

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 790 360**

51 Int. Cl.:

<b>H04B 7/06</b>	(2006.01)
<b>H04B 7/04</b>	(2007.01)
<b>H04B 7/0456</b>	(2007.01)
<b>H04L 1/00</b>	(2006.01)
<b>H04L 1/06</b>	(2006.01)
<b>H04L 5/00</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.11.2016 PCT/KR2016/012881**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.05.2017 WO17082634**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.11.2016 E 16864560 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2020 EP 3365987**

54 Título: **Procedimiento y aparato para MIMO de realimentación reducida**

30 Prioridad:

**11.11.2015 US 201562253911 P**  
**28.01.2016 US 201662288180 P**  
**23.03.2016 US 201662312222 P**  
**31.10.2016 US 201615339482**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.10.2020**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**ONGGOSANUSI, EKO;**  
**RAHMAN, MD SAIFUR y**  
**KWAK, YOUNGWO**

74 Agente/Representante:

**GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo**

ES 2 790 360 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 MIMO de realimentación reducida

### **[Campo técnico]**

5 La presente divulgación se refiere en general a un procedimiento de transmisión y a generar información de la información de estado de canal (CSI) para múltiples antenas de transmisión que incluyen dos conjuntos dimensionales. Tales dos matrices dimensionales pueden estar asociadas con un tipo de sistema de múltiple entrada múltiple salida (MIMO) a menudo denominado MIMO de “dimensión completa” (FD-MIMO) o MIMO masivo o 3D-MIMO.

### **[Antecedentes de la técnica]**

10 Para cumplir las demandas de tráfico de datos inalámbrico que han aumentado desde el despliegue de los sistemas de comunicación de la 4ª generación (4G), se han realizado esfuerzos para desarrollar un sistema de comunicación de la 5ª generación (5G) mejorado o pre-5G. Por lo tanto, el sistema de comunicación 5G o pre-5G también se denomina una ‘Red más allá de 4G’ o un ‘sistema post LTE’.

15 El sistema de comunicación 5G se considera para que se implemente en bandas de frecuencia superior (mmWave), por ejemplo, bandas de 60 GHz, para conseguir tasas de datos superiores. Para reducir la pérdida de propagación de las ondas de radio y aumentar la distancia de transmisión, se analizan las técnicas de formación de haces, múltiple entrada múltiple salida (MIMO) masivo, MIMO dimensional completo (FD-MIMO), antenas en conjuntos, una formación de haces analógica, antena de gran escala en los sistemas de comunicación 5G.

20 Además, en sistemas de comunicación 5G, el desarrollo de la mejora de red de sistema está en marcha basándose en las células pequeñas avanzadas, Redes de Acceso de Radio (RAN) en la nube, redes ultra densas, comunicación de dispositivo a dispositivo (D2D), enlace de retroceso inalámbrico, red en movimiento, comunicación cooperativa, Múltiples Puntos Coordinados (CoMP), cancelación de interferencia de extremo de recepción y similares.

25 En el sistema 5G, se han desarrollado Modulación de FSK y QAM (FQAM) híbrida y codificación de superposición de ventana deslizante (SWSC) como una modulación de codificación avanzada (ACM), y múltiples portadoras de banco de filtros (FBMC), acceso múltiple no ortogonal (NOMA), y acceso múltiple de código ensanchado (SCMA) como una tecnología de acceso avanzado.

30 La comunicación inalámbrica ha sido una de las innovaciones más satisfactorias en la historia moderna. La demanda de tráfico de datos inalámbrico está aumentando rápidamente debido a la creciente popularidad entre consumidores y a los negocios de teléfonos inteligentes y otros dispositivos de datos móviles, tales como tabletas, ordenadores “de bloc de notas”, portátiles, lectores de libros electrónicos y máquinas de tipo dispositivo. Para cumplir el alto crecimiento en el tráfico de datos móvil y soportar nuevas aplicaciones y despliegues, es de suma importancia las mejoras en la eficacia y cobertura de la interfaz de radio.

35 Un dispositivo móvil o equipo de usuario puede medir la calidad del canal de enlace descendente e informar esta calidad a una estación base de modo que puede realizarse una determinación con respecto a si deberían ajustarse diversos parámetros durante la comunicación con el dispositivo móvil. Los procedimientos de generación de información de calidad de canal existentes en sistemas de comunicaciones inalámbricas no adoptan de manera suficiente la generación de información de información de estado de canal asociada con antenas de transmisión de conjunto de dos dimensiones grandes, o, en general, la geometría de conjunto de antenas que adopta un gran número de elementos de antena. El documento WO 2015/115706 A1 desvela un procedimiento para transmitir una señal de referencia basándose en escalamiento de antena adaptativo en un sistema de comunicación inalámbrica.

40 La publicación del 3GPP “Class A codebook structure” (R1-154861) propone diferentes estructuras de libro de códigos que pueden usarse en la generación de información de CSI para FD-MIMO.

### **[Divulgación de la invención]**

#### **[Problema técnico]**

45 Diversas realizaciones de la presente divulgación proporcionan procedimientos y aparatos para la generación de información de CSI.

#### **[Solución al problema]**

50 La invención se define por las reivindicaciones independientes. Se estipulan realizaciones preferidas de la invención en las reivindicaciones dependientes. Aunque se han desvelado varias realizaciones y/o ejemplos en esta descripción, la materia objeto para la que se busca protección está limitada estricta y únicamente a aquellas realizaciones y/o ejemplos abarcados por el alcance de las reivindicaciones adjuntas. Las realizaciones y/o ejemplos mencionados en la descripción que no caen dentro del alcance de las reivindicaciones son útiles para entender la invención.

En una realización, se proporciona un equipo de usuario (UE). El UE incluye al menos un transceptor; y al menos un

- procesador, operativamente acoplado a el al menos un transceptor, y configurado para: determinar un primer indicador de matriz de precodificación (PMI) asociado con al menos un primer índice de libro de códigos para un libro de códigos, en el que cada matriz de precodificación del libro de códigos se especifica por el al menos un primer índice de libro de códigos y un segundo índice de libro de códigos; determinar un indicador de calidad de canal (CQI) seleccionado una matriz de precodificación por uno o más bloques de recursos físicos, PRB, de un conjunto de matrices de precodificación del libro de códigos, en el que el conjunto matrices de precodificación corresponde al primer PMI asociado con el al menos un primer índice de libro de códigos y uno o más valores asociados con el segundo índice de libro de códigos; y transmitir, a la estación base, el primer PMI y el CQI sin informar un valor asociado con el segundo índice de libro de códigos. En otra realización, se proporciona una estación base (BS). La BS incluye al menos un transceptor; y al menos un procesador, operativamente acoplado a el al menos un transceptor, y configurado para: transmitir, a un equipo de usuario (UE) señales de referencia de información de estado de canal (CSI-RS); y recibir, del UE, un primer indicador de matriz de precodificación (PMI) asociado con el al menos un primer índice de libro de códigos para un libro de códigos y un indicador de calidad de canal (CQI) sin recibir un valor asociado con un segundo índice de libro de códigos, en el que cada matriz de precodificación del libro de códigos se especifica por el al menos un primer índice de libro de códigos y el segundo índice de libro de códigos, en el que el CQI se determina seleccionando una matriz de precodificación por uno o más bloques de recursos físicos, PRB, de un conjunto de matrices de precodificación de un libro de códigos, y en el que el conjunto matrices de precodificación corresponde al primer PMI asociado con el al menos un primer índice de libro de códigos y uno o más valores asociados con el segundo índice de libro de códigos.
- 20 En otra realización, se proporciona un procedimiento para operar un UE y para operar una BS.

**[Efectos ventajosos de la invención]**

Las diversas realizaciones de acuerdo con la presente divulgación pueden realizar eficazmente la generación de información de información de estado de canal (CSI) a través de realimentación reducida.

**[Breve descripción de los dibujos]**

- 25 Para un entendimiento más completo de la presente divulgación y sus ventajas, se hace referencia ahora a la siguiente descripción tomada en conjunto con los dibujos adjuntos, en los que números de referencia similares representan partes similares:
- La figura 1 ilustra una red inalámbrica de ejemplo de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación;
- 30 Las figuras 2A y 2B ilustran rutas de transmisión y recepción inalámbrica de ejemplo de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación;
- La figura 3A ilustra un equipo de usuario de ejemplo de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación;
- La figura 3B ilustra un Nodo B mejorado (eNB) de ejemplo de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación;
- 35 La figura 4 ilustra conjuntos de antena bidimensionales (2D) de ejemplo contruidos a partir de 16 elementos polarizados de doble polaridad dispuestos en un formato rectangular 4x2 o 2x4 que pueden utilizarse en diversas realizaciones de la presente divulgación;
- La figura 5 ilustra un ejemplo de transmisión de enlace descendente donde el canal muestra un ensanchamiento de ángulo de partida (AoD) limitado;
- 40 La figura 6 ilustra un ejemplo de un procedimiento o esquema de transmisión de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación;
- La figura 7 ilustra un ejemplo de una generación de información de información de estado de canal (CSI) periódica de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación;
- 45 La figura 8 ilustra un diagrama de flujo para un procedimiento de ejemplo en el que un UE recibe información de configuración y calcula un informe de CSI de acuerdo con una realización de la presente divulgación; y
- La figura 9 ilustra un diagrama de flujo para un procedimiento de ejemplo en el que un eNB configura un UE (etiquetado como UE-k) con esquema de transmisión, un ajuste de libro de códigos, y tipo de eMIMO de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación.

**[Mejor modo para llevar a cabo la invención]**

- 50 La presente divulgación se refiere a un sistema de comunicación previo a la 5ª Generación (5G) o 5G que va a proporcionarse para soportar tasas de datos superiores más allá del sistema de comunicación de la 4ª Generación (4G) tal como la Evolución a Largo Plazo (LTE).

Otras características técnicas pueden ser fácilmente evidentes para un experto en la materia a partir de las siguientes figuras, descripciones y reivindicaciones.

- 55 Antes de llevar a cabo la descripción detallada a continuación, puede ser ventajoso exponer definiciones de ciertas palabras y frases usadas a través de todo este documento de patente. El término “acoplar” y sus derivados hacen referencia a cualquier comunicación directa o indirecta entre dos o más elementos, ya estén o no estos elementos en contacto físico entre sí. Los términos “transmitir”, “recibir”, y “comunicar”, así como derivados de los mismos, abarcan

tanto comunicación directa como indirecta. Los términos “incluye” y “comprende”, así como derivados de los mismos, significan inclusión sin limitación. El término “o” es inclusivo, que significa y/o. La frase “asociado con”, así como derivadas de la misma, significa incluir, estar incluido en, interconectado con, contener, estar contenido en, conectar a o con, acoplar a o con, ser comunicable con, cooperativo con, intercalar, yuxtaponer, estar próximo a, estar limitado 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. Un controlador de este tipo puede implementarse en hardware o una combinación de hardware y software y/o firmware. La funcionalidad asociada con cualquier controlador particular puede estar centralizada o distribuida, ya sea local o remotamente. La frase “al menos uno de”, cuando se usa con una lista de elementos, significa que pueden usarse diferentes combinaciones de uno o más de los elementos enumerados, y puede ser necesario únicamente un elemento en 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.

Además, diversas funciones descritas a continuación pueden implementarse o soportarse por uno o más programas informáticos, cada uno de los cuales está formado de código de programa legible por ordenador e incorporado en un medio legible por ordenador. Los términos ‘aplicación’ y ‘programa’ hacen referencia a uno o más programas informáticos, componentes de software, conjuntos de instrucciones, procedimientos, funciones, objetos, clases, instancias, datos relacionados, 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 informático, que incluye código fuente, código objeto, y código ejecutable. La frase “medio legible por ordenador” incluye cualquier tipo de medio que pueda accederse por un ordenador, tal como memoria de solo lectura (ROM), 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 enlaces de comunicación alámbricos, inalámbricos, ópticos u otros que transportan señales eléctricas transitorias u otras. Un medio legible por ordenador no transitorio incluye medios donde los datos pueden almacenarse permanentemente y medios donde los datos pueden almacenarse y sobrescribirse más tarde, tal como un disco óptico re-escribible o un dispositivo de memoria borrrable. Las definiciones para otras ciertas palabras y frases se proporcionan a través de todo este documento de patente. Los expertos en la materia deben entender que en muchas, si no en la mayoría de las circunstancias, tales definiciones se aplican a usos anteriores así como futuros de tales palabras y frases definidas.

Las figuras 1 a 9, analizadas a continuación, y las diversas realizaciones usadas para describir los principios de la presente divulgación en este documento de patente son por medio de ilustración únicamente y no deben interpretarse de manera alguna para limitar el alcance de la divulgación. Los expertos en la materia entenderán que los principios de la presente divulgación pueden implementarse en cualquier sistema de comunicación inalámbrica dispuesto de manera adecuada.

#### **Lista de acrónimos**

- 2D: bidimensional
- MIMO: múltiple entrada múltiple salida
- SU-MIMO: MIMO de único usuario
- MU-MIMO: MIMO de múltiple usuario
- 3GPP: proyecto asociación de 3ª generación
- LTE: evolución a largo plazo
- UE: equipo de usuario
- eNB: Nodo B evolucionado o “eNB”
- BS: estación base
- DL: enlace descendente
- UL: enlace ascendente
- CRS: señal o señales de referencia específicas de célula
- DMRS: señal o señales de referencia de demodulación
- SRS: señal o señales de referencia de sondeo
- UE-RS: señal o señales de referencia específicas de UE
- CSI-RS: señales de referencia de información de estado de canal
- SCID: identidad de aleatorización
- MCS: esquema de modulación y codificación
- RE: elemento de recurso
- CQI: información de calidad de canal
- PMI: indicador de matriz de precodificación
- RI: indicador de orden de prioridad
- MU-CQI: CQI de múltiples usuarios
- CSI: información de estado de canal
- CSI-IM: medición de interferencia de CSI
- CoMP: multi-punto coordinado
- DCI: información de control de enlace descendente
- UCI: información de control de enlace ascendente
- PDSCH: canal compartido de enlace descendente físico

- PDCCH: canal de control de enlace descendente físico
- PUSCH: canal compartido de enlace ascendente físico
- PUCCH: canal de control de enlace ascendente físico
- PRB: bloque de recurso físico
- 5 • RRC: control de recursos de radio
- AoA: ángulo de llegada
- AoD: ángulo de partida

Los siguientes documentos y descripciones de normas son relevantes para la presente divulgación: 3GPP Technical Specification (TS) 36.211 versión 12.4.0, "E-UTRA, Physical channels and modulation" ("REF 1"); 3GPP TS 36.212 versión 12.3.0, "E-UTRA, Multiplexing and Channel coding" ("REF 2"); 3GPP TS 36.213 versión 12.4.0, "E-UTRA, Physical Layer Procedures" ("REF 3"); y 3GPP TS 36.331 versión 12.4.0, "E-UTRA, Radio Resource Control (RRC) Protocol Specification" ("REF 4").

Para cumplir las demandas de tráfico de datos inalámbrico que ha aumentado desde el despliegue de sistemas de comunicación 4G, se han realizado 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 una 'Red 4G más allá de 4G' o un 'Sistema Post LTE'.

El sistema de comunicación 5G se considera para que se implemente en bandas de frecuencia superior (mmWave), por ejemplo, bandas de 60 GHz, para conseguir tasas de datos superiores. Para reducir la pérdida de propagación de las ondas de radio y aumentar la distancia de transmisión, se analizan las técnicas de formación de haces, múltiple entrada múltiple salida (MIMO) masivo, MIMO dimensional completo (FD-MIMO), antenas en conjuntos, una formación de haces analógica, antena de gran escala en los sistemas de comunicación 5G.

Además, en sistemas de comunicación 5G, el desarrollo de la mejora de red de sistema está en marcha basándose en las células pequeñas avanzadas, Redes de Acceso de Radio (RAN) en la nube, redes ultra densas, comunicación de dispositivo a dispositivo (D2D), enlace de retroceso inalámbrico, red en movimiento, comunicación cooperativa, Múltiples Puntos Coordinados (CoMP), cancelación de interferencia de extremo de recepción y similares.

En el sistema 5G, se han desarrollado modulación por desplazamiento de frecuencia híbrida (FSK) y modulación QAM (FQAM) y codificación de superposición de ventana deslizante (SWSC) como una modulación de codificación avanzada (ACM), y múltiple portadora de banco de filtros (FBMC), acceso múltiple no ortogonal (NOMA), y acceso múltiple de código ensanchado (SCMA) como una tecnología de acceso avanzado.

La figura 1 ilustra una red 100 inalámbrica de ejemplo de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación. La realización de la red 100 inalámbrica mostrada en la figura 1 es para ilustración únicamente. Otras realizaciones de la red 100 inalámbrica podrían usarse sin alejarse el alcance de la presente divulgación.

La red 100 inalámbrica 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 de Protocolo de Internet (IP), tal como internet, una red de IP propietaria, u otras redes de datos. En lugar de "eNB", puede usarse también un término alternativo "gNB" (Nodo B general). Dependiendo del tipo de red, pueden usarse otros términos bien conocidos en lugar de "eNB" o "BS", tales como "estación base" o "punto de acceso." Por motivos de conveniencia, los términos "eNB" y "BS" se usan en este documento de patente para hacer referencia a componentes de infraestructura de red que proporcionan acceso inalámbrico a terminales remotos. También, dependiendo del tipo de red, pueden usarse otros términos bien conocidos en lugar de "equipo de usuario" o "UE", tal como "estación móvil", "estación de abonado", "terminal remoto", "terminal inalámbrico", o "dispositivo de usuario". Por motivos de conveniencia, se usan las expresiones "equipo de usuario" y "UE" en este documento de patente para hacer referencia a equipo inalámbrico remoto que accede inalámbricamente a un eNB, ya sea el UE un dispositivo móvil (tal como un teléfono móvil o teléfono inteligente) o se considere normalmente un dispositivo estacionario (tal como un ordenador de sobremesa o máquina de venta).

El eNB 102 proporciona acceso de banda ancha inalámbrico a la red 130 para una primera pluralidad de equipos de usuario (UE) en un área 120 de cobertura del eNB 102. La primera pluralidad de UE incluye un UE 111, que puede estar ubicado en un pequeño negocio (SB); un UE 112, que puede estar ubicado en una empresa (E); un UE 113, que puede estar ubicado en un punto caliente de 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) como un teléfono celular, un portátil inalámbrico, un PDA inalámbrico o similares. El eNB 103 proporciona acceso de banda ancha inalámbrico a la red 130 para una segunda pluralidad de UE en un área 125 de cobertura 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 pueden comunicarse entre sí y con los UE 111-116 usando 5G, LTE, LTE-A, WiMAX, u otras técnicas de comunicación inalámbrica.

Las líneas discontinuas muestran las extensiones aproximadas de las áreas 120 y 125 de cobertura, que se muestran aproximadamente circulares para los fines de ilustración y explicación únicamente. Debe entenderse de manera evidente que las áreas de cobertura asociadas con los eNB, tales como las áreas 120 y 125 de cobertura, pueden tener otras formas, incluyendo formas irregulares, dependiendo de la configuración de los eNB y variaciones en el

entorno de radio asociado con obstrucciones naturales y hechas por el hombre.

Como se describe en más detalle a continuación, uno o más del eNB 101, eNB 102, y eNB 103 transmiten a los UE 111-116 realizando ciclos de precodificador y configuran los UE 111-116 para la generación de información de CSI como se describe en las realizaciones de la presente divulgación. En diversas realizaciones, uno o más de los UE 111-116 reciben y demodulan al menos una transmisión con la realización de ciclos de precodificador así como realizan cálculo y generación de información de la CSI.

Aunque la figura 1 ilustra un ejemplo de una red 100 inalámbrica, pueden realizarse diversos cambios a la figura 1. Por ejemplo, la red 100 inalámbrica podría incluir cualquier número de eNB y cualquier número de UE en cualquier disposición adecuada. También, el eNB 101 podría comunicarse directamente con cualquier número de UE y proporcionar a estos UE con acceso de banda ancha inalámbrico a la red 130. De manera similar, cada eNB 102-103 podría comunicarse directamente con la red 130 y proporcionar a los UE con acceso de banda ancha inalámbrico directo a la red 130. Además, el eNB 101, 102, y/o 103 podrían proporcionar acceso a redes externas adicionales u otras, tales como redes de telefonía externas u otros tipos de redes de datos.

Las figuras 2A y 2B ilustran rutas de transmisión y recepción inalámbrica de ejemplo de acuerdo con la presente divulgación. En la siguiente descripción, una ruta 200 de transmisión puede describirse como que está implementada en un eNB (tal como el eNB 102), mientras que una ruta 250 de recepción puede describirse como que está implementada en un UE (tal como el UE 116). Sin embargo, se entenderá que la ruta 250 de recepción podría implementarse en un eNB y que la ruta 200 de transmisión podría implementarse en un UE. En algunas realizaciones, la ruta 250 de recepción está configurada para recibir y demodular al menos una transmisión con la realización de ciclos del precodificador así como con la medición de calidad de canal de soporte y la generación de información como se describe en las realizaciones de la presente divulgación.

La ruta 200 de transmisión incluye un bloque 205 de codificación y modulación de canal, un bloque 210 de serie a paralelo (S-a-P), un bloque 215 de Transformada de Fourier rápida inversa (IFFT) de tamaño N, un bloque 220 de paralelo a serie (P-a-S), un bloque 225 de adición de prefijo cíclico, y un convertor ascendente (UC) 230. La ruta 250 de recepción incluye un convertidor descendente (DC) 255, un bloque 260 de eliminación de prefijo cíclico, un bloque 265 de serie a paralelo (S-a-P), un bloque 270 de Transformada Rápida de Fourier (FFT) de tamaño N, un bloque 275 de paralelo a serie (P-a-S), y un bloque 280 de decodificación y demodulación de canal.

En la ruta 200 de transmisión, el bloque de codificación y modulación de canal recibe un conjunto de bits de información, aplica codificación (tal como codificación convolucional, Turbo, o comprobación de paridad de baja densidad (LDPC)), y modula los bits de entrada (tal como con Modulación por Desplazamiento de Fase Cuaternaria (QPSK) o Modulación por Amplitud en Cuadratura (QAM)) para generar una secuencia de símbolos de modulación de dominio de la frecuencia. El bloque 210 de serie a paralelo convierte (tal como demultiplexa) los símbolos modulados en serie a datos paralelos para generar N flujos de símbolo paralelos, donde N es el tamaño de IFFT/FFT usado en el eNB 102 y el UE 116. El bloque 215 de IFFT de tamaño N realiza una operación de IFFT en los N flujos de símbolo paralelos para generar señales de salida del dominio del tiempo. El bloque 220 de paralelo a serie convierte (tal como multiplexa) los símbolos de salida del dominio de tiempo paralelos del bloque 215 de IFFT de tamaño N a una señal de dominio del tiempo serie. El bloque 225 de 'adición de prefijo cíclico' inserta un prefijo cíclico a la señal de dominio del tiempo. El convertidor ascendente 230 modula (tal como convierte de manera ascendente) la salida del bloque 225 de 'adición de prefijo cíclico' a una frecuencia de RF para transmisión mediante un canal inalámbrico. La señal también puede filtrarse a una banda base antes de la conversión a la frecuencia de RF.

La señal de RF transmitida desde el eNB 102 llega al UE 116 después de pasar a través del canal inalámbrico, y se realizan operaciones inversas a aquellas en el eNB 102 en el UE 116. El convertidor descendente 255 convierte de manera descendente la señal recibida a una frecuencia de banda base, y el bloque 260 de eliminación de prefijo cíclico elimina el prefijo cíclico para generar una señal de banda base de dominio del tiempo serie. El bloque 265 de serie a paralelo convierte la señal de banda base del dominio del tiempo a señales de dominio del tiempo paralelas. El bloque 270 de FFT de tamaño N realiza un algoritmo de FFT para generar N señales de dominio de la frecuencia paralelas. El bloque 275 de paralelo a serie convierte las señales del dominio de la frecuencia paralelas a una secuencia de símbolos de datos modulados. El bloque 280 de decodificación y demodulación de canal demodula y decodifica los símbolos modulados para recuperar el flujo de datos de entrada original.

Como se describe en más detalle a continuación, la ruta 200 o de transmisión o la ruta 250 de recepción pueden realizar señalización por generación de información de CSI. Cada uno de los eNB 101-103 puede implementar una ruta 200 de transmisión que es análoga a la transmisión en el enlace descendente a los UE 111-116 y puede implementar una ruta 250 de recepción que es análoga a la recepción en el enlace ascendente de los UE 111-116. De manera similar, cada uno de los UE 111-116 puede implementar una ruta 200 de transmisión para transmitir en el enlace ascendente a los eNB 101-103 y puede implementar una ruta 250 de recepción para la recepción en el enlace descendente de los eNB 101-103.

Cada uno de los componentes en las figuras 2A y 2B puede implementarse usando únicamente hardware o usando una combinación de hardware y software/firmware. Como un ejemplo particular, al menos algunos de los componentes en las figuras 2A y 2B pueden implementarse en software, mientras que otros componentes pueden implementarse

por hardware configurable o una mezcla de software y hardware configurable. Por ejemplo, el bloque 270 de FFT y el bloque 215 de IFFT pueden implementarse como algoritmos de software configurables, donde el valor del tamaño N puede modificarse de acuerdo con la implementación.

5 Adicionalmente, aunque se describe como usando FFT y IFFT, esto es por medio de ilustración únicamente y no debe interpretarse para limitar el alcance de la presente divulgación. Podrían usarse otros tipos de transformadas, tales como las funciones de Transformada de Fourier discreta (DFT) y la Transformada de Fourier Discreta Inversa (IDFT). Se apreciará que el valor de la variable N puede ser cualquier número entero (tal como 1, 2, 3, 4, o similares) para las funciones de DFT e IDFT, mientras que el valor de la variable N puede ser cualquier número entero que sea una potencia de dos (tal como 1, 2, 4, 8, 16, o similares) para las funciones de FFT y IFFT.

10 Aunque las figuras 2A y 2B ilustran ejemplos de rutas de transmisión y recepción inalámbrica, pueden realizarse diversos cambios a las figuras 2A y 2B. Por ejemplo, podrían combinarse diversos componentes en las figuras 2A y 2B, subdividirse adicionalmente u omitirse, y podrían añadirse componentes adicionales de acuerdo con necesidades particulares. También, las figuras 2A y 2B se pretenden para ilustrar ejemplos de los tipos de rutas de transmisión y recepción que podrían usarse en una red inalámbrica. Podrían usarse otras arquitecturas adecuadas para soportar  
15 comunicaciones inalámbricas en una red inalámbrica.

La figura 3A ilustra un UE de ejemplo 116 de acuerdo con la presente divulgación. La realización del UE 116 ilustrada en la figura 3A es para ilustración únicamente, y los UE 111-115 de la figura 1 podrían tener la misma configuración o similar. Sin embargo, los UE vienen en una amplia diversidad de configuraciones y la figura 3A no limita el alcance de la presente divulgación a implementación particular alguna de un UE.

20 El UE 116 incluye una antena 305, un transceptor 310 de frecuencia de radio (RF), circuitería 315 de procesamiento de transmisión (TX), un micrófono 320, y circuitería 325 de procesamiento de recepción (RX). El UE 116 también incluye un altavoz 330, un procesador 340, una interfaz 345 (IF) de entrada/salida (E/S), una entrada 350, una pantalla 355, y una memoria 360. La memoria 360 incluye un programa 361 de sistema operativo (SO) y una o más aplicaciones 362.

25 El transceptor 310 de RF recibe, de la antena 305, una señal de RF de entrada transmitida por un eNB de la red 100. El transceptor 310 de RF convierte de manera descendente la señal de RF de entrada para generar una frecuencia intermedia (IF) o señal de banda base. La IF o señal de banda base se envía a la circuitería 325 de procesamiento de RX, que genera una señal de banda base procesada filtrando, decodificando y/o digitalizando la señal de banda base o de IF. La circuitería 325 de procesamiento de RX transmite la señal de banda base procesada al altavoz 330 (tal  
30 como para datos de voz) o al procesador 340 para procesamiento adicional (tal como para datos de exploración web).

La circuitería 315 de procesamiento de TX recibe datos de voz analógicos o digitales del micrófono 320 u otros datos de banda base de salida (tal como datos de web, correo electrónico, o datos de videojuegos interactivos) del procesador 340. La circuitería 315 de procesamiento de TX codifica, multiplexa y/o digitaliza los datos de banda base de salida para generar una señal de banda base o de IF procesada. El transceptor 310 de RF recibe la señal de banda base o de IF procesada de salida de la circuitería 315 de procesamiento de TX y convierte de manera ascendente la  
35 señal de banda base o de IF a una señal de RF que se transmite mediante la antena 305. El procesador 340 puede incluir uno o más procesadores u otros dispositivos de procesamiento y ejecutar el programa 361 de SO almacenado en la memoria 360 para controlar la operación global del UE 116. Por ejemplo, el procesador 340 podría controlar la recepción de señales de canal directo y la transmisión de señales de canal inverso por el transceptor 310 de RF, la circuitería 325 de procesamiento de RX, y la circuitería 315 de procesamiento de TX de acuerdo con principios bien conocidos. En algunas realizaciones, el procesador 340 incluye al menos un microprocesador o microcontrolador.

El procesador 340 también puede ejecutar otros procedimientos y programas residentes en la memoria 360, tales como operaciones para medición de CQI y generación de información para sistemas descritos en las realizaciones de la presente divulgación como se describe en las realizaciones de la presente divulgación. El procesador 340 puede  
45 mover datos dentro o fuera de la memoria 360 según se requiera por un procedimiento de ejecución. En algunas realizaciones, el procesador 340 está configurado para ejecutar las aplicaciones 362 basándose en el programa 361 de SO o en respuesta a señales recibidas de los eNB o un operador. El procesador 340 también está acoplado a la interfaz 345 de E/S, que proporciona al UE 116 con la capacidad para conectarse a otros dispositivos tales como ordenadores portátiles y ordenadores de mano. La interfaz 345 de E/S es la ruta de comunicación entre estos accesorios y el procesador 340.  
50

El procesador 340 también está acoplado a la entrada 350 (por ejemplo, teclado numérico, pantalla táctil, botón, etc.) y la pantalla 355. El operador del UE 116 puede usar la entrada 350 para introducir datos en el UE 116. La pantalla 355 puede ser una pantalla de cristal líquido u otra pantalla que pueda representar texto y/o al menos gráficos limitados, tales como de sitios de web.

55 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 solo lectura (ROM).

Como se describe en más detalle a continuación, el UE 116 puede realizar señalización y cálculo para información de CSI. Aunque la figura 3A ilustra un ejemplo de UE 116, pueden realizarse diversos cambios a la figura 3A. Por ejemplo,

podrían combinarse diversos componentes en la figura 3A, dividirse adicionalmente u omitirse y podrían añadirse componentes adicionales de acuerdo con necesidades particulares. Como un ejemplo particular, el procesador 340 podría dividirse en múltiples procesadores, tal como una o más unidades de procesamiento central (CPU) y una o más unidades de procesamiento gráfico (GPU). También, aunque la figura 3A ilustra el UE 116 configurado como un teléfono móvil o teléfono inteligente, los UE podrían configurarse para operar como otros tipos de dispositivos móviles y estacionarios. La figura 3B ilustra un eNB 102 de ejemplo de acuerdo con la presente divulgación. La realización del eNB 102 mostrada en la figura 3B es para ilustración únicamente, y otros eNB de la figura 1 podrían tener la misma configuración o similar. Sin embargo, los eNB vienen en una amplia diversidad de configuraciones, y la figura 3B no limita el alcance de la presente divulgación a implementación particular alguna de un eNB. El eNB 101 y el eNB 103 pueden incluir la misma estructura o similar que el eNB 102.

Como se muestra en la figura 3B, el eNB 102 incluye múltiples antenas 370a-370n, múltiples transceptores 372a-372n de RF, circuitería 374 de procesamiento de transmisión (TX), y circuitería 376 de procesamiento de recepción (RX). En ciertas realizaciones, una o más de las múltiples antenas 370a-370n incluyen conjuntos de antenas en 2D. El eNB 102 también incluye un controlador/procesador 378, una memoria 380, y un enlace de retroceso o interfaz 382 de red.

Los transceptores 372a-372n de RF reciben, de las antenas 370a-370n, señales de RF de entrada, tales como señales transmitidas por los UE u otros eNB. Los transceptores 372a-372n de RF convierten de manera descendente las señales de RF de entrada para generar señales de IF o de banda base. Las señales de IF o de banda base se envían a la circuitería 376 de procesamiento de TX, que genera señales de banda base procesadas filtrando, decodificando y/o digitalizando las señales de banda base o de IF. La circuitería 376 de procesamiento de RX transmite las señales de banda base procesadas al controlador/procesador 378 para su procesamiento adicional. La circuitería 374 de procesamiento de TX recibe datos analógicos o digitales (tales como datos de voz, datos de web, correo electrónico, o datos de videojuegos interactivos) del controlador/procesador 378. La circuitería 374 de procesamiento de TX codifica, multiplexa y/o digitaliza los datos de banda base de salida para generar señales de banda base o de IF procesadas. Los transceptores 372a-372n de RF reciben las señales de banda base o de IF procesadas de salida de la circuitería 374 de procesamiento de TX y convierten de manera ascendente las señales de banda base o de IF a señales de RF que se transmiten mediante las antenas 370a-370n.

El controlador/procesador 378 puede incluir uno o más procesadores u otros dispositivos de procesamiento que controlan la operación global del eNB 102. Por ejemplo, el controlador/procesador 378 podría controlar la recepción de señales de canal directo y la transmisión de señales de canal inverso por los transceptores 372a-372n de RF, la circuitería 376 de procesamiento de RX, y la circuitería 374 de procesamiento de TX de acuerdo con principios bien conocidos. El controlador/procesador 378 podría soportar funciones adicionales también, tales como funciones de comunicación inalámbrica más avanzadas. En algunas realizaciones, el controlador/procesador 378 incluye al menos un microprocesador o microcontrolador.

El controlador/procesador 378 también puede ejecutar programas y otros procedimientos residentes en la memoria 380, tales como un SO. El controlador/procesador 378 también puede soportar medición de calidad de canal y generar información para sistemas que tienen conjuntos de antenas en 2D como se describe en las realizaciones de la presente divulgación. En algunas realizaciones, el controlador/procesador 378 soporta comunicaciones entre entidades, tales como comunicaciones en tiempo real de web (RTC). El controlador/procesador 378 puede mover datos dentro o fuera de la memoria 380 según se requiera por un procedimiento de ejecución.

El controlador/procesador 378 también está acoplado al enlace de retroceso o interfaz 382 de red. El enlace de retroceso o interfaz 382 de red permite que el eNB 102 se comunique con otros dispositivos o sistemas a través de una conexión de enlace de retroceso o a través de una red. La interfaz 382 podría soportar comunicaciones a través de cualquier conexión o conexiones alámbricas o inalámbricas adecuadas. Por ejemplo, cuando el eNB 102 se implementa como parte de un sistema de comunicación celular (tal como una tecnología de acceso por radio que soporte 5G o nueva o NR, LTE, o LTE-A), la interfaz 382 podría permitir que el eNB 102 se comunique con otros eNB a través de una conexión de enlace de retroceso alámbrico o inalámbrico. Cuando el eNB 102 se implementa como un punto de acceso, la interfaz 382 podría permitir que el eNB 102 se comunique a través de una red de área local alámbrica o inalámbrica o a través de una conexión alámbrica o inalámbrica a una red más grande (tal como internet). La interfaz 382 incluye cualquier estructura adecuada que soporte comunicaciones a través de una conexión alámbrica o inalámbrica, tal como un transceptor de Ethernet o RF.

La memoria 380 está acoplada al controlador/procesador 378. Parte de la memoria 380 podría incluir una RAM, y otra parte de la memoria 380 podría incluir una memoria flash u otra ROM. En ciertas realizaciones, una pluralidad de instrucciones, tales como un algoritmo de BIS se almacenan en memoria. La pluralidad de instrucciones están configuradas para provocar que el controlador/procesador 378 realice el procedimiento de BIS y para decodificar una señal recibida después de restar al menos una señal interferente determinada por el algoritmo de BIS.

Como se describe en más detalle a continuación, las rutas de transmisión y recepción del eNB 102 (implementadas usando los transceptores 372a-372n de RF, la circuitería 374 de procesamiento de TX, y/o circuitería 376 de procesamiento de RX) realizan configuración y señalización para generación de información de CSI.

Aunque la figura 3B ilustra un ejemplo de un eNB 102, pueden realizarse diversos cambios a la figura 3B. Por ejemplo,

el eNB 102 podría incluir cualquier número de cada componente mostrado en la figura 3A. Como un ejemplo particular, un punto de acceso podría incluir un número de interfaces 382, y el controlador/procesador 378 podría soportar funciones de encaminamiento para encaminar datos entre diferentes direcciones de red. Como otro ejemplo particular, aunque se muestra como que incluye una única instancia de circuitería 374 de procesamiento de TX y una única instancia de circuitería 376 de procesamiento de RX, el eNB 102 podría incluir múltiples instancias de cada una (tal como una por transceptor de RF).

La figura 4 ilustra conjuntos de antenas bidimensionales (2D) de ejemplo construidas a partir de 16 elementos de polaridad dual dispuestos en un formato rectangular 4x2 o 2x4 que pueden utilizarse en diversas realizaciones de la presente divulgación. En esta realización ilustrativa, el puerto de antena de polaridad dual 2D puede incluir  $M_a$  filas y  $N_a$  columnas donde  $(M_a, N_a) = (2,4)$  y  $(4,2)$ . La realización del conjunto de puertos de antena de polaridad dual en 2D mostrada en la figura 4 es para ilustración únicamente. Podrían usarse otras realizaciones del conjunto de puertos de antena de polaridad dual en 2D sin alejarse del alcance de la presente divulgación.

La disposición de conjunto de puertos de antena de polaridad dual en 2D de ejemplo da como resultado un total de  $2 M_a N_a = 16$  puertos, cada uno mapeado a un puerto de CSI-RS. Los tres índices 400, 410, y 420 son tres ejemplos al indexar los 16 puertos de antena como un medio de mapeo de puertos de antena a elementos de matriz de precodificación. Para la indexación 400 de fila en primer lugar, se indexan puertos de antena asociados con el mismo grupo de polarización en una manera de fila en primer lugar independientemente de  $(M_a, N_a)$ . Para la indexación 410 de más largo en primer lugar, se indexan puertos de antena asociados con el mismo grupo de polarización en una manera de columna en primer lugar cuando  $M_a > N_a$ , pero en una manera de fila en primer lugar cuando  $M_a \leq N_a$ . Para la indexación 420 más corto en primer lugar, se indexan puertos de antena asociados con el mismo grupo de polarización en una manera de fila en primer lugar cuando  $M_a > N_a$ , pero de una manera de columna en primer lugar cuando  $M_a \leq N_a$ . La indexación 400 por lo tanto se denomina indexación de fila en primer lugar mientras que la indexación 410 es indexación de más largo en primer lugar y la indexación 420 es indexación más corto en primer lugar.

En estas realizaciones ilustrativas, tanto  $M_a$  y  $N_a$  pueden configurarse por un eNB para un UE. En otro ejemplo, en lugar de definir  $M_a$  y  $N_a$  como el número de filas y columnas de la matriz rectangular de puertos o patrón de puertos, respectivamente, estos dos parámetros pueden definirse como parámetros de libro de códigos de precodificación bidimensional. Los valores de  $M_a$  y  $N_a$  determinan parcialmente la manera en la que un libro de códigos (por lo tanto cada elemento de matriz de precodificación en el libro de códigos) está mapeado en puertos de antena de una matriz de antenas uni- o bidimensional. Esta configuración puede realizarse con y sin señalización del número total de puertos de antena. Cuando un UE está configurado con un libro de códigos, estos parámetros pueden incluirse en cualquiera de una correspondiente configuración de procedimiento de CSI o configuración de recurso de CSI-RS de NZP (potencia distinta de cero).

En sistemas de LTE, se utilizan libros de códigos de precodificación para generación de información de CSI. Se soportan dos categorías de modos de generación de información de CSI: CSI aperiódica basada en PUSCH (A-CSI) y CSI periódica basada en PUCCH (P-CSI). En cada categoría, se definen diferentes modos basándose en la selectividad de frecuencia de CQI y/o PMI, es decir, si se realiza generación de información de banda ancha (un parámetro de CSI calculado para alguno o todo el "conjunto de subbandas S") o de subbanda (un parámetro de CSI calculado para cada "conjunto de subbanda S"). Los modos de generación de información de CSI soportados se proporcionan en la Tabla 1 y 2.

Tabla 1: tipos de realimentación de CQI y PMI para modos de generación de información de CSI De PUSCH (aperiódica)

		Tipo de realimentación de PMI		
		Sin PMI	PMI única	Múltiples PMI
Tipo de realimentación de CQI de PUSCH	Banda ancha (CQI de banda ancha)			Modo 1-2
	UE seleccionado (CQI de subbanda)	Modo 2-0		Modo 2-2
	Capa superior configurada (CQI de subbanda)	Modo 3-0	Modo 3-1	Modo 3-2

Tabla 2: tipos de realimentación de CQI y PMI para modos de generación de información de CSI De PUSCH (periódica)

		Tipo de realimentación de PMI	
		Sin PMI	PMI única
Tipo de realimentación de CQI de PUCCH	Banda ancha (CQI de banda ancha)	Modo 1-0	Modo 1-1
	UE seleccionado (CQI de subbanda)	Modo 2-0	Modo 2-1

En LTE de la Rel.12, se soporta libro de códigos de precodificación de etapa dual enumerado con un primer y un segundo valores de PMI ( $i_1$  y  $i_2$ , respectivamente) para 4 y 8 puertos de antena. El primer valor de PMI  $i_1$  está asociado con un grupo de cuatro haces/precodificadores de DFT. El segundo valor de PMI  $i_2$ , por otra parte, selecciona uno de cuatro haces/precodificadores indicados con  $i_1$ , junto con puesta en fase de QPSK entre dos grupos de polarización. Para un valor dado de  $i_1$ , un indicador de estadísticas de canal a largo plazo, representa un grupo de cuatro haces que abarcan un ensanchamiento de AoD fijo de aproximadamente 20 grados a partir del cual un UE selecciona un haz y aplica puesta en fase (indicado por un valor de  $i_2$ ). A medida que se varía el valor de  $i_1$ , se cubre un intervalo diferente de valores de AoD pero el ensanchamiento permanece igual. Por lo tanto, los libros de códigos de LTE de la Rel.12 carecen de una capacidad para adaptarse a cambios en ensanchamiento de AoD. Una capacidad de este tipo se hace más crucial cuando se utiliza un gran número de puertos de antena controlados digitalmente (más allá de los casos de uso típicos de LTE de la Rel.12) no únicamente desde la perspectiva de rendimiento de DL, sino también en términos de eficacia de realimentación de UL.

En LTE de la Rel.13, se adopta una estructura de libro de códigos flexible que adapta patrones de puerto de CSI-RS 2D donde únicamente son configurables ( $N_1, N_2$ ), pero también sobremuestreando factores para ambas dimensiones ( $\alpha_1, \alpha_2$ ) y cuatro tipos de las selecciones de subconjunto de libro de códigos configurados mediante el parámetro *configuración de libro de códigos* de RRC. Usando una o una combinación de estas configuraciones, el libro de códigos puede alojar canales con diferentes perfiles de AoD. Designado para generación de información de CSI de 'CLASE A', el libro de códigos de orden de prioridad 1 puede describirse como sigue.

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 el UE configurado con tipo de eMIMO de parámetro de capa superior, y el tipo de eMIMO se establece a 'CLASE A', para generación de información de CSI de capa 1, cada valor de PMI corresponde a tres índices de libro de códigos dados en la Tabla 3-B, 3-C, 3-D, o 3-E, donde las cantidades  $\varphi_n$ ,  $u_m$  y  $v_{l,m}$  se proporcionan por

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

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

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

(Ecuación 1)

Los valores de  $N_1, O_1$  y  $O_2$  están configurados con los parámetros de capa superior *configuración de libro de códigos N1*, *configuración del libro de códigos N2*, *configuración de tasa de sobremuestreo de libro de códigos O1*, y

configuración de tasa de sobremuestreo de libro de códigos  $O_2$ , respectivamente. Las configuraciones soportadas de  $(O_1, O_2)$  y  $(N_1, N_2)$  para un número dado de puertos de CSI-RS se proporcionan en la Tabla 3-A. El número de puertos de CSI-RS,  $P$ , es  $2N_1N_2$ . El UE no se espera que esté configurado con valor de configuración de libro de códigos establecido a 2 o 3, si el valor de configuración de libro de códigos  $N_2$  se establece a 1. El UE deberá usar únicamente  $i_{1,2} = 0$  y no deberá informar  $i_{1,2}$  si el valor de configuración de libro de códigos  $N_2$  se establece a 1. Un primer valor de PMI  $i_1$  corresponde al par de índices de libro de códigos  $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ , y un segundo valor de PMI  $i_2$  corresponde al índice de libro de códigos  $i_2$ .

5

Tabla 3-A: configuraciones soportadas de  $(N_1, N_2)$  y  $(O_1, O_2)$

Número de puertos de antena de 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,-)

10 Tabla 3-B: libro de códigos para generación de información de CSI de 1 capa usando puertos de antena 15 a  $14+P$ , configuración de libro de códigos = 1

$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	$i_2$			
		0	1	2	3
$0, 1, \dots, O_1N_1-1$	$0, 1, \dots, O_2N_2-1$	$W_{i_{1,1}, i_{1,2}, 0}^{(1)}$	$W_{i_{1,1}, i_{1,2}, 1}^{(1)}$	$W_{i_{1,1}, i_{1,2}, 2}^{(1)}$	$W_{i_{1,1}, i_{1,2}, 3}^{(1)}$
donde		$W_{l,m,n}^{(1)} = \frac{1}{\sqrt{P}} \begin{bmatrix} v_{l,m} \\ \varphi_n v_{l,m} \end{bmatrix}$			

Tabla 3-C: libro de códigos para generación de información de CSI de 1 capa usando puertos de antena 15 a  $14+P$ , configuración de libro de códigos = 2

$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	$i_2$			
		0	1	2	3
$0, 1, \dots, \frac{N_1O_1}{2}-1$	$0, 1, \dots, \frac{N_2O_2}{2}-1$	$W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}, 0}^{(1)}$	$W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}, 1}^{(1)}$	$W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}, 2}^{(1)}$	$W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}, 3}^{(1)}$
$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	$i_2$			
		4	5	6	7
$0, 1, \dots, \frac{N_1O_1}{2}-1$	$0, 1, \dots, \frac{N_2O_2}{2}-1$	$W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}, 0}^{(1)}$	$W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}, 1}^{(1)}$	$W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}, 2}^{(1)}$	$W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}, 3}^{(1)}$
$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	$i_2$			
		8	9	10	11
$0, 1, \dots, \frac{N_1O_1}{2}-1$	$0, 1, \dots, \frac{N_2O_2}{2}-1$	$W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}+1, 0}^{(1)}$	$W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}+1, 1}^{(1)}$	$W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}+1, 2}^{(1)}$	$W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}+1, 3}^{(1)}$
$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	$i_2$			
		12	13	14	15
$0, 1, \dots, \frac{N_1O_1}{2}-1$	$0, 1, \dots, \frac{N_2O_2}{2}-1$	$W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}+1, 0}^{(1)}$	$W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}+1, 1}^{(1)}$	$W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}+1, 2}^{(1)}$	$W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}+1, 3}^{(1)}$
donde		$W_{l,m,n}^{(1)} = \frac{1}{\sqrt{P}} \begin{bmatrix} v_{l,m} \\ \varphi_n v_{l,m} \end{bmatrix}$			

15

Tabla 3-D: libro de códigos para generación de información de CSI de 1 capa usando puertos de antena 15 a 14+P, configuración de libro de códigos = 3

$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	$i_2$			
		<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
$0,1,\dots,\frac{N_1O_1}{2}$	$0,1,\dots,\frac{N_2O_2}{2}$	$W_{2x,2y,0}^{(1)}$	$W_{2x,2y,1}^{(1)}$	$W_{2x,2y,2}^{(1)}$	$W_{2x,2y,3}^{(1)}$
$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	$i_2$			
		<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
$0,1,\dots,\frac{N_1O_1}{2}$	$0,1,\dots,\frac{N_2O_2}{2}$	$W_{2x+2,2y,0}^{(1)}$	$W_{2x+2,2y,1}^{(1)}$	$W_{2x+2,2y,2}^{(1)}$	$W_{2x+2,2y,3}^{(1)}$
$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	$i_2$			
		<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
$0,1,\dots,\frac{N_1O_1}{2}$	$0,1,\dots,\frac{N_2O_2}{2}$	$W_{2x+1,2y+1,0}^{(1)}$	$W_{2x+1,2y+1,1}^{(1)}$	$W_{2x+1,2y+1,2}^{(1)}$	$W_{2x+1,2y+1,3}^{(1)}$
$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	$i_2$			
		<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
$0,1,\dots,\frac{N_1O_1}{2}$	$0,1,\dots,\frac{N_2O_2}{2}$	$W_{2x+3,2y+1,0}^{(1)}$	$W_{2x+3,2y+1,1}^{(1)}$	$W_{2x+3,2y+1,2}^{(1)}$	$W_{2x+3,2y+1,3}^{(1)}$
<p>donde <math>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</math></p> <p><math>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}, \text{ si } N_1 &lt; N_2</math></p>					

Tabla 3-E: libro de códigos para generación de información de CSI de 1 capa usando puertos de antena 15 a 14+P, configuración de libro de códigos = 4

5

$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	$i_2$			
		<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
$0,1,\dots,\frac{N_1O_1}{2}$	$10,1,\dots,\frac{N_2O_2}{2}$	$W_{2x,2y,0}^{(1)}$	$W_{2x,2y,1}^{(1)}$	$W_{2x,2y,2}^{(1)}$	$W_{2x,2y,3}^{(1)}$
$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	$i_2$			
		<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
$0,1,\dots,\frac{N_1O_1}{2}$	$10,1,\dots,\frac{N_2O_2}{2}$	$W_{2x+1,2y,0}^{(1)}$	$W_{2x+1,2y,1}^{(1)}$	$W_{2x+1,2y,2}^{(1)}$	$W_{2x+1,2y,3}^{(1)}$
$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	$i_2$			
		<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
$0,1,\dots,\frac{N_1O_1}{2}$	$10,1,\dots,\frac{N_2O_2}{2}$	$W_{2x+2,2y,0}^{(1)}$	$W_{2x+2,2y,1}^{(1)}$	$W_{2x+2,2y,2}^{(1)}$	$W_{2x+2,2y,3}^{(1)}$
$i_{1,1}$	$i_{1,2}$	$i_2$			
		<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>
$0,1,\dots,\frac{N_1O_1}{2}$	$10,1,\dots,\frac{N_2O_2}{2}$	$W_{2x+3,2y,0}^{(1)}$	$W_{2x+3,2y,1}^{(1)}$	$W_{2x+3,2y,2}^{(1)}$	$W_{2x+3,2y,3}^{(1)}$
<p>donde <math>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</math></p> <p><math>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}, \text{ si } N_1 &lt; N_2</math></p>					

Basándose en el libro de códigos anterior, puede describirse una matriz de precodificación resultante en la Ecuación 2. Es decir, el precodificador de primera etapa puede describirse como un producto Kronecker de un primer y un segundo vector (o matriz) de precodificación, que puede estar asociado con una primera y una segunda dimensión, respectivamente. Este tipo se denomina libro de código de Producto de Kronecker parcial (KP parcial). Los subíndices  $m$  y  $n$  en  $W_{m,n}(i_{m,n})$  indican la etapa de precodificación (primera o segunda etapa) y dimensión (primera o segunda

10

dimensión), respectivamente. Cada una de las matrices de precodificación  $\mathbf{W}_{m,n}$  puede describirse como una función de un índice que sirve como un componente de PMI. Como resultado, la matriz de precodificación  $\mathbf{W}$  puede describirse como una función de 3 componentes de PMI  $i_{1,1}, i_{1,2}, i_2$ . La primera etapa pertenece a un componente a largo plazo. Por lo tanto, la primera etapa está asociada con estadísticas de canal a largo plazo tales como el perfil de ángulo de salida anteriormente mencionado (AoD) y el ensanchamiento de AoD. Por otra parte, la segunda etapa pertenece a un componente a corto plazo que realiza selección, puesta en fase, o cualquier operación lineal para el primer precodificador de componente  $\mathbf{W}_{1,1}(i_{1,1}) \otimes \mathbf{W}_{1,2}(i_{1,2})$ . En la presente divulgación,  $\mathbf{A} \otimes \mathbf{B}$  indica el producto de Kronecker entre dos matrices  $\mathbf{A}$  y  $\mathbf{B}$ . El precodificador  $\mathbf{W}_2(i_2)$ , por lo tanto, realiza una transformación lineal del componente a largo plazo tal como una combinación lineal de un conjunto de funciones de base o vectores asociados con los vectores de columna de  $\mathbf{W}_{1,1}(i_{1,1}) \otimes \mathbf{W}_{1,2}(i_{1,2})$ .

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

En este punto, un UE mide una CSI-RS en una subtrama designada para llevar CSI-RS, calcula una CSI (que incluye PMI, RI, y CQI donde cada uno de estos tres parámetros de CSI puede incluir múltiples componentes) basándose en la medición, e informa la CSI calculada a un eNB 102 de servicio. Más en general, una matriz de precodificación o un precodificador, que puede usarse por un eNB (tal como 102) para realizar precodificación a corto plazo para transmitir a un UE y asumida por un UE para derivar una información de CSI, puede describirse como una matriz de precodificación de etapa dual:

$$\mathbf{W} = \mathbf{W}_1 \mathbf{W}_2 \quad (\text{Ecuación 3})$$

Haciendo referencia a la figura 4, el tamaño de la matriz de precodificación  $\mathbf{W}$  es  $N_{TX} \times N_L$  donde  $N_{TX} = 2M_a N_a$  es el número total de puertos de antena o de CSI-RS y  $N_L$  es el número de capas de transmisión (también denominado el orden de prioridad). El precodificador de primera etapa  $\mathbf{W}_1$  pertenece a un componente a largo plazo y está asociado con estadísticas de canal a largo plazo. Además,  $\mathbf{W}_1$  es banda ancha (el mismo  $\mathbf{W}_1$  para parte o todo el conjunto de S subbandas). El precodificador de segunda etapa  $\mathbf{W}_2$  pertenece a un componente a corto plazo que realiza selección, puesta en fase, o cualquier operación lineal a  $\mathbf{W}_1$ . Por lo tanto, el número de columnas de  $\mathbf{W}_1$  puede percibirse como el número de vectores de base  $N_b$  para  $\mathbf{W}_2$ . Además,  $\mathbf{W}_2$  puede ser cualquiera de banda ancha (el mismo  $\mathbf{W}_2$  para parte o todo el conjunto de S subbandas) o la subbanda (una  $\mathbf{W}_2$  para conjunto S de subbandas).

Para la matriz de puertos rectangulares en 2D (bidimensional), además de la estructura de KP parcial descrita en la Ecuación 1, en una estructura de precodificación alternativa, cada uno del primer y el segundo precodificadores de etapa puede describirse como un producto Kronecker de un primer y un segundo precodificador. Esta realización se denomina por ejemplo el libro de códigos de producto Kronecker completo (KP completo). Los subíndices  $m$  y  $n$  en  $\mathbf{W}_{m,n}(i_{m,n})$  indican la etapa de precodificación (primera o segunda) y dimensión (primera o segunda, tal como vertical u horizontal), respectivamente. Cada uno de los precodificadores  $\mathbf{W}_{m,n}$  es una función de un índice que sirve como un componente de PMI. Por lo tanto, la matriz de precodificación  $\mathbf{W}$  puede describirse en términos de 4 componentes de PMI  $i_{1,1}, i_{1,2}, i_{2,1}, i_{2,2}$  como sigue.

$$\begin{aligned} \mathbf{W}(i_{1,1}, i_{1,2}, i_{2,1}, i_{2,2}) &= \left( \mathbf{W}_{1,1}(i_{1,1}) \mathbf{W}_{2,1}(i_{2,1}) \right) \otimes \left( \mathbf{W}_{1,2}(i_{1,2}) \mathbf{W}_{2,2}(i_{2,2}) \right) \\ &= \left( \mathbf{W}_{1,1}(i_{1,1}) \otimes \mathbf{W}_{1,2}(i_{1,2}) \right) \left( \mathbf{W}_{2,1}(i_{2,1}) \otimes \mathbf{W}_{2,2}(i_{2,2}) \right) \end{aligned} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Dado un libro de códigos de precodificación (un conjunto de matrices de precodificación  $\mathbf{W}(i_{1,1}, i_{1,2}, i_{2,1}, i_{2,2})$ ), un UE mide una CSI-RS en una subtrama designada para llevar CSI-RS, calcula una CSI (que incluye PMI, RI, y CQI donde cada uno de estos tres parámetros de CSI puede incluir múltiples componentes) basándose en la medición, e informa la CSI calculada a un eNB 102 de servicio. Esta PMI representa un índice de una matriz de precodificación recomendada en el libro de códigos de precodificación. Pueden usarse diferentes libros de códigos de precodificación para diferentes valores de RI.

En la presente divulgación, la estructura de precodificador en la Ecuación 1 de acuerdo con el libro de códigos de la Rel.13 anteriormente descrita se supone en gran medida para describir las siguientes realizaciones. Las ampliaciones para la estructura en la Ecuación 4 son fáciles para los expertos en la materia.

La descripción de precodificación anterior es especialmente adecuada cuando el eNB de servicio transmite CSI-RS no precodificada CSI-RS (NP CSI-RS). Es decir, se utiliza un mapeo de uno a uno específico de célula entre el puerto de CSI-RS y TXRU (unidad de transceptor). En este punto, diferentes puertos de CSI-RS tienen la misma anchura de haz y dirección y, por lo tanto, en general cobertura amplia de célula. Este caso de uso puede realizarse cuando el

eNB configura el UE con tipo de eMIMO de 'CLASE A' que corresponde a NP CSI-RS. Distintos informes de CQI y RI, CSI asociados con 'CLASE A' o tipo de eMIMO 'no precodificado' incluyen (suponiendo el diseño KP parcial inherente en el libro de códigos de la Rel.13 anteriormente descrito) un PMI de tres componentes  $\{i_{1,1}, i_{1,2}, i_2\}$ .

5 Otro tipo de CSI-RS aplicable a FD-MIMO es la CSI-RS con haces formados (BF CSI-RS). Por ejemplo, la operación de formación de haces, ya sea específica de célula o específica de UE, se aplica a un recurso de CSI-RS (que incluye múltiples puertos) de potencia distinta de cero (NRP). En este punto, al menos unos puertos de CSI-RS de algún tiempo/frecuencia dado tienen anchuras de haz estrechas y, por lo tanto, no tienen cobertura amplia de célula, y (al menos desde la perspectiva del eNB) al menos algunas combinaciones de puerto-recurso de CSI-RS tienen diferentes direcciones de haz. Esta operación de formación de haces se pretende que aumente la cobertura o penetración de  
 10 CSI-RS. Además, cuando se aplica formación de haces específica de UE a un recurso de CSI-RS (denominada la CSI-RS con haces formados específica de UE o específicamente de UE), puede obtenerse la reducción de sobrecarga de CSI-RS cuando se asignan recursos de CSI-RS de NRP de manera eficaz a través de compartición de recursos (agrupación) para múltiples UE ya sea en el dominio del tiempo (por ejemplo, transmisión aperiódica), dominio de haces (formación de haces específica de UE), o (re)configuración de recursos de CSI-RS dinámica. Cuando un UE  
 15 está configurado para recibir BF CSI-RS de un eNB de servicio, el UE puede estar configurado para informar parámetros de PMI asociados con  $\mathbf{W}_2$  ( $\mathbf{W}_{2,1}$  y/o  $\mathbf{W}_{2,2}$ ) sin  $\mathbf{W}_1$  ( $\mathbf{W}_{1,1}$  y/o  $\mathbf{W}_{1,2}$ ) o, en general, asociados con un único precodificador/libro de códigos de única etapa. Este caso de uso puede realizarse cuando el eNB configura el UE con tipo de eMIMO de 'CLASE B' que corresponde a BF CSI-RS. Distintos informes de CQI y RI, CSI asociados con tipo de eMIMO de 'CLASE B' o 'de formación de haces' (con un recurso de CSI-RS y libro de códigos alternativo) incluyen  
 20 un PMI  $n$  de un componente. Aunque es un único PMI definido con respecto a un libro de códigos distinto, este PMI puede estar asociado con el componente de PMI de segunda etapa de los libros de códigos de 'CLASE A'/'no precodificado'  $i_2$ .

Por lo tanto, dado un libro de códigos de precodificación (un conjunto de matrices de precodificación  $\mathbf{W}(i_{1,1}, i_{1,2}, i_2)$ ), un UE mide una CSI-RS en una subtrama designada para llevar CSI-RS, calcula/determina una CSI (que incluye PMI, RI, y CQI donde cada uno de estos tres parámetros de CSI puede incluir múltiples componentes) basándose en la  
 25 medición, e informa la CSI calculada a un eNB de servicio. En particular, este PMI es un índice de una matriz de precodificación recomendada en el libro de códigos de precodificación. Similar a los de primer tipo, pueden usarse diferentes libros de códigos de precodificación para diferentes valores de RI. LA CSI-RS medida puede ser uno de los dos tipos: CSI-RS no precodificada (NP) y CSI-RS de formación de haces (BF). Como se ha mencionado, en la Rel.13, el soporte de estos dos tipos de CSI-RS se proporciona en términos de dos tipos de eMIMO: 'CLASE A' (con un  
 30 recurso de CSI-RS) y 'CLASE B' (con uno o una pluralidad de recursos de CSI-RS), respectivamente.

Cada una de las configuraciones de CSI-RS anteriores usa o requiere una estrategia de transmisión diferente que potencialmente usa o requiere un formato de generación de información de CSI diferente para un modo de generación de información de CSI configurado. Además de estos factores, el patrón en 2D del libro de códigos mapeado a los  
 35 puertos de CSI-RS también determina el formato de información de CSI. En particular, es beneficioso un mecanismo de configuración flexible que permite que un eNB de servicio configure un UE con NP CSI-RS y BF CSI-RS específica de UE en una base por subtrama. Esto puede mejorar el rendimiento del sistema a través de reducción de sobrecarga de CSI-RS, reducción de interferencia inter-célula, y mejora de cobertura.

Además, otro parámetro de CSI (además de CQI, PMI, y RI) puede introducirse para posibilitar la selección de recurso de haz o CSI-RS de NRP para la denominada CSI-RS de haz formado específica de célula (o sectorización vertical o virtual mejorada). Este parámetro se denomina índice de haz (BI) para fines ejemplares e ilustrativos. Este esquema utiliza múltiples procedimientos de CSI o múltiples recursos de CSI-RS de NRP para la generación de información de CSI donde un procedimiento de CSI o CSI-RS de NRP está asociado con un haz (o un sector virtual). Un haz se define como una colección de puertos de antena de CSI-RS. En este esquema, un UE mide cada uno de los haces (o sectores virtuales), calcula, e informa la CSI para cada haz (y por lo tanto cada procedimiento de CSI o recurso de CSI-RS de NRP). El UE informa un índice de haz BI que forma el eNB de una selección de haz recomendada. En la presente divulgación, este índice de haz se indica como  $i_b$  para fines de ilustración. Si  $K>1$  recursos de CSI-RS de NRP (configurados para o asociados con un procedimiento de CSI) corresponden a  $K>1$  haces o sectores virtuales, la selección de haz es esencialmente selección de recurso de CSI-RS de NRP. Por lo tanto, puede usarse el término índice de recursos de CSI-RS (CRI) en lugar del índice de haz (BI). Estos dos términos pueden usarse de manera intercambiable en la presente divulgación.  
 40  
 45  
 50

Por lo tanto, para la generación de información de CSI periódica basada en PUCCH o información de CSI aperiódica basada en PUSCH, un informe de CSI puede incluir los siguientes parámetros de CSI: 1) RI, 2) CQI asociado con una (para RI=1) o dos palabras de código (RI>1), 3) valores de PMI:  $\{i_{1,1}, i_{1,2}, i_{2,1}, i_{2,2}\}$  o  $\{i_{1,1}, i_{1,2}, i_2\}$  o  $\{i_1, i_2\}$  para CSI-RS no precodificada (o un haz seleccionado o recurso de CSI-RS de NRP en CSI-RS de haz formado específica de célula);  $\{i_{2,1}, i_{2,2}\}$  o  $\{i_2\}$  para CSI-RS de haz formado específica de UE, 4) BI:  $i_b$   
 55

En escenarios donde las estadísticas de canal a largo plazo de DL pueden medirse a través de señales de UL en un eNB de servicio, pueden usarse fácilmente BF CSI-RS específicas de UE. Esto es típicamente factible cuando la distancia dúplex de UL-DL es suficientemente pequeña. Cuando no se cumple esta condición, sin embargo, es necesaria alguna realimentación de UE para que el eNB obtenga una estimación de estadísticas de canal a largo plazo  
 60

de DL (o cualquiera de su representación del mismo). Para facilitar un procedimiento de este tipo, una primera BF CSI-RS transmitida con periodicidad T1 (ms) y una segunda NP CSI-RS transmitida con periodicidad T2 (ms), donde  $T1 \leq T2$ . Este enfoque se denomina CSI-RS híbrida. La implementación de CSI-RS híbrida es en mayor medida dependiente de la definición de procedimiento de CSI y recurso de CSI-RS de NZP.

5 En un número de escenarios relevante, la generación de información de CSI fiable no es conseguible en un eNB. Por ejemplo, cuando un UE se mueve a una velocidad de alta movilidad o la interferencia inter-célula es con ráfagas (debido a una ausencia de coordinación de interferencia inter-célula eficaz), la realimentación de CSI del UE rápidamente se vuelve obsoleta en el eNB. En tales circunstancias, una solución completamente de bucle cerrado (es decir, una que se basa en realimentación de UE rápida y formación de haces/precodificación de alta resolución) incurre en gran pérdida de rendimiento de sistema. Esta pérdida se amplifica cuando se emplean conjuntos de antena mayores, tales como conjuntos en 2D en FD-MIMO.

Mientras que la precodificación a corto plazo tiende a dar como resultado pérdida de rendimiento bajo estos escenarios, la precodificación a largo plazo, definida como una de la que el PMI asociado se informa a una tasa inferior de un UE a un eNB, permite mayor estabilidad y capacidad de predicción. Esto se cumple cuando una realimentación de PMI asociado con la precodificación a largo plazo transporta información de subespacio de precodificación que está correlacionada con estadísticas de canal de DL a largo plazo. En este punto, el subespacio de precodificación hace referencia a un grupo o un intervalo de posibles vectores de precodificación (en contraste a una elección de vector de precodificación). La figura 5 ilustra un escenario 500 típico donde el perfil de múltiples trayectorias de canal de DL a largo plazo (entre el eNB 501 y el UE 502) está contenido en un intervalo de ensanchamiento (503) de AoD de DL. Si es accesible una estimación fiable de estas estadísticas a largo plazo en el eNB, el eNB puede contener su transmisión al UE dentro de un intervalo de AoD de DL donde la energía de canal es sustancial. En otras palabras, en lugar de transmitir datos a lo largo de un haz particular (asociado con un vector de precodificación único), el eNB transmite a través de una pluralidad de haces. Cuando las deficiencias de realimentación de CSI son graves, este enfoque se espera que sea más robusto que el que requiere generación de información de CSI a corto plazo.

25 Por lo tanto, existe una necesidad para diseñar un procedimiento de MIMO de realimentación reducido basándose en el libro de códigos de la Rel.13 flexible que principalmente se basa en realimentación de PMI más lenta o a largo plazo. Este procedimiento incluye esquemas de transmisión y sus esquemas de generación de información de CSI asociados.

Los términos tales como CSI-RS 'no precodificada' (o 'NP') y CSI-RS 'de haz formado' (o 'BF') se usan a través de toda la presente divulgación. La esencia de la presente divulgación no cambia cuando se usan diferentes términos o nombres para hacer referencia a estos dos tipos de CSI-RS. Por ejemplo, 'CSI-RS-A' y 'CSI-RS-B' pueden hacer referencia a, o estar asociados con, estos dos tipos de CSI-RS. Esencialmente estos dos tipos de CSI-RS están en una primera CSI-RS y una segunda CSI-RS. En otro ejemplo, puede usarse el tipo de recurso de CSI-RS para diferenciar estos dos modos de operación en lugar del tipo de CSI-RS. Los recursos de CSI-RS asociados con estos dos tipos de CSI-RS pueden denominarse como 'un primer recurso de CSI-RS' y 'un segundo recurso de CSI-RS', o 'recurso de CSI-RS-A' y 'recurso de CSI-RS-B'. Posteriormente, las etiquetas 'NP' y 'BF' (o 'np' y 'bf') son ejemplos y pueden sustituirse con otras etiquetas tales como '1' y '2', o 'A' y 'B', o TIPO1 y TIPO2, o CLASE-A y CLASE-B. En otro ejemplo, puede usarse un tipo MIMO o tipo de eMIMO que pueden asociarse con la operación de generación de información de CSI para diferenciar estos dos modos de operación en lugar de tipo de CSI-RS. Por ejemplo, un UE está configurado con un tipo de MIMO o tipo de eMIMO asociado con comportamientos de generación de información de CSI y, además, comportamientos de medición de CSI. Los nombres de parámetros de capa superior o RRC utilizados en esta divulgación son ejemplares e ilustrativos. Pueden utilizarse otros nombres que sirven las mismas funcionalidades.

La presente divulgación incluye al menos tres componentes: esquema de transmisión, esquema de generación de información de CSI, y libro de códigos para generación de información de CSI. Cada uno de estos tres componentes puede usarse por sí mismo (sin el otro componente) o en conjunto con al menos uno de los otros dos componentes.

Para el primer componente (es decir, esquema de transmisión), la figura 6 representa un esquema 600 de transmisión ejemplar que representa el esquema de transmisión de la presente divulgación. Un flujo de símbolos 605 de datos modulados se multiplexa 610 en  $v$  flujos paralelos donde  $v$  representa el orden de prioridad de transmisión. Los  $v$  flujos (615) paralelos sirven como una entrada para el módulo de diversidad de bucle abierto **C** en 620 que emite  $2N_B$  flujos 625 paralelos (donde  $2N_B \geq v$ ). El módulo de diversidad de transmisión de bucle abierto genera diversidad de nivel  $2N_B$  para cada uno de los  $v$  flujos paralelos. La salida del módulo de diversidad de bucle abierto se aplica a continuación a un precodificador de primera etapa  $W_1$  (630) para generar  $N_{PUERTO}$  flujos 635 paralelos. En esta realización ejemplar, el precodificador de primera etapa es una matriz diagonal de bloque donde cada uno de los dos componentes

diagonales es una matriz  $\frac{N_{PORT}}{2} \times N_B$  asociada con un grupo de polarización. Estos dos componentes diagonales pueden ser iguales ( $X_a = X_b$ ) o diferentes ( $X_a \neq X_b$ ). Para el patrón de puerto rectangular en 2D, cada uno de los dos componentes diagonales está compuesto de un producto de Kronecker de precodificadores de primera dimensión y de segunda dimensión. Desde la perspectiva del UE, el precodificador 630 de primera etapa no necesita ser conocido para demodulación si se precodifica la DMRS (RS de demodulación) con el mismo precodificador (630) que los datos.

El módulo de transmisión de bucle abierto  $\mathbf{C}$ , por otra parte, puede ser necesario que sea conocido para la demodulación de datos y/o cálculo de CSI dependiendo de la granularidad de la transmisión de bucle abierto en el dominio de frecuencia.

5 Basándose en la estructura de precodificación en la Ecuación 1, el módulo de diversidad de bucle abierto  $\mathbf{C}$  sustituye el precodificador de segunda etapa  $\mathbf{W}_2$ . Esencialmente, el precodificador de primera etapa forma  $N_B$  haces espaciales por grupo de polarización, generando un total de  $2N_B$  haces espaciales. El módulo de diversidad de bucle abierto utiliza estos  $2N_B$  haces espaciales para aumentar la ganancia de diversidad para cada uno de los  $v$  flujos de datos. Por lo tanto, desde una perspectiva del UE, la operación de precodificación global (bucle semi abierto) puede describirse en la Ecuación 5, análoga a la Ecuación 1 para una solución completamente de bucle cerrado. Puesto que  $\mathbf{C}$  es un módulo de diversidad de bucle abierto,  $\mathbf{C}$  no está asociado con ningún PMI.

$$\mathbf{W}(i_{1,1}, i_{1,2}) = \underbrace{(\mathbf{W}_{1,1}(i_{1,1}) \otimes \mathbf{W}_{1,2}(i_{1,2}))}_{\mathbf{W}_1(i_{1,1}, i_{1,2})} \mathbf{C} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_a & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{X}_b \end{bmatrix} \mathbf{C} \quad (\text{Ecuación 5})$$

15 Están disponibles diferentes esquemas de diversidad de bucle abierto tales como código de bloque de espacio frecuencia (SFBC), diversidad de retardo cíclico de gran retardo (CDD), y ciclos de precodificador. En esta divulgación, se utilizan esquemas basados en ciclos de precodificador. Para una capa de transmisión dada, se realiza la operación de ciclos en dominio de frecuencia, ya sea a través de RE (subportadoras) o PRB (un grupo de 12 RE) o subbandas (múltiples PRB). Para una asignación de PRB dada, pueden realizarse ciclos a través de la frecuencia (subtramas válidas) en primer lugar, a continuación en tiempo (subtramas válidas).

Se proporcionan varias realizaciones de ejemplo para este esquema de transmisión como sigue.

20 En una realización (etiquetada realización A.1), el patrón de ciclos de precodificador y su matriz asociada  $\mathbf{C}(\lambda, i)$  se describen en la Ecuación 6. Este patrón se define para una capa dada  $\lambda$ . Un parámetro de índice  $I_{\lambda, i}$  es un índice de vector de precodificación para la capa de transmisión  $\lambda$  y el índice de RE  $i$  que se define empezando desde 0 y finalizando en  $2N_B - 1$ .

$$I_{\lambda, i} = \text{mod}(i + \Delta_\lambda, 2N_B), \quad i = 0, 1, \dots$$

$$\mathbf{C}(\lambda, i) = \mathbf{e}_{I_{\lambda, i}} = [0 \dots 0 \quad 1 \quad 0 \dots 0]^T \quad (\text{Ecuación 6})$$

25 En este punto,  $\mathbf{e}_{I_{\lambda, i}}$  es un vector de longitud de  $2N_B$  columnas cuyos elementos son cero excepto su elemento de orden  $(I_{\lambda, i} - 1)$  que es 1. El parámetro de desplazamiento  $\Delta_\lambda$  indica un desplazamiento de índice específico de capa que evita solapamiento de precodificador a través de diferentes capas de transmisión. De hecho, este patrón realiza ciclos (uso de diferente precodificador) a través de  $N_B$  precodificadores y dos grupos de polarización a medida que se aumenta el índice de ciclos  $i$  (atravesando la frecuencia en primer lugar, después el tiempo).

30 En otra realización (etiquetada realización A.2),  $\mathbf{C}(\lambda, i)$  se proporciona en la Ecuación 7. Pero la operación de ciclos se realiza en una unidad de  $M$  RE en lugar de en cada RE como se describe en la Ecuación 6. Por ejemplo, pueden realizarse ciclos cada PRB ( $M = 12$ ).

$$I_{\lambda, i} = \text{mod}\left(\left\lfloor \frac{i}{M} \right\rfloor + \Delta_\lambda, 2N_B\right), \quad i = 0, 1, \dots \quad (\text{Ecuación 7})$$

Los patrones de ciclos de precodificador pueden predeterminarse (fijarse) o derivarse implícitamente a partir de al menos un parámetro específico de UE (tal como asignación de C-RNTI o PRB) o configurarse por un eNB para un UE.

35 En otra realización más (etiquetada realización A.3), la operación de ciclos se realiza a través de  $N_B$  precodificadores dentro de cada uno de los dos grupos de polarización. Los dos grupos de polarización pueden compartir un patrón de ciclos común o utilizar dos patrones diferentes. Cuando se utiliza un patrón de ciclos común para los dos grupos de polarización, se usa un precodificador común (elegido de los  $N_B$  precodificadores) para los dos grupos de polarización para un RE dado o grupo de RE. En consecuencia, cuando se utilizan diferentes patrones de ciclos para los dos grupos de polarización, se usan diferentes precodificadores (elegidos a partir de los  $N_B$  precodificadores) para los dos grupos de polarización para un RE dado o grupo de RE. En este caso,  $\mathbf{C}(\lambda, i)$  se define como sigue:

$$I_{\lambda,i}^{(a)} = \text{mod}(i + \Delta_{\lambda}^{(a)}, N_B), \quad I_{\lambda,i}^{(b)} = \text{mod}(i + \Delta_{\lambda}^{(b)}, N_B), \quad i = 0, 1, \dots$$

$$C(\lambda, i) = \begin{bmatrix} \tilde{\mathbf{e}}_{I_{\lambda,i}^{(a)}} \\ \tilde{\mathbf{e}}_{I_{\lambda,i}^{(b)}} \end{bmatrix} \quad (\text{Ecuación 8})$$

En este punto,  $\tilde{\mathbf{e}}_{I_{\lambda,i}^{(a)}}$  es un vector de  $N_B$  columnas de longitud cuyos elementos son cero excepto su elemento de orden  $(I_{\lambda,i}^{(a)} - 1)$  que es 1. Análogamente,  $\tilde{\mathbf{e}}_{I_{\lambda,i}^{(b)}}$  es un vector de  $N_B$  columnas de longitud cuyos elementos son cero excepto su elemento de orden  $(I_{\lambda,i}^{(b)} - 1)$  que es 1. Cuando se utiliza un patrón de ciclos común para los dos grupos de polarización,  $I_{\lambda,i}^{(a)}$  es igual a  $I_{\lambda,i}^{(b)}$ .

Análogo a la realización A.2, puede realizarse también ciclos en una unidad de M RE en lugar de en cada RE. En ese caso, la descripción en la Ecuación 8 puede modificarse como sigue:

$$I_{\lambda,i}^{(a)} = \text{mod}\left(\left\lfloor \frac{i}{M} \right\rfloor + \Delta_{\lambda}^{(a)}, N_B\right), \quad I_{\lambda,i}^{(b)} = \text{mod}\left(\left\lfloor \frac{i}{M} \right\rfloor + \Delta_{\lambda}^{(b)}, N_B\right),$$

$$i = 0, 1, \dots$$

(Ecuación 9)

$$C(\lambda, i) = \begin{bmatrix} \tilde{\mathbf{e}}_{I_{\lambda,i}^{(a)}} \\ \tilde{\mathbf{e}}_{I_{\lambda,i}^{(b)}} \end{bmatrix}$$

En otra realización más (etiquetada realización A.4), el patrón de ciclos de precodificador en la realización A.3 puede ampliarse aumentando el número total de precodificadores aplicando puesta en fase entre dos grupos de polarización. Es decir, el número de precodificadores por grupo de polarización se aumenta de  $N_B$  a  $KN_B$  aplicando una puesta en fase de  $K$  valor  $\{\varphi_k = e^{j2\pi k/K}, k = 0, 1, \dots, K-1\}$  entre dos grupos de polarización. El conjunto resultante de  $\mathbf{W}_1(i_{1,1}, i_{1,2})$  precodificadores y el patrón de ciclos son como sigue:

$$\begin{bmatrix} [\mathbf{X}_a & \mathbf{X}_a & \dots & \mathbf{X}_a] & \mathbf{0} \\ & \mathbf{0} & & [\varphi_0 \mathbf{X}_b & \varphi_1 \mathbf{X}_b & \dots & \varphi_{K-1} \mathbf{X}_b] \end{bmatrix}$$

$$I_{\lambda,i}^{(a)} = \text{mod}(i + \Delta_{\lambda}^{(a)}, KN_B), \quad I_{\lambda,i}^{(b)} = \text{mod}(i + \Delta_{\lambda}^{(b)}, KN_B),$$

$$i = 0, 1, \dots$$

(Ecuación 10)

$$C(\lambda, i) = \begin{bmatrix} \tilde{\mathbf{e}}_{I_{\lambda,i}^{(a)}} \\ \tilde{\mathbf{e}}_{I_{\lambda,i}^{(b)}} \end{bmatrix}$$

En este punto,  $\tilde{\mathbf{e}}_{I_{\lambda,i}^{(a)}}$  en (7) es un vector de  $KN_B$  columnas de longitud cuyos elementos son cero excepto su elemento de orden  $(I_{\lambda,i}^{(a)} - 1)$  que es 1. Análogamente,  $\tilde{\mathbf{e}}_{I_{\lambda,i}^{(b)}}$  en (7) es un vector de  $KN_B$  columnas de longitud con únicamente su elemento de orden  $(I_{\lambda,i}^{(a)} - 1)$  que no es cero cuyos elementos son cero excepto su elemento de orden  $(I_{\lambda,i}^{(b)} - 1)$  que es 1. Cuando se utiliza un patrón de generación de ciclos común para los dos grupos de polarización,  $I_{\lambda,i}^{(a)}$  es igual a  $I_{\lambda,i}^{(b)}$ . Con puesta en fase de QPSK ( $K = 4$ ), la descripción en la Ecuación 10 se vuelve:

$$\begin{bmatrix} [X_a & X_a & X_a & X_a] & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & [X_b & jX_b & -X_b & -jX_b] \end{bmatrix}$$

$$I_{\lambda,i}^{(a)} = \text{mod}(i + \Delta_{\lambda}^{(a)}, 4N_B), \quad I_{\lambda,i}^{(b)} = \text{mod}(i + \Delta_{\lambda}^{(b)}, 4N_B),$$

(Ecuación 11)

$$i = 0, 1, \dots$$

$$C(\lambda, i) = \begin{bmatrix} \tilde{e}_{I_{\lambda,i}^{(a)}} \\ \tilde{e}_{I_{\lambda,i}^{(b)}} \end{bmatrix}$$

Análogo a la realización A.2, pueden realizarse también ciclos en una unidad de M RE en lugar de en cada RE.

5 Las realizaciones del procedimiento/esquema de transmisión anterior pueden implementarse como sigue. En primer lugar, la elección del conjunto o conjuntos de precodificador usados para ciclos de precodificador no necesita especificarse ya que se usa DMRS para demodulación de datos. Por lo tanto, un eNB puede predeterminar o seleccionar este conjunto basándose en la generación de información de CSI de un UE. En segundo lugar, puede especificarse la elección del patrón de ciclo de precodificador junto con el número de precodificadores en un ciclo (tal como  $2N_B$  en las realizaciones A.1 y A2,  $N_B$  en la realización A.3, y  $KN_B$  en la realización A.4). El patrón y el número de precodificadores por ciclo están asociados al patrón o patrones de puerto de DMRS utilizados para transmisión de bucle semiabierto. El número usado o requerido de puertos de DMRS por capa de transmisión es el mismo que el número de precodificadores en un ciclo.

15 Para soportar tal funcionalidad, una realización es especificar un mapeo de RE que se refiere a los RE de datos a índices de precodificador así como puertos de DMRS a índices de precodificador. Otra realización es relacionar RE de datos directamente a puertos de DMRS. En este caso, un UE puede suponer que se aplica un mismo precodificador a alguno o todos los RE de datos que están asociados con un mismo índice de puerto de DMRS. Por ejemplo, suponiendo un conjunto de puertos de DMRS disponibles  $\{p_0, p_1, \dots, p_{N-1}\}$ , el índice de precodificador  $I (=I_{\lambda,i}^{(a)}$  o  $I_{\lambda,i}^{(b)})$  en las realizaciones A.1, A.2, A.3, o A.4) puede mapearse al puerto de DMRS  $p_I$ . Como alternativa, el índice de precodificador  $I$  puede mapearse al puerto de DMRS  $p_{F(I)}$ . Si se usan puertos de DMRS de la LTE de la Rel.13, el conjunto de puertos de DMRS disponible es  $\{7,8,9,10,11,12,13,14\}$ .

20 Para ambas realizaciones de mapeo de puerto de DMRS a índice de precodificador, existen varias posibilidades en términos del número de precodificadores por ciclo. Por ejemplo, basándose en el libro de códigos de la Rel.13 en la Tabla 3-A, 3-B, 3-C, 3-D, y 3-E, una primera realización emplea un número fijo de precodificadores para una configuración de libro de códigos dada. Por lo tanto, el número de precodificadores por ciclo está fijado y predeterminado para una configuración de libro de códigos dada. Una segunda realización es permitir que un eNB configure el número de precodificadores por ciclo para una configuración de libro de códigos dada. En este caso, el eNB informa al UE del número de precodificadores (ya sea  $N_B$  o  $KN_B$ ) para asegurar que el UE conoce el número de puertos de DMRS requerido o usado. Esto puede hacerse a través de señalización L1 (por ejemplo, mediante una asignación de DL o una concesión de UL en PDCCH), señalización L2 (tal como el elemento de control de MAC), o señalización de capa superior (RRC).

30 Para el segundo componente (es decir, generación de información de CSI), se describen varias realizaciones de ejemplo como sigue. Cada una de las siguientes realizaciones de esquemas de generación de información de CSI puede ser independiente (sin asociación alguna con ningún esquema de transmisión) o puede usarse en conjunto con uno o múltiples esquemas de transmisión que se han descrito previamente anteriormente.

35 En una realización (etiquetada realización B.1), se informa una primera etapa o primer PMI (indicado como  $i_1$ ). Con referencia a las Ecuaciones 1 y 2, este PMI está asociado con la matriz de precodificación de primera etapa  $W_1$  (por lo tanto la generación de información  $W_1$  breve). En esta realización, se informa un primer o PMI de primera etapa o  $W_1$  en conjunto con CQI y RI. Cuando se define el primer PMI basándose en libros de códigos de la Rel.12 de etapa dual el primer PMI corresponde a un índice de valor del libro de códigos  $i_1$  o una función del índice de libro de códigos  $i_1$ . Cuando se define el primer PMI basándose en libros de códigos de la Rel.13 de etapa dual para la CLASE A tipo de eMIMO (como se describe en la TABLA 3-A, 3-B, 3-C, 3-D, y 3-E anteriores para transmisión de orden de prioridad 1 o de una capa), el valor del primer PMI  $i_1$  corresponde a un valor del índice de libro de códigos  $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$  o una función del índice de libro de códigos  $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ . En cualquier caso, el otro PMI asociado con el precodificador de segunda etapa  $i_2$  no se informa.

Cuando se define el primer PMI basándose en libros de códigos de la Rel.13 de etapa dual (como se describe en las TABLAS 3-A, 3-B, 3-C, 3-D, y 3-E anteriores), el cálculo de primer PMI está condicionado en el valor configurado del parámetro de configuración de libro de códigos. Para la configuración de libro de códigos =1, únicamente se usa  $N_B = 1$  DFT haz por grupo de polarización para un  $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$  dado. Para la configuración de libro de códigos = 2, 3, o 4, se usan  $N_B = 4$  DFT haces por grupo de polarización para un  $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$  dado. El segundo PMI o de segunda etapa  $i_2$  no se informa y el UE deberá suponer que el eNB realiza una operación de diversidad de bucle abierto a través de los  $N_B$  haces de DFT o dos grupos de polarización o un total de  $2N_B$  haces de DFT (teniendo en cuenta dos grupos de polarización). Esto puede especificarse, por ejemplo, estableciendo que un UE deberá informar un conjunto de valores de CQI que representen calidad de canal para la primera palabra de código, incluso cuando el orden de prioridad recomendado (RI) es mayor que 1, pero se calcula condicionada en el RI informado (que puede ser el último RI periódico informado o el RI informado junto con el CQI). Además del RI informado, el cálculo de CQI también puede condicionarse en el  $i_1$  informado (que puede ser el último  $i_1$  periódico informado o el  $i_1$  informado junto con el CQI). Este primer valor de PMI  $i_1$  puede incluir dos componentes  $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ . Este conjunto de valores de CQI puede ser CQI de banda ancha calculado suponiendo la transmisión en el conjunto S de subbandas, o CQI de subbanda donde se calcula un CQI de subbanda suponiendo transmisión únicamente en la subbanda.

Si ha de utilizarse la tabla de libro de códigos de la Rel.13 como se describe en la Tabla 3-A, 3-B, 3-C, 3-D, y 3-E (para tipo de eMIMO de CLASE A para la orden de prioridad 1) para el fin de la presente divulgación, puede definirse una tabla ejemplar como se describe en la TABLA 4-A o 4-B a continuación para la orden de prioridad 1. El cálculo de CSI se realiza a continuación como sigue. En primer lugar, para un valor configurado de la configuración de libro de códigos, se selecciona un subconjunto de palabras de código. Esto se representa por la columna “valores pertinentes de  $i_2$ ” en la Tabla 4-A y 4-B que proporciona una lista de  $N_B$  palabras de código, cada una de las cuales es una función del primer PMI  $i_1$  que incluye  $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ . En segundo lugar, se realiza cálculo de CSI como una función del subconjunto de  $N_B$  palabras de código, además de canal medido de CSI-RS, donde la función refleja la operación de diversidad de bucle abierto utilizada en el eNB. Si se utiliza realización de ciclos de precodificador, se realiza cálculo de CSI suponiendo que el eNB realiza una transmisión de orden de prioridad  $v$  usando realización de ciclos de precodificador a través del subconjunto de  $N_B$  precodificadores (donde RI indica recomendación de orden de prioridad  $v$ ).

Por ejemplo, para la orden de prioridad 1 que sigue la realización ejemplar de la Tabla 4-A, cuando se configura la configuración de libro de códigos como 4 (que da como resultado  $N_B = 4$ ), basándose en los valores  $i_2$  pertinentes de  $\{0, 4, 8, 12\}$ , se selecciona el subconjunto de precodificador de

$\left\{ W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}, 0}^{(1)}, W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}, 0}^{(1)}, W_{2i_{1,1}+2, 2i_{1,2}, 0}^{(1)}, W_{2i_{1,1}+3, 2i_{1,2}, 0}^{(1)} \right\}$  para realización de ciclos de precodificador. Es decir, el UE supone que el eNB realiza transmisión de diversidad de bucle abierto de orden de prioridad 1 a través de estos cuatro precodificadores. El CQI resultante es una función del primer PMI  $i_1$  que incluye  $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ . Por lo tanto, además de estar condicionado en el RI informado e  $i_1$  (que incluye  $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ ), puede hacerse también cálculo de CQI suponiendo la transmisión con un conjunto de precodificadores que corresponde a  $i_2 = \{0, 4, 8, 12\}$ . En algunas implementaciones de UE, el primer PMI puede seleccionarse por el UE ya sea antes, después o conjuntamente con el CQI (que depende de la implementación del UE). Esto corresponde al esquema de transmisión descrito en la Ecuación 8 o 9 (Realización A.3) donde se realiza ciclos de precodificador a través de vectores de DFT en cada grupo de polarización.

Para orden de prioridad 1 y siguientes la realización ejemplar de la Tabla 4-B, cuando la configuración de libro de códigos está configurada como 4, basándose en los valores de  $i_2$  pertinentes  $\{0, 1, 2, \dots, 14, 15\}$ , se selecciona el

$$\left\{ \begin{array}{l} W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}, 0}^{(1)}, W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}, 1}^{(1)}, W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}, 2}^{(1)}, W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}, 3}^{(1)}, \\ W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}, 0}^{(1)}, W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}, 1}^{(1)}, W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}, 2}^{(1)}, W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}, 3}^{(1)}, \\ W_{2i_{1,1}+2, 2i_{1,2}, 0}^{(1)}, W_{2i_{1,1}+2, 2i_{1,2}, 1}^{(1)}, W_{2i_{1,1}+2, 2i_{1,2}, 2}^{(1)}, W_{2i_{1,1}+2, 2i_{1,2}, 3}^{(1)}, \\ W_{2i_{1,1}+3, 2i_{1,2}, 0}^{(1)}, W_{2i_{1,1}+3, 2i_{1,2}, 1}^{(1)}, W_{2i_{1,1}+3, 2i_{1,2}, 2}^{(1)}, W_{2i_{1,1}+3, 2i_{1,2}, 3}^{(1)} \end{array} \right\}$$

subconjunto de precodificador de para realizar ciclos de precodificador. Es decir, el UE supone que el eNB realiza transmisión de diversidad de bucle abierto de orden de prioridad 1 a través de estos  $4N_B = 16$  precodificadores. El CQI resultantes es también una función del primer PMI  $i_1$  que incluye  $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ . Por lo tanto, además de estar condicionado en el RI informado y  $i_1$  (que incluye  $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ ), puede realizarse también cálculo de CQI suponiendo la transmisión con un conjunto de precodificadores que corresponde a  $i_2 = \{0, 1, \dots, 15\}$ . En algunas implementaciones del UE, el primer PMI puede seleccionarse por el UE ya sea antes, después o conjuntamente con CQI (que depende de la implementación del UE). Esto corresponde al esquema de transmisión descrito en la Ecuación 10 (Realización A.4) donde se realiza ciclos de precodificador a través de vectores de DFT en cada grupo de polarización así como puesta en fase a través de dos grupos de polarización.

Las descripciones anteriores pueden ampliarse a otros valores de la configuración de libro de códigos.

Por lo tanto, el UE informa su recomendación para el primer PMI  $i_1$  (que puede incluir  $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ ) y su RI y CQI asociados.

Este procedimiento puede ampliarse a órdenes de prioridad distintos de 1.

TABLA 4-A: realización de ciclos de precodificador ejemplar

Configuración de libro de códigos	Orden de prioridad	Intervalo de $i_{11}$	Intervalo de $i_{12}$	Valores pertinentes de $i_2$
1	1	$0,1,\dots, N_1o_1 - 1$	$0,1,\dots, N_2o_2 - 1$	0
2	1	$0,1,\dots, \frac{N_1o_1}{2} - 1$	$0,1,\dots, \frac{N_2o_2}{2} - 1$	0, 4, 8, 12
3	1	$0,1,\dots, \frac{N_1o_1}{2} - 1$	$0,1,\dots, \frac{N_2o_2}{2} - 1$	0, 4, 8, 12
4	1	$0,1,\dots, \frac{N_1o_1}{2} - 1$	$0,1,\dots, \frac{N_2o_2}{2} - 1$	0, 4, 8, 12

5

TABLA 4-B: realización de ciclos de precodificador ejemplar

Configuración de libro de códigos	Orden de prioridad	Intervalo de $i_{11}$	Intervalo de $i_{12}$	Valores pertinentes de $i_2$
1	1	$0,1,\dots, N_1o_1 - 1$	$0,1,\dots, N_2o_2 - 1$	0, 1, 2, 3
2	1	$0,1,\dots, \frac{N_1o_1}{2} - 1$	$0,1,\dots, \frac{N_2o_2}{2} - 1$	0, 1, 2, ..., 14, 15
3	1	$0,1,\dots, \frac{N_1o_1}{2} - 1$	$0,1,\dots, \frac{N_2o_2}{2} - 1$	0, 1, 2, ..., 14, 15
4	1	$0,1,\dots, \frac{N_1o_1}{2} - 1$	$0,1,\dots, \frac{N_2o_2}{2} - 1$	0, 1, 2, ..., 14, 15

En las realizaciones anteriores, el número de precodificadores por ciclo está fijado para un valor dado de la configuración de libro de códigos. Como alternativa, puede usarse un subconjunto de todos los precodificadores disponibles. Por ejemplo, basándose en la realización en la Tabla 4-B con configuración de libro de códigos = 4, únicamente pueden usarse cuatro de 16 precodificadores por ciclo, tal como  $\{0, 1, 8, 9\}$ . Una elección de subconjunto puede predeterminarse basándose en el número de precodificadores o puede configurarse (por lo tanto señalizarse a un UE). Esta señalización de subconjunto de precodificador puede realizarse dinámicamente (por ejemplo mediante un canal de control de DL) o semi-estáticamente (por ejemplo mediante señalización de capa superior o RRC). Para la segunda opción, puede usarse un nuevo parámetro de RRC que indica un conjunto de  $i_2$  valores ya sea dentro de una configuración de procedimiento de CSI o configuración de generación de información de CSI.

10

15

Puesto que el primer PMI es banda ancha (calculado suponiendo transmisión en alguno o todo el conjunto de S subbandas), únicamente son aplicables modos de generación de información de CSI que informan PMI de banda ancha.

20

25

Para CSI aperiódica (A-CSI), únicamente es aplicable el modo 3-1. El primer PMI ( $i_1$  o  $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ ) se informa junto con CQI y RI. Este primer PMI se calcula condicionado en el valor más reciente del orden de prioridad recomendado en RI (que es el RI informado junto con CQI y el primer PMI) para el procedimiento de CSI. El CQI se calcula condicionado en el valor más reciente del orden de prioridad recomendado en RI (que es el RI informado junto con CQI y el primer PMI) para el procedimiento de CSI, el valor más reciente de primer PMI recomendado (que es el primer PMI informado junto con CQI y RI) para el procedimiento de CSI. Para cálculo de CQI, un UE deberá informar un conjunto de valores de CQI que representa calidad de canal para la primera palabra de código, incluso cuando el orden de prioridad

recomendado (RI) es mayor que 1, pero se calcula condicionado en el RI informado y el primer PMI informado  $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$  para el procedimiento de CSI.

5 Aunque es suficiente el procedimiento de cálculo de CSI anterior, puede introducirse también al menos una condición adicional para cálculo de CQI para mejorar la precisión de CSI como se ha analizado anteriormente. En una realización ejemplar, puede calcularse también CQI suponiendo la transmisión usando un esquema de diversidad de bucle abierto. En otra realización ejemplar, puede especificarse adicionalmente que se calcula CQI condicionado en el primer PMI informado  $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$  y un conjunto de precodificadores asociado con un conjunto de  $i_2$  valores (tal como el dado en la Tabla 4-A o 4-B, o configurado mediante señalización de capa superior). Es decir, puede calcularse también CQI suponiendo transmisión usando un conjunto de precodificadores asociado con un conjunto de  $i_2$  valores.

10 Para periódica (P-CSI), únicamente es aplicable el modo 1-1. El primer PMI  $i_1$  (que puede incluir  $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ ) se calcula condicionado en el valor más reciente del orden de prioridad recomendado en RI (que es el último RI periódico informado) para el procedimiento de CSI. El CQI se calcula condicionado en el valor más reciente del orden de prioridad recomendado en RI (que es el último RI periódico informado), el último primer PMI periódico informado (que se informa con RI o con CQI) para el procedimiento de CSI. Para cálculo de CQI, un UE deberá informar un conjunto de valores de CQI que representan calidad de canal para la primera palabra de código, incluso cuando el orden de prioridad recomendado (RI) es mayor que 1, pero se calcula condicionado en el último RI periódico informado y el último primer PMI periódico informado  $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$  para el procedimiento de CSI.

En este caso, hay varias opciones.

20 Una primera opción es informar el primer PMI  $i_1$  (que puede incluir  $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ ) en un mismo conjunto de subtramas como CQI (conjunto 1) mientras que se informa el RI en un conjunto diferente de subtramas de CQI y el primer PMI (conjunto 2). En esta primera opción, el primer PMI puede tener una misma periodicidad o diferente de CQI mientras comparte el mismo desplazamiento de subtrama.

25 Una segunda opción es informar el primer PMI  $i_1$  (que puede incluir  $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ ) en un conjunto de subtramas (conjunto 1) mientras que cada uno del CQI y RI se informa en un conjunto diferente de subtramas (conjunto 2 y conjunto 3, respectivamente). En esta segunda opción, el primer PMI puede tener una misma configuración de generación de información o diferente (desplazamiento de subtrama y periodicidad) de CQI.

30 Una tercera opción es informar el primer PMI  $i_1$  (que puede incluir  $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ ) en un mismo conjunto de subtramas que el RI (conjunto 1) mientras que se informa el CQI en un conjunto diferente de subtramas (conjunto 2). En esta tercera operación, el primer PMI puede tener una misma periodicidad o diferente de RI mientras comparte el mismo desplazamiento de subtrama. En todas estas tres opciones, el primer PMI  $i_1$  (que puede incluir  $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ ) se calcula condicionado en el RI más recientemente informado - que puede informarse en un mismo conjunto de subtramas.

35 La figura 7 ilustra estas tres opciones para generación de información de P-CSI en términos de un diagrama 700 de temporización de generación de información de UE de ejemplo. En 700, se supone que ha de informarse el RI a un intervalo 4 veces más largo en comparación con CQI. El diagrama 701 superior es un ejemplo de la opción 1 donde el primer PMI se informa junto con CQI (compartiendo de esta manera la misma periodicidad y desplazamiento de subtrama). El diagrama 702 medio es un ejemplo de la opción 2 donde el primer PMI se informa de manera separada de CQI y RI. En este ejemplo, el primer PMI se informa a la mitad del intervalo de RI (y por lo tanto dos veces el intervalo de CQI). El diagrama 703 inferior es una opción 3 de ejemplo donde el primer PMI se informa junto con RI (compartiendo de esta manera la misma periodicidad y desplazamiento de subtrama).

40 Para todas las opciones anteriores, los posibles valores de RI pueden variar de 1 al número máximo de capas determinadas por la capacidad del UE. Como alternativa, si el uso de esquema de transmisión de bucle semiabierto está limitado a orden de prioridad 1 y 2, es suficiente una señalización de RI de 1 bit.

45 Otra opción que comparte algunas características con la primera y segunda opciones configura un UE para informar al primer PMI  $i_1$  que puede incluir  $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$  en un mismo conjunto de subtramas que CQI (conjunto 1) mientras el RI se informa en un conjunto diferente de subtramas de CQI y el primer PMI (conjunto 2). Sin embargo, el primer PMI y el CQI no se informan juntos puesto que el intervalo de generación de información del primer PMI es un número entero múltiplo  $H'$  ( $>1$ ) del intervalo de generación de información de CQI. Cada vez que ha de informarse el primer PMI (una vez cada  $H'$  subtramas que contienen CQI), se descarta el informe de CQI. Si las instancias de generación de información para CQI pueden describirse como  $(10 \times n_f + \lfloor n_s / 2 \rfloor - N_{\text{DESPLAZAMIENTO,CQI}}) \bmod(N_{pd}) = 0$ , las instancias de generación de información para el primer PMI pueden describirse como  $(10 \times n_f + \lfloor n_s / 2 \rfloor - N_{\text{DESPLAZAMIENTO,CQI}}) \bmod(H' \cdot N_{pd}) = 0$ . De hecho, esta opción permite que se informen de manera separada el CQI y el primer PMI sin tener que introducir un desplazamiento de subtrama adicional para informar el primer PMI.

55 Otra opción es posible cuando está disponible una generación de información de P-CSI de gran capacidad (tal como formato 3 de PUCCH o formato 4 de PUCCH periódico). En esta realización, alguno o todos los parámetros de CSI (CQI, el primer PMI, y RI) se informan juntos en una subtrama de un conjunto común de subtramas. En esta realización,

alguno o todos los parámetros de CSI comparten las mismas instancias de generación de información:  $(10 \times n_f + \lfloor n_s / 2 \rfloor - N_{\text{DESPLAZAMIENTO,CQI}}) \bmod(N_{pd}) = 0$ .

La descripción anterior pertenece a operación de generación de información de CSI para generación de información de CSI de clase A o tipo 'no precodificado'. Para la generación de información de CSI de clase B o tipo de 'haz formado', el conjunto de parámetros de información de CSI depende del número de recursos de CSI-RS configurados para el UE. Cuando  $K=1$  el recurso de CSI-RS se asigna al UE, el primer PMI  $i_1$  (que puede incluir  $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ ) no es necesario si el eNB realiza formación de haces específica de UE en CSI-RS. Por lo tanto, únicamente se informan CQI y RI asociados con los puertos de CSI-RS con formación de haces medidos por el UE. En este punto, el CQI se calcula condicionado en el RI informado (que puede ser el último RI periódico informado o el RI informado en la misma subtrama) y el esquema de diversidad de bucle abierto empleado en el eNB.

En otra realización (etiquetada realización B.2), un parámetro de generación de información de CSI adicional que representa puesta en fase recomendada entre dos grupos de polarización se informa en conjunto con los parámetros de CSI en la realización B.1. Esta puesta en fase se informa junto con el primer PMI en la realización B.1. La puesta en fase puede definirse e informarse como un parámetro de CSI separado (por ejemplo, un segundo PMI). O la puesta en fase puede informarse como una parte o una extensión del primer PMI definido en la realización B.1. Habiendo recibido una recomendación de UE para el primer PMI y el índice de puesta en fase, el eNB puede realizar operación de diversidad de bucle abierto a través de  $N_B$  palabras de código para cada grupo de polarización y puesta en fase a través de los dos grupos de polarización.

Esta puesta en fase recomendada puede definirse de manera similar a  $\varphi_n = e^{j\pi n/2}$  en la Tabla 3-A, 3-B, 3-C, 3-D, y 3-E donde se usan cuatro hipótesis  $\{\pm 1, \pm j\}$ . Por lo tanto el número total de hipótesis para la generación de información de PMI se aumenta en un factor de cuatro.

Esta puesta en fase puede informarse como una subbanda (calculada para cada conjunto S de subbandas) o un parámetro de CSI de banda ancha (calculado para alguna o todo el conjunto de S subbandas). Si la puesta en fase se informa como un parámetro de CSI de subbanda, la puesta en fase puede definirse e informarse como un segundo PMI ( $i_2$ ) separado del primer PMI  $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ . En este caso, este segundo PMI puede configurarse con una misma o una diferente tasa de generación de información y desplazamiento de subtrama. Si se informa la puesta en fase como un parámetro de CSI de banda ancha, la puesta en fase puede definirse e informarse como un segundo PMI o como una parte del primer PMI  $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ . En este caso, esta recomendación de puesta en fase se informa con una misma tasa de actualización y desplazamiento de subtrama que el primer PMI.

Si ha de utilizarse la tabla de libro de códigos de la Rel.13 como se describe en la Tabla 3-A a 3-E para el fin de la presente divulgación, puede definirse una tabla ejemplar como se describe en la Tabla 5 a continuación para la orden de prioridad 1. El cálculo de CSI se realiza a continuación como sigue. En primer lugar, para un valor configurado de la configuración de libro de códigos, se selecciona un subconjunto de palabras de código del libro de códigos. Este se representa por la columna "valores pertinentes de  $i_2$ " en la Tabla 5 que proporciona una lista de  $N_B$  palabras de código, cada una de las cuales es una función del primer PMI  $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ , así como el parámetro de puesta en fase  $n$ . En segundo lugar, para cada valor de  $n$ , se realiza cálculo de CSI como una función del subconjunto de  $N_B$  palabras de código, además de canal medido de CSI-RS, donde la función refleja la operación de diversidad de bucle abierto utilizado en el eNB. Si se utiliza realización de ciclos de precodificador, se realiza cálculo de CSI suponiendo que el eNB realiza una transmisión de orden de prioridad  $v$  usando realización de ciclos de precodificador a través del subconjunto de  $N_B$  precodificadores (donde RI indica recomendación de orden de prioridad  $v$ ).

Por ejemplo, para la orden de prioridad 1, cuando la configuración de libro de códigos está configurada como 4, basándose en los valores de  $i_2$  pertinentes de  $n, n + 4, n + 8, n + 12$ , se selecciona el subconjunto de precodificador

de  $\{W_{2i_{1,1}, 2i_{1,2}, n}^{(1)}, W_{2i_{1,1}+1, 2i_{1,2}, n}^{(1)}, W_{2i_{1,1}+2, 2i_{1,2}, n}^{(1)}, W_{2i_{1,1}+3, 2i_{1,2}, n}^{(1)}\}$  para la realización de ciclos de precodificador para dada una  $n \in \{0, 1, 2, 3\}$ . Es decir, para un valor dado de  $n$ , el UE supone que el eNB realiza transmisión de diversidad de bucle abierto de orden de prioridad 1 a través de estos cuatro precodificadores. El CQI resultante una función del primer PMI  $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$  y el índice de puesta en fase  $n$ . Los  $\{i_{1,1}, i_{1,2}, n\}$  recomendados se seleccionan por el UE antes, después o conjuntamente con CQI (que depende de la implementación del UE).

Por lo tanto, el UE informa su recomendación para el primer PMI  $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ , índice de puesta en fase  $n$ , y sus RI y CQI asociados.

Este procedimiento puede aplicarse a otros valores de configuración de libro de códigos así como órdenes de prioridad

TABLA 5: realización de ciclos de precodificador de ejemplo

Configuración de libro de códigos	Orden de prioridad	Intervalo de $i_{11}$	Intervalo de $i_{12}$	Valores pertinentes de $i_2$ para $n \in \{0, 1, 2, 3\}$ dado
1	1	$0, 1, \dots, N_1 o_1 - 1$	$0, 1, \dots, N_2 o_2 - 1$	$n$
2	1	$0, 1, \dots, \frac{N_1 o_1}{2} - 1$	$0, 1, \dots, \frac{N_2 o_2}{2} - 1$	$n, n + 4, n + 16, n + 20$
3	1	$0, 1, \dots, \frac{N_1 o_1}{2} - 1$	$0, 1, \dots, \frac{N_2 o_2}{2} - 1$	$n, n + 8, n + 20, n + 28$
4	1	$0, 1, \dots, \frac{N_1 o_1}{2} - 1$	$0, 1, \dots, \frac{N_2 o_2}{2} - 1$	$n, n + 4, n + 8, n + 12$

5 Puesto que el primer PMI  $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$  (o su compuesto) es de banda ancha (calculado suponiendo la transmisión en alguna o todo el conjunto de S subbandas) y el índice de puesta en fase  $n$  puede tratarse como banda ancha, únicamente son aplicables modos de generación de información de CSI que informan PMI de banda ancha. En este caso, puede definirse un PMI compuesto que incluye  $\{i_{1,1}, i_{1,2}, n\}$  e informarse como el PMI para esta realización.

10 Para CSI aperiódica (A-CSI), únicamente es aplicable el modo 3-1. El primer PMI  $i_1$  (que puede incluir  $\{i_{1,1}, i_{1,2}, n\}$ ) se informa junto con CQI y RI. Este primer PMI  $i_1$  (que puede incluir  $\{i_{1,1}, i_{1,2}, n\}$ ) se calcula condicionado en el valor más reciente del orden de prioridad recomendado en RI (que es el RI informado junto con CQI y el primer PMI) para el procedimiento de CSI. El CQI se calcula condicionado en el valor más reciente del orden de prioridad recomendado en RI (que es el último RI periódico informado), el último primer PMI periódico informado (que se informa con RI o con CQI) para el procedimiento de CSI. Para cálculo de CQI, un UE deberá informar un conjunto de valores de CQI que representan calidad de canal para la primera palabra de código, incluso cuando el orden de prioridad recomendado (RI) es mayor que 1, pero se calcula condicionado en el último RI periódico informado y el último primer PMI periódico informado  $i_1$  (que puede incluir  $\{i_{1,1}, i_{1,2}, n\}$ ) para el procedimiento de CSI.

15 Aunque es suficiente el procedimiento de cálculo de CSI anterior, puede introducirse también al menos una condición adicional para cálculo de CQI para mejorar la precisión de CSI como se ha analizado anteriormente. En una realización ejemplar, puede calcularse también el CQI suponiendo la transmisión usando un esquema de diversidad de bucle abierto. En otra realización ejemplar, puede especificarse adicionalmente que el CQI se calcula condicionado en el primer PMI informado  $i_1$  (que puede incluir  $\{i_{1,1}, i_{1,2}, n\}$ ) y un conjunto de precodificadores asociados con un conjunto de  $i_2$  valores (tal como el dado en la Tabla 4B, o configurado mediante señalización de capa superior). Es decir, puede calcularse también el CQI suponiendo la transmisión usando un conjunto de precodificadores asociados con un conjunto de  $i_2$  valores.

25 Para periódica (P-CSI), únicamente es aplicable el modo 1-1. El primer PMI  $i_1$  (que puede incluir  $\{i_{1,1}, i_{1,2}, n\}$ ) se calcula condicionado en el valor más reciente del orden de prioridad recomendado en RI (que es el último RI periódico informado) para el procedimiento de CSI. El CQI se calcula condicionado en el valor más reciente del orden de prioridad recomendado en RI (que es el último RI periódico informado), el último primer PMI periódico informado (que se informa con RI o con CQI) para el procedimiento de CSI. Para cálculo de CQI, un UE deberá informar un conjunto de valores de CQI que representan calidad de canal para la primera palabra de código, incluso cuando el orden de prioridad recomendado (RI) es mayor que 1, pero se calcula condicionado en el último RI periódico informado y el último primer PMI periódico informado  $i_1$  (que puede incluir  $\{i_{1,1}, i_{1,2}, n\}$ ) para el procedimiento de CSI.

35 Aunque es suficiente el procedimiento de cálculo de CSI anterior, puede introducirse también al menos una condición adicional para cálculo de CQI para mejorar la precisión de CSI como se ha analizado anteriormente. En una realización ejemplar, puede calcularse también el CQI suponiendo la transmisión usando un esquema de diversidad de bucle abierto. En otra realización ejemplar, puede especificarse adicionalmente que el CQI se calcula condicionado en el primer PMI informado  $i_1$  (que puede incluir  $\{i_{1,1}, i_{1,2}, n\}$ ) y un conjunto de precodificadores asociados con un conjunto de  $i_2$  valores (tal como el dado en la Tabla 4B, o configurado mediante señalización de capa superior). Es decir, puede calcularse también el CQI suponiendo la transmisión usando un conjunto de precodificadores asociados con un conjunto de  $i_2$  valores.

En este caso, hay varias opciones.

40 Una primera opción es informar  $\{i_{1,1}, i_{1,2}, n\}$  (o su compuesto) en un mismo conjunto de subtramas como CQI (conjunto 1) mientras que RI se informa en un conjunto diferente de subtramas de CQI y  $\{i_{1,1}, i_{1,2}, n\}$  (conjunto 2). En esta

primera opción, el primer PMI puede tener una misma periodicidad o diferente de CQI mientras comparte el mismo desplazamiento de subtrama.

Una segunda opción es informar  $\{i_{1,1}, i_{1,2}, n\}$  (o su compuesto) en un conjunto de subtramas (conjunto 1) mientras que cada uno del CQI y RI se informa en un conjunto diferente de subtramas (conjunto 2 y conjunto 3, respectivamente). En esta segunda opción,  $\{i_{1,1}, i_{1,2}, n\}$  (o su compuesto) puede tener una misma configuración de generación de información o diferente (desplazamiento de subtrama y periodicidad) de CQI.

Una tercera opción es informar  $\{i_{1,1}, i_{1,2}, n\}$  (o su compuesto) en un mismo conjunto de subtramas como RI (conjunto 1) mientras que CQI se informa en un conjunto diferente de subtramas (conjunto 2). En esta tercera operación,  $\{i_{1,1}, i_{1,2}, n\}$  (o su compuesto) puede tener una misma periodicidad o diferente de RI mientras comparte el mismo desplazamiento de subtrama. En todas estas tres opciones,  $\{i_{1,1}, i_{1,2}, n\}$  (o su compuesto) se calcula condicionado en el RI periódico más recientemente informado - que puede informarse en un mismo conjunto de subtramas.

Un diagrama de temporización ejemplar es similar al dado en la figura 7, después de la realización B.1.

Otra realización que comparte algunas características en la primera y segunda opciones configura un UE para informar el primer PMI ( $\{i_{1,1}, i_{1,2}, n\}$  o su compuesto) en un mismo conjunto de subtramas como CQI (conjunto 1) mientras que RI se informa en un conjunto diferente de subtramas de CQI y el primer PMI (conjunto 2). Sin embargo, el primer PMI y CQI no se informan juntos puesto que el intervalo de generación de información del primer PMI es un número entero múltiplo  $H' (>1)$  del intervalo de generación de información de CQI. Cada vez que ha de informarse el primer PMI (una vez cada  $H'$  subtramas que contienen CQI), se descarta el informe de CQI. Si las instancias de generación de información para CQI pueden describirse como  $(10 \times n_f + \lfloor n_s / 2 \rfloor - N_{\text{DESPLAZAMIENTO, CQI}}) \bmod (N_{pd}) = 0$ , las instancias de generación de información para el primer PMI pueden describirse como  $(10 \times n_f + \lfloor n_s / 2 \rfloor - N_{\text{DESPLAZAMIENTO, CQI}}) \bmod (H' \cdot N_{pd}) = 0$ . De hecho, esta opción permite que se informen de manera separada el CQI y el primer PMI sin tener que introducir un desplazamiento de subtrama adicional para informar el primer PMI.

Es posible otra realización cuando está disponible generación de información de P-CSI de gran capacidad (tal como formato 3 de PUCCH o formato 4 de PUSCH periódico). En esta realización, alguno o todos los parámetros de CSI (CQI, el primer PMI, y RI) se informan juntos en una subtrama desde un conjunto común de subtramas. En esta realización, alguno o todos los parámetros de CSI comparten las mismas instancias de generación de información:  $(10 \times n_f + \lfloor n_s / 2 \rfloor - N_{\text{DESPLAZAMIENTO, CSI}}) \bmod (N_{pd}) = 0$ .

La descripción anterior pertenece a operación de generación de información de CSI para la generación de información de CSI de clase A o tipo 'no precodificado'. Para la generación de información de CSI de clase B o tipo de 'haz formado', el conjunto de parámetros de información de CSI depende del número de recursos de CSI-RS configurados para el UE. Cuando  $K=1$  el recurso de CSI-RS se asigna al UE,  $\{i_{1,1}, i_{1,2}, n\}$  no es necesario si el eNB realiza formación de haces específica de UE en CSI-RS. Por lo tanto, únicamente se informa CQI, RI, y recomendación de puesta en fase  $\{k\}$  asociada con los puertos de CSI-RS con formación de haces medidos por el UE. En este punto, el CQI se calcula condicionado en el valor de RI, el esquema de diversidad de bucle abierto empleado en el eNB, y el valor recomendado de índice de puesta en fase  $\{k\}$ .

En otra realización (etiquetada realización B.3), se informa una generación de información de selección de subconjunto de libro de códigos además de los otros parámetros de generación de información de CSI. En la realización B.1 y B.2, se supone que un eNB configura un UE mediante señalización de capa superior con una selección de subconjunto de libro de códigos. En un esquema ejemplar basándose en las tablas de libro de códigos de la Rel.13 como se describe en la Tabla 3-A, 3-B, 3-C, 3-D, y 3-E, esta configuración se hace usando la configuración de libro de códigos de parámetro de RRC, como también es evidente en la Tabla 4-A, 4-B, o 5. En esta realización, un parámetro de generación de información de CSI adicional que recomienda una selección de subconjunto de libro de códigos se informa por un UE. Este indicador de selección de subconjunto (abreviado como SSI, por ejemplo) es un parámetro separado de, y por lo tanto puede informarse concurrentemente con, CQI, PMI (que incluye el primer PMI y/o indicador de puesta en fase), y/o RI. Por lo tanto la realización B.3 puede usarse en conjunto con la realización B.1 y/o B.2.

Puesto que la selección de subconjunto de libro de códigos varía lentamente, se informa la selección de subconjunto de libro de códigos a una tasa de actualización considerablemente más baja que CQI, PMI, y/o RI. Además, la selección de subconjunto de libro de códigos es una generación de información de banda ancha (calculada para alguna o todo el conjunto de S subbandas). En este caso, un UE puede utilizar una estimación de perfiles de canal a largo plazo tal como matriz de covarianza de canal o perfil de AoD. Tales perfiles de canal a largo plazo pueden estimarse desde mediciones de CSI a través de múltiples subtramas. Tras recibir una recomendación de subconjunto de un UE, un eNB, teniendo en cuenta la generación de información de SSI, configura el UE con una selección de subconjunto de libro de códigos mediante, por ejemplo, configuración de libro de códigos de parámetro de RRC.

Para la generación de información de A-CSI basada en PUSCH, puede activarse SSI o solicitarse de manera separada de los otros parámetros de CSI por el eNB. Por lo tanto, el UE únicamente informa SSI cuando se solicita la generación de información de SSI por el eNB. Es necesaria una hipótesis de solicitud de CSI adicional para este fin. Como alternativa, puede informarse SSI siempre junto con los otros parámetros de CSI (CQI, PMI, y/o RI). En este caso, no

se requiere hipótesis adicional para solicitud de SSI.

5 Para la generación de información de P-CSI basada en PUCCH, a SSI se asigna su propia configuración de generación de información que incluye periodicidad (tasa de actualización) y/o desplazamiento de subtrama. Puede idearse una realización subordinada restringiendo la generación de información de SSI en el mismo conjunto o en un subconjunto de subtramas usadas para la generación de información de RI. En este caso, la generación de información de SSI únicamente requiere una configuración de periodicidad separada. El desplazamiento de subtrama no es necesario puesto que SSI, cada vez que se informa, se informa junto con RI.

10 La descripción anterior pertenece a operación de generación de información de CSI para la generación de información de CSI de clase A o tipo 'no precodificado'. Para la generación de información de CSI de clase B o tipo de 'haz formado', el conjunto de parámetros de información de CSI depende del número de recursos de CSI-RS configurados para el UE. Cuando  $K=1$  el recurso de CSI-RS se asigna al UE,  $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$  no es necesario si el eNB realiza formación de haces específica de UE en CSI-RS. Por lo tanto, únicamente se informan CQI, RI y, en caso de la realización B.2, recomendación de puesta en fase  $\{k\}$ , asociadas con los puertos de CSI-RS con formación de haces medidos por el UE en conjunto con SSI. En este punto, el CQI se calcula condicionado en el valor de RI, el esquema de diversidad de bucle abierto empleado en el eNB, y, en caso de la realización B.2, el valor recomendado de índice de puesta en fase  $\{k\}$ . Para utilizar SSI para CSI-RS de haz formado, sin embargo, un UE deberá estar configurado para recibir y medir tanto CSI-RS no precodificada como de haz formado específica de UE. CSI-RS no precodificada (asociada con generación de información de CSI de clase A) es necesaria para calcular SSI.

20 En otra realización (etiquetada realización B.4), se informa un indicador de perfil de canal además de otros parámetros de generación de información de CSI. En la realización B.1 y B.2, se supone que un eNB configura un UE mediante señalización de capa superior con una selección de subconjunto de libro de códigos. En un esquema ejemplar basado en las tablas de libro de códigos de la Rel.13 como se describe en la Tabla 3-A, 3-B, 3-C, 3-D, y 3-E, esta configuración se hace usando la configuración de libro de códigos de parámetro de RRC - como también es evidente en la Tabla 4-A, 4-B, o 5. Además, en la realización B.3, se informa un indicador de selección de subconjunto de libro de códigos (abreviado como SSI, por ejemplo) que recomienda una selección de subconjunto de libro de códigos. Para calcular SSI, un UE puede utilizar una estimación de perfiles de canal a largo plazo, tal como la matriz de covarianza de canal o perfil de AoD. Tales perfiles de canal a largo plazo pueden estimarse desde mediciones de CSI a través de múltiples subtramas. En esta realización, se informa un parámetro de generación de información de CSI adicional que indica parámetros de perfil de canal de DL a largo plazo tal como AoD ensanchado (por ejemplo, valor cuantificado de AoD abarcado o un intervalo cuantificado de valores de AoD, junto con la intensidad relativa o magnitud de cada AoD estimado). Este indicador de perfil de canal (CPI) puede calcularse por un UE desde mediciones de CSI a través de múltiples subtramas. Por lo tanto, la realización B.4 puede ser una alternativa a la realización B.3. Al igual que la realización B.3, la realización B.4 puede usarse en conjunto con la realización B.1 y/o B.2.

35 Tras recibir un informe de CPI desde un UE, un eNB, teniendo en cuenta la generación de información de CPI, configura el UE con una selección de subconjunto de libro de códigos mediante, por ejemplo, configuración de libro de códigos de parámetro de RRC.

40 Similar a la realización B.3, para la generación de información de A-CSI basada en PUSCH, puede activarse el CPI o solicitarse de manera separada de los otros parámetros de CSI por el eNB. Por lo tanto, el UE únicamente informa el CPI cuando se solicita la generación de información de CPI por el eNB. Es necesaria una hipótesis de solicitud de CSI adicional para este fin. Como alternativa, el CPI siempre puede informarse junto con los otros parámetros de CSI (CQI, PMI, y/o RI). En este caso, no se requiere hipótesis adicional para solicitud de CPI.

45 Similar a la realización B.3, para la generación de información de P-CSI basada en PUCCH, a CPI se asigna su propia configuración de generación de información que incluye periodicidad (tasa de actualización) y/o desplazamiento de subtrama. Puede idearse una realización subordinada restringiendo la generación de información de CPI en el mismo conjunto o en un subconjunto de subtramas usadas para la generación de información de RI. En este caso, la generación de información de CPI únicamente requiere una configuración de periodicidad separada. El desplazamiento de subtrama no es necesario puesto que el CPI, cada vez que se informa, se informa junto con RI.

50 La descripción anterior pertenece a la operación de generación de información de CSI para la generación de información de CSI de clase A o tipo 'no precodificado'. Para la generación de información de CSI de clase B o tipo de 'haz formado', el conjunto de parámetros de información de CSI depende del número de recursos de CSI-RS configurados para el UE. Cuando  $K=1$  el recurso de CSI-RS se asigna al UE,  $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$  no es necesario si el eNB realiza formación de haces específica de UE en CSI-RS. Por lo tanto, únicamente se informan CQI, RI y, en caso de la realización B.2, se informa la recomendación de puesta en fase  $\{k\}$ , asociada con los puertos de CSI-RS con formación de haces medidos por el UE en conjunto con CPI. En este punto, el CQI se calcula condicionado en el valor de RI, el esquema de diversidad de bucle abierto empleado en el eNB, y, en el caso de la realización B.2, el valor recomendado de índice de puesta en fase  $\{k\}$ . Para utilizar CPI para CSI-RS de haz formado, sin embargo, un UE deberá estar configurado para recibir y medir tanto CSI-RS no precodificada como de haz formado específica de UE. La CSI-RS no precodificada (asociada con la generación de información de CSI de clase A) es necesaria para calcular CPI.

En otra realización (etiquetada realización B.5), se informa la matriz de covarianza de canal cuantificada además de

5 otros parámetros de generación de información de CSI. A partir de la matriz de covarianza de canal cuantificada, puede calcularse o derivarse SSI o CPI. Para informar esta entidad de CSI, es necesaria una cantidad mayor de recurso de realimentación. Al igual que la realización B.3 o B.4, la realización B.5 puede usarse en conjunto con la realización B.1 y/o B.2. Tales perfiles de canal a largo plazo pueden estimarse desde mediciones de CSI a través de múltiples subtramas.

Para el tercer componente (es decir, el libro de códigos para la generación de información de CSI), cuando el RI informado es 1 (ya sea el último RI periódico informado para P-CSI o el RI informado junto con CQI y PMI para A-CSI), puede utilizarse el libro de códigos de orden de prioridad 1 para el tipo de eMIMO de CLASE A de la Rel.13.

10 Para soportar transmisión de diversidad de semi-bucle abierto de orden de prioridad superior, se aplican al menos dos realizaciones diferentes.

15 En una realización (etiquetada realización C.1), se usa el mismo libro de códigos de orden de prioridad 1 del diseño de CLASE A de la Rel.13 para la generación de información de CSI de orden de prioridad  $v$  donde  $v \geq 1$ . En particular, los esquemas de cálculo de PMI en la realización B.1 y B.2 se amplían para soportar  $RI=v > 1$ , por lo tanto la transmisión a través de múltiples capas. Si se usa realización de ciclos de precodificador en un eNB, se usa un mismo conjunto de vectores de precodificación por grupo de polarización (asociado con el primer PMI  $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$  y selección de subconjunto de libro de códigos) para transmitir múltiples capas de datos mientras se usan diferentes patrones de realización de ciclos de precodificador para diferentes capas. Análogamente, pueden multiplexarse transmisiones a una pluralidad de UE juntos en un conjunto de  $N_B$  o  $KN_B$  precodificadores (por grupo de polarización) asignando diferentes patrones de realización de ciclos de precodificador para diferentes UE. La asociación entre un UE y su patrón o patrones de realización de ciclos de precodificador puede hacerse usando al menos un parámetro específico de UE (tal como el Identificador Temporal de Red de Radio de Célula (C-RNTI) y/o la asignación de PRB).

20 En otra realización (etiquetada realización C.2), el libro de códigos de orden de prioridad  $v$  del diseño de clase A de la Rel.13 para la generación de información de CSI de orden de prioridad  $v$ , ya sea el primer PMI en la realización B.1  $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ , o el primer PMI con recomendación de puesta en fase en la realización B.2  $\{i_{1,1}, i_{1,2}, n\}$ . Si se usa la realización de ciclos de precodificador en un eNB, un conjunto diferente de vectores de precodificación por grupo de polarización (asociado con el primer PMI  $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$  y la selección de subconjunto de libro de códigos) puede ser diferente para diferentes órdenes de prioridad, que incluye el número de haces por grupo de polarización. Al igual que la realización C.1, las transmisiones a una pluralidad de UE pueden multiplexarse juntas en un conjunto de  $N_B$  o  $KN_B$  precodificadores (por grupo de polarización) asignando diferentes patrones de realización de ciclos de precodificador para diferentes UE. La asociación entre un UE y su patrón o patrones de realización de ciclos de precodificador puede hacerse usando al menos un parámetro específico de UE (tal como asignación de C-RNTI y/o PRB).

25 Para las realizaciones anteriores, un UE puede configurarse con un esquema de transmisión de DL que utiliza operación de diversidad de bucle abierto (tal como realización de ciclos de precodificador). Esta configuración puede señalizarse al UE ya sea mediante señalización de capa superior o señalización L1/L2 (por ejemplo elemento de control de MAC o DCI relacionado con DL). Por ejemplo, si se usa señalización de capa superior, un UE recibe un parámetro de RRC (por ejemplo, bucle abierto activado) que indica la configuración de esquema de transmisión. Si el valor del parámetro de RRC representa la transmisión de diversidad de bucle abierto, el UE calcula sus parámetros de CSI (tal como RI, el primer PMI, y/o CQI) de acuerdo con esta configuración. Además, el UE recibe y demodula la transmisión de datos suponiendo la operación de diversidad de bucle abierto tal como la realización de ciclos de precodificador.

30 Como alternativa, en lugar de la configuración de esquema de transmisión de DL, puede usarse también configuración relacionada con CSI si se implementa una transmisión de diversidad de bucle semi-abierto o bucle abierto de una manera transparente para el UE. En este caso, el UE recibe y demodula una transmisión de DL de la misma manera que una transmisión precodificada basada en DMRS. Pero el UE calcula e informa CSI de acuerdo con la configuración relacionada con CSI.

35 La figura 8 ilustra un diagrama de flujo para un procedimiento 800 de ejemplo en el que un UE recibe información de configuración y calcula el informe de CSI de acuerdo con una realización de la presente divulgación. Por ejemplo, el procedimiento 800 puede realizarse por el UE 116.

40 El procedimiento 800 comienza recibiendo el UE información de configuración para el esquema de transmisión, libro de códigos y tipo de eMIMO (etapa 801). Si la configuración de esquema de transmisión indica diversidad de bucle abierto, la configuración de tipo de eMIMO indica Clase A (etapa 802), el UE determina en primer lugar un libro de códigos usado para cálculo de CSI de la información de configuración de libro de códigos (etapa 803). Este libro de códigos incluye dos PMI  $\{i_1, i_2\}$ . El primer PMI  $i_1$  puede incluir dos índices de libro de códigos  $\{i_{1,1}, i_{1,2}\}$ . A partir de este libro de códigos, el UE calcula RI y el primer PMI  $i_1$  donde el primer PMI se calcula condicionado en el último RI informado que puede informarse en una misma subtrama que el primer PMI (etapa 804). A continuación se calcula un CQI condicionado en el último RI informado y el primer PMI  $i_1$ . Dependiendo del esquema de diversidad de bucle abierto, puede hacerse el cálculo de CQI suponiendo transmisión con realización de ciclos a través de una pluralidad de precodificadores asociados con el primer PMI  $i_1$  (etapa 805). El RI, primer PMI  $i_1$ , y CQI se informan a continuación

en un canal de enlace ascendente (etapa 806).

La figura 9 ilustra un diagrama de flujo para un procedimiento 900 de ejemplo en el que un eNB configura un UE (etiquetado como UE-k) con esquema de transmisión, un ajuste de libro de códigos, y tipo de eMIMO de acuerdo con una realización de la presente divulgación. Por ejemplo, el procedimiento 900 puede realizarse por el eNB 102.

- 5 El procedimiento 900 comienza con el eNB que configura un UE (etiquetado como UE-k) con esquema de transmisión de diversidad de bucle abierto, un ajuste de libro de códigos, y tipo de eMIMO de clase A (etapa 901). El eNB transmite esta información de configuración (etapa 902) así como datos con diversidad de bucle abierto al UE-k (etapa 903). Un ejemplo de una diversidad de transmisión de bucle abierto es realizar la operación de realización de ciclos de precodificador en el dominio de frecuencia. Es decir, los datos se transmiten con un precodificador en el que el precodificador se toma de un pequeño conjunto/subconjunto y se varía a través de subportadoras de frecuencia o grupos de subportadoras de frecuencia. El eNB también recibe una información de CSI del UE-k que incluye RI, primer PMI  $i_1$ , y CQI (etapa 904) en el que el primer PMI  $i_1$  se calcula de un libro de códigos de dos PMI determinado por el libro de códigos información de configuración.

- 10 Aunque las figuras 8 y 9 ilustran ejemplos de los procedimientos para recibir información de configuración y configurar un UE, respectivamente, podrían realizarse diversos cambios a las figuras 8 y 9. Por ejemplo, mientras que se muestra como una serie de etapas, diversas etapas en cada figura podrían solapar, ocurrir en paralelo, ocurrir en un orden diferente, ocurrir múltiples veces o no realizarse en una o más realizaciones.

- 15 Aunque se ha descrito la presente divulgación con una realización de ejemplo, pueden sugerirse diversos cambios y modificaciones por o para un experto en la materia. Se pretende que la presente divulgación abarque tales cambios y modificaciones como que caen dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

20

**REIVINDICACIONES**

1. Un equipo de usuario, UE (116), que comprende:
  - al menos un transceptor (310); y
  - al menos un procesador (340), operativamente acoplado a el al menos un transceptor (310), y configurado para:
    - 5        determinar un primer indicador de matriz de precodificación, PMI, asociado con al menos un primer índice de libro de códigos ( $i_1$ ) para un libro de códigos, en el que cada matriz de precodificación del libro de códigos se especifica por el al menos un primer índice de libro de códigos ( $i_1$ ) y un segundo índice de libro de códigos ( $i_2$ ) y el libro de códigos se determina basándose en información de configuración de libro de códigos;
    - 10        determinar un indicador de calidad de canal, CQI, seleccionando una matriz de precodificación por uno o más bloques de recursos físicos, PRB, de un conjunto de matrices de precodificación del libro de códigos, en el que el conjunto matrices de precodificación corresponde al primer PMI asociado con el al menos un primer índice de libro de códigos ( $i_1$ ) y uno o más valores asociados con el segundo índice de libro de códigos ( $i_2$ ); y
    - transmitir, a la estación base, el primer PMI y el CQI sin informar un valor asociado con el segundo índice de libro de códigos ( $i_2$ ).
- 15    2. El UE (116) de la reivindicación 1, en el que el al menos un procesador (340) está configurado adicionalmente para:
  - transmitir un indicador de orden de prioridad, RI, a la estación base, y
  - en el que el primer PMI asociado con el al menos un primer índice de libro de códigos ( $i_1$ ) se calcula condicionado en el RI.
- 20    3. El UE (116) de la reivindicación 1,
  - en el que el primer PMI y el CQI se determinan basándose en un número de puertos de antena de señales de referencia de información de estado de canal, CSI-RS,
  - en el que el al menos un primer índice de libro de códigos se usa para indicar un conjunto de matrices de base por cada uno de dos grupos de polarización, y
  - en el que el segundo índice de libro de códigos se usa para indicar uno del conjunto de matrices de base y un valor de puesta en fase aplicado entre los dos grupos de polarización.
- 25    4. El UE (116) de la reivindicación 1, en el que el al menos un procesador (340) está configurado adicionalmente para:
  - obtener, de la estación base, parámetros de libro de códigos; y
  - en el que los parámetros de libro de códigos comprenden:
    - 30        un número de primeros puertos de antena en una primera dimensión;
    - un número de segundos puertos de antena en una segunda dimensión;
    - un primer factor de sobremuestreo en la primera dimensión;
    - un segundo factor de sobremuestreo en la segunda dimensión; y
    - un parámetro de configuración de libro de códigos para indicar un subconjunto de una pluralidad de libros de códigos, comprendiendo el subconjunto el libro de códigos,
  - 35        en el que el al menos un primer índice de libro de códigos incluye un primer índice ( $i_{1,1}$ ) para la primera dimensión y un segundo índice ( $i_{1,2}$ ) para la segunda dimensión, y
  - en el que cada una del conjunto de matrices de precodificación es una matriz de precodificación del libro de códigos identificado de la pluralidad de libros de códigos basándose en los parámetros de libro de códigos.
- 40    5. El UE (116) de la reivindicación 4,
  - en el que , si el parámetro de configuración de libro de códigos indica un primer valor, entonces el libro de códigos corresponde a valores asociados con el segundo índice de libro de códigos de 0 a 3 y el primer PMI asociado con el al menos un primer índice de libro de códigos, y
  - en el que, si el parámetro de configuración de libro de códigos indica un segundo valor, entonces el libro de códigos corresponde a valores asociados con el segundo índice de libro de códigos de 0 a 15 y el primer PMI asociado con el
  - 45        al menos un primer índice de libro de códigos.
6. El UE (116) de la reivindicación 1, en el que el al menos un procesador (340) está configurado adicionalmente para calcular un indicador de orden de prioridad, RI, en el que el primer PMI se determina como un PMI de banda ancha basándose en el RI, y en el que el CQI se determina como un CQI de banda ancha basándose en el RI y el primer PMI.
- 50    7. El UE (116) de la reivindicación 1, en el que el al menos un procesador (340) está configurado adicionalmente para:
  - recibir, de la estación base, información para la configuración de no informar un valor asociado con el segundo índice de libro de códigos ( $i_2$ ).
8. Una estación base, BS (102), que comprende:

al menos un transceptor (372); y  
al menos un procesador (378), operativamente acoplado a el al menos un transceptor (372), y configurado para:

5 transmitir, a un equipo de usuario, UE (116), señales de referencia, CSI-RS; y recibir y procesar, del UE, un primer indicador de matriz de precodificación, PMI, asociado con al menos un primer índice de libro de códigos ( $i_1$ ) para un libro de códigos y un indicador de calidad de canal, CQI, sin recibir un valor asociado con un segundo índice de libro de códigos ( $i_2$ ),

10 en la que cada matriz de precodificación del libro de códigos se especifica por el al menos un primer índice de libro de códigos ( $i_1$ ) y el segundo índice de libro de códigos ( $i_2$ ), y el libro de códigos se determina basándose en información de configuración de libro de códigos,

en la que el CQI se determina seleccionando una matriz de precodificación por uno o más bloques de recursos físicos, PRB, de un conjunto de matrices de precodificación del libro de códigos, y

en la que el conjunto de matrices de precodificación corresponde al primer PMI asociado con el al menos un primer índice de libro de códigos ( $i_1$ ) y uno o más valores asociados con el segundo índice de libro de códigos ( $i_2$ ).

15 9. La BS (102) de la reivindicación 8, en la que el al menos un procesador está configurado adicionalmente para recibir un indicador de orden de prioridad, RI, de la estación base, y en la que el primer PMI asociado con el al menos un primer índice de libro de códigos ( $i_1$ ) se calcula condicionado en el RI.

10. La BS (102) de la reivindicación 8, en la que el al menos un procesador (378) está configurado adicionalmente para:

20 transmitir al UE (116), las CSI-RS en puertos de antena de CSI-RS de la BS (102), en el que el al menos un primer índice de libro de códigos se usa para indicar un conjunto de matrices de base para cada uno de dos grupos de polarización, y en el que el segundo índice de libro de códigos se usa para indicar uno del conjunto de matrices de base y un valor de puesta en fase aplicado entre los dos grupos de polarización.

25 11. La BS (102) de la reivindicación 8, en la que el al menos un procesador (378) está configurado adicionalmente para:

transmitir, al UE (116), parámetros de libro de códigos; y en el que los parámetros de libro de códigos comprenden:

30 un número de primeros puertos de antena en una primera dimensión;  
un número de segundos puertos de antena en una segunda dimensión;  
un primer factor de sobremuestreo en la primera dimensión;  
un segundo factor de sobremuestreo en la segunda dimensión; y  
un parámetro de configuración de libro de códigos para indicar un subconjunto de una pluralidad de libros de códigos, comprendiendo el subconjunto el libro de códigos,

35 en el que el al menos un primer índice de libro de códigos incluye un primer índice ( $i_{1,1}$ ) para la primera dimensión y un segundo índice ( $i_{1,2}$ ) para la segunda dimensión, y en el que cada una del conjunto de matrices de precodificación es una matriz de precodificación del libro de códigos identificado de la pluralidad de libros de códigos basándose en los parámetros de libro de códigos.

40 12. La BS (102) de la reivindicación 11, en la que, si el parámetro de configuración de libro de códigos indica un primer valor, entonces el libro de códigos corresponde a valores asociados con el segundo índice de libro de códigos de 0 a 3 y el primer PMI asociado con él al menos un primer índice de libro de códigos, y

45 en la que, si el parámetro de configuración de libro de códigos indica un segundo valor, entonces el libro de códigos corresponde a valores asociados con el segundo índice de libro de códigos de 0 a 15 y el primer PMI asociado con el al menos un primer índice de libro de códigos.

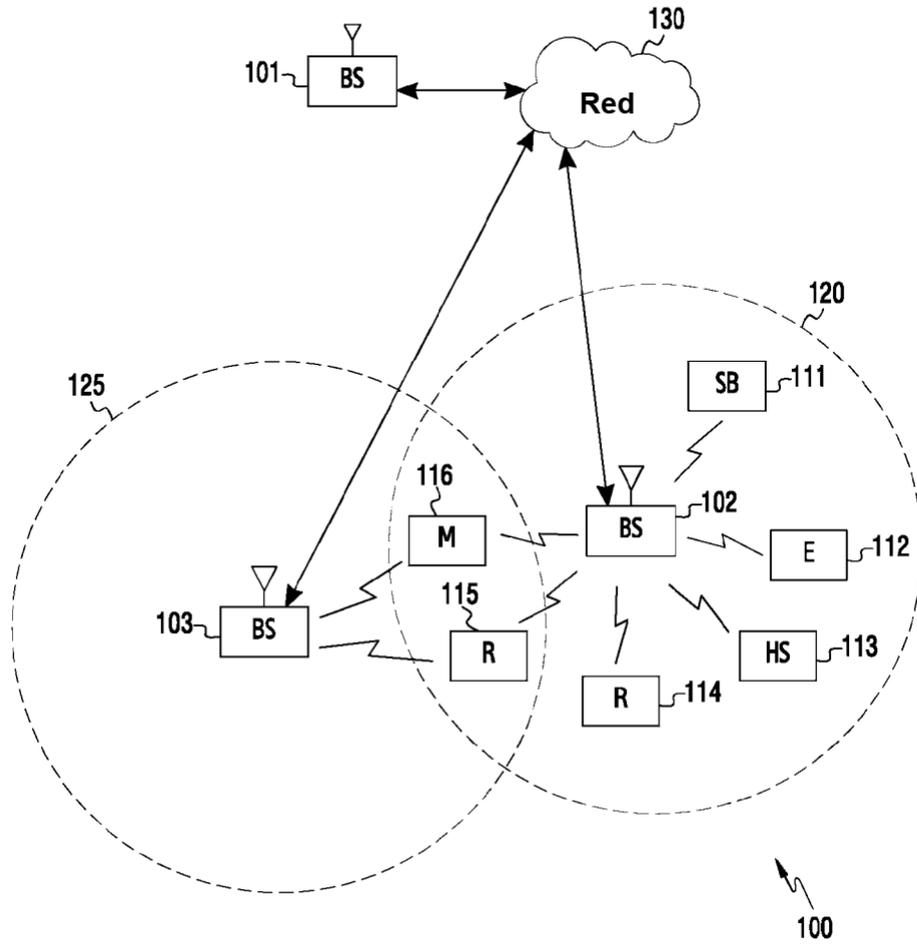
13. La BS (102) de la reivindicación 8, en la que el al menos un procesador (378) está configurado adicionalmente para:

50 recibir, del UE (116), un indicador de orden de prioridad, RI; en el que el primer PMI recibido es un PMI de banda ancha basándose en el RI recibido, y en el que el CQI recibido es un CQI de banda ancha basándose en el RI y el primer PMI recibido.

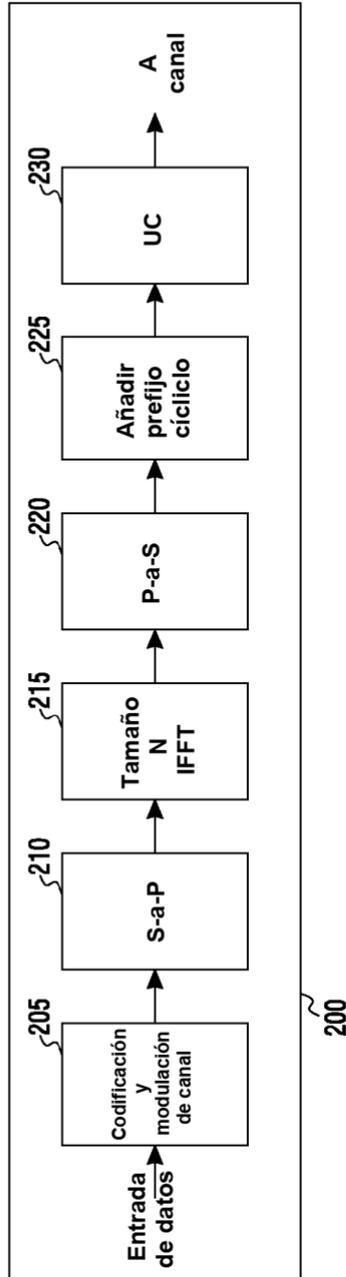
14. La BS (102) de la reivindicación 8, en la que el al menos un procesador (378) está configurado adicionalmente para:  
transmitir, al UE (116), información para configurar el UE (116) para no informar un valor asociado con el segundo índice de libro de códigos ( $i_2$ ).

15. Un procedimiento de operación de un equipo de usuario, UE (116), o una estación base, BS (102), configurado para implementar una de las reivindicaciones 1 a 14.

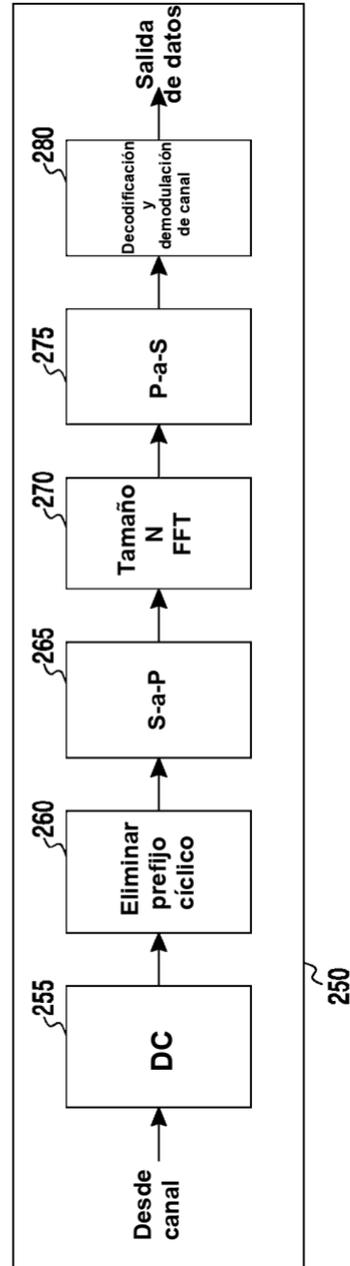
[Fig. 1]



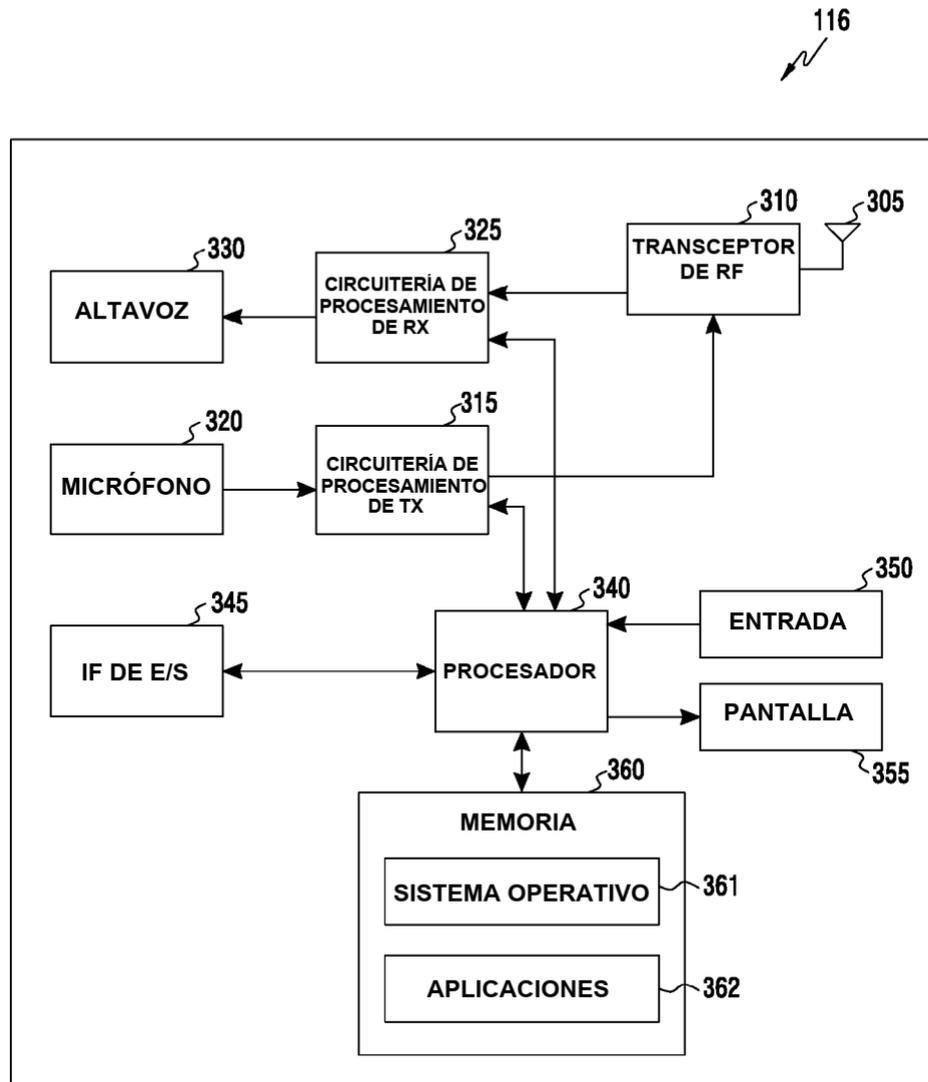
[Fig. 2A]



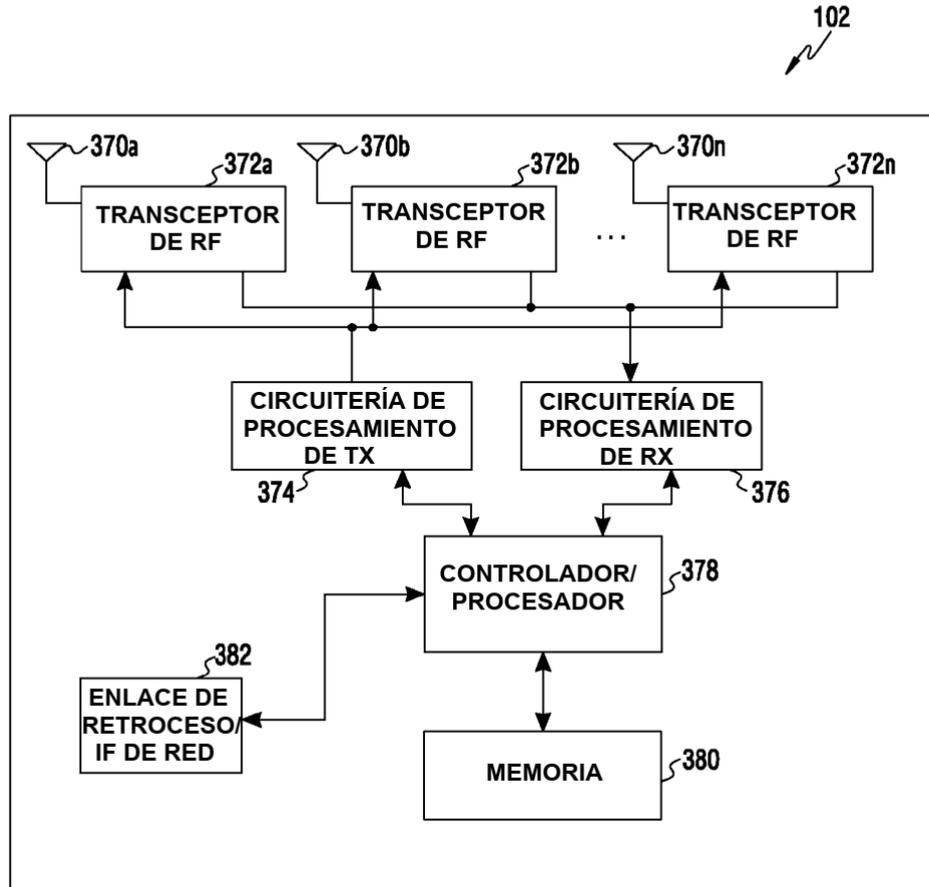
[Fig. 2B]



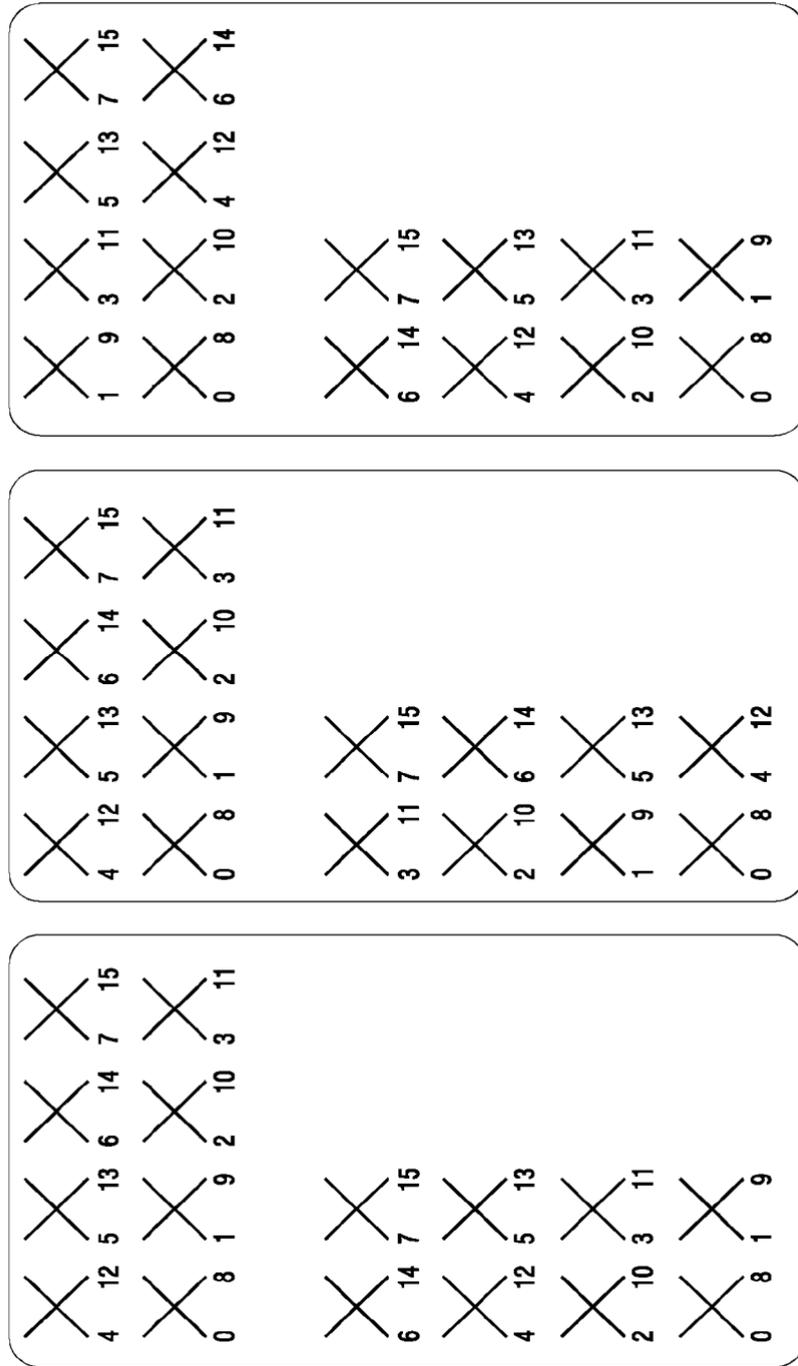
[Fig. 3A]



[Fig. 3B]

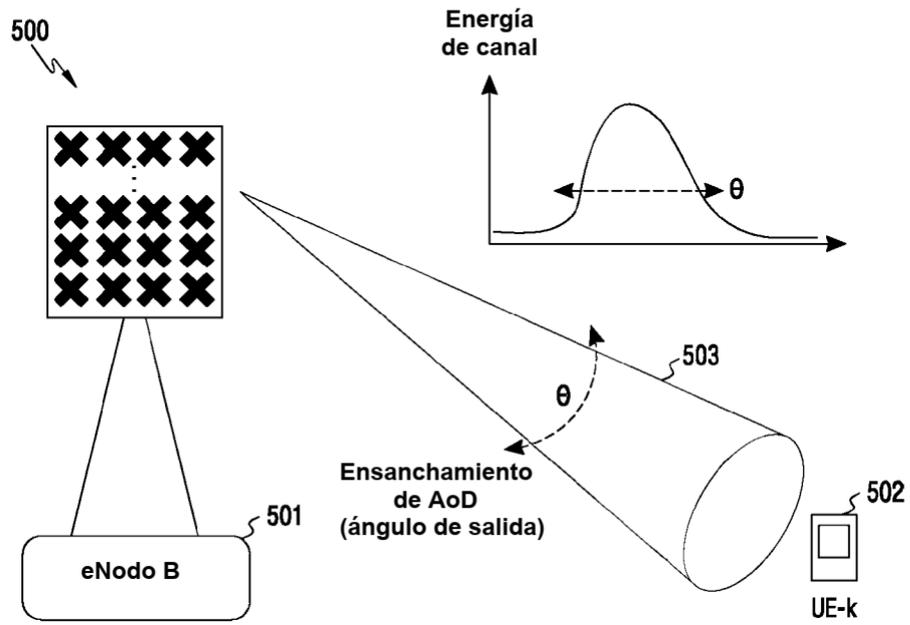


[Fig. 4]

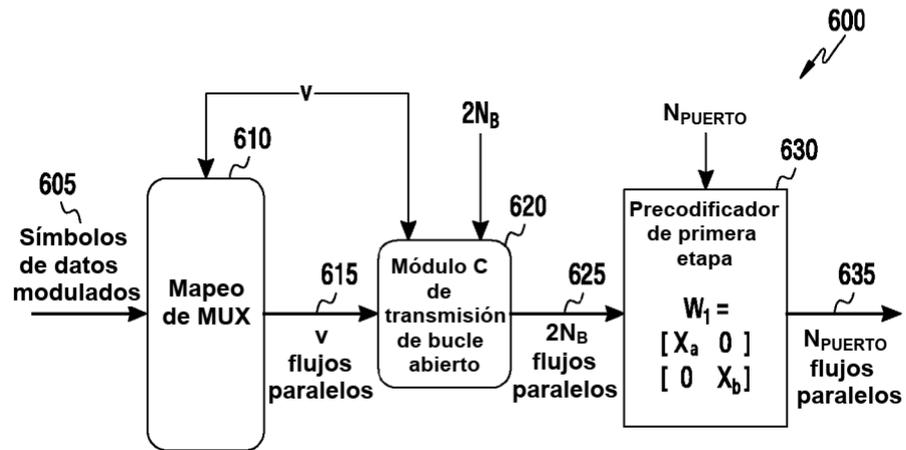


Indexación fila-en primer lugar<sub>400</sub> Indexación más largo-en primer lugar<sub>410</sub> Indexación más corto-en primer lugar<sub>420</sub>

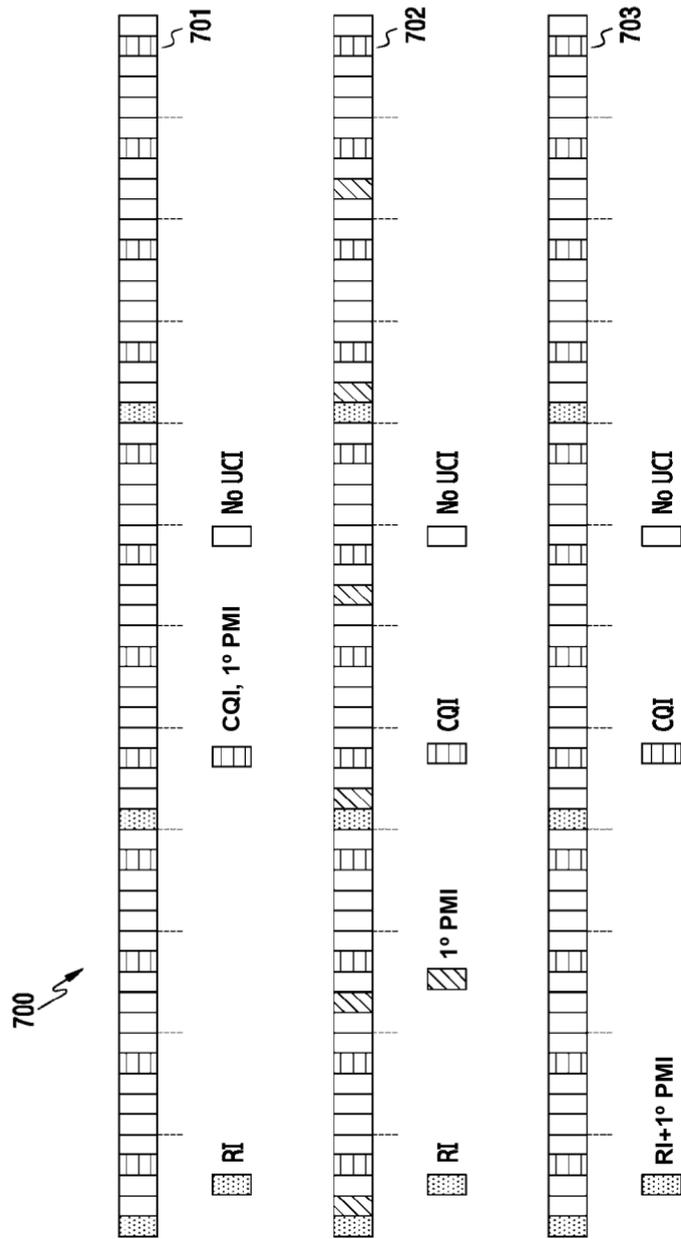
[Fig. 5]



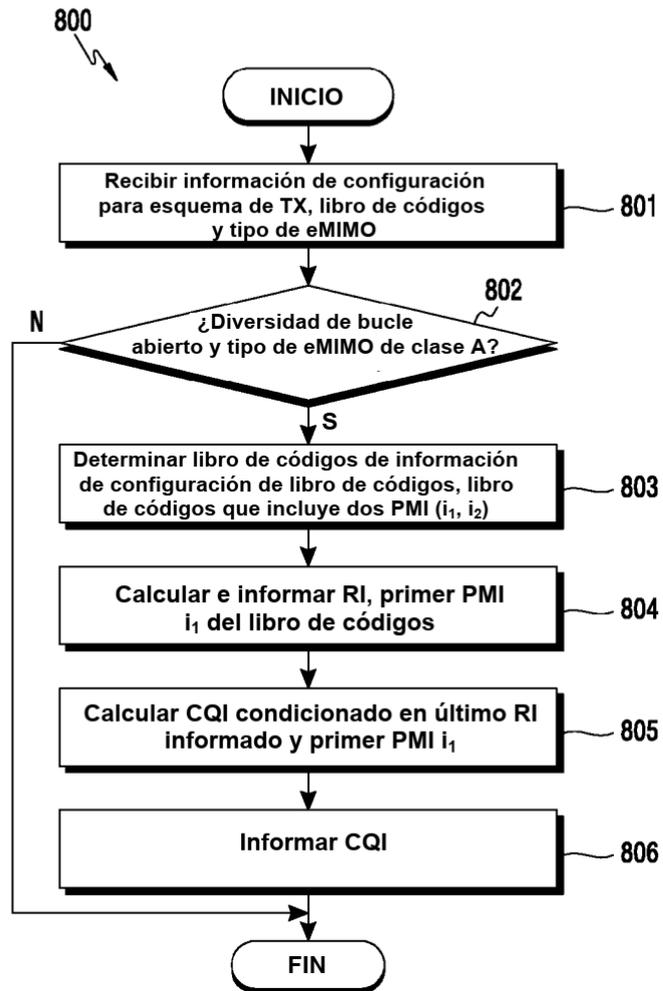
[Fig. 6]



[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]

