7

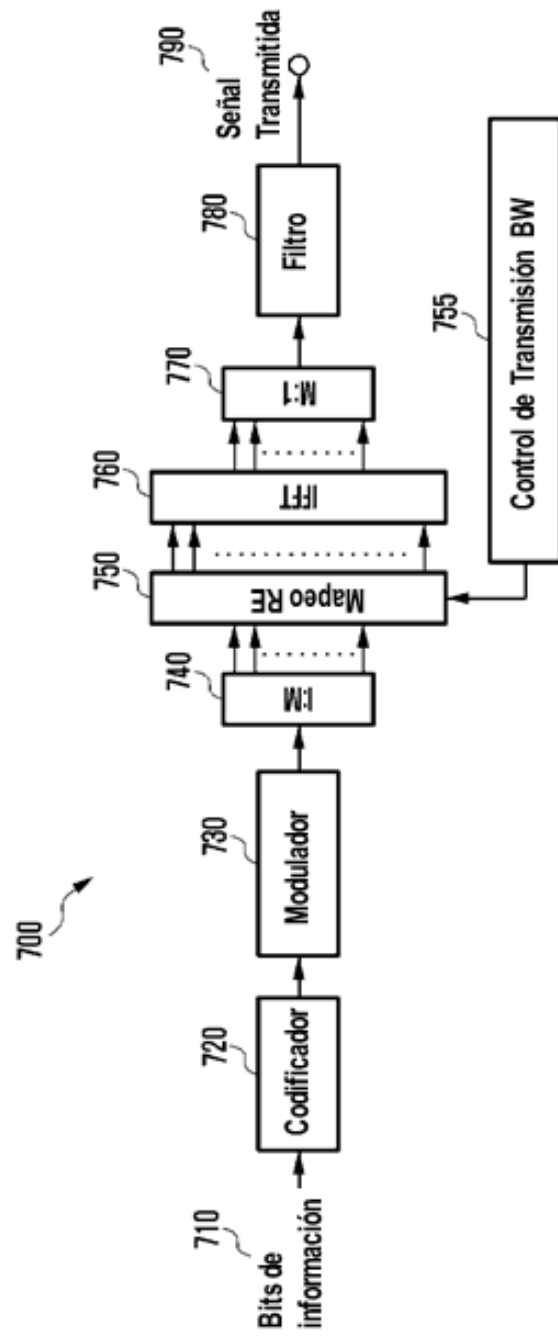


FIG. 8

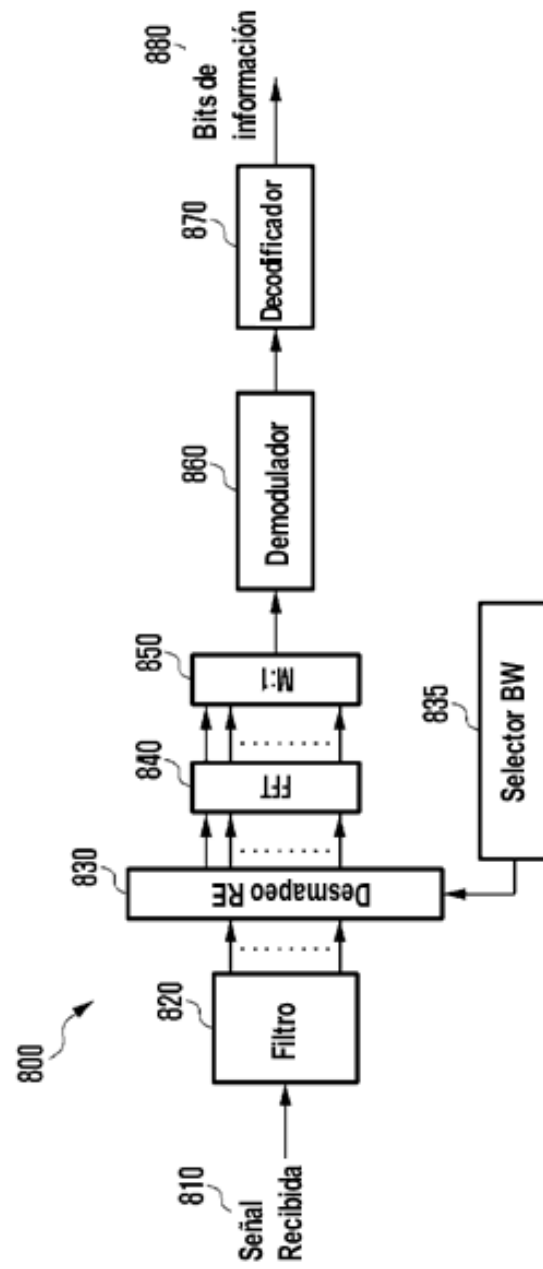


FIG. 9

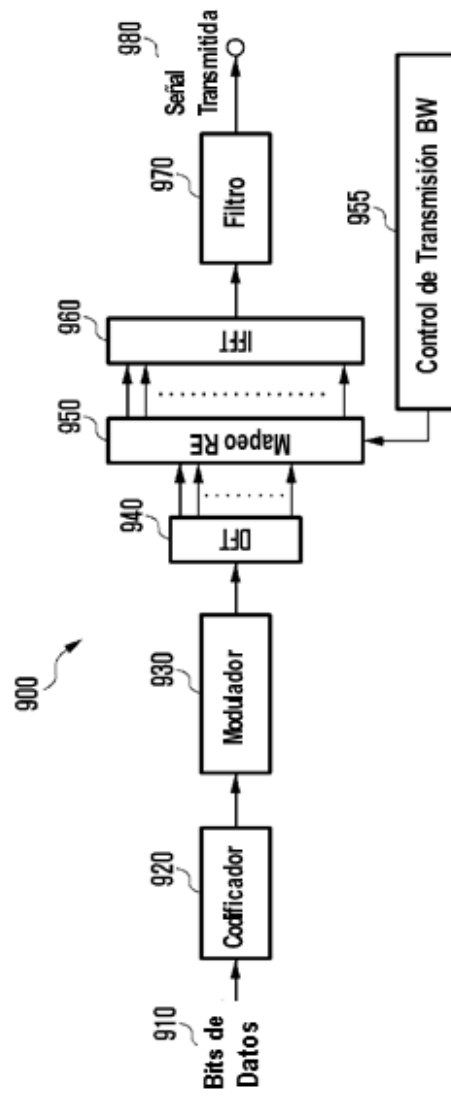


FIG. 10

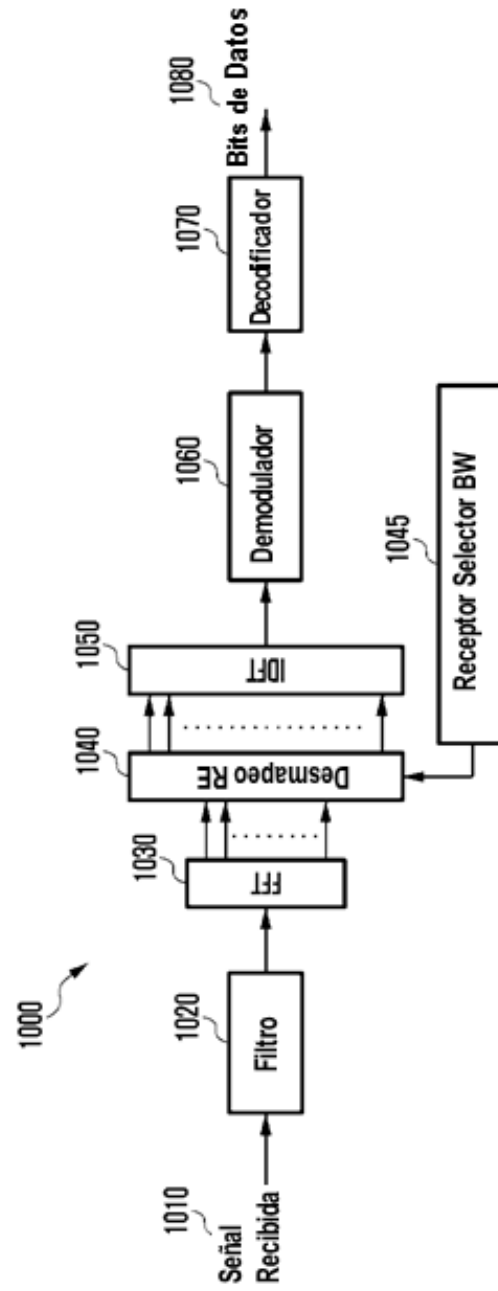


FIG. 11

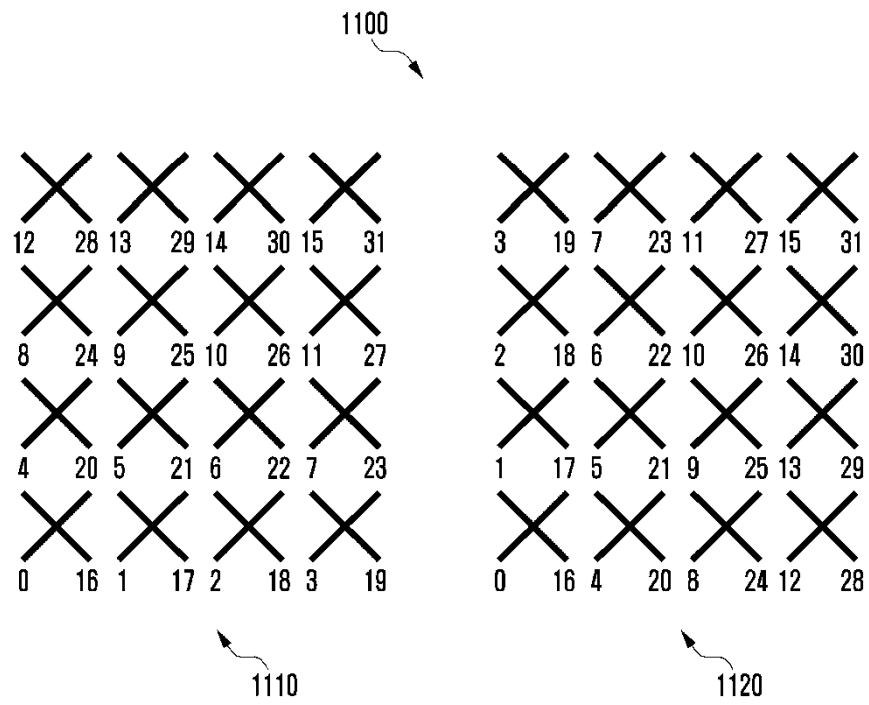
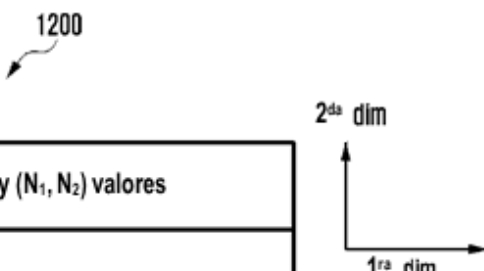


FIG. 12

1200



Número de Puertos	Disposición de puertos, y (N ₁ , N ₂) valores			
2	(1,1)	×		
4	(2,1)	×	×	
8	(2,2)	×	×	(4,1) ××××
12	(2,3)	×	×	×
		×	×	×
		×	×	×
			(3,2)	(6,1)
16	(2,4)	×	×	×
		×	×	×
		×	×	×
		×	×	×
			(4,2)	(8,1)

FIG. 13

1300

# Puertos	Disposición de puertos, y (N ₁ , N ₂) valores	# Puertos	Disposición de puertos, y (N ₁ , N ₂) valores
20	(5,2) xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx	28	(7,2) xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx
	(10,1) xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx		(14,1) xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx
24	(4,3) xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx	32	(4,4) xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx
	(6,2) xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx		(8,2) xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx
	(12,1) xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx		(16,1) xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx

FIG. 14

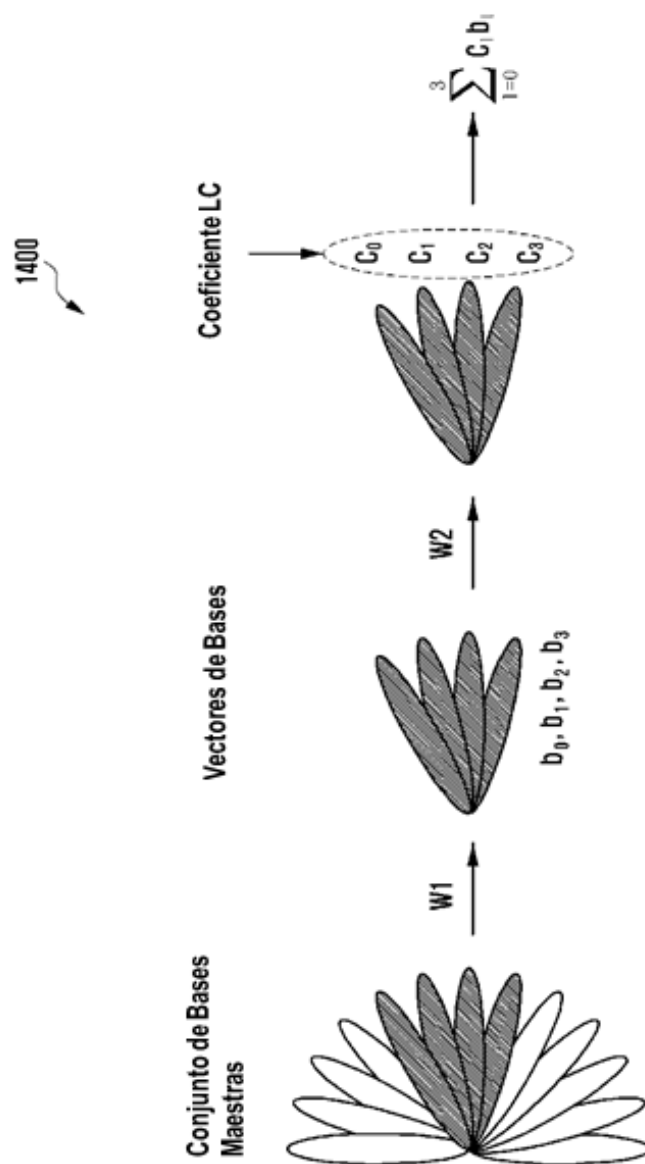


FIG. 15

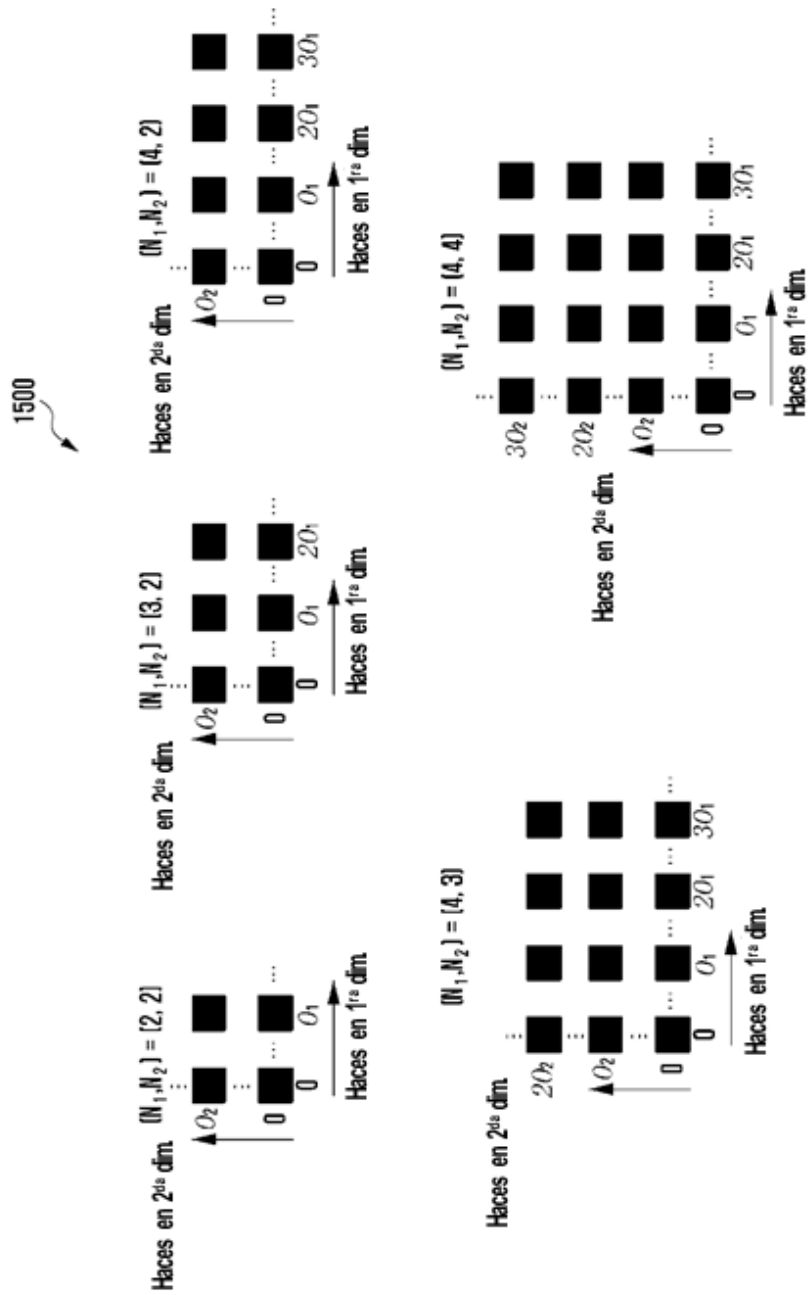


FIG. 16

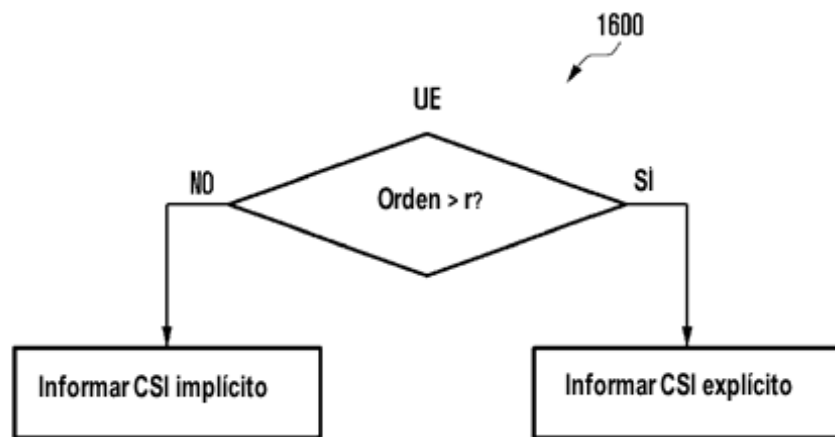


FIG. 17

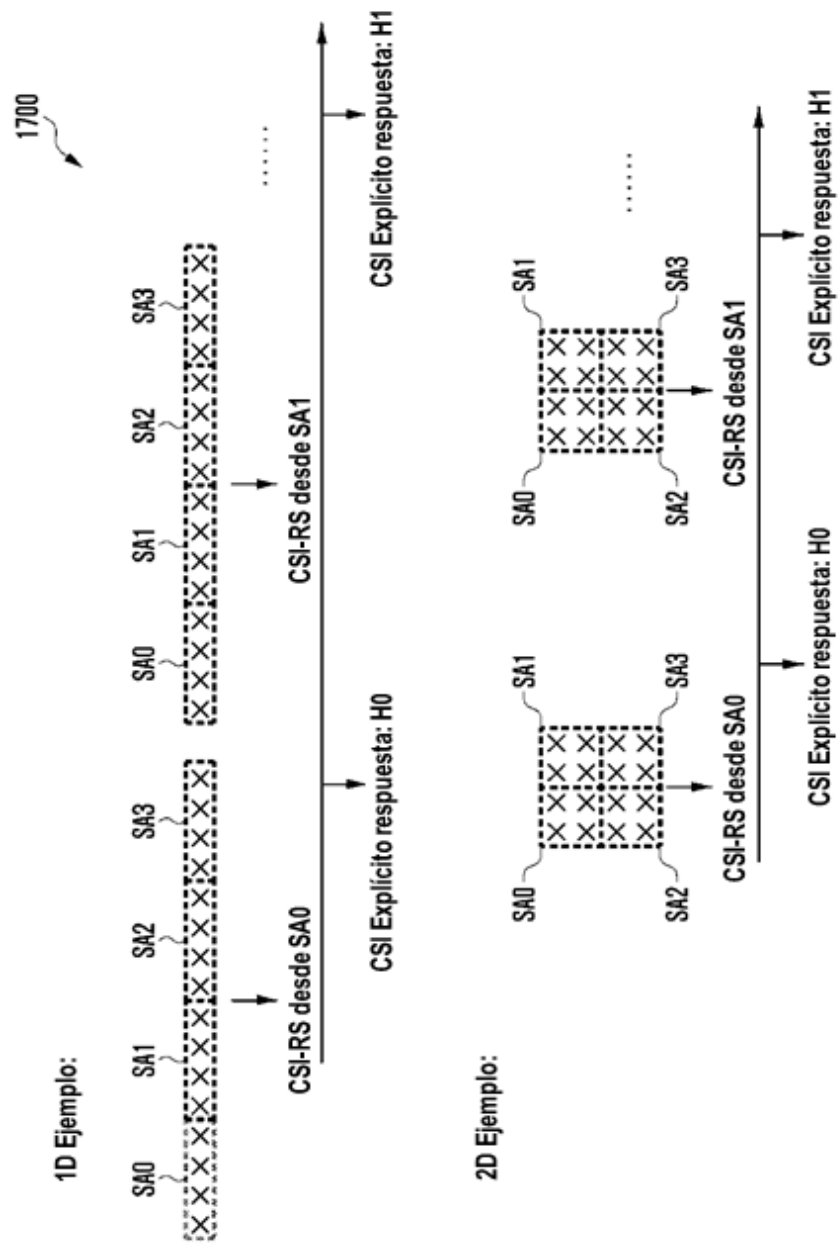


FIG. 18

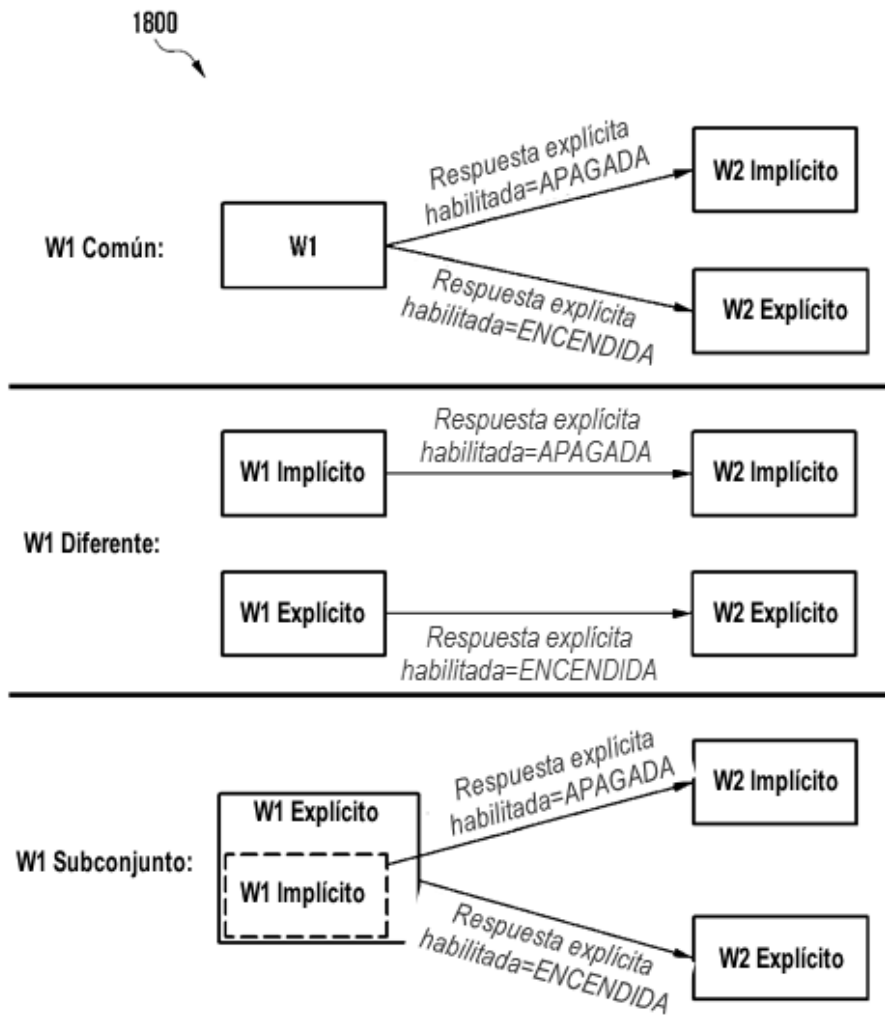


FIG. 19

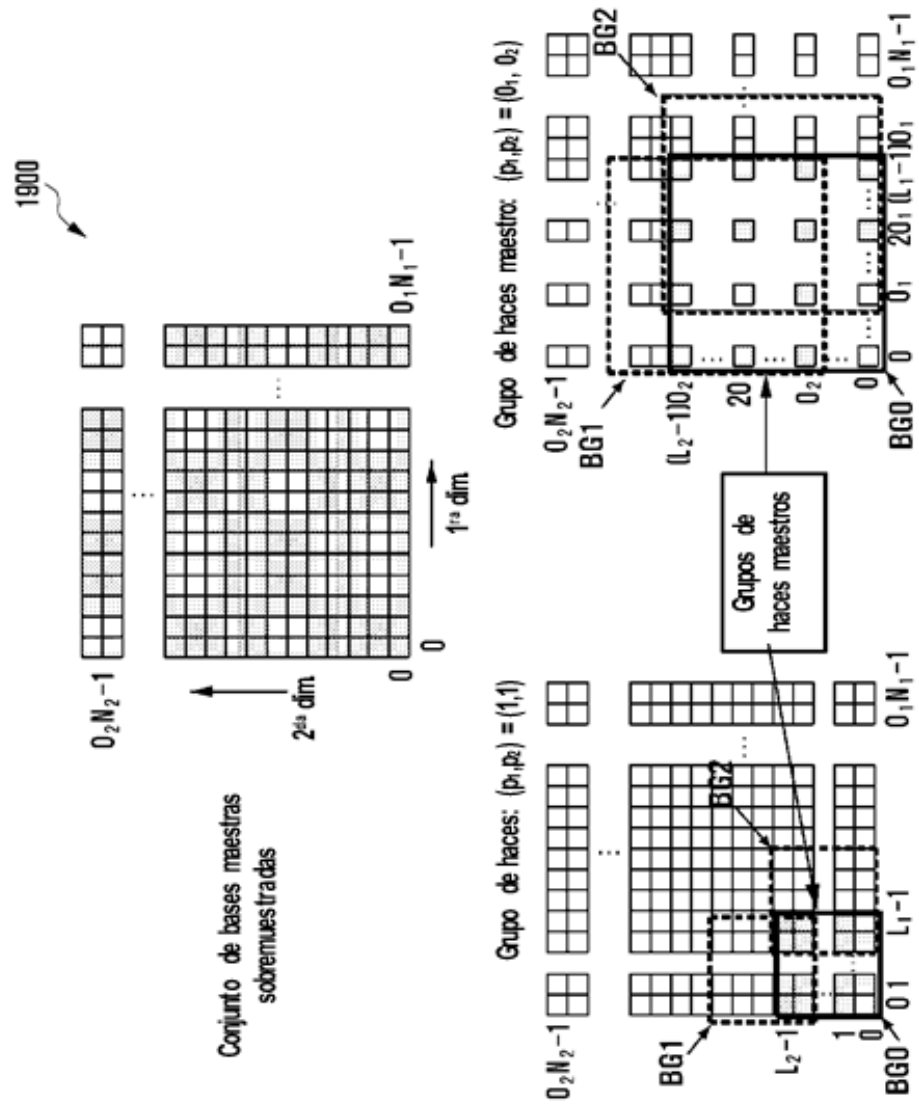


FIG. 20

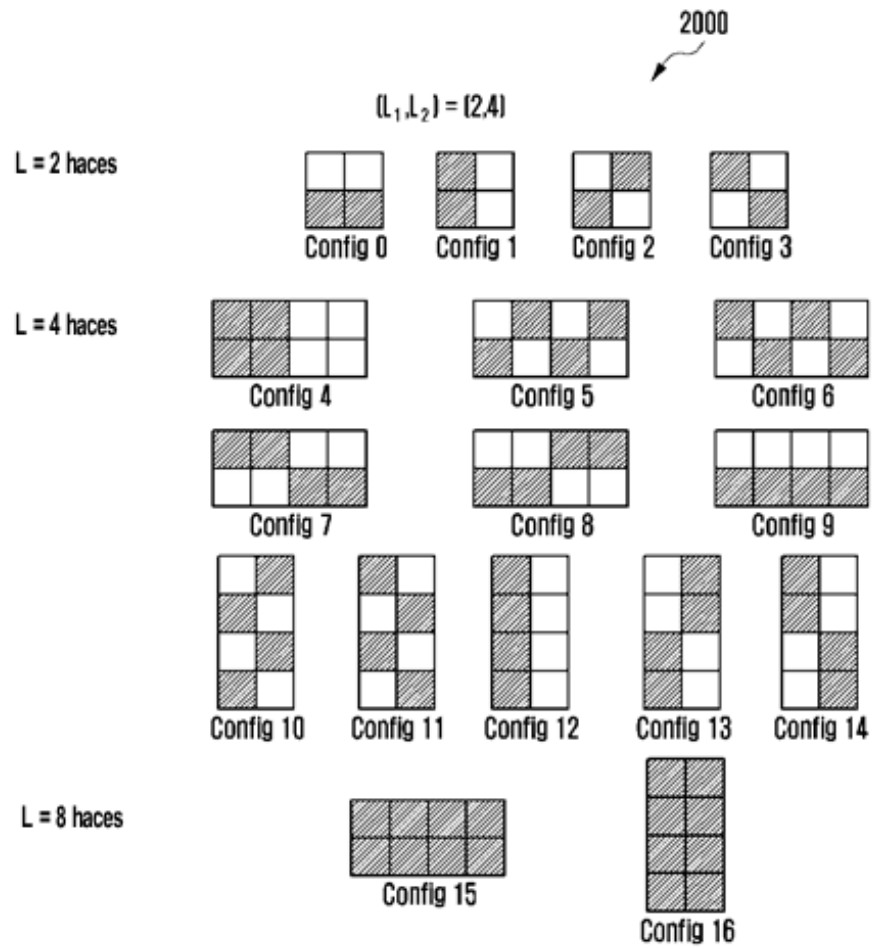


FIG. 21

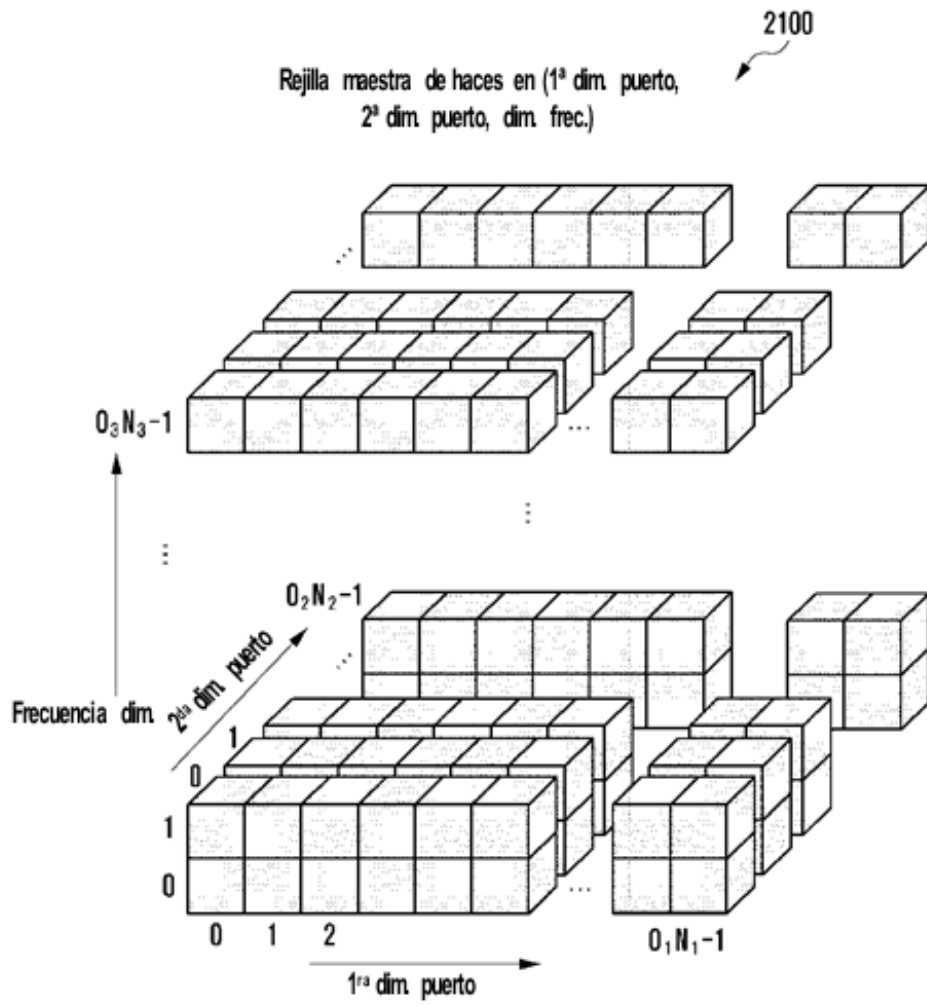


FIG. 22

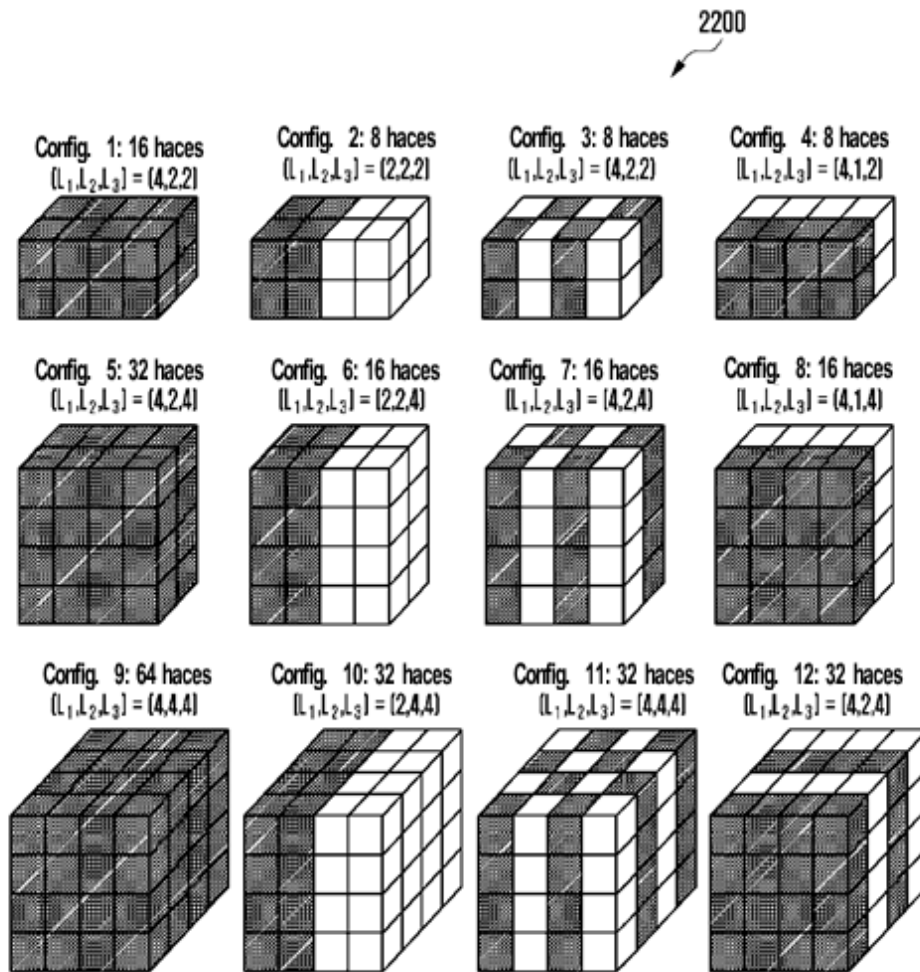


FIG. 23

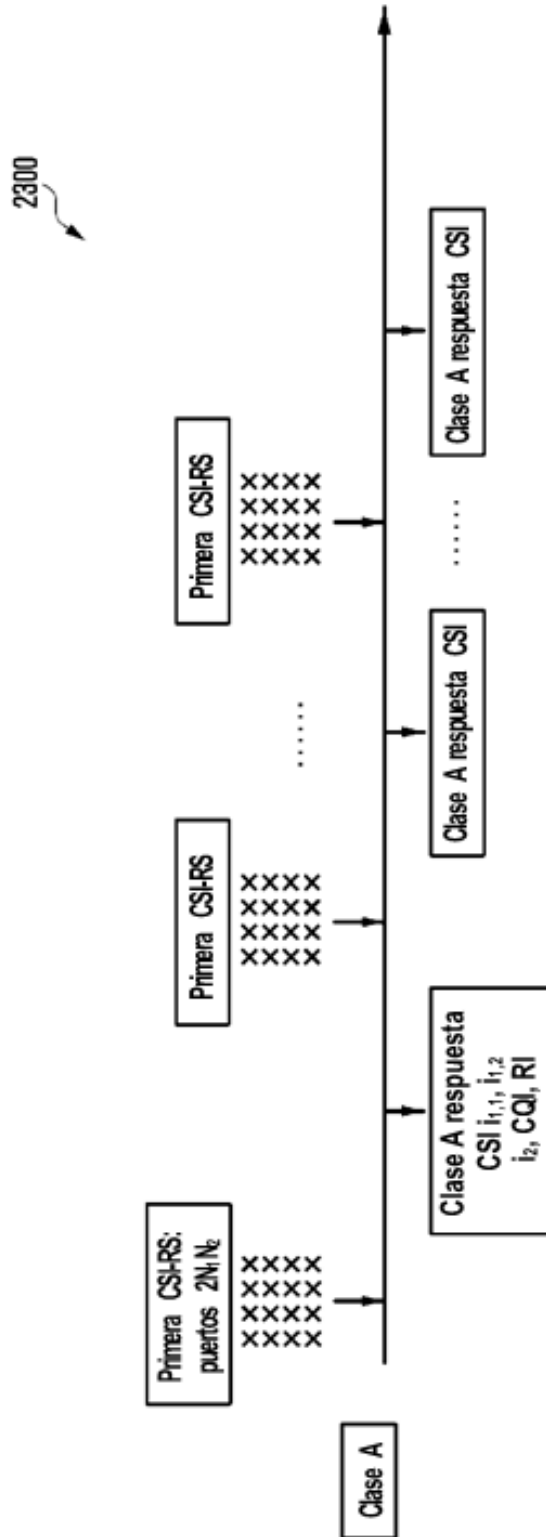


FIG. 24

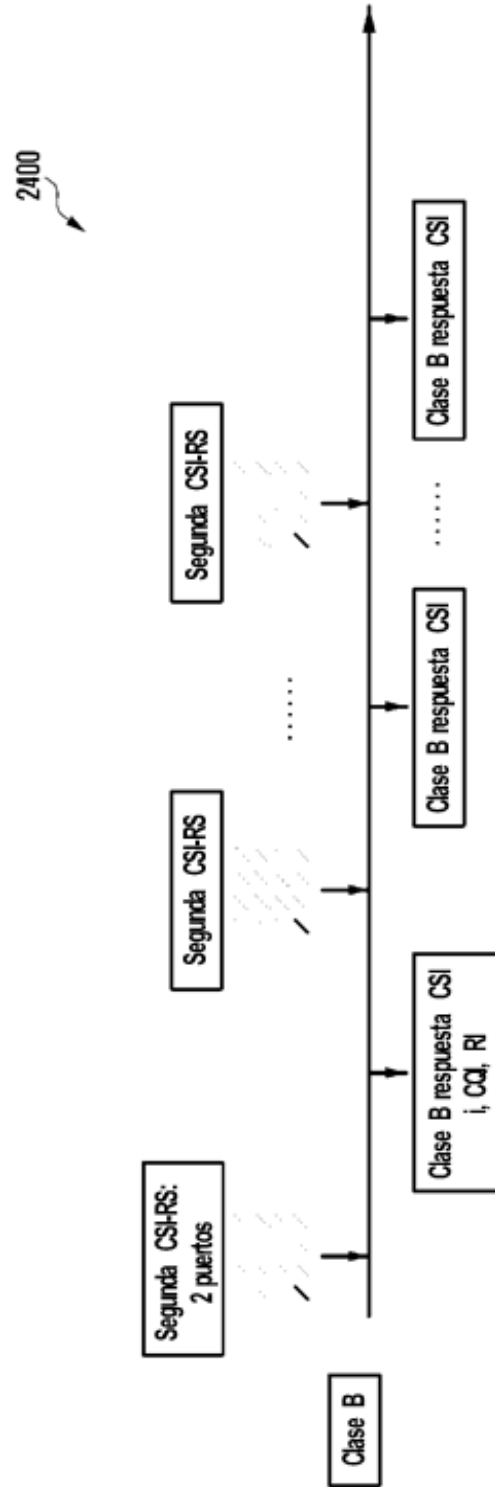
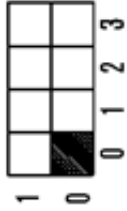


FIG. 25

Configuración	Clase A W1 haces, indicados por medio de i_1 o (i_1, i_2)		Clase B, $K = 1$
	Libro de cód. W1	Haces	
0-0	Orden 1-2		$N_f = 2$
1-0, 1-1	Orden 3-4	 Disposición puerto 1D: 3 pares de haces ortogonales $\{(0,0)\{0,0\}\}$, $\{(0,0)\{0,201\}\}$, y $\{(0,0)\{0,301\}\}$ Disposición puerto 2D: 2 pares de haces ortogonales $\{(0,0)\{0,01\}\}$ y $\{(0,0)\{0,20\}\}$	$N_f = 2,4$
2-0, 2-1, 2-2	Orden 7-8	 Disposición puerto 1D: 3 pares de haces ortogonales $\{(0,0)\{0,0\}\}$, $\{(0,0)\{0,201\}\}$, y $\{(0,0)\{0,301\}\}$ Disposición puerto 2D: 2 pares de haces ortogonales $\{(0,0)\{0,01\}\}$ y $\{(0,0)\{0,20\}\}$	$N_f = 2,4,8$

2500

FIG. 26

2600

Configuración	Clase A W1 haces, indicados por medio de $i1$ o $(h_{1,1}, h_{1,2})$				Clase B, K = 1
	W ₁ CB	Config.-Libro cód. 2	Config.-Libro cód. 3	Config.-Libro cód. 4	
0-0, 0-1, 0-2	Orden 1-2				$N_p = 2,4,8$
1-0, 1-1, 1-2	Orden 3-4	0_1 $k=1$ $\vdots$ $k=0$ 0 0_1 Disposición puerto 2D: 2 grupos de haces ortogonales Disposición puerto 1D: 3 grupos de haces ortogonales (igual que Config. Libro Cód. 1)	0_1 $k=1$ $\vdots$ $k=0$ 0 0_1 Disposición puerto 2D: 2 grupos de haces ortogonales Disposición puerto 1D: 3 grupos de haces ortogonales (igual que Config. Libro Cód. 1)	0_1 $k=1$ $\vdots$ $k=0$ 0 0_1 Disposición puerto 2D: 2 grupos de haces ortogonales Disposición puerto 1D: 3 grupos de haces ortogonales (igual que Config. Libro Cód. 1)	$N_p = 2,4,8$
2-0, 2-1, 2-2	Orden 7-8	0_1 $\vdots$ 0 0 0_1 20_1 30_1	0_1 $N_1 > 4$ $\vdots$ 0 $N_1 > 4$ 0 0_1 20_1 30_1 $\vdots$ 0_1 $N_1 = 3$ $\vdots$ 0 $N_1 = 3$ 0 0_1 20_1 $\vdots$ 0_1 $N_1 = 2$ $\vdots$ 0 $N_1 = 2$ 0 0_1	0_1 $N_1 > 4$ $\vdots$ 0 $N_1 > 4$ 0 0_1 20_1 30_1 $\vdots$ 0_1 $N_1 = 3$ $\vdots$ 0 $N_1 = 3$ 0 0_1 20_1 $\vdots$ 0_1 $N_1 = 2$ $\vdots$ 0 $N_1 = 2$ 0 0_1	$N_p = 2,4,8$

FIG. 27

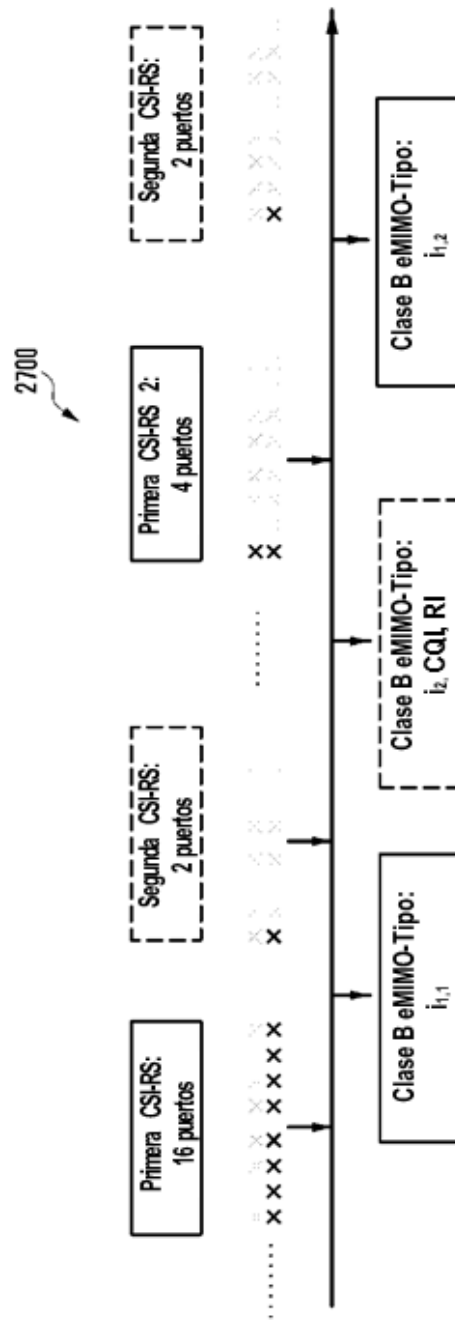


FIG. 28

2800



Tipo	1 ^{ra} dimensión	2 ^{da} dimensión
0		
1		
2		
3	