

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 943 016**

51 Int. Cl.:

H04L 1/00 (2006.01)

H04L 5/00 (2006.01)

H04B 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.12.2017 PCT/KR2017/014032**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.06.2018 WO18101799**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.12.2017 E 17875732 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.03.2023 EP 3533164**

54 Título: **Procedimiento y aparato para transmisión de múltiples flujos**

30 Prioridad:

01.12.2016 US 201662428786 P

30.12.2016 US 201662441140 P

17.01.2017 US 201762446927 P

24.01.2017 US 201762449858 P

28.02.2017 US 201762464762 P

27.03.2017 US 201762477063 P

04.05.2017 US 201762501195 P

15.06.2017 US 201762520129 P

30.06.2017 US 201762527370 P

24.11.2017 US 201715821882

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

08.06.2023

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
KIM, YOUNSUN**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 943 016 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 transmisión de múltiples flujos

Campo técnico

5 La presente divulgación se refiere en general a procedimientos para permitir la transmisión de múltiples flujos. Tales procedimientos pueden utilizarse cuando un equipo de usuario está equipado con una pluralidad de antenas de transmisión y unidades de transmisión-recepción.

Antecedentes de la técnica

10 Para satisfacer la demanda de tráfico de datos inalámbricos que ha aumentado desde el despliegue de los sistemas de comunicación de cuarta generación (4G), se han realizado esfuerzos para desarrollar un sistema de comunicación mejorado de quinta generación (5G) o pre-5G. Por lo tanto, el sistema de comunicación 5G o pre-5G también se denomina "Red más allá de 4G" o un "Sistema posterior a LTE"

15 Se considera que el sistema de comunicación 5G se implementa en bandas de frecuencia más altas (mmWave), por ejemplo, las bandas de 60 GHz, para lograr mayores tasas de datos. A fin de disminuir la pérdida de propagación de las ondas de radio y aumentar la distancia de transmisión, se discuten las técnicas de formación de haz, entrada múltiple masiva y salida múltiple (MIMO), MIMO de dimensión completa (FD-MIMO), antenas de matriz, formación de haz analógica, y antena a gran escala en los sistemas de comunicación 5G.

20 Además, en los sistemas de comunicación 5G, se está desarrollando una mejora de la red del sistema con bae celdas pequeñas avanzadas, Redes de Acceso por Radio (RAN) en la nube, redes ultradensas, comunicación de dispositivo a dispositivo (D2D), red de retorno inalámbrica, red móvil, comunicación cooperativa, Multipuntos Coordinados (CoMP), cancelación de interferencias en el extremo de la recepción y similares.

En el sistema 5G se han desarrollado la Modulación Híbrida FSK y QAM (FQAM) y la codificación por superposición de ventana deslizante (SWSC) como una modulación de palabra de código avanzada (ACM), y multiportadora de banco de filtros (FBMC), acceso múltiple no ortogonal (NOMA) y acceso múltiple de código disperso (SCMA) como una tecnología de acceso avanzada.

25 La comunicación inalámbrica ha sido una de las innovaciones más exitosas de la historia moderna. La demanda de tráfico de datos inalámbricos está aumentando rápidamente debido a la creciente popularidad entre los consumidores y las empresas de los teléfonos inteligentes y otros dispositivos de datos móviles, tales como tabletas, ordenadores "bloc de notas", netbooks, lectores de libros electrónicos y dispositivos tipo máquina. A fin de hacer frente al gran crecimiento del tráfico de datos móviles y dar soporte a las nuevas aplicaciones y despliegues, la mejora de la eficiencia y la cobertura de la interfaz de radio son de vital importancia.

30 Un dispositivo móvil o un equipo de usuario pueden medir la calidad del canal de enlace descendente e informar de esta calidad a una estación base para que se pueda determinar si se deben ajustar o no diversos parámetros durante la comunicación con el dispositivo móvil. Los procesos existentes de información sobre la calidad del canal en los sistemas de comunicaciones inalámbricas no se adaptan suficientemente a la información sobre el estado del canal asociada a grandes antenas de transmisión bidimensionales o, en general, a la geometría de los conjuntos de antenas que albergan un gran número de elementos de antena.

35 Una técnica anterior del documento US 2011/033001 A1 desvela un procedimiento para indicar una combinación entre una palabra de código y una capa en un sistema de comunicación MIMO, un procedimiento de asignación de capas y un procedimiento de transmisión de datos que utiliza el mismo. Se predefine un número mínimo de combinaciones de asignación de palabras de código y capas de entre todas las combinaciones disponibles basadas en los números de todas las palabras de código y todas las capas, teniendo en cuenta la relación entre una palabra clave y una capa, el rendimiento de recepción de un receptor y la reducción de combinaciones, de modo que se implemente un procedimiento de transmisión de datos que utilice las combinaciones predefinidas.

45 Otra técnica anterior del documento US 2010/296603 A1 se refiere a un sistema y procedimiento de intercalación de canales y asignación de capas en un sistema de comunicaciones con multiplexación espacial. Un procedimiento para transmitir información a través de M capas, en el que M es un valor entero positivo que representa un número de capas espaciales, y $M \geq 2$, incluye recibir al menos una palabra de código para transmitir, agrupar una pluralidad de símbolos en la al menos una palabra de código en M grupos, asignar los M grupos a las M capas, y transmitir las M capas. La al menos una palabra de código incluye la pluralidad de símbolos, y cada símbolo incluye dos o más bits de código.

50 El documento US 2010/303016 A1 titulado "System and Method for Transport Block Size Design for Multiple-Input, Multiple-Output (MIMO) in a Wireless Communications System" se refiere a la asignación de un bloque de transporte a múltiples capas espaciales. El número de capas espaciales N es mayor o igual a tres. Las múltiples capas espaciales se transmiten al UE.

Una publicación del documento US 2012/0033630 A1 desvela un aparato para transmitir una RS (Señal de Referencia) desde un extremo de transmisión en el que se lleva a cabo la confirmación de recursos de RS que se definen según cada capa; y transmitir la RS precodificada para las capas a un extremo de recepción a través de una antena múltiple.

Divulgación de la invención

5 Solución al Problema

Varias realizaciones de la presente divulgación proporcionan procedimientos y aparatos para la transmisión de múltiples flujos.

En particular, la presente invención se refiere a transmisiones de datos de capa L según las reivindicaciones adjuntas.

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

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

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

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

Breve descripción de los dibujos

45 Para una comprensión más completa de la presente divulgación y sus ventajas, se hace referencia ahora a la siguiente descripción tomada en conjunto con los dibujos adjuntos, en los cuales los números de referencia similares representan partes similares:

La FIGURA 1 ilustra una red inalámbrica ejemplar de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación;

50 Las FIGURAS 2A y 2B ilustran trayectorias de transmisión y recepción inalámbrica ejemplares de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación;

La FIGURA 3A ilustra un ejemplo de equipo de usuario (UE) de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación;

La FIGURA 3B ilustra un BS ejemplar de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación;

La FIGURA 4 ilustra un ejemplo de arquitectura de formación de haz en la que un puerto CSI-RS se asigna a un gran número de elementos de antena controlados analógicamente;

La FIGURA 5 ilustra una realización ejemplar para transmisión de datos con multiplexación espacial de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

5 La FIGURA 6 ilustra una realización ejemplar para segmentación de CB de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

La FIGURA 7A ilustra una realización ejemplar para la asignación de capas a nivel de símbolo de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

10 La FIGURA 7B ilustra una realización ejemplar para la asignación de capas dependiente de la longitud de CB de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

La FIGURA 8 ilustra una realización ejemplar para asignación de capa vertical de nivel CB de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

La FIGURA 9A ilustra una realización ejemplar para la asignación de capa dependiente del rango con ciclado de palabra de código (CW) para un rango superior de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

15 La FIGURA 9B ilustra una realización ejemplar para ciclado de CW de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

La FIGURA 10 ilustra una realización ejemplar para la asignación de capa dependiente del rango con ciclado de palabra de código (CW) para un rango superior de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

20 La FIGURA 11 ilustra una realización ejemplar para procesamiento de nivel de bit y símbolo de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

La FIGURA 12 ilustra una realización ejemplar para segmentación de CB de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

La FIGURA 13 ilustra una realización ejemplar para un intercalador de nivel de bit en operación de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

25 La FIGURA 14 ilustra un diagrama de flujo para un procedimiento ejemplar en el que un UE recibe una transmisión de datos multicapa de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

La FIGURA 15 ilustra un diagrama de flujo para un procedimiento ejemplar en el que una BS genera y transmite datos multicapa para un UE (etiquetado como UE-k) de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

30 **Mejor modo de llevar a cabo la invención**

Las Figuras 1 a 15, discutidas a continuación, y las diversas realizaciones utilizadas para describir los principios de la presente divulgación en el presente documento de patente son solo a modo de ilustración y no deben interpretarse de ninguna manera para limitar el ámbito de la divulgación. Los expertos en la técnica entenderán que los principios de la presente divulgación se pueden implementar en cualquier sistema de comunicación inalámbrica adecuado dispuesto.

35 **Lista de acrónimos**

- 2D: bidimensional
- MIMO: múltiple entrada múltiple salida
- SU-MIMO: MIMO monousuario
- 40 • MU-MIMO: MIMO multiusuario
- 3GPP: proyecto de 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 de referencia específica de la celda
- 5 • DMRS: señal(es) de referencia de demodulación
- SRS: señal(es) de referencia de sondeo
- UE-RS: señal(es) de referencia específica(s) del UE
- CSI-RS: señales de referencia de información sobre el estado del canal
- SCID: identidad codificada
- 10 • MCS: esquema de modulación y codificación
- RE: elemento de recurso
- CQI: información sobre la calidad del canal
- PMI: indicador de matriz de precodificación
- RI: indicador de rango
- 15 • MU-CQI: CQI multiusuario
- CSI: información del estado del canal
- CSI-IM: medición de interferencias CSI
- CoMP: multipunto coordinado
- DCI: información de control de enlace descendente
- 20 • UCI: información de control del enlace ascendente
- PDSCH: canal físico compartido de enlace descendente
- PDCCH: canal físico de control de enlace descendente
- PUSCH: canal físico compartido de enlace ascendente
- PUCCH: canal físico de control de enlace ascendente
- 25 • PRB: bloque de recursos físicos
- RRC: control de recursos de radio
- AoA: ángulo de llegada
- AoD: ángulo de salida

30 Los siguientes documentos y descripciones de normas se incorporan por referencia a la presente divulgación como si estuvieran plenamente expuestos en ella: 3GPP Technical Specification (TS) 36.211 version 12.4.0, "E-UTRA, Physical channels and modulation" ("REF 1"); 3GPP TS 36.212 version 12.3.0, "E-UTRA, Multiplexing and Channel coding" ("REF 2"); 3GPP TS 36.213 version 12.4.0, "E-UTRA, Physical Layer Procedures" ("REF 3"); 3GPP TS 36.321 version 12.4.0, "E-UTRA, Medium Access Control (MAC) Protocol Specification" ("REF 4"); y 3GPP TS 36.331 version 12.4.0, "E-UTRA, Radio Resource Control (RRC) Protocol Specification" ("REF 5").

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

- La red inalámbrica 100 incluye una estación base (BS) 101, una BS 102, y una BS 103. La BS 101 se comunica con la BS 102 y la BS 103. La BS 101 también se comunica con al menos una red de Protocolo de Internet (IP) 130, tal como Internet, una red de IP propia, u otra red de datos. En lugar de "BS", también puede utilizarse un término alternativo tal como "eNB" (nodo B mejorado) o "gNB" (nodo B general). Dependiendo del tipo de red, se pueden utilizar otros términos conocidos en lugar de "gNB" o "BS", tal como "estación de base" o "punto de acceso" Por propósitos de conveniencia, los términos "gNB" y "BS" se utilizan en la presente memoria de patente para referir a componentes de la infraestructura de red que proporcionan acceso inalámbrico a terminales remotos. Además, dependiendo del tipo de red, se pueden utilizar otros términos conocidos en lugar de "equipo de usuario" o "UE", tales como "estación móvil", "estación de abonado", "terminal remoto", "terminal inalámbrico" o "dispositivo de usuario" Por propósitos de conveniencia, los términos "equipo de usuario" y "UE" se utilizan en la presente memoria de patente para referirse a los equipos inalámbricos remotos que acceden de forma inalámbrica a una BS, tanto si el UE es un dispositivo móvil (tal como un teléfono móvil o un smartphone) como si se considera normalmente un dispositivo fijo (tal como un ordenador de escritorio o una máquina expendedora).
- El gNB 102 proporciona acceso inalámbrico de banda ancha a la red 130 para una primera pluralidad de equipos de usuario (UE) dentro de un área de cobertura 120 del gNB 102. La primera pluralidad de UE incluye un UE 111, que puede estar ubicado en una pequeña empresa (SB); un UE 112, que puede estar ubicado en una empresa (E); un UE 113, que puede estar ubicado en un punto de acceso WiFi (HS); un UE 114, que puede estar ubicado en una primera residencia (R); un UE 115, que puede estar ubicado en una segunda residencia (R); y un UE 116, que puede ser un dispositivo móvil (M), tal como un teléfono móvil, un ordenador portátil inalámbrico, una PDA inalámbrica, o similares. El gNB 103 proporciona acceso inalámbrico de banda ancha a la red 130 para una segunda pluralidad de UE dentro de un área de cobertura 125 del gNB 103. La segunda pluralidad de UE incluye el UE 115 y el UE 116. En algunas realizaciones, uno o más de los gNB 101-103 se pueden comunicar entre sí y con los UE 111 a 116 mediante el uso de 5G, LTE, LTE-A, WiMAX, WiFi u otras técnicas de comunicación inalámbrica.
- Las líneas punteadas muestran las extensiones aproximadas de las áreas 120 y 125 de cobertura, que se muestran como aproximadamente circulares sólo para efectos de ilustración y explicación. Se debe comprender claramente que las áreas de cobertura asociadas a los gNB, tal como las áreas de cobertura 120 y 125, pueden tener otras formas, que incluyen formas irregulares, que dependen de la configuración de los gNB y de las variaciones en el entorno radioeléctrico asociadas con obstrucciones naturales y artificiales.
- Como se describe con más detalle a continuación, uno o más de los gNB 101, gNB 102 y gNB 103 transmiten señales de referencia de medición a los UE 111-116 y configuran los UE 111-116 para transmisiones de flujo múltiple como se describe en las realizaciones de la presente divulgación. En varias realizaciones, uno o más de los UE 111-116 reciben una o dos palabras de código dependiendo del número de capas transmitidas.
- Aunque la FIGURA 1 ilustra un ejemplo de una red inalámbrica 100, se pueden hacer varios cambios a la FIGURA 1. Por ejemplo, la red inalámbrica puede incluir cualquier número de gNB y cualquier número de UE en cualquier disposición adecuada. Además, el gNB 101 se puede comunicar directamente con cualquier número de UE y proporcionar a esos UE acceso de banda ancha inalámbrica a la red 130. Del mismo modo, cada gNB 102-103 se puede comunicar directamente con la red 130 y proporcionar a los UE acceso directo de banda ancha inalámbrica a la red 130. Además, los gNB 101, 102 y/o 103 pueden proporcionar acceso a otras redes externas o adicionales, tal como redes telefónicas externas u otros tipos de redes de datos.
- Las FIGURAS 2A y 2B ilustran trayectorias de transmisión y recepción inalámbrica ejemplares de acuerdo con la presente divulgación. En la siguiente descripción, una trayectoria de transmisión 200 puede describirse como implementada en un gNB (tal como el gNB 102), mientras que una trayectoria de recepción 250 puede describirse como implementada en un UE (tal como el UE 116). No obstante, se comprenderá que la trayectoria de recepción 250 puede implementarse en un gNB y que la trayectoria de transmisión 200 puede implementarse en un UE. En algunas realizaciones, la trayectoria de recepción 250 está configurada para recibir una o dos palabras de código dependiendo del número de capas transmitidas como se describe en realizaciones de la presente divulgación.
- La circuitería de la trayectoria de transmisión comprende el bloque 205 de codificación y modulación del canal, el bloque 210 de serie a paralelo (P a S), el bloque 215 de transformada rápida de Fourier inversa (IFFT) de tamaño N, el bloque 220 de paralelo a serie (P a S), el bloque 225 de adición de prefijo cíclico y el convertidor ascendente (UC) 230. La circuitería de la trayectoria de recepción 250 incluye un convertidor descendente (DC) 255, un bloque de eliminación del prefijo cíclico 260, el bloque de serie a paralelo (S a P) 265, el bloque de transformada rápida de Fourier (FFT) de tamaño N 270, el bloque de paralelo a serie (P a S) 275, y un bloque de decodificación y demodulación del canal 280.
- En la trayectoria de transmisión 200, el bloque de codificación y modulación de canal 205 recibe un conjunto de bits de información, aplica codificación (tal como codificación convulsional, Turbo, o verificación de paridad de baja densidad (LDPC)), y modula los bits de entrada (tal como con Modulación por Desplazamiento de Fase en Cuadratura (QPSK) o Modulación de Amplitud en Cuadratura (QAM)) para generar una secuencia de símbolos de modulación en el dominio de la frecuencia. El bloque 210 S a P convierte (es decir, desmultiplexa) los símbolos modulados en serie a datos paralelos para generar N flujos de símbolos paralelos, en los que N es el tamaño de IFFT/FFT utilizado

en el gNB 102 y el UE 116. El bloque IFFT 215 de tamaño N realiza una operación IFFT en los N flujos de símbolos paralelos para generar señales de salida en el dominio del tiempo. El bloque 220 de P a S convierte (es decir, multiplexa) los símbolos de salida del dominio del tiempo en paralelo del bloque 215 de IFFT de tamaño N para generar una señal del dominio del tiempo en serie. El bloque de 'adición de prefijo cíclico' 225 inserta un prefijo cíclico a la señal del dominio del tiempo. El UC 230 modula (es decir, convierte de manera ascendente) la salida del bloque de 'adición de prefijo cíclico' 225 a la frecuencia de RF para su transmisión a través de un canal inalámbrico. La señal también puede ser filtrada en banda base antes de la conversión a frecuencia de RF.

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

Como se describe con más detalle a continuación, la trayectoria de transmisión 200 o la trayectoria de recepción 250 pueden realizar la señalización para transmisiones de flujos múltiples. Cada uno de los gNB 101-103 puede implementar una trayectoria de transmisión 200 que es análoga a la transmisión en el enlace descendente hacia los UE 111-116 y puede implementar una trayectoria de recepción 250 que es análoga a la recepción en el enlace ascendente desde los UE 111-116. De manera similar, cada uno de los UE 111-116 puede implementar una trayectoria de transmisión 200 para transmitir en el enlace ascendente a los gNB 101-103 y puede implementar una trayectoria de recepción 250 para recibir en el enlace descendente desde los gNB 101-103.

Cada uno de los componentes de las FIGURAS 2A y 2B puede ser implementado usando sólo hardware o usando una combinación de hardware y software/firmware. Como un ejemplo particular, al menos algunos de los componentes de las FIGURAS 2A y 2B pueden ser implementados en software, mientras que otros componentes pueden ser implementados por medio de un hardware configurable o una mezcla de software y hardware configurable. Por ejemplo, el bloque FFT 270 y el bloque IFFT 215 pueden implementarse como algoritmos de software configurables, en los cuales el valor del tamaño N puede modificarse de acuerdo con la implementación.

Además, aunque se describe por el uso de FFT e IFFT, esto es sólo a modo de ilustración y no debe interpretarse para limitar el alcance de la presente divulgación. Pueden utilizarse otros tipos de transformadas, como las funciones de transformada discreta de Fourier (DFT) y transformada discreta inversa de Fourier (IDFT). Se apreciará que el valor de la variable N puede ser cualquier número entero (es decir, 1, 2, 3, 4, o similares), para las funciones 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 FFT e IFFT. Aunque las FIGURAS 2A y 2B ilustran ejemplos de trayectorias de transmisión y recepción inalámbrica, se pueden realizar varios cambios en las FIGURAS 2A y 2B. Por ejemplo, diversos componentes de las FIGURAS 2A y 2B pueden combinarse, subdividirse en forma adicional, u omitirse, y pueden añadirse componentes adicionales de acuerdo con las necesidades particulares. Asimismo, las FIGURAS 2A y 2B pretenden ilustrar ejemplos de los tipos de trayectorias de transmisión y recepción que pueden utilizarse en una red inalámbrica. Pueden utilizarse otras arquitecturas adecuadas para soportar comunicaciones inalámbricas en una red inalámbrica.

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

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

El transceptor RF 310 recibe, a partir de la antena 305, una señal de RF entrante transmitida por un gNB de la red inalámbrica 100 de la FIGURA 1. El transceptor RF 310 convierte de manera descendente la señal de RF entrante para generar una frecuencia intermedia (IF) o una señal de banda base. La señal de IF o banda base se envía al circuito 325 de procesamiento de (RX), el cual genera una señal de banda base procesada mediante la filtración, la decodificación, y/o la digitalización de la señal de banda base o IF. El circuito de procesamiento RX 325 transmite la señal de banda base procesada al altavoz 330 (tal como para datos de voz) o al procesador 340 para un procesamiento adicional (tal como para datos de navegación web).

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

banda base o IF procesada a partir del circuito 315 de procesamiento de TX y convierte la señal de banda base o IF en una señal de RF que se transmite a través de la antena 305.

5 El procesador 340 puede incluir uno o más procesadores u otros dispositivos de procesamiento y ejecutar el sistema 361 operativo básico almacenado en la memoria 360 con el fin de controlar la operación general del UE 116. Por ejemplo, el procesador 340 puede controlar la recepción de señales de canal avanzado y la transmisión de señales de canal inverso por el transceptor RF 310, el circuito de procesamiento RX 325 y el circuito de procesamiento TX 315 de acuerdo con principios bien conocidos. En algunas realizaciones, el procesador 340 incluye al menos un microprocesador o microcontrolador.

10 El procesador 340 también es capaz de ejecutar otros procesos y programas residentes en la memoria 360, tal como operaciones para la medición e informe de CQI para sistemas descritos en realizaciones de la presente divulgación como se describe en realizaciones de la presente divulgación. El procesador 340 puede mover datos dentro o fuera de la memoria 360, de acuerdo con lo requiera un procedimiento de ejecución. En algunas realizaciones, el procesador 340 está configurado para ejecutar las aplicaciones 362 con base en el OS 361 o en respuesta a las señales recibidas de gNB o un operador. El procesador 340 también está acoplado a la interfaz 345 de E/S, la cual proporciona al UE 15 116 la capacidad de conectarse a otros dispositivos, tal como ordenadores portátiles y ordenadores de mano. La interfaz 345 de E/S es la trayectoria de comunicación entre estos accesorios y el procesador 340.

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

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

25 Como se describe con más detalle a continuación, el UE 116 puede realizar la señalización y el cálculo para transmisiones de flujos múltiples. Aunque la FIGURA 3A ilustra un ejemplo de un UE 116, se pueden hacer varios cambios a la FIGURA 3A. Por ejemplo, varios componentes de la FIGURA 3A se pueden combinar, subdividir en forma adicional, u omitir, y se pueden añadir componentes adicionales de acuerdo con las necesidades particulares. Como un ejemplo particular, el procesador 340 puede estar dividido en múltiples procesadores, tal como una o más unidades centrales de procesamiento (CPU) y una o más unidades de procesamiento gráfico (GPU). Además, aunque la FIGURA 3A ilustra el UE 116 configurado como un teléfono móvil o smartphone, los UE pueden estar configurados para operar como otros tipos de dispositivos móviles o estacionarios.

La FIGURA 3B ilustra un gNB ejemplar 102 de acuerdo con la presente divulgación. La realización del gNB 102 mostrado en la FIGURA 3B es sólo para ilustración, y otros gNB de la FIGURA 1 pueden tener la misma configuración o una similar. Sin embargo, los UE están presentes en una amplia variedad de configuraciones, y la FIGURA 3B no limita el ámbito de la presente divulgación a ninguna implementación en particular de un gNB. El gNB 101 y el gNB 103 pueden incluir la misma estructura o una similar a la del gNB 102.

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

45 Los transceptores de RF 372a-372n reciben, desde las antenas 370a-370n, señales de RF entrantes, tal como las señales transmitidas por los UE u otros gNB. El transceptor de RF 372a-372n convierte por reducción la señal de RF entrante para generar señales de IF o de banda base. Las señales de IF o banda base se envían al circuito de procesamiento de RX 376, que genera una señal de banda base procesada por medio de la filtración, la decodificación, y/o la digitalización de la señal de banda base o IF. El circuito de procesamiento de RX 376 transmite las señales de banda base procesadas al controlador/procesador 378 para su posterior procesamiento.

50 El circuito de procesamiento TX 374 recibe datos de voz analógicos o digitales (tal como los datos de voz, datos de la web, correo electrónico, o datos de videojuegos interactivos) a partir del controlador/procesador 378. El circuito de procesamiento TX 374 codifica, multiplexa, y/o digitaliza los datos de banda base salientes para generar una señal de banda base o señales IF procesadas. Los transceptores RF 372a-372n reciben la señal de salida de banda base o IF procesada a partir del circuito 374 de procesamiento de TX y convierte la señal de banda base o IF en una señal de RF que se transmite a través de las antenas 370a-370n.

55 El controlador/procesador 378 puede incluir uno o más procesadores u otros dispositivos de procesamiento que controlan la operación general del gNB 102. Por ejemplo, el controlador/procesador 378 puede controlar la recepción de señales de canal avanzado y la transmisión de señales de canal inverso por los transceptores de RF 372a-372n, el circuito de procesamiento de RX 376 y el circuito de procesamiento de TX 374 de acuerdo con principios muy conocidos. El controlador/procesador 378 puede soportar también funciones adicionales, tales como funciones de

comunicación inalámbrica más avanzadas. En algunas realizaciones, el procesador/controlador 378 incluye al menos un microprocesador o microcontrolador.

5 El controlador/procesador 378 también es capaz de ejecutar otros procedimientos y programas residentes en la memoria 380, tal como un OS. El controlador/procesador 378 también es capaz de soportar la medición de la calidad del canal y la presentación de informes para los sistemas que tienen matrices de antenas 2D como se describe en las realizaciones de la presente divulgación. En algunas realizaciones, el controlador/procesador 378 soporta comunicaciones entre entidades, tal como web RTC. El controlador/procesador 378 puede mover datos dentro o fuera de la memoria 380, de acuerdo con lo requiera un procedimiento de ejecución.

10 El controlador/procesador 378 también está acoplado a la interfaz de red de retorno o interfaz de red 382. La interfaz de red o backhaul 382 permite al gNB 102 comunicarse con otros dispositivos o sistemas a través de una conexión backhaul o de una red. La interfaz de red de retorno o interfaz de red 382 puede soportar las comunicaciones a través de cualquier conexión adecuada por cable o inalámbrica. Por ejemplo, cuando el gNB 102 se implementa como parte de un sistema de comunicación celular (tal como uno que soporta 5G o tecnología de acceso de nueva radio o NR, LTE, o LTE-A), la interfaz de red de retorno o interfaz de red 382 puede permitir que el gNB 102 se comunique con otros gNB a través de una conexión de retorno alámbrica o inalámbrica. Cuando el gNB 102 se implementa como un punto de acceso, la interfaz de red de retorno o interfaz de red 382 puede permitir que el gNB 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 mayor (tal como Internet). La interfaz de red de retorno o interfaz de red 382 incluye cualquier estructura adecuada que soporte las comunicaciones a través de una conexión alámbrica o inalámbrica, tal como un transceptor Ethernet o de RF.

15 La memoria 380 está acoplada al controlador/procesador 378. Parte de la memoria 380 puede incluir una RAM, y otra parte de la memoria 380 puede incluir una memoria Flash u otra ROM. En ciertas realizaciones, una pluralidad de instrucciones, tal como un algoritmo BIS, se almacena en la memoria. La pluralidad de instrucciones está configurada para hacer que el controlador/procesador 378 realice el proceso BIS y decodifique una señal recibida después de restar al menos una señal interferente determinada por el algoritmo BIS.

20 Como se describe con más detalle a continuación, las trayectorias de transmisión y recepción del gNB 102 (implementadas por medio de los transceptores de RF 372a-372n, el circuito de procesamiento de TX 374, y/o el circuito de procesamiento de RX 376) reciben una a dos palabras de código en función del número de capas transmitidas.

30 Aunque la FIGURA 3B ilustra un ejemplo de un gNB 102, se pueden hacer varios cambios a la FIGURA 3B. Por ejemplo, el gNB 102 puede incluir cualquier número de cada componente mostrado en la FIGURA 3A. Como un ejemplo particular, un punto de acceso puede incluir un número de interfaces de red de retorno o interfaces de red 382, y el controlador/procesador 378 puede soportar funciones de enrutamiento para enrutar datos entre diferentes direcciones de red. Como otro ejemplo particular, aunque se muestra que incluye una única instancia de circuitos de procesamiento de transmisión 374 y una única instancia de circuitos de procesamiento de recepción 376, el gNB 102 puede incluir múltiples instancias de cada uno (tal como una por transceptor de RF).

35 Rel.13 LTE soporta hasta 16 puertos de antena CSI-RS que permiten equipar un gNB con un gran número de elementos de antena (tal como 64 o 128). En este caso, se asigna una pluralidad de elementos de antena a un puerto CSI-RS. Además, hasta 32 puertos CSI-RS serán soportados en Rel. 14 LTE. Para los sistemas celulares de próxima generación, tal como 5G, se espera que el número máximo de puertos CSI-RS permanezca más o menos igual.

40 En el caso de bandas mmWave, aunque el número de elementos de antena puede ser mayor para un factor de forma determinado, el número de puertos CSI-RS -que puede corresponder al número de puertos precodificados digitalmente- tiende a ser limitado debido a las restricciones de hardware (tal como la viabilidad de instalar un gran número de ADC/DAC en las frecuencias de mmWave), como se ilustra en la realización 400 de la FIGURA 4. En este caso, un puerto CSI-RS se asigna a un gran número de elementos de antena que pueden ser controlados por un banco de desplazadores de fase analógicos 401. Un puerto CSI-RS puede entonces corresponder a una submatriz que produce un haz analógico estrecho a través de la formación de haz analógico 405. Este haz analógico puede configurarse para barrer en un intervalo más amplio de ángulos variando el banco de desplazadores de fase a través de símbolos o subtramas o ranuras (en el que una subtrama o una ranura comprende una colección de símbolos). El número de submatrices (igual al número de cadenas de RF) es igual que el número de puertos CSI-RS $N_{CSI-PORT}$. Una unidad de formación de haz digital realiza una combinación lineal a través de los haces analógicos $N_{CSI-PORT}$ para aumentar de manera adicional la ganancia de precodificación. Mientras que los haces analógicos son de banda ancha (por lo tanto, no son selectivos en frecuencia), la precodificación digital puede variar a través de sub-bandas de frecuencia o bloques de recursos.

45 En LTE, dependiendo del número de capas de transmisión, se utiliza un máximo de dos palabras de código para transmisiones de datos DL y UL (en canal de datos DL como PDSCH o PDCH, y canal de datos UL como PUSCH o PUCH, respectivamente) para multiplexación espacial como se ilustra en el proceso 500 de la FIGURA 5 (cf. TABLA 5.3.2A-1-2 y 6.3.3.2-1 de REF1 para UL y DL, respectivamente). Tomando la salida del asignador de modulación 501 (que asigna el(los) flujo(s) de bits generado(s) por la codificación de canal, la equiparación de tasa y la palabra de

código), el asignado de capas 510 asigna 1 o 2 palabra(s) de código a L capas antes de la precodificación 502. Para $L=1$, una palabra de código se asigna a una capa (511). Para $L>1$, cada una de las dos palabras de código se asigna al menos a una capa (512), en la que L capas se dividen casi por igual entre las dos palabras de código. Además, una palabra de código también puede asignarse a >1 capas, sobre todo cuando sólo se va a retransmitir una de las dos palabras de código.

Aunque es beneficioso para facilitar la adaptación del esquema de modulación y codificación (MCS) por palabra de código (CW) y el receptor MMSE-SIC (MMSE con cancelación sucesiva de interferencias), cuesta una sobrecarga significativa con respecto a una asignación CW individual. La sobrecarga DL proviene de la carga útil DCI adicional debida a 2 campos MCS fijos y 2 campos NDI-RV (relacionados con HARQ DL) fijos. La sobrecarga UL proviene de la necesidad de dos CQI (completo de 4 bits + delta de 3 bits para CQI de banda ancha, y 2x de sobrecarga para CQI de subbanda) para rango > 1 y dos DL HARQ-ACK para rango > 1 . A ello se añade la complejidad de tener que acomodar más de un esquema de asignación de capas en caso de retransmisión.

Además, cuando la MIMO distribuida, tal como la transmisión conjunta no coherente (NC-JT), se incorpora a los requisitos de diseño para 5G NR, el número de palabras de código (CW) utilizadas para las transmisiones DL y UL por UE puede aumentar con el número de TRP.

Por lo tanto, teniendo en cuenta los nuevos retos mencionados anteriormente para los sistemas 5G NR, existe la necesidad de una asignación mejorada de codificador a capa (o en pocas palabras, "asignación de capa") con un único CW por UE tanto para DL como UL - junto con sus soportes de señalización.

En el caso de que se utilice transmisión 2-CW (por asignación PDSCH/PUSCH por UE) para la transmisión de rango superior, es deseable introducir un componente adicional en la asignación CW-a-capas que facilite la sobrecarga de señalización de control de la transmisión 1-CW: 1 MCS y 1 campos DCI relacionados con HARQ, 1 CQI para las capas L . Este escenario es relevante cuando, por ejemplo, 1 CW se asigna a través de L capas cuando $1 \leq L \leq 4$, y 2 CW se asignan a través de L capas cuando $5 \leq L \leq 8$. En este ejemplo, el componente adicional de asignación de CW a capa se introduce cuando $5 \leq L \leq 8$. O, en un segundo ejemplo, cuando 1 CW se asigna a través de L capas cuando $1 \leq L \leq 2$, y 2 CW se asignan a través de L capas cuando $3 \leq L \leq 8$. En este ejemplo, el componente adicional de asignación de CW a capa se introduce cuando $3 \leq L \leq 8$.

Por lo tanto, también existe la necesidad de introducir un componente adicional en la asignación CW-a-capas que facilite la sobrecarga de señalización de control de la transmisión 1-CW.

La presente divulgación incluye los siguientes componentes para permitir la recepción de una o dos palabras de código dependiendo del número de capas transmitidas. Un primer componente incluye esquemas de transmisión (que incluyen soporte de múltiples TRP, segmentación de bloques de código y asignación de capas). Un segundo componente se refiere al soporte de señalización.

Cada uno de estos componentes (incluidos los componentes descritos más adelante) puede utilizarse por sí mismo (sin el otro componente) o junto con al menos uno de los otros componentes. Asimismo, cada uno de estos componentes incluye una pluralidad de subcomponentes. Cada uno de los subcomponentes puede utilizarse por sí solo (sin ningún otro subcomponente) o junto con al menos uno de los demás subcomponentes.

El primer componente (es decir, los esquemas de transmisión) incluye características para soportar la transmisión/recepción de múltiples TRP (puntos de transmisión-recepción). Para DL, el número de TRP involucrados en la transmisión DL en el canal de datos DL (como PDSCH o PDCH) puede no estar indicado (por lo tanto es transparente) para el UE. Por lo tanto, el aumento del número de CW recibidos por el UE para el escenario de múltiples TRP (por ejemplo, cuando se utiliza JT no coherente) puede ser soportado a través de un número configurable de CW recibidos por un UE.

En una primera realización, se puede configurar el número de CW recibidos por un UE. Esto puede señalizarse mediante señalización de capa superior (RRC), elemento de control MAC (CE) o señalización de control L1 DL (transportada por una DCI individual relacionada con DL). Independientemente de cómo se señalice la configuración, una transmisión de múltiples TRP (incluso con JT no coherente) se asigna utilizando una DCI individual. Esta primera realización, sin embargo, requiere que el UE admita la recepción con un número diferente de CW para un número determinado de capas.

Alternativamente, el número de CW recibidos puede ser definido o especificado para ser menos acoplado de la configuración de múltiples TRP. En una segunda realización, se asigna una CW individual a una o varias capas (independientemente del número de capas) por recepción/designación de canal de datos DL (tal como PDSCH o PDCH) por UE. Por lo tanto, una transmisión M-TRP (por ejemplo, con JT no coherente) se asigna utilizando M DCI independientes. Además, la capacidad de un UE puede definirse en términos del número de recepciones/designaciones de canales de datos DL (tal como PDSCH o PDCH) por ranura o subtrama.

Para UL, una CW individual se asigna a una o múltiples capas (independientemente del número de capas) por recepción/designación de canal de datos UL (tal como PUSCH o PUCH) por UE. Además, la capacidad de un UE

puede definirse en términos del número de recepciones/designaciones de canal de datos UL (tal como PUSCH o PUCH) por ranura o subtrama.

5 El primer componente (es decir, los esquemas de transmisión) también incluye la segmentación de bloques de código (CB). Una CW se origina en un bloque de transporte (TB). Un TB, en función de su tamaño, puede segmentarse en uno o varios bloques de código (CB) con el fin de limitar la latencia de descodificación del canal en el UE. Por ejemplo, en LTE se puede descodificar un CB y facilitar la detección temprana de un fallo de descodificación de TB.

10 La FIGURA 6 ilustra el proceso 600 de segmentación de CB en el que un TB 601 se divide en múltiples CB (con el caso especial de un CB cuando el tamaño del TB es pequeño) 602. Dado el número de capas L , el MCS seleccionado, la asignación de recursos, y posiblemente algunos otros parámetros de transmisión, la segmentación de CB 610 puede incluir al menos una de las siguientes funciones: segmentación de TB en uno o más CB, relleno (para asegurar un cierto tamaño de CB antes de la palabra de código de canal), introducción de bits CRC por CB (denominado CB CRC). Además, se pueden añadir bits TB CRC a 602 al final (igual que en LTE). Sin embargo, para reducir la sobrecarga y la redundancia funcional, TB CRC no es necesario y, por tanto, no se añade.

15 En una realización alternativa, no se introduce el CRC del CB (es decir, no se añaden bits CRC al CB). En esta realización alternativa, la segmentación de CB puede incluir al menos una de las siguientes funciones: relleno (para garantizar un cierto tamaño CB antes de la codificación de canal) - pero sin introducir bits CRC por CB (denominado CB CRC). Esto puede hacerse, por ejemplo, cuando se utiliza la codificación de LDPC (verificación de paridad de baja densidad), ya que la funcionalidad de detección de errores es inherente a LDPC (por lo tanto, no se requiere CRC). Por lo tanto, tampoco se requiere TB CRC.

20 Se forma una CW después de que la salida de la segmentación de CB es procesada por palabra de código de canal (incluyendo equiparación de tasa).

25 Para soportar la transmisión de CW individual, a continuación se presenta una realización para la segmentación de CB. En una realización, la segmentación de CB se puede definir de tal manera que para la transmisión *de capa* L (DL o UL), un TB (por lo tanto una CW) comprende un múltiplo entero de L bloques de código (CB). Además, se puede añadir la siguiente regla adicional: cuando el número de CB en el TB/CW recibido (DL) o transmitido (UL) es menor que el número máximo de capas soportadas por el UE, el número de capas asignadas al UE se establece para ser igual al número de CB en el TB/CW recibido (DL) o transmitido (UL).

30 El primer componente (es decir, los esquemas de transmisión) también incluye la asignación de CW a capa (o simplemente referido como asignación de capa). El soporte para una transmisión UL de CW individual y recepción DL por UE puede realizarse a través de una de las siguientes realizaciones sobre asignación de capas.

En las siguientes realizaciones y subrealizaciones, se aplica cualquiera de los dos esquemas de asignación de RE siguientes: frecuencia-primero y tiempo-primero.

El flujo de símbolos modulados $\{d(i)\}$ (indexado por i) se forma concatenando en serie los símbolos modulados de los CB asociados con CW/TB individual. Este flujo de símbolos $\{d(i)\}$ sirve de entrada a la asignación de capas.

35 Para la asignación de frecuencia-primero, un flujo de símbolos modulados es primero asignado a través de subportadoras de frecuencia (RE) dentro de un conjunto de PRB asignados, luego a través de símbolos OFDM dentro de una unidad de tiempo de programación (ranura o subtrama). A modo de ejemplo, dado un flujo de símbolos modulados $\{d(i)\}$ asignados a un conjunto de RE indexados $\{(k,l)\}$ (en el que k y l indican los índices de frecuencia/subportadora y tiempo/símbolo OFDM, respectivamente), a medida que se incrementa el índice i , la asignación de frecuencia-primero asigna $d(i)$ incrementando primero el índice k de 0 a k_{MAX-1} (para un l fijo), y luego incrementando el índice l . Es decir, $k = \text{mod}(i, k_{MAX})$ y

40 $l = \lfloor i/k_{MAX} \rfloor$ en el que k_{MAX} es el número de subportadoras de frecuencia (RE) en los PRB asignados.

45 Para la asignación en tiempo-primero, un flujo de símbolos modulados es primero asignado a través de símbolos OFDM dentro de una unidad de tiempo de programación (ranura o subtrama), luego a través de subportadoras de frecuencia (RE) dentro de un conjunto de PRB asignados. A modo de ejemplo, dado un flujo de símbolos modulados $\{d(i)\}$ asignados a un conjunto de RE indexados $\{(k,l)\}$ (donde k y l indican los índices de frecuencia/subportadora y tiempo/símbolo OFDM, respectivamente), a medida que se incrementa el índice i , la asignación primero en el tiempo asigna $d(i)$ incrementando primero el índice l de 0 a l_{MAX-1} (para un k fijo), y después incrementando el índice k . Es decir, $k = \lfloor i/l_{MAX} \rfloor$ e $l = \text{mod}(i, l_{MAX})$ en el que l_{MAX} es el número de símbolos OFDM en una unidad de tiempo de programación (ranura o subtrama).

50

La asignación de frecuencia-primero se utiliza con fines ilustrativos en las siguientes realizaciones y subrealizaciones para una capa (espacial) dada. Las extensiones a la asignación en de tiempo-primero son sencillas para quienes estén familiarizados con la técnica.

En una realización, una CW se asigna en L capas por símbolo. En este caso, un símbolo significa un símbolo modulado QPSK o M-QAM resultante de asignar un grupo de bits codificados a una constelación QPSK o M-QAM (es decir, la salida del asignador de modulación). Esta realización se ilustra en la FIGURA 7A. Se pueden utilizar al menos tres esquemas de asignación 700: vertical (710), diagonal (720) y horizontal (730). El esquema de asignación a nivel de símbolo realiza una asignación de un flujo de símbolos modulados (de una CW) a L capas a través de los recursos de frecuencia y tiempo designados.

El flujo de símbolos modulados $\{d(i)\}$ (indexado por i) se forma concatenando en serie los símbolos modulados de los CB asociados con CW/TB individual. Este flujo de símbolos $\{d(i)\}$ sirve de entrada a la asignación de capas.

Para la asignación vertical, el flujo de símbolos se asigna primero a través de capas L , luego a través de subportadoras de frecuencia (RE) dentro de un conjunto de PRB asignados, luego a través de símbolos OFDM dentro de una unidad de tiempo de programación (ranura o subtrama). Indicando

$$M_{\text{simb.}}^{\text{capa } l}, M_{\text{simb.}}^{\text{CW}}$$

, $x^{(l)}(i)$, y $d(i)$ como el número de símbolos por capa, el número de símbolos en una CW, el flujo de símbolos para la capa l , y el flujo de símbolos para el CW, respectivamente, la asignación de CW a capa puede describirse como sigue. En este caso, la segmentación de CB y/o la equiparación de tasas garantizan que

$M_{\text{simb.}}^{\text{CW}}$ sea divisible por L .

$$x^{(l)}(i) = d(Li + l), \quad i = 0, 1, \dots, M_{\text{simb.}}^{\text{capa } l} - 1, \quad l = 0, 1, \dots, L - 1$$

$$M_{\text{simb.}}^{\text{capa } l} = M_{\text{simb.}}^{\text{CW}} / L \quad (\text{Ecuación 1})$$

Para la asignación horizontal, el flujo de símbolos se asigna primero a través de subportadoras de frecuencia (RE) dentro de un conjunto de PRB asignados, luego a través de símbolos OFDM dentro de una unidad de tiempo de programación (ranura o subtrama), luego a través de L capas. Utilizando la misma notación, la asignación de CW a capas puede describirse del siguiente modo. En este caso, la segmentación de CB y/o la equiparación de tasas garantizan que

$M_{\text{simb.}}^{\text{CW}}$ sea divisible por L

$$x^{(l)}(i) = d(i + M_{\text{simb.}}^{\text{capa } l} l), \quad i = 0, 1, \dots, M_{\text{simb.}}^{\text{capa } l} - 1, \quad l = 0, 1, \dots, L - 1$$

$$M_{\text{simb.}}^{\text{capa } l} = M_{\text{simb.}}^{\text{CW}} / L \quad (\text{Ecuación 2})$$

Para la asignación diagonal, el flujo de símbolos puede ser asignado primero conjuntamente a través de capas y subportadoras de frecuencia (RE) dentro de un conjunto de PRB asignados, luego a través de símbolos OFDM dentro de una unidad de tiempo de programación (ranura o subtrama). Alternativamente, el flujo de símbolos se puede asignar conjuntamente a través de capas, subportadoras de frecuencia (RE) dentro de un conjunto de PRB asignados, y símbolos OFDM dentro de una unidad de tiempo de programación (ranura o subtrama). Por ejemplo, utilizando la misma notación, la asignación de CW a capa puede describirse de la siguiente manera (para la segunda alternativa). En este caso, la segmentación de CB y/o la equiparación de tasas garantizan que

$M_{\text{simb.}}^{\text{CW}}$ sea divisible por L .

$$x^{(l)}(i) = d\left(\text{mod}\left(Li + M_{\text{simb.}}^{\text{capa } l} i, M_{\text{simb.}}^{\text{CW}}\right)\right), \quad i = 0, 1, \dots, M_{\text{simb.}}^{\text{capa } l} - 1, \quad l = 0, 1, \dots, L - 1$$

$$(\text{Ecuación 3})$$

$$M_{\text{simb.}}^{\text{capa } l} = M_{\text{simb.}}^{\text{CW}} / L$$

En otra realización, una CW se asigna en L capas ya sea por símbolo o por CB, dependiendo del número de CB en el TB/CW recibido (DL) o transmitido (UL). Un ejemplo se ilustra con los esquemas de asignación 750 de la FIGURA 7B. Si el número de CB en el TB/CW recibido (DL) o transmitido (UL) es inferior a un valor entero K , se utiliza la asignación vertical a nivel de símbolo 760 (cf. ecuación 1). Si el número de CB en el TB/CW recibido (DL) o transmitido (UL) es

mayor o igual que un valor entero K , se utiliza la asignación vertical 770 a nivel de CB. El uso de la asignación vertical de nivel CB puede facilitar al UE el uso del receptor MMSE-SIC de nivel CB.

La asignación vertical a nivel CB puede describirse de la siguiente manera.

5 El flujo de símbolos asociado con el primer CB (CB 0) se asigna a la primera capa (capa 0) y a las primeras subportadoras de frecuencia asignadas (RE) dentro de un conjunto de PRB asignados, luego, si es necesario, a través de símbolos OFDM dentro de una unidad de tiempo de programación (ranura o subtrama). La medida en que el primer CB se asigna al conjunto de PRB y símbolos OFDM asignados dentro de una unidad de tiempo de programación depende del número de CB en el TB/CW recibido (DL) o transmitido (UL).

10 A continuación, el flujo de símbolos asociado con el segundo CB (CB 1) se asigna a la segunda capa (capa 1) y a las primeras subportadoras de frecuencia (RE) asignadas dentro de un conjunto de PRB asignados, y luego, si es necesario, a través de símbolos OFDM dentro de una unidad de tiempo de programación (ranura o subtrama). El grado en que el segundo CB se asigna al conjunto de PRB y símbolos OFDM asignados dentro de una unidad de tiempo de programación depende del número de CB en el TB/CW recibido (DL) o transmitido (UL) y es el mismo que el primer CB.

15 Esto se repite hasta que el flujo de símbolos asociado con el L -ésimo CB (CB $L-1$) que está asignado a la L -ésima capa (capa $L-1$) y subportadoras de frecuencia (RE) primero asignadas dentro de un conjunto de PRB asignados, entonces, si es necesario, a través de símbolos OFDM dentro de una unidad de tiempo de programación (ranura o subtrama). El grado en que el segundo CB se asigna al conjunto de PRB y símbolos OFDM asignados dentro de una unidad de tiempo de programación depende del número de CB en el TB/CW recibido (DL) o transmitido (UL) y es el mismo que el primer CB.

Si el número de CB en el TB/CW recibido (DL) o transmitido (UL) es mayor que L (un múltiplo entero de L), este proceso de asignación se repite en el que el flujo de símbolos asociado con el $(n+1)$ -ésimo CB (CB $n+1$) se asigna a la $(\text{mod}(n,L)+1)$ -ésima capa (capa $\text{mod}(n,L)$). Cuando se asignan los CB, se ocupan las capas L , así como todo el conjunto de PRB y símbolos OFDM asignados dentro de una unidad de tiempo de programación (ranura o subtrama).

25 La asignación vertical a nivel CB 800 se ilustra además en la FIGURA 8. El número de CB en el TB/CW recibido (DL) o transmitido (UL) es un múltiplo entero de L (μL , en el que $\mu \geq 1$). Cuando $\mu = 1$, cada uno de los L CB se asigna a una capa (en este ejemplo, el CB l se asigna a la capa l). Cada uno de los L CB se asigna a través de las subportadoras de frecuencia (RE) dentro de todo el conjunto de PRB asignados y símbolos OFDM dentro de una unidad de tiempo de programación (ranura o subtrama). Por lo tanto, la asignación se realiza primero entre frecuencias (subportadoras o elementos de recursos, RE) dentro de un símbolo OFDM y, a continuación, entre símbolos OFDM dentro de una unidad de tiempo de programación (intervalo o subtrama). Esto se ilustra en la realización 810. Cuando $\mu > 1$, CB $\{l+mL, m=0,1, \dots, \mu-1\}$ se asignan a la capa l . Dado que el número total de RE dentro del conjunto completo de PRB asignados a través de los símbolos OFDM dentro de una unidad de tiempo de programación (intervalo o subtrama) es $k_{\text{MAX}|\text{MAX}}$, los primeros L CB se asignan a través del primer $\frac{k_{\text{MAX}|\text{MAX}}}{\mu}$ REs (en frecuencia y tiempo), los segundos L CB a través del segundo $\frac{k_{\text{MAX}|\text{MAX}}}{\mu}$ REs (en frecuencia y tiempo), ..., los últimos (μ -ésimo) L CB a través del último (μ -ésimo) $\frac{k_{\text{MAX}|\text{MAX}}}{\mu}$ REs (en frecuencia y tiempo). Un ejemplo $\mu = 2$ se ilustra en la realización 820.

40 Más precisamente, dado un flujo de símbolos modulados $\{d(i)\}$ (indexado por i) formado concatenando en serie los símbolos modulados de CB μL (que está asociado con CW/TB individual), el número total de símbolos modulados es igual a $B\mu L = k_{\text{MAX}|\text{MAX}}L$ en el que B es el número de símbolos modulados por CB y $k_{\text{MAX}|\text{MAX}}$ el número total de RE dentro del conjunto completo de PRB asignados a través de los símbolos OFDM dentro de una unidad de tiempo de

programación (ranura o subtrama). Por lo tanto, $B = \frac{k_{\text{MAX}|\text{MAX}}}{\mu}$. Todos los CB son del mismo tamaño y emplean el mismo MCS. Es decir, $\{CB n, CB n+1, \dots, CB n + L - 1\}$ comparten el mismo tamaño de CB B para diferentes valores de n . En este caso, el símbolo modulado $d(i)$ se asigna al flujo de símbolos modulados asociados a la capa l de la siguiente manera:

45

$$x^{(l)}(i) = d \left(i + lB + (L - 1)B \times \left\lfloor \frac{i}{B} \right\rfloor \right), \quad i = 0, 1, \dots, M_{\text{simb.}}^{\text{capa}} - 1, \quad l = 0, 1, \dots, L - 1 \quad (\text{Ecuación 4})$$

$$M_{\text{simb.}}^{\text{capa}} = M_{\text{simb.}}^{\text{CW}} / L = B\mu$$

5 En una subrealización alternativa al párrafo anterior, {CB n , CB $n+1$, ..., CB $n+L-1$ } comparten el mismo tamaño B_n de CB sólo para un valor dado de n . Para valores diferentes de n , sin embargo, los tamaños CB pueden ser diferentes. Para diferentes valores de n , sin embargo, los tamaños CB pueden ser diferentes.

En un ejemplo de esta realización, el valor de K se fija en L (el número de capas). En otro ejemplo de esta realización, el valor de K se fija para que sea un múltiplo entero de L (μL), en el que $\mu \geq 1$ puede ser fijo o configurable.

10 En un ejemplo de esta realización, la asignación vertical a nivel de CB se sustituye por un asignado horizontal a nivel de CB. Un ejemplo de asignación horizontal de nivel CB 830 se ilustra (con componentes 840 y 850) en la FIGURA 8 para CB L y $2L$, respectivamente. En otro ejemplo de esta realización, la asignación vertical a nivel de CB se sustituye por una asignación diagonal a nivel de CB. Un ejemplo de asignación diagonal de nivel CB 860 se ilustra (con componentes 870 y 880) en la FIGURA 8 para CB L y $2L$, respectivamente. Cabe destacar que cuando el número de CB en el TB/CW recibido (DL) o transmitido (UL) es L ($\mu = 1$), las asignaciones de nivel CB vertical, horizontal y
15 diagonal pueden ser iguales.

En otra realización, una CW se asigna en L capas por CB (la asignación vertical a nivel de CB descrito anteriormente) independientemente del número de CB en el TB/CW recibido (DL) o transmitido (UL). Puede utilizarse la siguiente restricción adicional: cuando el número de CB en el TB/CW recibido (DL) o transmitido (UL) es menor que el número
20 de capas L que recibe un UE para un número determinado de capas L es $N_{\text{CW}} = \min(L, N_{\text{CW,MAX}})$. En un ejemplo de esta realización, $N_{\text{CW,MAX}}$ puede configurarse como 1 o 2. Cuando $N_{\text{CW,MAX}}=1$, la asignación de capas utiliza una CW asignada en L capas. Cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente (en las FIGURAS 7A, 7B u 8) es aplicable (por ejemplo, asignación vertical a nivel de símbolo o asignación vertical a nivel de CB). Cuando $N_{\text{CW,MAX}}=2$, la asignación de capas utiliza $N_{\text{CW}} = \min(L, 2)$ CW(s) asignados en L capas de acuerdo con la asignación de capas descrito en la realización 700 de la FIGURA 7A. Alternativamente, cuando $N_{\text{CW,MAX}}=2$ y el número total de capas recibidas por el UE es ≥ 2 , CW0 se asigna en capas $L_0 \geq 1$ y CW1 en capas L_1 , resultando en un número total de capas $L = L_0 + L_1$ recibidas por el UE. En este caso, cada uno de los CW puede utilizar cualquiera de las realizaciones de asignación de capa única de CW descritas anteriormente (en la FIGURA 7A, 7B u 8, asignación a nivel de símbolo o a nivel de CB, como asignación vertical a nivel de símbolo o asignación vertical a nivel de CB). Cabe destacar que para $L \geq 2$, $N_{\text{CW,MAX}}$ es igual a Nuevo.

25 En otra realización ("asignación de capa configurable"), el número máximo de CW que un UE puede recibir en una asignación PDSCH o PUSCH $N_{\text{CW,MAX}}$ puede ser configurado, ya sea a través de señalización de capa superior (RRC), elemento de control MAC (MAC CE), o señalización de control L1 DL (DCI relacionada con DL o UL). En este caso, el número de CW que recibe un UE para un número determinado de capas L es $N_{\text{CW}} = \min(L, N_{\text{CW,MAX}})$. En un ejemplo de esta realización, $N_{\text{CW,MAX}}$ puede configurarse como 1 o 2. Cuando $N_{\text{CW,MAX}}=1$, la asignación de capas utiliza una CW asignada en L capas. Cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente (en las FIGURAS 7A, 7B u 8) es aplicable (por ejemplo, asignación vertical a nivel de símbolo o asignación vertical a nivel de CB). Cuando $N_{\text{CW,MAX}}=2$, la asignación de capas utiliza $N_{\text{CW}} = \min(L, 2)$ CW(s) asignados en L capas de acuerdo con la asignación de capas descrito en la realización 700 de la FIGURA 7A. Alternativamente, cuando $N_{\text{CW,MAX}}=2$ y el número total de capas recibidas por el UE es ≥ 2 , CW0 se asigna en capas $L_0 \geq 1$ y CW1 en capas L_1 , resultando en un número total de capas $L = L_0 + L_1$ recibidas por el UE. En este caso, cada uno de los CW puede utilizar cualquiera de las realizaciones de asignación de capa única de CW descritas anteriormente (en la FIGURA 7A, 7B u 8, asignación a nivel de símbolo o a nivel de CB, como asignación vertical a nivel de símbolo o asignación vertical a nivel de CB). Cabe destacar que para $L \geq 2$, $N_{\text{CW,MAX}}$ es igual a Nuevo.

30 En una variación de la anterior realización de "asignación de capas configurable", la configurabilidad de $N_{\text{CW,MAX}}$ puede hacerse depender del número máximo de rango (o capas de transmisión) L_{MAX} que un UE está configurado para recibir (DL) o transmitir (UL). En un ejemplo, cuando se utiliza $L_{\text{MAX}} \leq 2, N_{\text{CW,MAX}} = N_{\text{CW}} = 1$ (asignación de capa CW individual, como asignación vertical a nivel de símbolo o asignación vertical a nivel de CB). Si no ($L_{\text{MAX}} > 2$), $N_{\text{CW,MAX}}$ puede configurarse de acuerdo con la descripción del párrafo anterior. Por ejemplo, en este caso $N_{\text{CW,MAX}}$ (que es igual a N_{CW}) puede configurarse para que sea 1 o 2. En otro ejemplo, cuando $L_{\text{MAX}} \leq 4$, se utiliza $N_{\text{CW,MAX}} = N_{\text{CW}} = 1$ (asignación de capa CW individual, tal como asignación vertical a nivel de símbolo o asignación vertical a nivel de CB). De lo contrario, cuando ($L_{\text{MAX}} > 4$), $N_{\text{CW,MAX}}$ puede configurarse de acuerdo con la descripción del párrafo anterior. Por ejemplo, en este caso $N_{\text{CW,MAX}}$ (que es igual a Nuevo) puede estar configurado para que sea 1 o 2. En otro caso, $N_{\text{CW,MAX}}$ (que es igual a Nuevo) puede estar configurado para que sea 1, 2, 3 o 4 (o, alternativamente, 1, 2 o 4). En otro ejemplo, cuando se utiliza $L_{\text{MAX}} \leq 2, N_{\text{CW,MAX}} = N_{\text{CW}} = 1$ (asignación de capa CW individual, tal como asignación vertical a nivel de símbolo o asignación vertical a nivel de CB). De lo contrario, cuando $2 < L_{\text{MAX}} \leq 4, N_{\text{CW,MAX}}$ (que es igual a Nuevo) puede estar configurado para ser 1 o 2. De lo contrario, cuando $4 < L_{\text{MAX}} \leq 6, N_{\text{CW,MAX}}$ puede estar configurado para ser 1, 2 o 3. De lo contrario, cuando $6 < L_{\text{MAX}} \leq 8, N_{\text{CW,MAX}}$ puede estar configurado para ser 1, 2, 3 o 4 (o, alternativamente, 1, 2 o 4).

50 En otra variación de la anterior realización de "asignación de capas configurable", el número de CW Nuevo puede establecerse en función del número de capas de transmisión (rango). En un ejemplo, cuando el número de capas L es 1, 2, 3 o 4, Nuevo puede establecerse en 1 (asignación de capa CW individual, tal como asignación vertical a nivel de

símbolo o asignación vertical a nivel de CB). De lo contrario, cuando A es 5, 6, 7 u 8, Nuevo puede establecerse en 2 (dos CW, en el que CW0 se asigna a las capas $[L/2]$ y CW1 a las capas $L - [L/2]$) como se muestra en la realización ilustrada en la FIGURA 5. En este caso, la asignación de capa utilizado para cada uno de los dos CW es el mismo que la asignación de capa utilizado para una CW cuando L es 1, 2, 3 o 4.

Para la realización de la variación anterior, si se utiliza la asignación vertical a nivel de símbolo, el esquema de asignación de capas puede describirse de la siguiente manera. Cuando el número de capas L es 1, 2, 3, o 4,

$$x^{(l)}(i) = d(Li + l), \quad i = 0, 1, \dots, M_{\text{simb.}}^{\text{capa}} - 1, \quad l = 0, 1, \dots, L - 1$$

$$M_{\text{simb.}}^{\text{capa}} = M_{\text{simb.}}^{\text{CW}} / L$$

(Ecuación 5)

10 Cuando el número de capas L es 5, 6, 7, u 8, indicando $d^{(n)}(i)$ como el flujo de símbolos asociado a CW-n ($n = 0, 1$),

$$x^{(l)}(i) = d^{(0)}(i + l), \quad l = 0, 1, \dots, [L/2] - 1$$

$$x^{(l)}(i) = d^{(1)}(i + l), \quad l = [L/2], [L/2] + 1, \dots, L - 1$$

(Ecuación 6)

$$i = 0, 1, \dots, M_{\text{simb.}}^{\text{capa}} - 1, \quad M_{\text{simb.}}^{\text{capa}} = M_{\text{simb.}}^{\text{CW}} / [L/2]$$

15 En otra variación de la realización de "asignación de capas configurable" anterior, el número de CW Nuevos se establece en función del número de capas de transmisión (rango) de la siguiente manera. Cuando el número de capas L es 1 o 2, Nuevo puede ajustarse a 1 (asignado de capa CW individual, tal como asignado vertical a nivel de símbolo o asignado vertical a nivel de CB). Si L es 3 o 4, el número de CW Nuevos puede estar configurado como 1 o 2. Si L es 5, 6, 7 u 8, el número de CW Nuevos puede fijarse en 2.

20 Cuando el número de CW es 1, un ejemplo de esquema de asignación de capas basado en la asignación vertical a nivel de símbolo puede describirse en la ecuación (1) para un valor dado de L. Cuando el número de CW es 2, un ejemplo de esquema de asignación de capas basado en la asignación vertical a nivel de símbolo puede describirse en la ecuación (6) para un valor dado de L.

25 Las siguientes realizaciones para el Componente 1 se refieren a mejoras cuando el número de capas de transmisión L excede un cierto valor y el número de CW transmitidos es 2. A título ilustrativo, en las siguientes realizaciones y subrealizaciones se utiliza la asignación de frecuencia-primero para una capa (espacial) determinada. La extensión a la asignación de tiempo-primero es sencilla para los expertos en la técnica.

30 Una realización (realización I) se ilustra en la FIGURA 9A. La asignación CW-a-capas 900 de la FIGURA 9A utiliza 1 CW o 2 CW dependiendo del número de capas de transmisión o rango Z. Cuando $1 \leq L \leq x_1$, se utiliza la asignación 1-CW (910). Cuando $L > x_2$, se utiliza la asignación 2-CW (920+925) con un componente adicional denominado "ciclado de CW" (925). Los valores de x_1 y x_2 pueden ser iguales o diferentes. Por ejemplo, para $x_1 = x_2 = x$, x puede ser 2, o 4. Alternativamente, si $x_1 > x_2$ (por ejemplo, $x_1=4, x_2=2$), la asignación puede estar configurada entre la asignación 1-CW en 810 y la asignación 2-CW en 920+925 cuando $L = 4$.

35 Cada uno de los dos bloques de asignación (910 o 920) asigna una CW en al menos una capa. En la FIGURA 9A, la primera CW (CW0) se asigna en $[L/2]$ capas mientras que la segunda CW (CW1) se asigna en $L - [L/2]$ capas. Se pueden utilizar al menos tres esquemas de asignación: vertical, diagonal y horizontal. El esquema de asignación a nivel de símbolo realiza una asignación desde un flujo de símbolos modulados (desde una CW) a al menos una capa a través de los recursos de frecuencia y tiempo asignados. A título ilustrativo, en las siguientes realizaciones ejemplares se utiliza la asignación vertical. La extensión a mapas diagonales u horizontales es sencilla para quienes estén familiarizados con la técnica.

40 Para la asignación vertical a nivel de símbolo, el flujo de símbolos se asigna primero a través de capas L, luego a través de subportadoras de frecuencia (RE) dentro de un conjunto de PRB asignados, luego a través de símbolos OFDM dentro de una unidad de tiempo de programación (ranura o subtrama). Se indica

$M_{\text{simb.}}^{\text{capa}}, M_{\text{simb.}}^{\text{CW}}$, $x^{(l)}(i)$, y $d(i)$ como el número de símbolos por capa, el número de símbolos en una CW, el flujo de

símbolos para la capa l , y el flujo de símbolos para el CW, respectivamente, la asignación de CW a capa puede describirse de la siguiente manera. En este caso, la segmentación de CB y/o la equiparación de tasas garantizan que

$M_{simb.}^{CW}$ sea divisible por Z . Cuando el número de capas L es tal que $1 \leq L \leq x_1$

$$x^{(l)}(i) = d(Li + l), \quad i = 0, 1, \dots, M_{simb.}^{capa} - 1, \quad l = 0, 1, \dots, L - 1$$

$$M_{simb.}^{capa} = M_{simb.}^{CW} / L$$

(Ecuación 7)

5

Si no, cuando $L > x_2$, indicando $d^{(n)}(i)$ como el flujo de símbolos asociado a CWn ($n = 0, 1$)

$$x^{(l)}(i) = d^{(0)}(\lfloor L/2 \rfloor i + l), \quad l = 0, 1, \dots, \lfloor L/2 \rfloor - 1, \quad i = 0, 1, \dots, \frac{M_{simb.}^{CW0}}{\lfloor L/2 \rfloor} - 1$$

$$x^{(l)}(i) = d^{(1)}((L - \lfloor L/2 \rfloor)i + l - \lfloor L/2 \rfloor), \quad l = \lfloor L/2 \rfloor, \lfloor L/2 \rfloor + 1, \dots, L - 1,$$

$$i = 0, 1, \dots, \frac{M_{simb.}^{CW1}}{L - \lfloor L/2 \rfloor} - 1$$

(Ecuación 8)

10

O equivalentemente,

$$x^{(l)}(i) = d^{(0)}(\lfloor L/2 \rfloor i + l), \quad l = 0, 1, \dots, \lfloor L/2 \rfloor - 1, \quad i = 0, 1, \dots, M_{simb.}^{capa} - 1$$

$$x^{(l+\lfloor L/2 \rfloor)}(i) = d^{(1)}((L - \lfloor L/2 \rfloor)i + l), \quad l = 0, 1, \dots, L - \lfloor L/2 \rfloor - 1, \quad i =$$

$$0, 1, \dots, M_{simb.}^{capa} - 1$$

(Ecuación 8)

$$M_{simb.}^{capa} = \frac{M_{simb.}^{CW0}}{\lfloor L/2 \rfloor} = \frac{M_{simb.}^{CW1}}{L - \lfloor L/2 \rfloor}$$

15

El ciclado de CW 925 se utiliza para facilitar la sobrecarga de señalización de control de la transmisión 1-CW para la transmisión 2-CW. Esto puede hacerse, por ejemplo, garantizando que cada uno de los 2 CW (o cada uno de los bloques de código/CB de cada uno de los 2 CW) se transmita a través de las capas L . En un ejemplo, el ciclado de CW puede realizarse intercambiando de manera intermitente dos grupos de símbolos Δ entre CW0 y CW1. Esto puede describirse de la siguiente manera. Indicando la entrada y la salida al ciclado de CW como $\{d_{in}^{(0)}(i), d_{in}^{(1)}(i)\}$ y $\{d^{(0)}(i), d^{(1)}(i)\}$, respectivamente, la operación de ciclado de CW puede describirse de la siguiente manera:

$$d^{(0)}(i) = d_{in}^{(0)}(i), \quad d^{(1)}(i) = d_{in}^{(1)}(i),$$

$$i \in \{2k\Delta, 2k\Delta + 1, \dots, (2k + 1)\Delta - 1\}$$

$$d^{(0)}(i) = d_{in}^{(1)}(i), \quad d^{(1)}(i) = d_{in}^{(0)}(i), \quad (\text{Ecuación 9})$$

$$i \in \{(2k + 1)\Delta, (2k + 1)\Delta + 1, \dots, (2k + 2)\Delta - 1\}$$

$$k = 0, 1, \dots, \frac{M_{simb}^{CW}}{2\Delta} - 1$$

5 Para garantizar que cada CB en una CW es asignado a través de las L capas más o menos uniformemente así como que las capas son a nivel de símbolo, Δ puede ser seleccionado como se describe en la ecuación (10). Los valores de Δ para diferentes valores de L se dan en la TABLA 1. Cabe destacar que cada uno de los valores Δ de la TABLA 1 sólo es aplicable cuando se utiliza la transmisión 2-CW para el valor correspondiente de L . Por ejemplo, cuando $x_1 = x_2 = 4$ en la ecuación (7)-(8), el ciclado de CW sólo se utiliza para $L > 4$. Por lo tanto, los valores Δ relevantes son sólo los correspondientes a $L = 5, 6, 7$ y 8 .

$$\Delta = \begin{cases} L/2 & \text{mod}(L, 2) = 0 \\ \lfloor L/2 \rfloor (L - \lfloor L/2 \rfloor) & \text{mod}(L, 2) = 1 \end{cases} \quad (\text{Ecuación 10})$$

10

TABLA 1

L	Δ
2	1
3	2
4	2
5	6
6	3
7	12
8	4

15

El ejemplo anterior del ciclado de CW 925 puede ser ilustrado en la asignación 950 de la FIGURA 9B. Como se ilustra, un grupo/bloque de Δ símbolos de CW0 se intercambia con el de CW1 en cada otro grupo/bloque de Δ símbolos. Para ilustrar mejor esta operación, utilizando la asignación vertical a nivel de símbolo descrito en la ecuación (8), con los valores de Δ dados en la TABLA 1, se consideran los dos casos siguientes.

En primer lugar, cuando $\text{mod}(L,2)=0$, la secuencia de símbolos asociada a cada una de las dos CW se asigna a través de las L capas de la siguiente manera:

$$\left\{ d_{in}^{(0)}(0), d_{in}^{(0)}(1), \dots, d_{in}^{(0)}\left(\frac{L}{2}-1\right), d_{in}^{(0)}\left(\frac{L}{2}\right), d_{in}^{(0)}\left(\frac{L}{2}+1\right), \dots, d_{in}^{(0)}(L-1), \dots \right\}$$

$$\rightarrow \left\{ x^{(0)}(0), x^{(1)}(0), \dots, x^{(\frac{L}{2}-1)}(0), x^{(\frac{L}{2})}(1), x^{(\frac{L}{2}+1)}(1), \dots, x^{(L-1)}(1), \dots \right\}$$

(Ecuación 11)

$$\left\{ d_{in}^{(1)}(0), d_{in}^{(1)}(1), \dots, d_{in}^{(1)}\left(\frac{L}{2}-1\right), d_{in}^{(1)}\left(\frac{L}{2}\right), d_{in}^{(1)}\left(\frac{L}{2}+1\right), \dots, d_{in}^{(1)}(L-1), \dots \right\}$$

$$\rightarrow \left\{ x^{(\frac{L}{2})}(0), x^{(\frac{L}{2}+1)}(0), \dots, x^{(L-1)}(0), \dots, x^{(0)}(1), x^{(1)}(1), \dots, x^{(\frac{L}{2}-1)}(1), \dots \right\}$$

En segundo lugar, cuando mod(L,2)=1, la secuencia de símbolos asociada a cada una de las dos CW se asigna a través de las L capas de la siguiente manera. A título ilustrativo, se utiliza L=5 (por lo tanto Δ=6).

$$\left\{ d_{in}^{(0)}(0), d_{in}^{(0)}(1), d_{in}^{(0)}(2), d_{in}^{(0)}(3), d_{in}^{(0)}(4), d_{in}^{(0)}(5), d_{in}^{(0)}(6), \right.$$

$$\left. d_{in}^{(0)}(7), d_{in}^{(0)}(8), d_{in}^{(0)}(9), d_{in}^{(0)}(10), d_{in}^{(0)}(11), \dots \right\}$$

$$\rightarrow \left\{ x^{(0)}(0), x^{(1)}(0), x^{(0)}(1), x^{(1)}(1), x^{(0)}(2), x^{(1)}(2), x^{(2)}(3), x^{(3)}(3), \right.$$

$$\left. x^{(4)}(3), x^{(2)}(4), x^{(3)}(4), x^{(4)}(4), \dots \right\}$$

(Ecuación 12)

$$\left\{ d_{in}^{(1)}(0), d_{in}^{(1)}(1), d_{in}^{(1)}(2), d_{in}^{(1)}(3), d_{in}^{(1)}(4), d_{in}^{(1)}(5), d_{in}^{(1)}(6), \right.$$

$$\left. d_{in}^{(1)}(7), d_{in}^{(1)}(8), d_{in}^{(1)}(9), d_{in}^{(1)}(10), d_{in}^{(1)}(11), \dots \right\}$$

$$\rightarrow \left\{ x^{(2)}(0), x^{(3)}(0), x^{(4)}(0), x^{(2)}(1), x^{(3)}(1), x^{(4)}(1), \right.$$

$$\left. x^{(0)}(2), x^{(1)}(2), x^{(0)}(3), x^{(1)}(3), x^{(0)}(4), x^{(1)}(4), \dots \right\}$$

5

En una variación de esta realización, la funcionalidad de ciclado de CW puede ser activada (ON) o desactivada (OFF) (por lo tanto configurable para un UE). Por ejemplo, el ciclado de CW puede activarse para un UE (por un gNB o el NW) cuando se realiza una transmisión SU-MIMO, mientras que puede desactivarse cuando un equipo de usuario recibe transmisiones de múltiples TRP. Esta configuración puede señalizarse mediante señalización de capa superior (por ejemplo, RRC), MAC CE o señalización de control L1 DL (DCI relacionada con UL o DL). Esto es aplicable cuando el número de capas de transmisión $L > x_2$.

10

En la FIGURA 10 se ilustra otra realización (realización II). La asignación CW-a-capas 1000 de la FIGURA 10 utiliza 1 CW o 2 CW dependiendo del número de capas de transmisión o rango Z. Cuando $1 \leq L \leq x_1$, se utiliza la asignación 1-CW (1010). Cuando $L > x_2$, se utiliza la asignación 2-CW (1020+1025) con un componente adicional denominado "ciclado de capas" (1025). Los valores de x_1 y x_2 pueden ser iguales o diferentes. Por ejemplo, para $x_1 = x_2 = x$, x puede ser 2, o 4. Alternativamente, si $x_1 > x_2$ (por ejemplo, $x_1=4$, $x_2=2$), la asignación se puede configurar entre la asignación 1-CW en 1010 y la asignación 2-CW en 1020+1025 cuando $A = 4$.

15

Cada uno de los dos bloques de asignación (1010 o 1020) asigna una CW en al menos una capa de forma análoga a los de la realización I (bloques 910 y 920). Por lo tanto, la descripción anterior para 810 y 820 se aplica a 1010 y 1020, incluidas las ecuaciones (7) y (8). El ciclado de capa 1025, al igual que el ciclado de CW, se utiliza para facilitar la sobrecarga de señalización de control de la transmisión 1-CW para la transmisión 2-CW. Esto puede hacerse, por ejemplo, garantizando que cada uno de los 2 CW (o cada uno de los bloques de código/CB de cada uno de los 2 CW) se transmita a través de las capas L. En un ejemplo, el ciclado de capas a través de L capas puede realizarse permutando cíclicamente las L capas en el nivel de símbolo. Esta operación puede garantizar que los símbolos de cada CW se repartan por las capas L de forma más o menos uniforme. Esta permutación a nivel de símbolo puede describirse de la siguiente manera:

20

25

$$x_{out}^{(l)}(i) = x^{(\pi(l+i))}(i),$$

(Ecuación 13)

$$\pi(l+i) = \text{mod}(l+i, L), \quad l = 0, 1, \dots, L-1$$

5 Alternativamente, este ejemplo de ciclado de capas puede describirse en términos de precodificación de la siguiente manera:

$$\begin{bmatrix} x_{out}^{(0)}(i) \\ x_{out}^{(1)}(i) \\ \vdots \\ x_{out}^{(L-1)}(i) \end{bmatrix} = [e_{\pi(i)} \quad e_{\pi(i+1)} \quad \dots \quad e_{\pi(i+L-1)}] \begin{bmatrix} x^{(0)}(i) \\ x^{(1)}(i) \\ \vdots \\ x^{(L-1)}(i) \end{bmatrix} \quad \text{(Ecuación 14)}$$

$$\pi(l+i) = \text{mod}(l+i, L), \quad l = 0, 1, \dots, L-1$$

En este caso, e_k es un vector de longitud-L cuyo k -ésimo elemento es 1 y 0 en el resto ($k = 0, 1, \dots, Z-1$)

10 Para ilustrar mejor esta operación, utilizando la asignación vertical a nivel de símbolo descrito en la ecuación (8), el ejemplo anterior para el ciclado de capas puede ilustrarse mediante la siguiente operación de asignación (a través de capas e índices de símbolo i):

$$\begin{bmatrix} x^{(0)}(0) & x^{(0)}(1) & \dots & x^{(0)}(L-1) \\ x^{(1)}(0) & x^{(1)}(1) & \dots & x^{(1)}(L-1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x^{(L-2)}(0) & x^{(L-2)}(1) & \dots & x^{(L-2)}(L-1) \\ x^{(L-1)}(0) & x^{(L-1)}(1) & \dots & x^{(L-1)}(L-1) \end{bmatrix} \quad \text{(Ecuación 15)}$$

$$\rightarrow \begin{bmatrix} x_{out}^{(0)}(0) & x_{out}^{(L-1)}(1) & \dots & x_{out}^{(1)}(L-1) \\ x_{out}^{(1)}(0) & x_{out}^{(0)}(1) & \dots & x_{out}^{(2)}(L-1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{out}^{(L-2)}(0) & x_{out}^{(L-3)}(1) & \dots & x_{out}^{(L-1)}(L-1) \\ x_{out}^{(L-1)}(0) & x_{out}^{(L-2)}(1) & \dots & x_{out}^{(0)}(L-1) \end{bmatrix}$$

15 En una variación de esta realización, la funcionalidad de ciclado de capas puede ser activada o desactivada (por lo tanto configurable para un UE). Por ejemplo, el ciclado de capas puede activarse para un UE (por un gNB o el NW) cuando se realiza una transmisión SU-MIMO, mientras que puede desactivarse cuando un UE recibe transmisiones de múltiples TRP. Esta configuración puede señalizarse mediante señalización de capa superior (por ejemplo, RRC), MAC CE o señalización de control L1 DL (DCI relacionada con UL o DL). Esto es aplicable cuando el número de capas de transmisión $L > x_2$.

20 Las dos realizaciones anteriores también pueden ampliarse para escenarios con un número de CW mayor que 2. Estas extensiones son sencillas para los expertos en la técnica.

En cada una de las dos realizaciones, el gNB/NW puede configurar diferentes valores de (x_1, x_2) para DL y UL para un UE. Los valores de x_1 y/o x_2 también pueden ser configurables para un UE.

25 En otra realización (realización III), cuando un UE está configurado para recibir 2 CW y el número total de capas a través de los 2 CW ($=L$) es 5, 6, 7, u 8, en lugar de una correspondencia fija (descrita previamente), se puede utilizar una correspondencia flexible entre los 2 CW y las L capas.

En una subrealización (III.1), una correspondencia totalmente flexible añade a la correspondencia fija las siguientes características. Una primera característica es que para un número determinado de capas $L (>4)$, cada uno de los 2

CW puede corresponder a un número diferente de capas. Sin ninguna restricción, la segunda columna de la TABLA 2 esboza posibles combinaciones de (L_0, L_1) en las cuales L_n indica el número de capas asociadas con CW-n. Las combinaciones **en negrita** son las utilizadas para la correspondencia fija LTE. Por lo tanto, para un valor dado de L , hay $(L - 1)$ posibilidades. Una segunda característica es que para un número determinado de capas para CW-n L_n que puede tomar valor entre $\{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$, el conjunto de capas asociado a CW-n, junto con sus permutaciones, también puede variar. Por lo tanto, para un L y L_0 dados, existen $\frac{L!}{L_0!(L-L_0)!} \times (L - L_0)! = \frac{L!}{L_0!}$ posibilidades.

TABLA 2 Todos los números posibles de capas para cada uno de los 2 CW

L	Todas las combinaciones posibles de (L_0, L_1) - realización III.1	Combinaciones posibles reducidas de (L_0, L_1)		
		Realización III.2	Realización III.3	Realización III.4
5	(1,4), (2,3) , (3,2), (4,1)	(1,4), (2,3)	(1,4), (2,3) , (3,2), (4,1)	(1,4), (2,3)
6	(1,5), (2,4), (3,3) , (4,2), (5,1)	(1,5), (2,4), (3,3)	(2,4), (3,3) , (4,2)	(1,4), (2,3)
7	(1,6), (2,5), (3,4) , (4,3), (5,2), (6,1)	(1,5), (2,4), (3,3)	(3,4) , (4,3)	(3,4)
8	(1,7), (2,6), (3,5), (4,4) , (5,3), (6,2), (7,1)	(1,7), (2,6), (3,5), (4,4)	(4,4)	(4,4)

Por lo tanto, para un valor dado de L , el número total de correspondencias posibles es $\sum_{L_0=1}^{L-1} \frac{L!}{L_0!}$. Esto da como resultado 205, 1236, 8659 y 69280 posibilidades para $L=5, 6, 7$ y 8 , respectivamente. Dado que esta correspondencia debe señalizarse en un informe de DCI (DL) y/o CSI (UL), requiere un campo de señalización de hasta 17 bits.

En una subrealización (III.2), la correspondencia totalmente flexible de III.1 se restringe de manera adicional de la siguiente manera. Sólo se incluyen las combinaciones con $L_0 \leq L_1$. Esto se indica en la tercera columna de la TABLA 2.

En una subrealización (III.3), la correspondencia totalmente flexible de III.1 se restringe de manera adicional de la siguiente manera. En primer lugar, puede eliminarse cualquier funcionalidad de las características que se ocupe del ordenamiento entre capas (tal como en los esquemas 2 y 6), ya que se espera que dicha funcionalidad, en caso de ser beneficiosa, quede a cargo de la precodificación (es decir, el ordenamiento/permutación es un caso especial de la rotación de fases). Se trata de una suposición razonable a condición de que los libros de códigos se diseñen con una resolución espacial suficientemente alta. En segundo lugar, para garantizar que no se introduce ningún nuevo esquema de asignación de capas (asignación de una CW a ≥ 1 capas), deben eliminarse las posibilidades que requieran $L_n > 4$. Si se aplican los dos criterios anteriores para diseñar un esquema de correspondencia flexible, el resto de combinaciones posibles de (L_0, L_1) se esbozan en la cuarta columna de la TABLA 2. Esto deja $(9-L)$ combinaciones para un valor dado de L . Además, la característica 2 desaparece, resultando el número total de posibilidades de $(9-L)$ para un valor dado de L (que requiere como máximo 2 bits). Este esquema de correspondencia de variables puede describirse de la siguiente manera. Las 1° capas L_0 corresponden a la primera CW (CW0), en la cual $L_0 \in \{L - 4, \dots, 4\}$ mientras que las capas restantes $(L-L_0)$ corresponden a la segunda CW (CW1).

En una subrealización (III. 4), la correspondencia totalmente flexible de III.3 se restringe de manera adicional de la siguiente manera. Sólo se incluyen las combinaciones con $L_0 \leq L_1$. Esto se indica en la quinta columna del TABLA 2.

En otras subrealizaciones de II, puede ser utilizado cualquier subconjunto de las combinaciones en la TABLA 2 .

Para el segundo componente (es decir, el soporte de señalización), se describen a continuación varias realizaciones ejemplares basadas en las realizaciones para el Componente 1.

Los realizaciones ejemplares de señalización UL para recepción DL con una CW por UE son las siguientes.

En una realización, un UE señala solamente un DL HARQ-ACK (por lo tanto 1 bit) por portadora componente. Este HARQ-ACK de 1 bit es transmitido por el UE a través de un canal de control UL.

En otra realización, un UE está configurado para notificar CSI que incluye sólo un componente CQI por subbanda, independientemente del número recomendado de capas o rango. Para CQI de banda ancha (en este caso el término CQI de banda ancha se refiere a una CQI individual asociada a las subbandas del conjunto de informes). Si el indicador

de rango (RI) informa L como el número de capas o rango recomendados, este CQI único (por subbanda o para subbandas en el conjunto de informes) se calcula asumiendo la transmisión a través de las capas $L \geq 1$.

En una realización perteneciente al "asignación de capa configurable", una información de control de enlace ascendente (UCI) incluye un máximo de $N_{CW,MAX}$ CQI representando el CQI asociado con $N_{CW,MAX}$ CW. El valor de $N_{CW,MAX}$ es el número máximo de CW que un UE puede recibir dentro de una asignación PDSCH. En este caso, el número de CQI en una UCI puede ser 1, 2, ..., o $N_{CW,MAX}$ dependiendo del valor de RI. Cuando el UE está configurado con informes CQI de subbanda, este número de CQI representa el número de CQI por subbanda. Cuando el UE está configurado con informes CQI de banda ancha o de banda parcial, este número de CQI representa el número de CQI para las subbandas dentro de la banda de informes configurada.

En las realizaciones anteriores y sus variaciones, en lugar de señalar y/o configurar el número máximo de CW $N_{CW,MAX}$ que un UE puede recibir dentro de una asignación PDSCH, se puede señalar y/o configurar el número total máximo de capas a través de los $CW_{L,MAX}$. Este parámetro puede señalizarse mediante señalización de capa superior (RRC) o canal de control L1/L2. En este caso, el número de CQI en una UCI puede ser 1, 2, ..., o $N_{CW,MAX}$ dependiendo del valor de RI en el cual $N_{CW,MAX}$ es el número de CW asociados con L_{MAX} . Cuando el UE está configurado con informes CQI de subbanda, este número de CQI representa el número de CQI por subbanda. Cuando el UE está configurado con informes CQI de banda ancha o de banda parcial, este número de CQI representa el número de CQI para las subbandas dentro de la banda de informes configurada.

Cuando el número total máximo de capas a través de los CW L_{MAX} está señalado y/o configurado, las realizaciones ejemplares para el diseño DCI relacionada con DL son las siguientes. En una realización ejemplar en la que se utiliza transmisión de una CQI para $L \leq 4$ y transmisión de dos CW para $L > 4$, si $L_{MAX} \leq 4$, la UCI incluye sólo una CQI que corresponde a una CW. Si $L_{MAX} > 4$, la UCI incluye uno o dos CQI dependiendo del valor de RI, en el cual cada uno de los dos CQI corresponde a uno de los dos CW. Cuando el UE está configurado con informes CQI de subbanda, este número de CQI representa el número de CQI por subbanda. Cuando el UE está configurado con informes CQI de banda ancha o de banda parcial, este número de CQI representa el número de CQI para las subbandas dentro de la banda de informes configurada.

En las realizaciones anteriores y sus variaciones, en lugar de señalar y/o configurar el número máximo de CW $N_{CW,MAX}$ o el número máximo de capas a través de los CW L_{MAX} , puede señalizarse y/o configurarse el número máximo de CQI en una UCI. Por ejemplo, este número máximo de CQI en una UCI puede estar configurado como 1 o 2. Si este número máximo es 1, el número de MCC en una UCI es uno. Si este número máximo es 2, el número de CQI en una UCI puede ser 1 o 2, dependiendo del valor de RI. Por ejemplo, si $RI \leq 4$, solo se informa de una CQI en la UCI. Si $RI > 4$, se notifican dos CQI en el UCI. Cuando el UE está configurado con informes CQI de subbanda, este número de CQI representa el número de CQI por subbanda. Cuando el UE está configurado con informes CQI de banda ancha o de banda parcial, este número de CQI representa el número de CQI para las subbandas dentro de la banda de informes configurada.

Cuando se comunican dos CQI (asociados a dos CW), son posibles varias opciones. En una primera opción, se comunican dos CQI completos (cada uno asociado a una CW). En una segunda opción, uno de los CQI se notifica en relación con el otro CQI (por ejemplo, de forma diferencial), de modo que este CQI puede notificarse en menos bits que el otro CQI. Cuando el UE está configurado con informes CQI de subbanda, este número de CQI representa el número de CQI por subbanda. Cuando el UE está configurado con informes CQI de banda ancha o de banda parcial, este número de CQI representa el número de CQI para las subbandas dentro de la banda de informes configurada.

Las realizaciones ejemplares de *señalización para DL para recepción DL* con una CW por UE son de la siguiente manera.

En una realización, una DCI (información de control de enlace descendente) relacionada con DL incluye sólo un parámetro MCS que representa la MCS asignada asociada con la única TB o CW, independientemente del número de capas. Además, la DCI relacionada con DL puede incluir un conjunto de parámetros relacionados con HARQ (tal como Indicador de Nuevos Datos y/o Versión de Redundancia) asociados con el TB o CW único, independientemente del número de capas. Si se soporta HARQ a nivel de CB o de grupo de CB, se pueden incluir múltiples conjuntos de parámetros relacionados con HARQ en la DCI relacionada con DL. Esta DCI relacionada con DL es recibida por el UE a través de un canal de control DL.

En otra realización, si el valor de K en la realización 1000 de la FIGURA 10 es configurable, el parámetro K se señala al UE mediante señalización de capa superior (RRC). Alternativamente, el valor de K puede estar configurado dinámicamente a través del elemento de control MAC (CE) o de la señalización de control L1 DL.

En una realización perteneciente a la "asignación de capa configurable", una DCI (información de control de enlace descendente) relacionada con DL incluye campos $N_{CW,MAX}$ MCS representando el MCS asignado asociado con $N_{CW,MAX}$ CW. El valor de $N_{CW,MAX}$ es el número máximo de CW que un UE puede recibir dentro de una asignación PDSCH/PUSCH. Además, la DCI relacionada con DL puede incluir $N_{CW,MAX}$ conjunto(s) de parámetro(s) relacionado(s) con HARQ (tal como Indicador de Nuevos Datos y/o Versión de Redundancia) asociado(s) con el TB o CW único, independientemente del número de capas. Si se soporta HARQ a nivel de CB o de grupos de CB, el número de

- conjuntos de parámetros relacionados con HARQ incluidos en la DCI relacionada con DL puede multiplicarse por el número de CB o de grupos de CB. El valor de $N_{CW,MAX}$ puede estar configurado mediante señalización de capa superior (RRC), elemento de control MAC (MAC CE) o señalización de control L1 DL (DCI relacionada con DL o UL). Si se configura a través de señalización de capa superior o MAC CE, un UE recibe primero la información de configuración.
- 5 A continuación, el UE puede determinar el número de campos relacionados con MCS y HARQ en una DCI relacionada con DL recibido. Si se configura a través de la señalización de controles L1 DL, el valor de $N_{CW,MAX}$ puede señalizarse en un mismo DCI relacionada con DL que los campos $N_{CW,MAX}$ MCS y los campos $N_{CW,MAX}$ relacionados con HARQ. Alternativamente, el valor de $N_{CW,MAX}$ puede detectarse implícitamente a partir de la decodificación ciega del DCI e inferirlo del tamaño del DCI (que varía en función de al menos del número de campos relacionados con MCS y HARQ).
- 10 Alternativamente, cuando se utiliza señalización de control L1 DL para configurar el número de CW, en lugar de señalar $N_{CW,MAX}$, se señala el número de CW Nuevo en sí mismo - ya sea explícitamente en la DCI o implícitamente detectado a partir del tamaño del DCI (en el que la DCI incluye campos MCS Nuevo y campos relacionados con HARQ Nuevo). A diferencia de $N_{CW,MAX}$, Nuevo puede variar entre diferentes asignaciones DL mientras $N_{CW,MAX}$ está configurado.
- 15 La realización anterior se aplica a condición de que $N_{CW, MAX}$ sea configurable.
- En una subrealización de esta realización, el número total de capas a través de los CW L es señalado en un único campo DCI en la DCI relacionada con DL.
- En otra sub-realización de esta realización, el número de capas (0, 1, ..., L_{MAX}^{CW}) asociado con cada uno de los campos DCI relacionados con $N_{CW,MAX}$ MCS y/o HARQ se señala como un campo DCI en la DCI relacionada con DL. Por lo tanto, hay campos $N_{CW,MAX}$ DCI que indican el número de capas para $N_{CW,MAX}$ CW. El valor de $N_{CW,MAX}$ puede estar configurado como se ha descrito anteriormente. El parámetro L_{MAX}^{CW} indica el número máximo de capas por CW.
- 20 En otra subrealización de esta realización, el número de capas (0, 1, ..., L_{MAX}^{CW}) asociado con cada uno de los campos DCI relacionados con Nuevo MCS y/o HARQ se señala como un campo DCI en la DCI relacionada con DL. Por lo tanto, hay Nuevos campos DCI que indican el número de capas para N_{CW} CW. El parámetro L_{MAX}^{CW} indica el número máximo de capas por CW.
- 25 En las realizaciones anteriores y sus variaciones, en lugar de señalar y/o configurar el número máximo de CW $N_{CW,MAX}$ que un UE puede recibir dentro de una asignación PDSCH, se puede señalar y/o configurar el número total máximo de capas a través de los $CW_{L_{MAX}}$. Este parámetro puede señalizarse mediante señalización de capa superior (RRC) o canal de control L1/L2. Opcionalmente, se puede señalar y/o configurar el número máximo de capas para cada CW L_{MAX}^{CW} . Asimismo, este parámetro puede señalizarse mediante señalización de capa superior (RRC) o canal de control L1/L2.
- 30 Cuando el número total máximo de capas a través de los CW L_{MAX} está señalado y/o configurado, las realizaciones ejemplares para el diseño DCI relacionada con DL son las siguientes. En una realización ejemplar en la que se utiliza transmisión de una CW para $L \leq 4$ y transmisión de dos CW para $L > 4$, si $L_{MAX} \leq 4$, la DCI incluye un campo MCS y/o un conjunto de campos DCI relacionados con HARQ en el que el único campo MCS y el único conjunto de campos HARQ corresponden a una CW. De lo contrario, si $L_{MAX} > 4$, la DCI incluye dos campos MCS y/o dos conjuntos de campos DCI relacionados con HARQ en los que cada uno de los dos campos MCS y cada uno de los conjuntos de campos HARQ corresponden a una de las dos CW. En caso de $L_{MAX} > 4$ (el número total máximo de capas configuradas para el UE) y $L \leq 4$ (el número total de capas asignadas para el UE en una asignación DL particular/programada), sólo se utiliza uno de los dos campos MCS para indicar el MCS para el único CW. El segundo campo MCS puede utilizarse para señalar otras hipótesis. En caso de $L_{MAX} > 4$ (el número total máximo de capas configuradas para el UE) y $L > 4$ (el número total de capas asignadas para el UE en una asignación DL particular/programada), cada uno de los dos campos MCS se utiliza para indicar un MCS para uno de los dos CW.
- 35 Por lo tanto, para un mismo formato de DCI relacionada con DL, el número de campos MCS depende del número total máximo de capas por asignación PDSCH por UE.
- 40 En las realizaciones anteriores y sus variaciones, en lugar de señalar y/o configurar el número máximo de CW $N_{CW,MAX}$ o el número máximo de capas a través de los CW L_{MAX} , puede señalizarse y/o configurarse el número máximo de campos MCS y/o conjuntos de campos DCI relacionados con HARQ en una DCI relacionada con DL. Por ejemplo, este número máximo puede estar configurado como 1 o 2. El número máximo de campos MCS y/o el número máximo de conjuntos de campos DCI relacionados con HARQ pueden configurarse conjuntamente (tal como un parámetro común) o por separado.
- 45 50

En lugar del número máximo, puede señalarse y/o configurarse el número de campos MCS y/o conjunto(s) de campos DCI relacionados con HARQ en una DCI relacionada con DL. Este parámetro puede señalarse mediante señalización de capa superior (RRC) o canal de control L1/L2. Por ejemplo, este número puede estar configurado como 1 o 2. El número de campos MCS y/o el número máximo de conjuntos de campos DCI relacionados con HARQ pueden configurarse conjuntamente (tal como un parámetro común) o por separado.

Cuando el número (o el número máximo) de campos MCS y/o conjuntos de campos DCI relacionados con HARQ en una DCI relacionada con DL se configura como 2 mientras que el número asignado de CW (o capas) para la DCI relacionada con DL corresponde a una CW, sólo uno de los dos campos MCS se utiliza para indicar el MCS para el único CW. El segundo campo MCS puede utilizarse para señalar otras hipótesis. Cuando el número (o el número máximo) de campos MCS y/o conjunto(s) de campos DCI relacionados con HARQ en una DCI relacionada con DL se configura como 2 mientras que el número asignado de CW (o capas) para la DCI relacionada con DL corresponde a dos CW, cada uno de los dos campos MCS se utiliza para indicar un MCS para uno de los dos CW.

Las realizaciones ejemplares de señalización DL para transmisión UL con una CW por UE son de la siguiente manera.

En una realización, una DCI (información de control de enlace descendente) relacionada con UL incluye sólo un parámetro MCS que representa la MCS asignada asociada con la única TB o CW, independientemente del número de capas. Además, la DCI relacionada con UL puede incluir un conjunto de parámetros relacionados con HARQ (tal como Indicador de Nuevos Datos y/o Versión de Redundancia) asociados con el TB o CW único, independientemente del número de capas. Si se soporta HARQ a nivel de CB o de grupo de CB, se pueden incluir múltiples conjuntos de parámetros relacionados con HARQ en la DCI relacionada con UL. Esta DCI relacionada con UL es recibida por el UE a través de un canal de control DL.

En una realización perteneciente a la "asignación de capa configurable", una DCI (información de control de enlace descendente) relacionada con UL incluye campos $N_{CW,MAX}$ MCS representando el MCS asignado asociado con $N_{CW,MAX}$ CW. El valor de $N_{CW,MAX}$ es el número máximo de CW que un UE puede recibir dentro de una asignación PDSCH/PUSCH. Además, la DCI relacionada con UL puede incluir $N_{CW,MAX}$ conjunto(s) de parámetro(s) relacionado(s) con HARQ (tal como Indicador de Nuevos Datos y/o Versión de Redundancia) asociado(s) con el TB o CW único, independientemente del número de capas. Si se soporta HARQ a nivel de CB o de grupos de CB, el número de conjuntos de parámetros relacionados con HARQ incluidos en la DCI relacionada con UL puede multiplicarse por el número de CB o de grupos de CB. El valor de $N_{CW,MAX}$ puede estar configurado mediante señalización de capa superior (RRC), elemento de control MAC (MAC CE) o señalización de control L1 DL (DCI relacionada con DL o UL). Si se configura a través de señalización de capa superior o MAC CE, un UE recibe primero la información de configuración. A continuación, el UE puede determinar el número de campos relacionados con MCS y HARQ en una DCI relacionada con UL recibido. Si se configura a través de la señalización de controles L1 DL, el valor de $N_{CW,MAX}$ puede señalarse en una misma DCI relacionada con UL que los campos $N_{CW,MAX}$ MCS y $N_{CW,MAX}$ HARQ. Alternativamente, el valor de $N_{CW,MAX}$ puede detectarse implícitamente a partir de la decodificación ciega del DCI e inferirlo del tamaño del DCI (que varía en función de al menos del número de campos relacionados con MCS y HARQ). Alternativamente, cuando se utiliza señalización de control L1 DL para configurar el número de CW, en lugar de señalar $N_{CW,MAX}$, se señala el número de CW Nuevo en sí mismo - ya sea explícitamente en la DCI o implícitamente detectado a partir del tamaño del DCI (en el que la DCI incluye campos MCS Nuevo y campos relacionados con HARQ Nuevo). A diferencia de $N_{CW,MAX}$, Nuevo puede variar entre diferentes asignaciones UL mientras $N_{CW,MAX}$ está configurado.

La realización anterior se aplica a condición de que $N_{CW,MAX}$ sea configurable.

En una subrealización de esta realización, el número total de capas a través de los CW L es señalado en un único campo DCI en la DCI relacionada con UL.

En otra sub-realización de esta realización, el número de capas (0, 1, ..., L_{MAX}^{CW}) asociado con cada uno de los campos DCI relacionados con $N_{CW,MAX}$ MCS y/o HARQ se señala como un campo DCI en la DCI relacionada con UL. Por lo tanto, hay campos $N_{CW,MAX}$ DCI que indican el número de capas para $N_{CW,MAX}$ CW. El valor de $N_{CW,MAX}$ puede estar configurado como se ha descrito anteriormente. El parámetro L_{MAX}^{CW} indica el número máximo de capas por CW.

En otra subrealización de esta realización, el número de capas (0, 1, ..., L_{MAX}^{CW}) asociado con cada uno de los campos DCI relacionados con Nuevo MCS y/o HARQ se señala como un campo DCI en la DCI relacionada con UL. Por lo tanto, hay Nuevos campos DCI que indican el número de capas para N_{CW} CW. El parámetro L_{MAX}^{CW} indica el número máximo de capas por CW.

En las realizaciones anteriores y sus variaciones, en lugar de señalar y/o configurar el número máximo de CW $N_{CW,MAX}$ que un UE puede transmitir dentro de una asignación PUSCH, se puede señalar y/o configurar el número total máximo de capas a través de los CW L_{MAX} . Este parámetro puede señalarse mediante señalización de capa superior (RRC) o canal de control L1/L2. Opcionalmente, se puede señalar y/o configurar el número máximo de capas

para cada CW L_{MAX}^{CW} . Asimismo, este parámetro puede señalizarse mediante señalización de capa superior (RRC) o canal de control L1/L2.

5 Cuando el número total máximo de capas a través de los CW L_{MAX} está señalado y/o configurado, las realizaciones ejemplares para el diseño DCI relacionada con UL son las siguientes. En una realización ejemplar en la que se utiliza transmisión de una CW para $L \leq 4$ y transmisión de dos CW para $L > 4$, si $L_{MAX} \leq 4$, la DCI incluye un campo MCS y/o un conjunto de campos DCI relacionados con HARQ en el que el único campo MCS y el único conjunto de campos HARQ corresponden a una CW. De lo contrario, si $L_{MAX} > 4$, la DCI incluye dos campos MCS y/o dos conjuntos de campos DCI relacionados con HARQ en los que cada uno de los dos campos MCS y cada uno de los conjuntos de campos HARQ corresponden a una de las dos CW. En caso de $L_{MAX} > 4$ (el número total máximo de capas configuradas para el UE) y $L \leq 4$ (el número total de capas asignadas para el UE en una asignación UL particular/programada), sólo se utiliza uno de los dos campos MCS para indicar el MCS para el único CW. El segundo campo MCS puede utilizarse para señalar otras hipótesis. En caso de $L_{MAX} > 4$ (el número total máximo de capas configuradas para el UE) y $L > 4$ (el número total de capas asignadas para el UE en una asignación UL particular/programada), cada uno de los dos campos MCS se utiliza para indicar un MCS para uno de los dos CW.

15 Por lo tanto, para un mismo formato de DCI relacionada con UL, el número de campo MCS depende del número total máximo de capas por asignación PUSCH por UE.

20 En las realizaciones anteriores y sus variaciones, en lugar de señalar y/o configurar el número máximo de CW $N_{CW,MAX}$ o el número máximo de capas a través de los CW L_{MAX} , puede señalizarse y/o configurarse el número máximo de campos MCS y/o conjuntos de campos DCI relacionados con HARQ en una DCI relacionada con UL. Por ejemplo, este número máximo puede estar configurado como 1 o 2. El número máximo de campos MCS y/o el número máximo de conjuntos de campos DCI relacionados con HARQ pueden configurarse conjuntamente (tal como un parámetro común) o por separado.

25 En lugar del número máximo, puede señalizarse y/o configurarse el número de campos MCS y/o conjuntos de campos DCI relacionados con HARQ en una DCI relacionada con UL. Este parámetro puede señalizarse mediante señalización de capa superior (RRC) o canal de control L1/L2. Por ejemplo, este número puede estar configurado como 1 o 2. El número de campos MCS y/o el número máximo de conjuntos de campos DCI relacionados con HARQ pueden configurarse conjuntamente (tal como un parámetro común) o por separado.

30 Cuando el número (o el número máximo) de campos MCS y/o conjunto(s) de campos DCI relacionados con HARQ en una DCI relacionada con UL se configura como 2 mientras que el número asignado de CW (o capas) para la DCI relacionada con UL corresponde a una CW, sólo uno de los dos campos MCS se utiliza para indicar el MCS para el único CW. El segundo campo MCS puede utilizarse para señalar otras hipótesis. Cuando el número (o el número máximo) de campos MCS y/o conjunto(s) de campos DCI relacionados con HARQ en una DCI relacionada con UL se configura como 2 mientras que el número asignado de CW (o capas) para la DCI relacionada con DL corresponde a dos CW, cada uno de los dos campos MCS se utiliza para indicar un MCS para uno de los dos CW.

35 En las realizaciones anteriores, pueden usarse dos parámetros separados para el número total máximo de capas (o número máximo de CW) para DL y UL, respectivamente.

Para UL, el número o número máximo de campos MCS y/o conjuntos de campos DCI relacionados con HARQ puede fijarse en uno. Esto es aplicable, por ejemplo, cuando el número máximo admisible de capas en el UL corresponde a la transmisión 1-CW.

40 Las siguientes realizaciones para el Componente 2 pertenecen a los soportes de señalización UL y UL para las mejoras descritas en el Componente 1 cuando el número de capas de transmisión L excede un cierto valor y el número de CW transmitidas es 2.

45 En el caso de *señalización de UL para recepción de DL*, un UE señala DL HARQ-ACK e informe CSI (que incluye CQI) por portadora componente DL. En caso de *señalización de DL para recepción de DL*, una DCI (información de control de enlace descendente) relacionada con DL incluye al menos un campo MCS (esquema de modulación y codificación) y un parámetro relacionado con HARQ (tal como Nuevo Indicador de Datos y/o Versión de Redundancia) para una asignación PDSCH por UE. Si se soporta HARQ a nivel de CB o de grupo de CB, se pueden incluir múltiples conjuntos de parámetros relacionados con HARQ en la DCI relacionada con DL. En caso de *señalización de DL para transmisión de UL*, una DCI (información de control de enlace descendente) relacionada con UL incluye al menos un campo MCS (esquema de modulación y codificación) y un parámetro relacionado con HARQ (tal como Nuevo Indicador de Datos y/o Versión de Redundancia) para una asignación PUSCH por UE. Si se soporta HARQ a nivel de CB o de grupo de CB, se pueden incluir múltiples conjuntos de parámetros relacionados con HARQ en la DCI relacionada con DL.

50 Cuando un UE está configurado para recibir una transmisión 1-CW (por asignación PDSCH/PUSCH por UE), por ejemplo cuando $1 \leq L \leq x_1$, se pueden utilizar varias realizaciones.

En una realización 1A, el UE señala solamente un DL HARQ-ACK (por lo tanto 1 bit) por portadora componente. Este HARQ-ACK de 1 bit es transmitido por el UE a través de un canal de control UL.

5 En otra realización 1B, un UE puede notificar CSI que incluya sólo un componente CQI por subbanda (junto con la notificación RI que toma el valor de $\{1, 2, \dots, x_1\}$). Para CQI de banda ancha (en este caso el término MCC de banda ancha se refiere a un único MCC asociado a las subbandas del conjunto de informes), sólo se informa de un CQI correspondiente a las capas. Si el indicador de rango (RI) informa L como el número de capas o rango recomendados, este CQI único (por subbanda o para subbandas en el conjunto de informes) se calcula asumiendo la transmisión a través de las capas $L \geq 1$.

10 En otra realización 1C, un UE recibe una DCI (información de control de enlace descendente) relacionada con DL que incluye sólo un parámetro MCS que representa la MCS asignada asociada con el TB o CW individual. Además, la DCI relacionada con DL puede incluir un conjunto de parámetros relacionados con HARQ (tal como Indicador de Nuevos Datos y/o Versión de Redundancia) asociados con el TB o CW único, independientemente del número de capas. Si se soporta HARQ a nivel de CB o de grupo de CB, se pueden incluir múltiples conjuntos de parámetros relacionados con HARQ en la DCI relacionada con DL. Esta DCI relacionada con DL es recibida por el UE a través de un canal de control DL.

15 En una realización 1D, un UE recibe una DCI (información de control de enlace descendente) relacionada con UL que incluye sólo un parámetro MCS que representa la MCS asignada asociada con el TB o CW individual. Además, la DCI relacionada con UL puede incluir un conjunto de parámetros relacionados con HARQ (tal como Indicador de Nuevos Datos y/o Versión de Redundancia) asociados con el TB o CW único, independientemente del número de capas. Si se soporta HARQ a nivel de CB o de grupo de CB, se pueden incluir múltiples conjuntos de parámetros relacionados con HARQ en la DCI relacionada con UL. Esta DCI relacionada con UL es recibida por el UE a través de un canal de control DL.

20 Cada una de las realizaciones anteriores (1A, 1B, 1C, y 1D) puede ser utilizada por sí misma o en combinación con al menos otra realización cuando un UE está configurado para recibir transmisión 1-CW por asignación PDSCH/PUSCH.

Cuando un UE está configurado para recibir una transmisión 2-CW (por asignación PDSCH/PUSCH por UE), por ejemplo cuando $L > x_2$, pueden aplicarse dos casos. El primer caso es cuando está configurado (activado) el ciclado de CW o el ciclado de capas. El segundo caso es cuando no están configurados (desactivados) ninguno de los ciclos CW ni el ciclado de capas.

30 En el primer caso, pueden utilizarse las realizaciones 1A, 1B, 1C y/o 1D. Es decir, cuando se utiliza el ciclado de CW o el ciclado por capas, se puede utilizar un campo DCI MCS, un CQI, un campo DCI relacionada con HARQ y una realimentación DL HARQ-ACK aunque el número de CW sea 2. Esto se debe a que cada CW se asigna a través de las capas. Alternativamente, cuando se utiliza el ciclado de CW o el ciclado de capas, se puede utilizar un campo DCI MCS (asociado a ambas CW), un CQI (asociado a ambas CW), dos campos DCI relacionados con HARQ (cada uno asociado a una CW) y dos realimentaciones DL HARQ-ACK (cada una asociada a una CW). Alternativamente, cuando se utiliza el ciclado de CW o ciclado de capa, se pueden utilizar dos campos MCS DCI (cada uno asociado a una CW), dos CQI (cada uno asociado a una CW), un campo DCI relacionada con HARQ (asociado a ambas CW), y una realimentación DL HARQ-ACK (asociada a ambas CW).

En el segundo caso, pueden utilizarse varias realizaciones.

40 En una realización 2A, el UE señala dos DL HARQ-ACK (por lo tanto 2 bits, cada uno por CW) por portadora componente. Este HARQ-ACK de 2 bit es transmitido por el UE a través de un canal de control UL.

45 En otra realización 2B, un UE puede notificar CSI que incluye dos componentes CQI por subbanda (cada componente representa una CW, junto con la notificación RI que toma valor de $\{x_2+1, x_2+2, \dots, L_{MAX}\}$). Para el CQI de banda ancha (en este caso el término CQI de banda ancha se refiere a dos CQI, cada uno asociado a una CW con las subbandas en el conjunto de informes), se informan dos CQI, cada uno correspondiente a una CW con sus capas asociadas. Si el indicador de rango (RI) informa de L como el número de capas o rango recomendados, estos dos CQI (por subbanda o para subbandas en el conjunto de informes) se calculan asumiendo la transmisión a través de las capas $L \geq 1$. Los dos CQI también pueden codificarse diferencialmente con respecto a una referencia o entre sí.

50 En otra realización 2C, un UE recibe una DCI (información de control de enlace descendente) relacionado con DL que incluye dos parámetros MCS que representan los MCS asignados asociados con los dos TB o CW. Además, la DCI relacionada con DL puede incluir dos conjuntos de parámetros relacionados con HARQ (tal como Indicador de Nuevos Datos y/o Versión de Redundancia) asociados con los dos TB o CW. Si se soporta HARQ a nivel de CB o de grupo de CB, se pueden incluir múltiples conjuntos de parámetros relacionados con HARQ en la DCI relacionada con DL. Esta DCI relacionada con DL es recibida por el UE a través de un canal de control DL.

55 En una realización 2D, un UE recibe una DCI (información de control de enlace descendente) relacionada con UL que incluye dos parámetros MCS que representan los MCS asignados asociados con los dos TB o CW. Además, la DCI relacionada con UL puede incluir dos conjuntos de parámetros relacionados con HARQ (tal como Indicador de Nuevos

Datos y/o Versión de Redundancia) asociados con los dos TB o CW. Si se soporta HARQ a nivel de CB o de grupo de CB, se pueden incluir múltiples conjuntos de parámetros relacionados con HARQ en la DCI relacionada con UL. Esta DCI relacionada con UL es recibida por el UE a través de un canal de control DL.

5 Cada una de las realizaciones anteriores (2A, 2B, 2C, y 2D) puede ser utilizada por sí misma o en combinación con al menos otra realización cuando un UE está configurado para recibir transmisión 2-CW por asignación PDSCH/PUSCH.

10 Por referencia a las realizaciones I y II del componente 1, si $x_1 = x_2$, el cambio entre transmisión 1-CW y 2-CW puede ocurrir dinámicamente en función del número de capas L programadas por el gNB/NW para un UE para una asignación PDSCH/PUSCH. Por otro lado, si $x_1 > x_2$ (por lo tanto, para $x_2 < L \leq x_1$, se puede configurar la transmisión 1-CW o 2-CW), el cambio entre la transmisión 1-CW y 2-CW (cuando $x_2 < L \leq x_1$) puede ser realizado por el gNB/NW para un UE ya sea a través de señalización de capa superior (por ejemplo, RRC), a través de MAC-CE, o a través de señalización de control L1 DL (utilizando DCI).

En una realización más configurable, los valores de x_1 y/o x_2 también pueden ser configurados por un gNB/NW para un UE. Esta configuración puede realizarse mediante señalización de capa superior (por ejemplo, RRC).

15 Para la realización III y sus subrealizaciones, para soportar la recepción DL de las maneras descritas en la TABLA 2, se puede utilizar un informe CSI que incluye una correspondencia recomendada (entre las 2 CW y las capas L). Dado que el número recomendado de capas se indica a través de RI, puede añadirse un parámetro de información CSI que indique una recomendación para L_0 (por tanto, L_1 puede deducirse de $L-L_0$). La DCI relacionada con DL asociado puede incluir un campo DCI que indica L_0 además del campo DCI que indica el número de capas L . de manera similar, para soportar la recepción UL de las maneras descritas en la TABLA 2, la DCI relacionada con UL asociado puede incluir un campo DCI que indica L_0 además del campo DCI que indica el número de capas L .

20 En LTE, el procesamiento a nivel de bit y de símbolo puede ilustrarse en la realización 1100 de la FIGURA 11. Un bloque de transporte (TB) 1101 se procesa mediante la siguiente serie de operaciones a nivel de bits 1102: segmentación del bloque de código (CB) (etapa 1103), palabra de código de canal, equiparación de tasa e intercalador de canal (sólo para UL). Para la segmentación de CB, una TB de *longitud*- L_{TB} se segmenta en $C \geq 1$ CB si $L_{TB} > 6144$. Si $C = 1$, sólo se inserta un TB-CRC de 24 bits. Si $C > 1$, se añade primero un TB-CRC de 24 bits antes de la segmentación de CB, seguido de la inserción de un CB-CRC de 24 bits al final de cada CB. Por lo tanto, para $C > 1$, se insertan tanto TB-CRC como CB-CRC. Cabe destacar que TB-CRC y CB-CRC tienen polinomios generadores diferentes. Para minimizar el número de bits de relleno, se utilizan hasta dos valores de longitud de CB K_+ y K_- . Por lo tanto, en la mayoría de los casos cuando $C > 1$, algunos CB pueden ser de *longitud*- K_- , mientras que los otros de *longitud*- K_+ . Para la codificación de canales, se utiliza un conjunto de longitudes CB admisibles (definidas para el intercalador Turbo QPP) con código Turbo de tasa-1/3 (PCCC) con codificadores constituyentes de 8 estados. Como el código Turbo se basa en un código convolucional, no tiene capacidad de detección de errores incorporada. Para equiparación de tasa, intercalado y punteado iguales para cada uno de los 3 flujos de salida Turbo. Para ello se utilizan 3 intercaladores de subbloques rectangulares idénticos (un intercalador por flujo de salida Turbo), una recopilación de bits seguida de una selección/eliminación de bits a través de una memoria intermedia circular y una concatenación CB para formar una palabra de código (CW). La salida del procesamiento a nivel de bit 1104, asociada con un TB y una CW, es entonces procesada por la siguiente serie de operaciones a nivel de símbolo 1105: asignación de modulación, asignación de capa (1106), precodificación y asignación de RE.

35 Para 5G NR, al menos tres aspectos del procesamiento a nivel de bit y símbolo pueden ser diferentes de LTE. En primer lugar, con el código de verificación de paridad de baja densidad (LDPC) para la transmisión de datos (y potencialmente el código polar para la transmisión de control), el esquema de codificación de canal empleado posee una capacidad inherente ("libre") de detección de errores por CB. Esto es especialmente cierto con el código LDPC, ya que puede utilizarse la descodificación por síndrome (propiedad inherente a los códigos de bloque). Sin embargo, el rendimiento de la detección de errores asociada a la descodificación del síndrome puede depender del tamaño del CB. Esto puede influir en el diseño de la segmentación de CB (especialmente en la inserción de CRC). En segundo lugar, el código LDPC puede tener diferentes propiedades de flujo de salida que el código Turbo (por ejemplo: con un diseño de 3 flujos, el primer y el segundo flujo de salida de paridad para LDPC están directamente relacionados entre sí). Esto repercute en el diseño de la equiparación de tasas, ya que debe garantizar una perforación adecuada. En tercer lugar, se puede emplear un esquema de asignación de capas más eficiente. Aunque resulta beneficioso para facilitar la equiparación del esquema de modulación y codificación (MCS) por palabra de código (CW) y el receptor MMSE-SIC (MMSE con cancelación sucesiva de interferencias), supone una sobrecarga significativa con respecto a una asignación de CW individual. La sobrecarga DL proviene de la carga útil DCI adicional debida a 2 campos MCS fijos y 2 campos NDI-RV (relacionados con HARQ DL) fijos. La sobrecarga UL proviene de la necesidad de dos CQI (completo de 4 bits + delta de 3 bits para CQI de banda ancha, y 2x de sobrecarga para CQI de subbanda) para rango > 1 y dos DL HARQ-ACK para rango > 1. A ello se añade la complejidad de tener que acomodar más de un esquema de asignación de capas en caso de retransmisión. Por lo tanto, un esquema mejorado con una CW individual por UE para DL y UL puede ser beneficioso. Esto afectará a la segmentación del CB (especialmente a la formación del CB y a los bits de relleno) y, potencialmente, a la equiparación de la tasa.

60 Teniendo en cuenta los nuevos retos mencionados para los sistemas 5G NR, es necesario diseñar un nuevo procesamiento a nivel de bit y de símbolo, en particular, la segmentación de CB y la equiparación de tasas.

La presente divulgación incluye los siguientes componentes. Un tercer componente se refiere a la inserción de CRC para la segmentación de CB. Un cuarto componente incluye la formación de CB para la segmentación de CB. Un quinto componente incluye una solución para la concatenación de CB. Cada uno de los componentes puede utilizarse solo (sin el otro componente) o junto con al menos uno de los otros componentes. Asimismo, cada uno de los componentes incluye una pluralidad de subcomponentes. Cada uno de los subcomponentes puede utilizarse por sí solo (sin ningún otro subcomponente) o junto con al menos uno de los demás subcomponentes.

Cada uno de estos componentes (incluidos los componentes descritos anteriormente) puede utilizarse por sí mismo (sin el otro componente) o junto con al menos uno de los otros componentes. Asimismo, cada uno de estos componentes incluye una pluralidad de subcomponentes. Cada uno de los subcomponentes puede utilizarse por sí solo (sin ningún otro subcomponente) o junto con al menos uno de los demás subcomponentes.

Para el tercer componente (es decir, inserción CRC para segmentación de CB), una palabra de código (CW) se origina en un bloque de transporte (TB). Un TB, en función de su tamaño, puede segmentarse en uno o varios bloques de código (CB) con el fin de limitar la latencia de descodificación del canal en el UE. Por ejemplo, se puede descodificar un CB y facilitar la detección temprana de un fallo de descodificación de TB (permitiendo así una rápida HARQ a nivel de CB). La realización 1100 de la FIGURA 11 ilustra el proceso de segmentación de CB en el que un TB 1101 se divide en múltiples CB (con el caso especial de un CB cuando el tamaño del TB es pequeño) 1102. Dado el número de capas L , el MCS seleccionado, la asignación de recursos, y posiblemente algunos otros parámetros de transmisión, la segmentación de CB 1110 puede incluir al menos una de las siguientes funciones: segmentación de TB en uno o más CB, relleno (para garantizar un cierto tamaño CB antes de la palabra de código de canal), introducción de bits CRC por CB (denominado CB-CRC en la presente divulgación). Además, los bits TB-CRC pueden añadirse en 1101 (antes de la segmentación, igual que en LTE) o en 1102 (después de la segmentación y/o inserción de CB-CRC).

A continuación se describen diversas realizaciones. En las siguientes descripciones, la longitud/tamaño de CRC, CB y TB se definen en términos de número de bits.

En una realización, CB-CRC se inserta para cada CB de los $C \geq 1$ CB. Cuando $C=1$, CB-CRC es en términos de funcionalidad equivalente a TB-CRC. En esta realización, la longitud de CB-CRC puede seleccionarse entre un conjunto de valores múltiples ($M > 1$), es decir, $N_{CB-CRC} \in \{N_0, N_1, \dots, N_{M-1}\}$ en el que $N_i < N_{i+1}$ ($i = 0, 1, \dots, M-1$). Este CB-CRC de longitud variable puede utilizarse sólo para la transmisión de datos (UL y DL) o para la transmisión de datos y de control (UL y/o DL). Esta realización está motivada por el hecho de que LDPC posee una capacidad de detección de errores inherente que puede utilizarse junto con CB-CRC. Por lo tanto, la longitud máxima de N_{CB-CRC} (en este caso N_{M-1}) puede seleccionarse teniendo esto en cuenta. Por ejemplo, dado que LTE utiliza un CB-CRC de 24 bits, el N_{CB-CRC} puede reducirse de manera adicional. Además, el rendimiento de la detección de errores (medido en términos de tasa de falsos pases y/o tasa de falsas alarmas) depende de la longitud del CB. En particular, el rendimiento de la detección de errores a partir de la descodificación del síndrome mejora a medida que aumenta el tamaño del CB. Por ejemplo, para un tamaño de CB de 117, puede alcanzarse una tasa de falsos pases de $< 2^{-7}$ (comparable a un CRC de 7 bits) con la descodificación de síndrome del código LDPC. Para un tamaño de CB de 1000, se puede alcanzar una tasa de falsos pases de $< 2^{-10}$ (comparable a un CRC de 10 bits) con la descodificación de síndrome del código LDPC.

En las siguientes descripciones, el tamaño N_{CB} de CB puede definirse incluyendo CB-CRC o sin (antes de la inserción de) CB-CRC.

En una subrealización, la longitud de CB-CRC para transmisión de datos puede ser configurada vía señalización de capa superior (RRC) para cada UE. A continuación, se utiliza un parámetro RRC para indicar N_{CB-CRC} . Alternativamente, la longitud de CB-CRC para la transmisión de datos puede estar configurada dinámicamente mediante el elemento de control MAC (MAC CE) o la señalización de control L1 DL.

En otra subrealización, la longitud de CB-CRC para transmisión de datos puede hacerse dependiente del tamaño N_{CB} de CB. Por ejemplo, con M valores posibles $N_{CB-CRC} \in \{N_0, N_1, \dots, N_{M-1}\}$, se puede utilizar la siguiente regla.

$$N_{CB-CRC} = \begin{cases} N_0 & , N_{CB} \leq K_0 \\ N_1 & , K_0 < N_{CB} \leq K_1 \\ \vdots & \vdots \\ N_{M-1} & , K_{M-2} < N_{CB} \leq K_{M-1} \end{cases} \quad (\text{Ecuación 16})$$

Los valores de umbral de tamaño de CB $\{K_0, K_1, \dots, K_{M-1}\}$ en el que $K_i < K_{i+1}$ ($i = 0, 1, \dots, M-1$) se utilizan para definir rangos para diferentes valores N_{CB-CRC} . El valor de M , el conjunto de valores para $\{K_0, K_1, \dots, K_{M-1}\}$, y/o el conjunto de valores para $N_{CB-CRC} \in \{N_0, N_1, \dots, N_{M-1}\}$ puede ser configurable (por ejemplo, mediante señalización de capa superior/RRC o control MAC CE o L1 DL) o fijo en las especificaciones.

Desde la perspectiva del UE, el tamaño CB puede inferirse del campo DCI (en la asignación DL o concesión UL) que incluye un índice MCS y/o un N_{TB} de tamaño TB. El tamaño N_{TB} de TB puede deducirse del índice MCS, así como de la asignación de recursos (PRB). A partir del tamaño N_{TB} de TB, el número de CB C y el tamaño N_{CB} del CB pueden deducirse de la segmentación de CB (cf. Componente 2 de la presente divulgación).

5 En un ejemplo de la subrealización anterior, M es 2 y $\{N_0, N_1\} = \{16, 24\}$. En otro ejemplo, M es 2 y $\{N_0, N_1\} = \{16, 20\}$. En otro ejemplo, M es 2 y $\{N_0, N_1\} = \{12, 20\}$. En otro ejemplo, M es 2 y $\{N_0, N_1\} = \{8, 16\}$. En otro ejemplo, M es 3 y $\{N_0, N_1, N_2\} = \{16, 20, 24\}$. En otro ejemplo, M es 3 y $\{N_0, N_1, N_2\} = \{12, 16, 20\}$. En otro ejemplo, M es 3 y $\{N_0, N_1, N_2\} = \{8, 12, 16\}$. En otro ejemplo, M es 4 y $\{N_0, N_1, N_2, N_3\} = \{12, 16, 20, 24\}$. En otro ejemplo, M es 4 y $\{N_0, N_1, N_2, N_3\} = \{8, 12, 16, 20\}$.

10 En una variación de la subrealización anterior, la longitud de CB-CRC $N_{CB-CRC} \in \{N_0, N_1, \dots, N_{M-1}\}$ también puede hacerse depender no sólo del tamaño N_{CB} de CB, sino también de la tasa de modulación y codificación. Desde la perspectiva del UE, como se ha descrito anteriormente, el tamaño CB puede inferirse del campo DCI (en la asignación DL o la concesión UL) que incluye un índice MCS y/o un N_{TB} de tamaño TB. El tamaño N_{TB} de TB puede deducirse del índice MCS, así como de la asignación de recursos (PRB). A partir del tamaño N_{TB} de TB, el número de CB C y el tamaño N_{CB} del CB pueden deducirse de la segmentación de CB (cf. Componente 2 de la presente divulgación). La tasa de modulación y codificación puede deducirse del índice MCS y/o de la asignación de recursos (PRB).

Como se mencionó anteriormente, cuando $C=1$, CB-CRC es en términos de funcionalidad equivalente a TB-CRC. En otra realización, además de insertar CB-CRC como se describe en la realización anterior, también se inserta un TB-CRC antes de la segmentación de CB cuando el número de CB asociados con el TB C es mayor que un valor de umbral C_{min} ($C > C_{min}$). De lo contrario (cuando $C \leq C_{min}$), sólo se insertan CB-CRC (un CB-CRC por CB). La justificación de esta variante es ofrecer más protección cuando el número de CB es suficientemente grande (lo que implica un mayor tamaño de TB). El valor de C_{min} puede ser configurable (por ejemplo, mediante señalización de capa superior/RRC o control MAC CE o L1 DL) o fijo en las especificaciones.

Un grupo CB se define como una pluralidad de CB C_{GRUPO} (independientemente de si los CB son consecutivos/secuenciales o no) dentro de un TB. Cuando un grupo CB incluye los CB C asociados a un TB, un CBG-CRC es esencialmente un TB-CRC. En otra realización, además de insertar CB-CRC como se describe en la realización anterior, también se inserta un CB-grupo-CRC (CBG-CRC) antes de la segmentación de CB cuando el número de CB en un grupo CB C_{GRUPO} es mayor que un valor umbral $C_{GRUPO, min}$ ($C_{GRUPO} > C_{GRUPO, min}$). De lo contrario (cuando $C_{GRUPO} \leq C_{GRUPO, min}$), sólo se insertan CB-CRC (un CB-CRC por CB). El valor de $C_{GRUPO, min}$ puede ser configurable (por ejemplo, a través de señalización de capa superior/RRC o control MAC CE o L1 DL) o fijo en las especificaciones. CBG-CRC puede utilizarse con o sin TB-CRC.

Para el cuarto componente (es decir, la formación de CB para la segmentación de CB), se consideran dos tipos de esquemas de asignación (o asignación de capas) de CW a capa para de CW individual: asignación de capas a nivel de símbolo y a nivel de CB. Utilizando como ejemplo la asignación vertical con frecuencia-primero (en lugar de tiempo-primero), la asignación de capas a nivel de símbolo y a nivel de CB puede describirse de la siguiente manera. Las extensiones a la asignación horizontal o diagonal -así como a la asignación de tiempo-primero - son sencillas para los expertos en la técnica. De manera similar, tanto las asignaciones verticales a nivel de símbolo como a nivel de CB pueden utilizarse para diferentes condiciones (por ejemplo, en función de del número de CB C, y/o del número de capas L).

40 A continuación se describen varias realizaciones de segmentación de CB para la asignación de capas a nivel de símbolo y CB. En las siguientes realizaciones, el tamaño N_{CB} (bits) de CB se define incluyendo CB-CRC. Las extensiones para el caso sin (antes de la inserción de) CB-CRC son sencillas para los expertos en la técnica. Asimismo, el tamaño N_{TB} (bits) de TB se define incluyendo TB-CRC. Las extensiones para el caso sin (antes de la inserción de) TB-CRC son sencillas para los expertos en la técnica. Cualquiera de las realizaciones siguientes es aplicable a diseños con o sin TB-CRC (insertado antes de la segmentación de CB), así como con o sin CBG-CRC (insertado antes de la segmentación de CB). En las siguientes descripciones, la longitud/tamaño de CRC, CB y TB se definen en términos de número de bits.

En una realización I (especialmente adecuada para la asignación a nivel de símbolo, aunque también aplicable para la asignación a nivel de CB), se utiliza un mismo tamaño de N_{CB} (bits) de CB para los C CB $\{CB_0, CB_1, \dots, CB_{C-1}\}$ asociados a un mismo TB. Indicando el tamaño máximo de CB como $N_{CB, MAX}$, el número de CB C asociados con un TB de longitud- N_{TB} puede calcularse de la siguiente manera. Si $N_{TB} \leq N_{CB, MAX}$, entonces $C=1$. El tamaño N_{CB} de CB puede establecerse como el tamaño CB mínimo admitido \tilde{N}_{CB} para la codificación del canal (por ejemplo, LDPC para la transmisión de datos) tal que $\tilde{N}_{CB} \geq N_{TB}$. De lo contrario, si $N_{TB} > N_{CB, MAX}$, definir $C_+ =$

55
$$\left\lceil \frac{N_{TB}}{N_{CB, MAX} - N_{CB-CRC}} \right\rceil$$
 y $C = C_+ - 1$. Definir también K_+ como el tamaño mínimo admitido de \tilde{N}_{CB} de CB para la codificación del canal (por ejemplo, LDPC para la transmisión de datos) tal que $C_+ \times (\tilde{N}_{CB} - N_{CB-CRC}) \geq N_{TB}$. Entonces C puede determinarse como se describe en la ecuación (17). El tamaño N_{CB} de CB puede establecerse como $N_{CB} = K_+$.

$$C = \begin{cases} C_- & , C_- \times (K_+ - N_{CB-CRC}) \geq N_{TB} \\ C_+ & , C_- \times (K_+ - N_{CB-CRC}) < N_{TB} \end{cases} \quad (\text{Ecuación 17})$$

5 El valor de $N_{CB,MAX}$ puede ser configurable (por ejemplo, a través de señalización de capa superior/RRC o control MAC CE o L1 DL) o fijado en las especificaciones. El valor de $N_{CB,MAX}$ puede ser uno de los tamaños de CB admitidos para la codificación del canal (por ejemplo, LDPC para la transmisión de datos).

El número de bits de relleno puede calcularse a partir de la ecuación (18). Los bits de relleno pueden establecerse en <NULO>(se supone que tienen el valor 0 para el cálculo CRC) e insertarse en una ubicación predeterminada (ya sea localizada, como al principio del TB, o distribuida/esparcida por todo el TB).

$$N_{RELLENO} = C \times N_{CB} - N_{TB} \quad (\text{Ecuación 18})$$

10 En otra realización II (especialmente adecuada para la asignación a nivel de CB, aunque también aplicable para la asignación a nivel de símbolo), se utiliza un mismo tamaño de N_{CB} de CB para los C CB {CB 0, CB 1, ..., CB C - 1} asociados a un mismo TB. Pero el número de capas de transmisión L también se utiliza para determinar el número de CB de un TB C, así como el tamaño de N_{CB} de CB. En particular, el número total de CB C se selecciona para que sea un múltiplo entero de L. Es decir, $C = \mu L$ en el que μ es al menos 1. Indicando el tamaño máximo de CB como $N_{CB,MAX}$, el número de CB C ($=\mu L$) asociado con un TB de longitud- N_{TB} puede calcularse de la siguiente manera. Si $L = 1$ y $N_{TB} \leq N_{CB,MAX}$, entonces $C = 1$. El tamaño N_{CB} de CB puede establecerse como el tamaño CB mínimo admitido \tilde{N}_{CB} para la palabra de código del canal (por ejemplo, LDPC para la transmisión de datos) tal que $\tilde{N}_{CB} \geq N_{TB}$. En caso contrario,

20 definir $C_+ = L \times \left\lceil \frac{N_{TB}}{(N_{CB,MAX} - N_{CB-CRC}) \times L} \right\rceil$ y $C_- = C_+ - L$. Definir también K_+ como el tamaño mínimo \tilde{N}_{CB} admitido de CB para la codificación del canal (por ejemplo, LDPC para la transmisión de datos) tal que $C_+ \times (\tilde{N}_{CB} - N_{CB-CRC}) \geq N_{TB}$. Entonces C puede determinarse como se describe en la ecuación (19). El tamaño N_{CB} de CB puede establecerse como $N_{CB} = K_+$.

$$C = \begin{cases} C_- & , C_- \times (K_+ - N_{CB-CRC}) \geq N_{TB} \\ C_+ & , C_- \times (K_+ - N_{CB-CRC}) < N_{TB} \end{cases} \quad (\text{Ecuación 19})$$

25 El valor de $N_{CB,MAX}$ puede ser configurable (por ejemplo, a través de señalización de capa superior/RRC o control MAC CE o L1 DL) o fijado en la(s) especificación(es). El valor de $N_{CB,MAX}$ puede ser uno de los tamaños de CB admitidos para la codificación del canal (por ejemplo, LDPC para la transmisión de datos).

30 El número de bits de relleno puede calcularse a partir de la ecuación (20). Los bits de relleno pueden establecerse en <NULO> (se supone que tienen el valor 0 para el cálculo CRC) e insertarse en una ubicación predeterminada (ya sea localizada, como al principio del TB, o distribuida/esparcida por todo el TB).

$$N_{RELLENO} = C \times N_{CB} - N_{TB} \quad (\text{Ecuación 20})$$

35 En **otra realización III** (especialmente adecuada para la asignación a nivel de CB, aunque también aplicable para la asignación a nivel de símbolo), a condición de que sea aplicable, se utilizan dos tamaños $N_{CB,-}$ y $N_{CB,+}$ de CB para los primeros C_{C-} y los siguientes C_{C+} de un mismo TB, respectivamente. El número de capas de transmisión L también se utiliza para determinar el número de CB, así como los tamaños de CB. Indicando el tamaño máximo de CB como $N_{CB,MAX}$, el número de CB y los tamaños de CB pueden calcularse de la siguiente manera. Si $L = 1$ y $N_{TB} \leq N_{CB,MAX}$, entonces $C_+ = 1$ y $C_- = 0$. El tamaño N_{CB} de CB puede establecerse como el tamaño CB mínimo admitido \tilde{N}_{CB} para la codificación del canal (por ejemplo, LDPC para la transmisión de datos) tal que $\tilde{N}_{CB} > N_{TB}$. De lo

40 contrario, definir $C_{TOT} = L \times \left\lceil \frac{N_{TB}}{(N_{CB,MAX} - N_{CB-CRC}) \times L} \right\rceil$, K_+ como el tamaño mínimo admitido de CB \tilde{N}_{CB} para la codificación del canal (por ejemplo, LDPC para transmisión de datos) tal que $C_{TOT} \times (\tilde{N}_{CB} - N_{CB-CRC}) \geq N_{TB}$, K_- como el tamaño máximo admitido de CB \tilde{N}_{CB} para la codificación del canal (por ejemplo, LDPC para transmisión de datos) tal que $\tilde{N}_{CB} < K_+$. A continuación, el número de CB y los tamaños de CB se pueden calcular en la ecuación (21).

$$C_- = \left\lfloor \frac{C_{TOT} \times (K_+ - N_{CB-CRC}) - N_{TB}}{K_+ - K_-} \right\rfloor, \quad N_{CB,-} = K_- \quad (\text{Ecuación 21})$$

$$C_+ = C_{TOT} - C_- \quad , \quad N_{CB,+} = K_+$$

5 El valor de $N_{CB,MAX}$ puede ser configurable (por ejemplo, a través de señalización de capa superior/RRC o control MAC CE o L1 DL) o fijado en las especificaciones. El valor de $N_{CB,MAX}$ puede ser uno de los tamaños de CB admitidos para la codificación del canal (por ejemplo, LDPC para la transmisión de datos).

El número de bits de relleno puede calcularse a partir de la ecuación (22). Los bits de relleno pueden establecerse en <NULO>(se supone que tienen el valor 0 para el cálculo CRC) e insertarse en una ubicación predeterminada (ya sea localizada, como al principio del TB, o distribuida/esparcida por todo el TB).

$$N_{RELLENO} = C_- \times N_{CB,-} + C_+ \times N_{CB,+} - N_{TB} \quad (\text{Ecuación 22})$$

10 En una variación de la realización III (III-B), la ecuación (21) puede ser reemplazada por la ecuación (23) mientras que otros componentes siguen estrictamente la descripción de la realización III. La ecuación (23) garantiza que $\{CB\ n, CB\ n+1, \dots, CB\ n+L - 1\}$ comparten el mismo tamaño B_n (símbolos) de CB al menos para un valor dado de n . Sin embargo, para valores diferentes de n , los tamaños de CB pueden variar. Sin embargo, para distintos valores de n , los tamaños de CB pueden variar.

$$C_- = L \times \left\lfloor \frac{C_{TOT} \times (K_+ - N_{CB-CRC}) - N_{TB}}{(K_+ - K_-) \times L} \right\rfloor, \quad N_{CB,-} = K_- \quad (\text{Ecuación 23})$$

$$C_+ = C_{TOT} - C_- \quad , \quad N_{CB,+} = K_+$$

15 Para el quinto componente (es decir, la concatenación de CB), después de que cada uno de los CB es equiparado en tasa, los CB del mismo TB son concatenados para formar una palabra de código (CW) - que es posteriormente asignada a una secuencia de símbolos QAM. En LTE, se adopta un esquema de concatenación simple en el que los CB se apilan en una secuencia. Para NR, se espera que el ancho de banda de transmisión sea significativamente mayor, especialmente para el escenario >6GHz. En este caso, cuando un TB grande que incluye muchos CB se asigna en un recurso asignado (RB), es beneficioso garantizar que los símbolos QAM (por lo tanto la secuencia de bits) de cada CB se asignan a través del ancho de banda de transmisión asignado. De este modo, cada CB puede experimentar un canal selectivo de frecuencias más o menos similar, lo que reduce el riesgo de perder algunos CB debido a desvanecimientos profundos del canal.

25 Por lo tanto, un intercalador a nivel de bit o símbolo puede ser añadido a la operación de concatenación de CB (ya sea antes o después de apilar los CB de la misma TB) de manera que los bits o símbolos de cada CB puedan ser esparcidos a través del ancho de banda de transmisión asignado (en lugar de, por ejemplo, localizados dentro de un conjunto confinado de RB en el dominio de la frecuencia).

30 El intercalador puede diseñarse con dos criterios principales: 1) Cuando se asigna a los RB asignados dentro de una ranura/subtrama, un CB debe ocupar un número mínimo de símbolos OFDM. Así se garantiza una latencia de decodificación CB mínima. 2) Cuando se asigna a los RB asignados dentro de una ranura/subtrama, un CB debe repartirse entre los PRB asignados tanto como sea posible. Por lo tanto, un CB debe asignarse lo más estrechamente posible en el dominio del tiempo, pero lo más ampliamente posible en el dominio de la frecuencia.

A continuación se presentan algunas realizaciones ejemplares sobre el esquema de concatenación CB.

35 Denotar el número de bits por CB tras la equiparación de tasa y el número de CB dentro de un TB/CW como $S_{CB,bit}$ (asumiendo que los CB son de la misma longitud) y C , respectivamente, definir el número de segmentos por CB N_{seg} como el número de bits por CB dividido por el orden de modulación (Q =el número de bits por símbolo de modulación, es decir, 2 para QPSK, 4 para 16QAM, 6 para 64QAM, 8 para 256QAM) y el número de capas L para el TB/CW:

$$N_{seg} = \frac{S_{CB,bit}}{QL} \quad (\text{Ecuación 24})$$

40

El número de segmentos por CB representa el número de símbolos de modulación por para cada capa por CB. Se puede asumir que la segmentación de CB y/o la equiparación de la tasa garantizan que $S_{CB,bit}$ es un múltiplo entero de QL . Esto se ilustra en el diagrama 1200 de la FIGURA 12 en el que un TB 1210 incluye de C CB. El primer CB (CB 0, 1220) se segmenta en N_{seg} partes en la que cada parte se compone de QL bits (tal como la parte 1221). Además, se indica el número de símbolos OFDM por ranura/subtrama y el número de RE/subportadoras asociadas a los RB asignados (por símbolo OFDM) como M_{OFDM} y M_{RE} , respectivamente. Por ejemplo, para una ranura NR que incluye 14 símbolos OFDM con 4 RB asignados (cada RB tiene 12 RE/subportadoras), $M_{OFDM} = 14$ y $M_{RE} = 48$. Además, se definen los siguientes parámetros:

$$\mu = \left\lfloor \frac{M_{RE}}{N_{seg}} \right\rfloor, \quad \alpha = \left\lceil \frac{M_{RE}}{N_{seg}} \right\rceil \quad (\text{Ecuación 25})$$

Si $\mu = 0$, un CB ocupa más de un símbolo OFDM incluso si se utilizan RE/subportadoras en los RB asignados. Por el contrario, si $\mu \geq 0$, un CB puede ocupar al menos un símbolo OFDM.

Para las siguientes realizaciones ejemplares, se asume que los C CB de un TB/CW son del mismo tamaño. La extensión al caso en el que se utilizan dos tamaños de CB (tal como en LTE) puede ser deducida por aquellos con experiencia en la técnica. En un ejemplo, si se utilizan dos tamaños de CB (tal como en LTE), los parámetros de las ecuaciones (24) y (25) (N_{seg} , μ y α) pueden calcularse con base en el tamaño de CB más pequeño ($S_{CB,bit}^-$). En otro ejemplo, si se utilizan dos tamaños de CB (tal como en LTE), los parámetros de las ecuaciones (24) y (25) (N_{seg} , μ y α) pueden calcularse basándose en el tamaño de CB mayor ($S_{CB,bit}^+$).

En una realización (I), la concatenación CB puede realizarse de la siguiente manera. Cuando $\mu \leq x$ (en la que x es un número entero), se utiliza un esquema de concatenación CB denominado Esquema A en la presente divulgación. El esquema A puede describirse de la siguiente manera. Todos los C CB asociados con un TB/CW se apilan juntos sin ninguna operación de intercalado como se ilustra en 1210 de la FIGURA 12. Cuando $\mu > x$ (en la que x es un número entero), se utiliza un esquema de concatenación CB denominado Esquema B en la presente divulgación. El esquema B puede describirse de la siguiente manera. Indicar un conjunto de índices asociados al CB c -ésimo ($c = 0, 1, \dots, C - 1$) como $\{\sigma_{c,0}, \sigma_{c,1}, \dots, \sigma_{c,N_{seg}-2}, \sigma_{c,N_{seg}-1}\}$ en el que $\sigma_{c,s}$ corresponde al c -ésimo CB y al s -ésimo segmento ($s = 0, 1, \dots, N_{seg} - 1$). Definir un vector de filas de longitud $-N_{seg}$ con elementos de $\{\sigma_{c,0}, \sigma_{c,1}, \dots, \sigma_{c,N_{seg}-2}, \sigma_{c,N_{seg}-1}\}$ como σ_c y una matriz α -by- $\left(\left\lceil \frac{C}{\alpha} \right\rceil N_{seg}\right)$ Σ de la siguiente manera:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_0 & \sigma_\alpha & \dots & \sigma_{\left(\left\lceil \frac{C}{\alpha} \right\rceil - 1\right)\alpha} \\ \sigma_1 & \sigma_{\alpha+1} & \dots & \sigma_{\left(\left\lceil \frac{C}{\alpha} \right\rceil - 1\right)\alpha+1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{\alpha-1} & \sigma_{2\alpha-1} & \dots & \sigma_{\left(\left\lceil \frac{C}{\alpha} \right\rceil\right)\alpha-1} \end{bmatrix} \quad (\text{Ecuación 26})$$

Cabe destacar que cuando $\text{mod}(C, \alpha) = z \neq 0$, los vectores $\sigma_{\left(\left\lceil \frac{C}{\alpha} \right\rceil - 1\right)\alpha+k}$, $k = z, z + 1, \dots, \alpha - 1$ están compuestos por bits de relleno, cada uno con valor de <NULO>. Entonces, un intercalador π , descrito como un vector de filas de longitud $-(CN_{seg})$, compuesto por los índices de la matriz Σ , leído de manera "primero la fila y luego la columna" puede describirse de la siguiente manera. La operación $\text{vec}(\mathbf{X})$ apila los elementos de la matriz \mathbf{X} de forma que primero se ordenan por filas (y después por columnas) para crear un vector de columnas.

$$\begin{aligned} \pi &= [\text{vec}(\Sigma)]^T \\ &= \left[\sigma_{0,0}, \sigma_{1,0}, \dots, \sigma_{\alpha-1,0}, \sigma_{0,1}, \sigma_{1,1}, \dots, \sigma_{\alpha-1,1}, \dots, \right. \\ &\quad \left. \sigma_{0,N_{seg}-1}, \sigma_{1,N_{seg}-1}, \dots, \sigma_{\alpha-1,N_{seg}-1}, \dots, \sigma_{\left(\left\lceil \frac{C}{\alpha} \right\rceil\right)\alpha-1,N_{seg}-1} \right] \end{aligned} \quad (\text{Ecuación 27})$$

Tras la operación de la ecuación (27), los bits de relleno (con valor de <NULO>) del final pueden eliminarse.

Como se desprende de la ecuación (27), el intercalador π introduce una separación de $(\alpha - 1)$ símbolos entre dos símbolos de modulación consecutivos en un CB. Dado que α se determina de acuerdo con la ecuación (26), el

intercalador permite que cada CB abarque efectivamente la totalidad de los RB asignados (para maximizar la diversidad de frecuencias) utilizando el menor número posible de símbolos OFDM.

5 El intercalador π anterior opera a nivel de bit pero intercala cada uno de los flujos QL de la misma manera. Esto se ilustra en el diagrama 1300 de la FIGURA 13. Por referencia a la operación de segmentación de la FIGURA 12 (en la que cada segmento, tal como 1221, se compone de QL bits que representan un bit dentro de un símbolo de modulación por capa), cada uno de los flujos de bits QL (con cada flujo incluyendo N_{seg} bits, cf. 1210 y 1220 en la FIGURA 12) se intercala con el mismo intercalador π (1310) descrito en la ecuación (27). Después de aplicar las operaciones de intercalado paralelo QL , los flujos de bits QL se recogen en un flujo análogo a 1210 y 1220 de la FIGURA 12.

10 La secuencia de operación en la FIGURA 13 puede describirse de la siguiente manera. Indicar el n -ésimo bit asociado al c -ésimo CB como $b_{c,n}$. El flujo de bits asociado a un TB/CW que incluye C CB puede describirse de la siguiente manera tras la concatenación de CB:

$$\mathbf{b} = \left\{ \begin{array}{l} b_{0,0}, b_{0,1}, \dots, b_{0,S_{CB,bit}-1}, b_{1,0}, b_{1,1}, \dots, b_{1,S_{CB,bit}-1}, \dots, \\ b_{C-1,0}, b_{C-1,1}, \dots, b_{C-1,S_{CB,bit}-1} \end{array} \right\} \quad (\text{Ecuación 28})$$

15 Este flujo de bits puede entonces reordenarse en flujos QL de la siguiente manera (ecuación (15)). La fila i -ésima de la matriz \mathbf{B} (denominada β_i en la ecuación (29)) corresponde al flujo de bits i -ésimo de la FIGURA 13 ($i=0, 1, \dots, QL-1$).

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} b_{0,0} & b_{0,QL} & \dots & b_{0,(N_{seg}-1)QL} & \dots & b_{C-1,0} & b_{C-1,QL} & \dots & b_{C-1,(N_{seg}-1)QL} \\ b_{0,1} & b_{0,QL+1} & \dots & b_{0,(N_{seg}-1)QL+1} & \dots & b_{C-1,1} & b_{C-1,QL+1} & \dots & b_{C-1,(N_{seg}-1)QL+1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \dots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{0,QL-1} & b_{0,2QL-1} & \dots & b_{0,S_{CB,bit}-1} & \dots & b_{C-1,QL-1} & b_{C-1,2QL-1} & \dots & b_{C-1,S_{CB,bit}-1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_{QL-1} \end{bmatrix} \quad (\text{Ecuación 29})$$

20 Después de intercalar cada flujo de bits (dando como resultado el flujo de bits intercalado $\beta_i(\pi)$), la operación de recolección de bits puede describirse de la siguiente manera:

$$\hat{\mathbf{b}} = \left[\text{vec} \left(\begin{bmatrix} \beta_0(\pi) \\ \beta_1(\pi) \\ \vdots \\ \beta_{QL-1}(\pi) \end{bmatrix} \right) \right]^T \quad (\text{Ecuación 30})$$

25 En una variación del ejemplo de realización anterior, la operación de intercalado en el Esquema B (incluyendo las ecuaciones (26), (27), (28), (29), y (30)) también puede implementarse como un intercalador de bits en bloque o rectangular. Por ejemplo, Σ en la ecuación (26) describe la operación de intercalado de bloques en la que el i -ésimo flujo de bits β_i se escribe (por ejemplo, en una memoria o un banco de registros de desplazamiento) columna a columna (primero la columna) y luego se lee (por ejemplo, desde la memoria o el banco de registros de desplazamiento) fila a fila (primero la fila) de acuerdo con la disposición en (26). El número de filas y columnas del intercalador de bloques viene determinado por el número de CB, el tamaño del CB y el número de RB asignados.

30 Alternativamente, el intercalador de bloque o rectangular Σ de la ecuación (26) puede implementarse como un intercalador de grupo de bits en el que el intercalador opera en un grupo de QL bits (en lugar de 1 bit). En este caso, el flujo de bits \mathbf{b} , agrupado en unidades de QL bits, se escribe (por ejemplo, en una memoria o en un banco de registros de desplazamiento) por columnas (primero las columnas) y luego se lee (por ejemplo, de la memoria o del banco de registros de desplazamiento) por filas (primero las filas) de acuerdo con la disposición de (26).

35 Para ilustrar la operación del Esquema B, en un ejemplo, se supone que el valor de α , C y N_{seg} son 2, 4 y 3, respectivamente. Por lo tanto, en este ejemplo, el intercalador es de la siguiente manera.

$$\pi = [\sigma_{0,0}, \sigma_{1,0}, \sigma_{0,1}, \sigma_{1,1}, \sigma_{0,2}, \sigma_{1,2}, \quad \sigma_{2,0}, \sigma_{3,0}, \sigma_{2,1}, \sigma_{3,1}, \sigma_{2,2}, \sigma_{3,2}] \quad (\text{Ecuación 31})$$

Con el flujo de entrada de longitud-CN_{seg} $\beta_i = \{\beta_{i,0,0}, \beta_{i,0,1}, \beta_{i,0,2}, \beta_{i,1,0}, \beta_{i,1,1}, \beta_{i,1,2}, \beta_{i,2,0}, \beta_{i,2,1}, \beta_{i,2,2}, \beta_{i,3,0}, \beta_{i,3,1}, \beta_{i,3,2}\}$, el flujo de bits resultante tras el intercalado es $\beta_i(\pi) = \{\beta_{i,0,0}, \beta_{i,1,0}, \beta_{i,0,1}, \beta_{i,1,1}, \beta_{i,0,2}, \beta_{i,1,2}, \beta_{i,2,0}, \beta_{i,3,0}, \beta_{i,2,1}, \beta_{i,3,1}, \beta_{i,2,2}, \beta_{i,3,2}\}$.

5 En una subrealización de esta realización, el valor de x se establece en 0. En otra subrealización, el valor de x se establece en 1. En otra subrealización, el valor de x es configurable para cada UE de forma semiestática (mediante señalización de capa superior) o dinámica (mediante señalización de control L1 o L2).

En **otra realización (II)**, la concatenación de CB puede realizarse de la siguiente manera. La condición para utilizar el Esquema A y el Esquema B se basa en el ancho de banda del canal (por ejemplo, el ancho de banda del sistema), ya sea asociado a la célula/TRP/gNB o asociado a un UE. Por ejemplo, si el ancho de banda del canal (o del sistema) es inferior o igual a un valor determinado (tal como 20 MHz), se utiliza el Esquema A. De lo contrario, si el ancho de banda del canal (o del sistema) es mayor que un determinado valor (por ejemplo, 20 MHz), se utiliza la variante I (es decir, el esquema B puede utilizarse si el número de RB asignados es suficientemente grande en relación con el tamaño N_{seg} de CB).

15 En **otra realización (III)**, la concatenación de CB puede realizarse de la siguiente manera. La condición para utilizar el esquema A y el esquema se basa en la asignación de recursos (RA) señalada en la DCI relacionada con DL o UL (asociada con la asignación DL o UL, respectivamente). Por ejemplo, si el intervalo de frecuencias de la RA (la diferencia entre el índice RE/subportadora más alto y el índice RE/subportadora más bajo) equivale a un valor inferior o igual a un valor determinado (tal como 20 MHz), se utiliza el Esquema A. En caso contrario, se utilizará el esquema I (es decir, se puede utilizar el Esquema B si el número de RB asignados es lo suficientemente grande en relación con el tamaño N_{seg} de CB).

En las realizaciones y subrealizaciones anteriores (I, II y III), el flujo de bits **b** se divide en flujos QL donde cada uno de los flujos QL se intercala con el mismo intercalador de longitud-CN_{seg} π . Por lo tanto, el número de segmentos por

CB es $N_{seg} = \frac{S_{CB,bit}}{Q_L}$. En una variación de estas realizaciones, el flujo de bits **b** se divide en Q flujos en el que cada

uno de los Q flujos se intercala con el mismo intercalador π' en el que

25 $N'_{seg} = \frac{S_{CB,bit}}{Q}$. Por lo tanto, $\mu' = \left\lceil \frac{M_{RE}}{N_{seg}'} \right\rceil$.

, $\alpha' = \left\lceil \frac{M_{RE}}{N_{seg}'} \right\rceil$. En otra variación de estas realizaciones, el flujo de bits **b** se divide en L flujos en el que cada uno de los L flujos se intercala con el mismo

intercalador π'' de longitud-CN''_{seg} en el que $N''_{seg} = \frac{S_{CB,bit}}{L}$. Por lo tanto, $\mu'' = \left\lceil \frac{M_{RE}}{N_{seg}''} \right\rceil$.

30 $\alpha'' = \left\lceil \frac{M_{RE}}{N_{seg}''} \right\rceil$. En otra variante de estas realizaciones, el flujo de bits **b** no se divide en flujos y se intercala con el

intercalador de longitud-CS_{CB,bit} π''' en el que $\mu''' = \left\lceil \frac{M_{RE}}{S_{CB,bit}} \right\rceil$.

, $\alpha''' = \left\lceil \frac{M_{RE}}{S_{CB,bit}} \right\rceil$.

35 La FIGURA 14 ilustra un diagrama de flujo para un procedimiento ejemplar 1400 en el que un UE recibe una transmisión de datos multicapa de acuerdo con una realización de la presente divulgación. Por ejemplo, el procedimiento 1400 puede ser realizado por el UE 116.

El procedimiento 1400 comienza con el UE recibiendo una transmisión de datos de capa L, en el que la transmisión de datos se compone de al menos un bloque de código (CB) y el CB incluye un código de redundancia cíclica (CRC) de longitud-N. La longitud de CRC N es función de la longitud del CB y la longitud corresponde a un número de bits. Además, el UE recibe una información de control de enlace descendente (DCI) asociada a la transmisión de datos (etapa 1401). La transmisión de datos incluye una palabra de código (CW) cuando L es menor o igual que un umbral, o dos palabras de código en caso contrario. Por ejemplo, el umbral puede fijarse en 4 u, opcionalmente, hacerse configurable. En este caso, la DCI incluye un campo de esquema de modulación y codificación (MCS) cuando L es menor o igual a 4, o dos campos MCS en caso contrario. Además, los símbolos modulados en una CW de los datos transmitidos pueden asignarse primero a través de capas asociadas con el CW, luego a través de subportadoras de frecuencia y finalmente a través de símbolos OFDM.

5 A continuación, el UE decodifica la DCI para determinar el número de capas L, junto con otros parámetros de transmisión pertinentes para la transmisión de datos (etapa 1402). Una vez determinado L, el UE descodifica la transmisión de datos junto con el CRC de longitud variable (para la detección de errores - etapa 1403). El UE también genera al menos un indicador de calidad de canal (CQI) y transmite el CQI a través de un canal de enlace ascendente (etapa 1404). Utilizando el ejemplo de establecer el umbral en 4, el UE genera y transmite un CQI cuando L es menor o igual que 4, o dos CQI en caso contrario.

La FIGURA 15 ilustra un diagrama de flujo para un ejemplo de procedimiento 1500 en el que una BS genera y transmite datos multicapa para un UE (etiquetado como UE-k) de acuerdo con una realización de la presente divulgación. Por ejemplo, el procedimiento 1500 puede ser realizado por la BS 102.

10 El procedimiento 1500 comienza con la BS generando una transmisión de datos de capa L, en la que la transmisión de datos se compone de al menos un bloque de código (CB) y el CB incluye un código de redundancia cíclica (CRC) de longitud-N. La longitud de CRC N es función de la longitud del CB y la longitud corresponde a un número de bits. Además, la BS genera una información de control de enlace descendente (DCI) asociada a la transmisión de datos (etapa 1501). La transmisión de datos incluye una palabra de código (CW) cuando L es menor o igual que un umbral, o dos palabras de código en caso contrario. Por ejemplo, el umbral puede fijarse en 4 u, opcionalmente, hacerse configurable. En este caso, la DCI incluye un campo de esquema de modulación y codificación (MCS) cuando L es menor o igual a 4, o dos campos MCS en caso contrario. Además, los símbolos modulados en una CW de los datos transmitidos pueden asignarse primero a través de capas asociadas con el CW, luego a través de subportadoras de frecuencia y finalmente a través de símbolos OFDM.

20 La BS transmite entonces los datos de capa L junto con la DCI (etapa 1502). La BS también recibe al menos un indicador de calidad de canal (CQI) y transmite el CQI a través de un canal de enlace ascendente (etapa 1503). Utilizando el ejemplo de establecer el umbral en 4, el UE genera y transmite un CQI cuando L es menor o igual que 4, o dos CQI en caso contrario.

25 Aunque las FIGURAS 14 y 15 ilustran ejemplos de procedimientos de gestión de datos recibidos por un dispositivo de cliente y de indicación de un orden de presentación por un servidor, respectivamente, pueden realizarse diversos cambios en las FIGURAS 14 y 15. Por ejemplo, aunque se muestren como una serie de etapas, varias etapas en cada figura pueden superponerse, ocurrir en paralelo, ocurrir en un orden diferente, u ocurrir múltiples veces.

30 Aunque la presente divulgación se ha descrito con realizaciones ejemplares, se pueden sugerir diversos cambios y modificaciones a los expertos en la técnica. Se pretende que la presente divulgación abarque tales cambios y modificaciones que caen dentro del ámbito de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento llevado a cabo por un equipo de usuario, UE, en un sistema de comunicación inalámbrica, el procedimiento comprende:

5 recibir, desde una estación base, información de control de enlace descendente, DCI, asociada a datos de enlace descendente que incluyen al menos una palabra de código;

recibir, desde la estación base, los datos de enlace descendente que incluyen la al menos una palabra de código a través de al menos una capa con base en un número de la al menos una capa,

en el que, si el número de la al menos una capa es menor o igual que cuatro, un número de la al menos una palabra de código se determina como uno, y

10 en el que, si el número de la al menos una capa es mayor que cuatro, el número de la al menos una palabra de código se determina como dos,

en el que los datos de enlace descendente incluyen uno o más bloques de código, CB, por palabra de código, en el que, en caso de que los datos de enlace descendente incluyan un CB, los datos de enlace descendente incluyen un código de redundancia cíclica de bloque de transporte, TB-CRC,

15 en el que, en caso de que los datos de enlace descendente incluyan más de un CB, los datos de enlace descendente incluyen un CRC de bloque de código, CB-CRC, para cada uno de los más de un CB;

transmitir, a la estación base, información sobre el estado del canal, CSI, y

en el que la CSI incluye un indicador de calidad del canal, CQI, por dicha palabra de código.

2. El procedimiento de la reivindicación 1, comprendiendo además el procedimiento:

20 en el que, en caso de que los datos de enlace descendente incluyan más de un CB, los datos de enlace descendente incluyen además el TB-CRC.

3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el número de la al menos una capa está indicado por la DCI.

4. El procedimiento de la reivindicación 3,

25 en el que, en caso de que el número de la al menos una capa sea mayor que cuatro, la al menos una palabra de código incluye una primera palabra de código que comprende un primer conjunto de símbolos de modulación y una segunda palabra de código que comprende un segundo conjunto de símbolos de modulación,

en el que el primer conjunto de símbolos de modulación se asigna a un primer subconjunto de la al menos una capa, y

30 en el que el segundo conjunto de símbolos de modulación se asigna a un segundo subconjunto de la al menos una capa.

5. El procedimiento de la reivindicación 4, en el que el primer subconjunto incluye una primera capa que tiene un índice más bajo entre la al menos una capa,

35 en el que el segundo subconjunto incluye una segunda capa que tiene un índice más alto entre la al menos una capa, y

en el que un número de una o más capas incluidas en el primer subconjunto es igual o menor que un número de una o más capas incluidas en el segundo subconjunto.

6. El procedimiento de la reivindicación 1,

40 en el que, si los datos de enlace descendente incluyen una palabra de código, uno o más símbolos de modulación de la palabra de código se asignan a la al menos una capa de acuerdo con:

$$x^{(l)}(i) = d(Li + l), \quad i = 0, 1, \dots, M_{\text{simb.}}^{\text{capa } l} - 1, \quad l = 0, 1, \dots, L - 1$$

$$M_{\text{simb.}}^{\text{capa } l} = M_{\text{simb.}}^{\text{CW}} / L$$

$x^{(l)}(i)$ indica el símbolo i -ésimo asignado a la capa l -ésima, $d(k)$ indica el símbolo k -ésimo de la una palabra de código,

M_{simb}^{capa} indica el número de símbolos por capa, L indica el número de al menos una capa, y M_{simb}^{CW} indica el número de símbolos en la una palabra de código,

5 en el que, si los datos de enlace descendente incluyen dos palabras de código, uno o más símbolos de modulación de una primera palabra de código de las dos palabras de código y uno o más símbolos de modulación de la segunda palabra de código de las dos palabras de código se asignan a la al menos una capa de acuerdo con:

$$x^{(l)}(i) = d^{(0)}(\lfloor L/2 \rfloor i + 1), \quad l = 0, 1, \dots, \lfloor L/2 \rfloor - 1, \quad i = 0, 1, \dots, M_{simb}^{capa} - 1$$

$$x^{(l+\lfloor L/2 \rfloor)}(i) = d^{(1)}((L - \lfloor L/2 \rfloor)i + 1), \quad l = 0, 1, \dots, L - \lfloor L/2 \rfloor - 1, \quad i = 0, 1, \dots, M_{simb}^{capa} - 1$$

$$M_{simb}^{capa} = \frac{M_{simb}^{CW0}}{\lfloor L/2 \rfloor} = \frac{M_{simb}^{CW1}}{L - \lfloor L/2 \rfloor}$$

$x^{(l)}(i)$ indica el símbolo i -ésimo asignado a la capa l -ésima, $d^{(n)}(k)$ indica el símbolo k -ésimo de la palabra de código n -ésima que es la primera palabra de código o la segunda palabra de código,

10 M_{simb}^{capa} indica un número de símbolos por capa, L indica un número de al menos una capa, M_{simb}^{CW0} indica un número de símbolos en la primera palabra de código de las dos palabras de código, y M_{simb}^{CW1} indica un número de símbolos en la segunda palabra de código de las dos palabras de código.

7. El procedimiento de la reivindicación 1,

15 en el que la DCI incluye un campo de esquema de modulación y codificación, MCS, un campo de Indicador de Nuevos Datos, NDI, y un campo de versión de redundancia, RV, si el número máximo de palabras de código programables por la DCI es igual a uno, y

en el que la DCI incluye dos campos MCS, dos campos NDI y dos campos RV, si el número máximo de palabras de código programables por la DCI es igual a dos.

20 8. El procedimiento de la reivindicación 7, que comprende además: recibir, de la estación base, información relativa al número máximo de palabras de código mediante señalización de control de recursos de radio, RRC.

9. Un procedimiento llevado a cabo por una estación base en un sistema de comunicación inalámbrica, comprendiendo el procedimiento:

transmitir, a un equipo de usuario, UE, información de control de enlace descendente, DCI, asociada a datos de enlace descendente que incluyen al menos una palabra de código; y

25 transmitir, al UE, los datos de enlace descendente incluyendo la al menos una palabra de código a través de al menos una capa con base en un número de la al menos una capa,

en el que, si el número de la al menos una capa es menor o igual que cuatro, un número de la al menos una palabra de código se determina como uno, y

30 en el que, si el número de la al menos una capa es mayor que cuatro, el número de la al menos una palabra de código se determina como dos,

en el que los datos de enlace descendente incluyen uno o más bloques de código, CB, por palabra de código, en el que, en caso de que los datos de enlace descendente incluyan un CB, los datos de enlace descendente incluyen un código de redundancia cíclica de bloque de transporte, TB-CRC,

35 en el que, en caso de que los datos de enlace descendente incluyan más de un CB, los datos de enlace descendente incluyen un CRC de bloque de código, CB-CRC, para cada uno de los más de un CB;

recibir, desde el UE, información sobre el estado del canal, CSI, y

en el que la CSI incluye un indicador de calidad del canal, CQI, por dicha palabra de código.

10. El procedimiento de la reivindicación 9, comprendiendo además el procedimiento: en el que, en caso de que los datos de enlace descendente incluyan más de un CB, los datos de enlace descendente incluyen además el TB-CRC.

11. El procedimiento de la reivindicación 9, en el que el número de la al menos una capa está indicado por la DCI.

5 12. El procedimiento de la reivindicación 11, en el que, en caso de que el número de la al menos una capa sea mayor que cuatro, la al menos una palabra de código incluye una primera palabra de código que comprende un primer conjunto de símbolos de modulación y una segunda palabra de código que comprende un segundo conjunto de símbolos de modulación,

en el que el primer conjunto de símbolos de modulación se asigna a un primer subconjunto de la al menos una capa, y

10 en el que el segundo conjunto de símbolos de modulación se asigna a un segundo subconjunto de la al menos una capa.

13. El procedimiento de la reivindicación 12, en el que el primer subconjunto incluye una primera capa que tiene un índice más bajo entre la al menos una capa,

15 en el que el segundo subconjunto incluye una segunda capa que tiene un índice más alto entre la al menos una capa, y

en el que un número de una o más capas incluidas en el primer subconjunto es igual o menor que un número de una o más capas incluidas en el segundo subconjunto.

14. El procedimiento de la reivindicación 9, que además comprende:

20 transmitir, al UE, información relativa a un número máximo de palabras de código programables por la DCI mediante señalización de control de recursos de radio, RRC,

en el que la DCI incluye un campo de esquema de modulación y codificación, MCS, un campo de Indicador de Nuevos Datos, NDI, y un campo de versión de redundancia, RV, si el número máximo de palabras de código es igual a uno, y

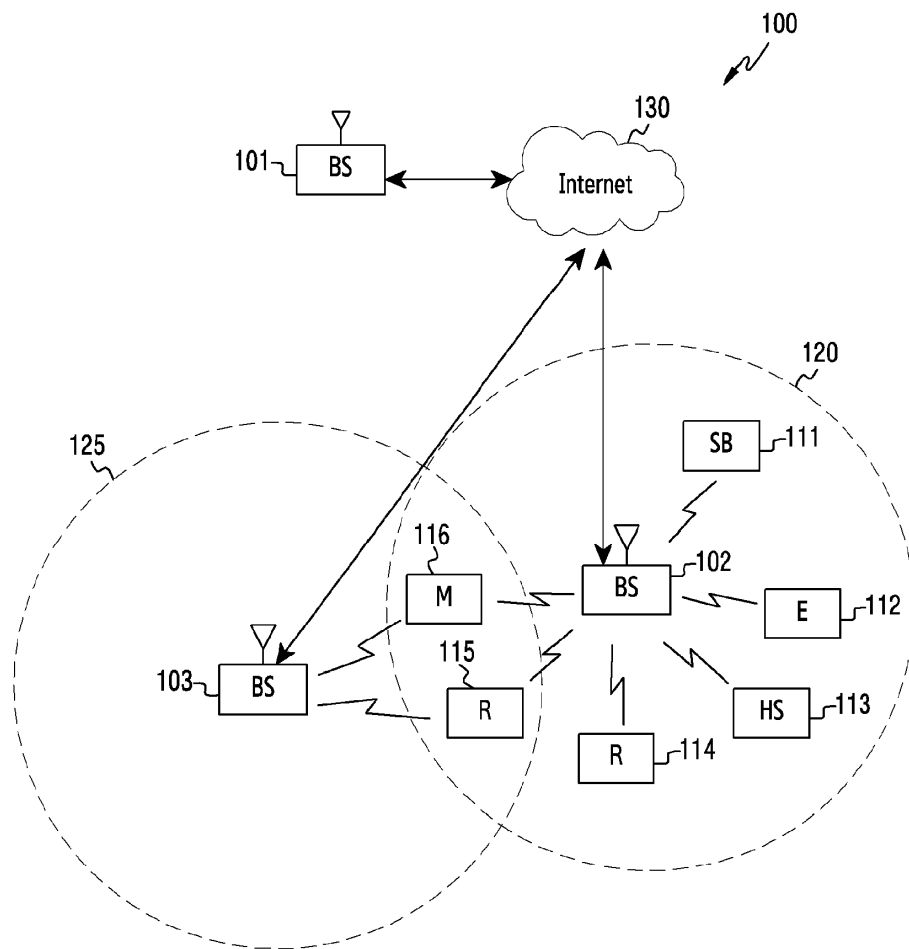
25 en el que la DCI incluye dos campos MCS, dos campos NDI y dos campos RV, si el número máximo de palabras de código es igual a dos.

15. Un equipo de usuario, UE, que comprende medios para llevar a cabo el procedimiento de una de las reivindicaciones 1 a 8.

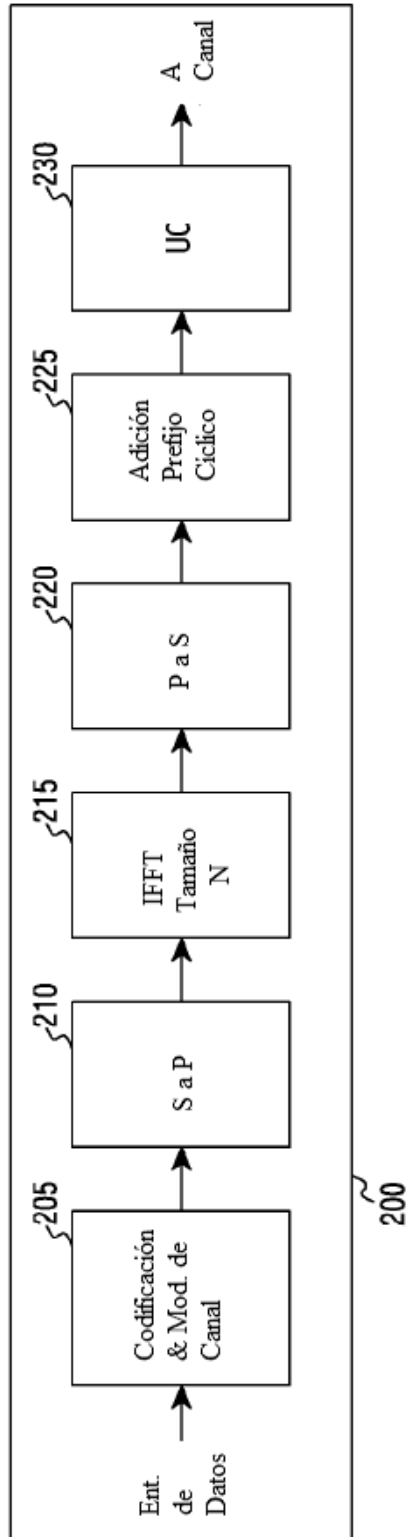
16. Una estación base, BS, que comprende medios para llevar a cabo el procedimiento de una de las reivindicaciones 9 a 14.

30

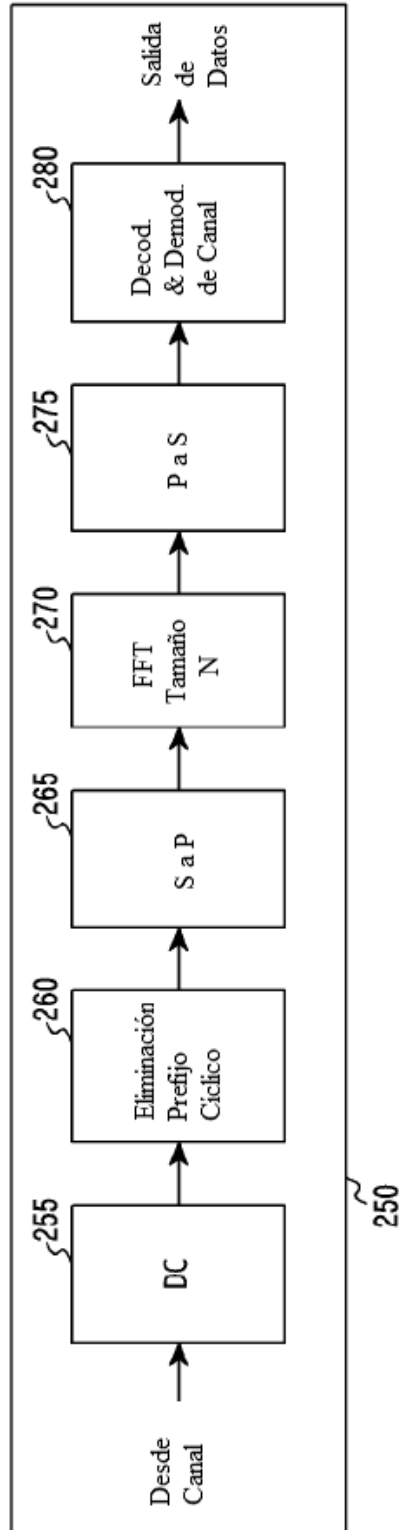
[Fig. 1]



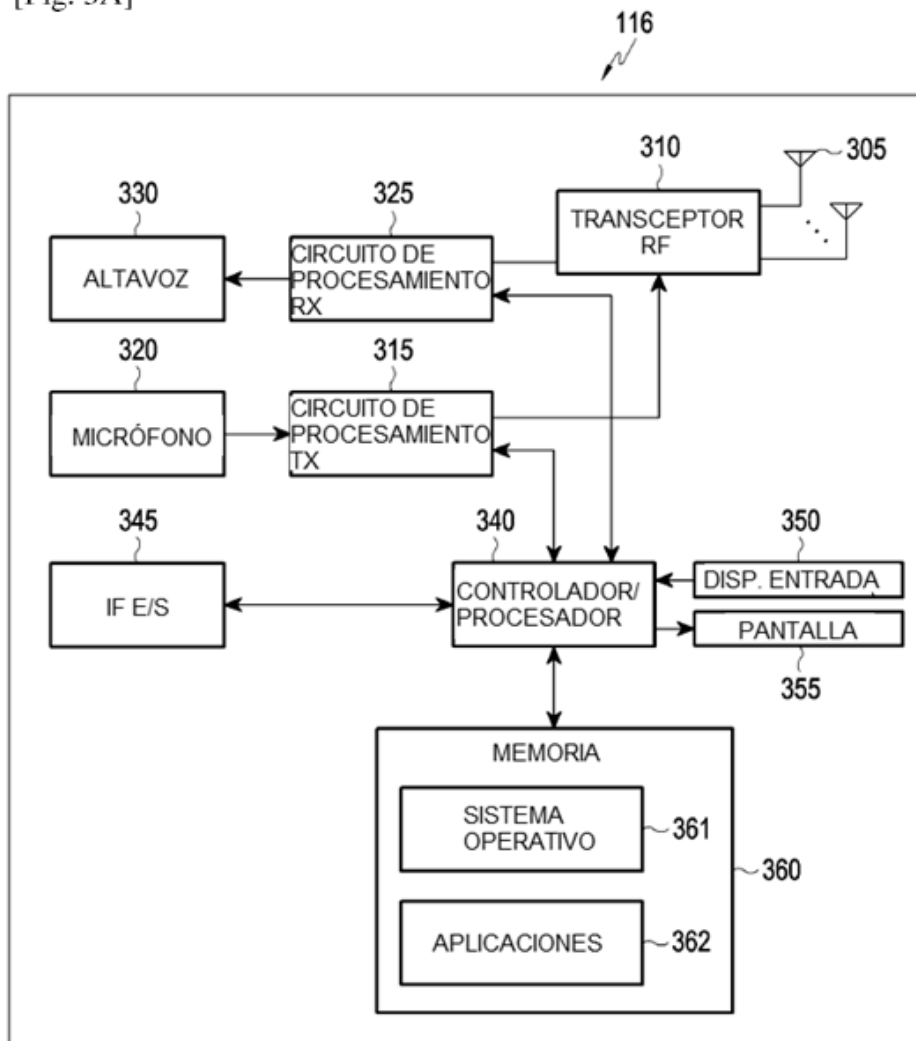
[Fig. 2A]



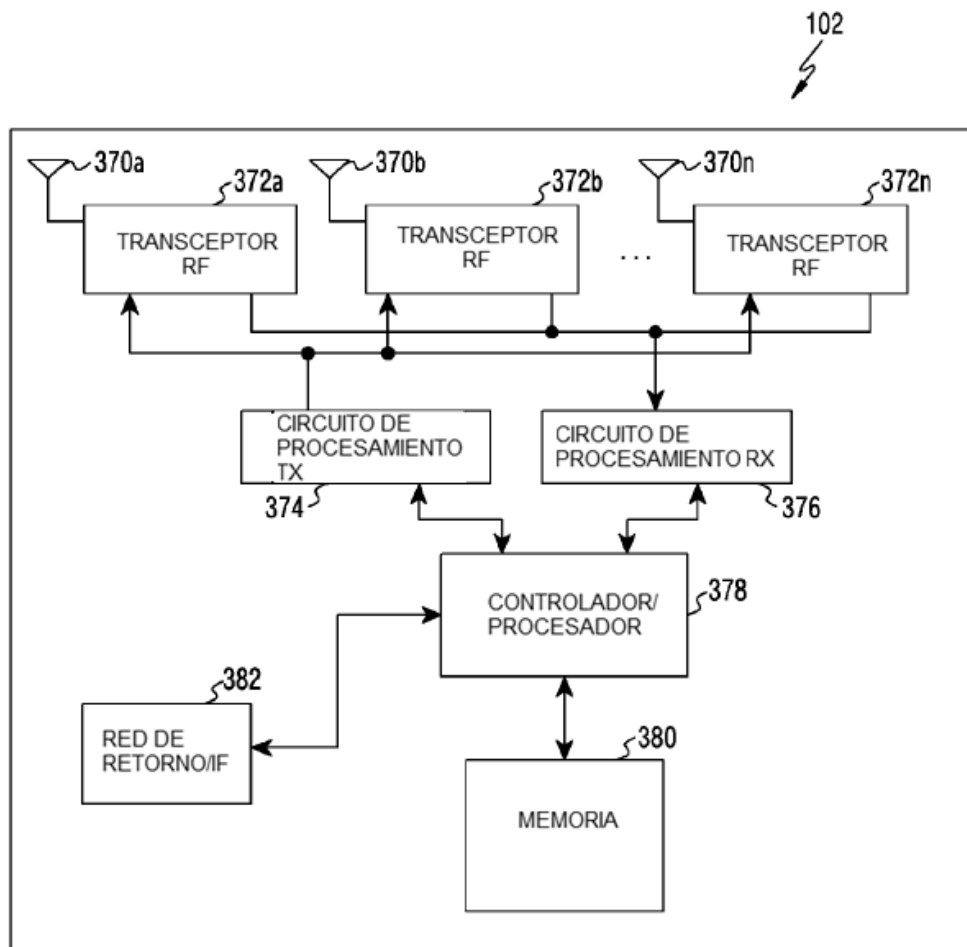
[Fig. 2B]



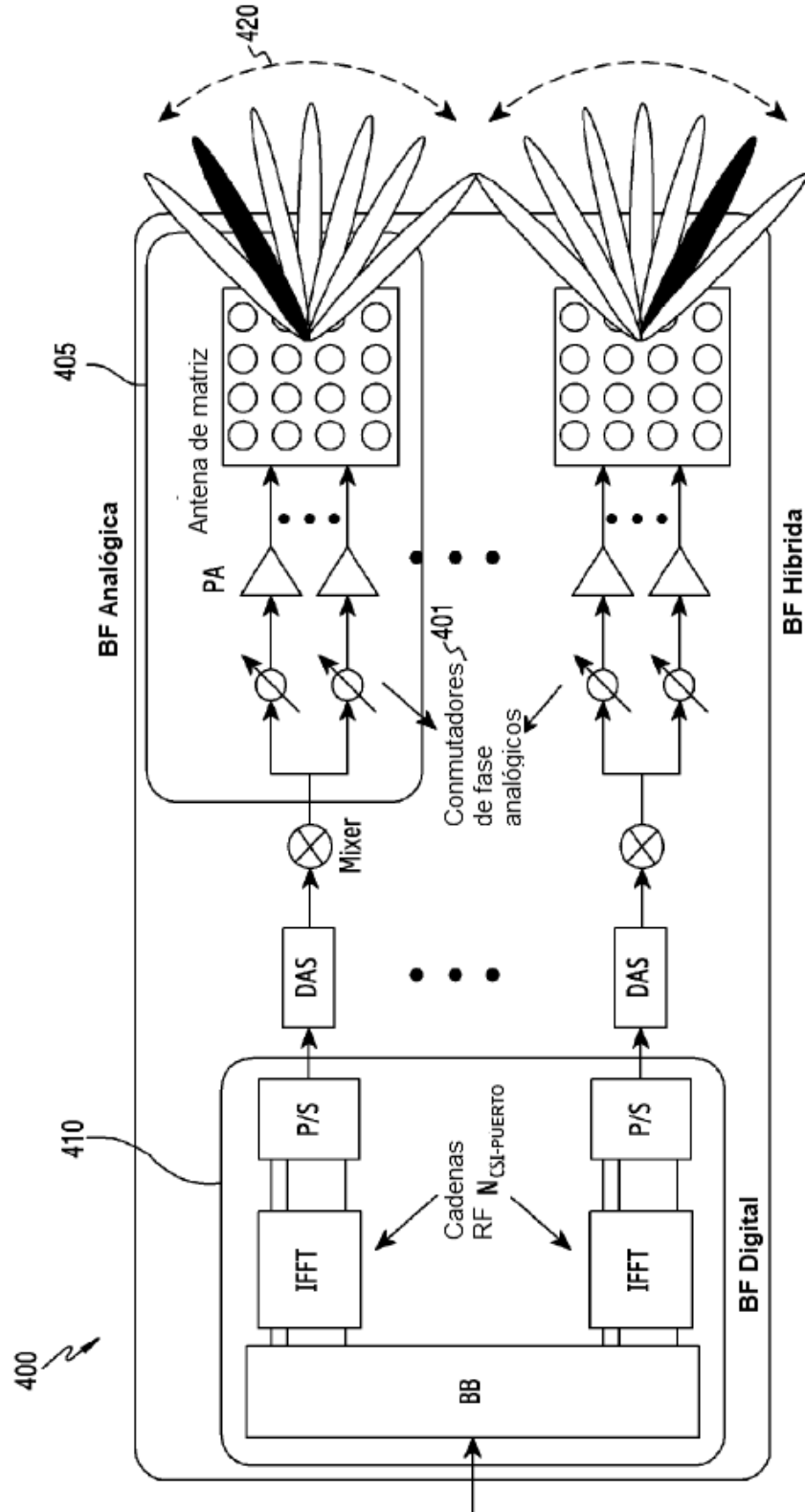
[Fig. 3A]



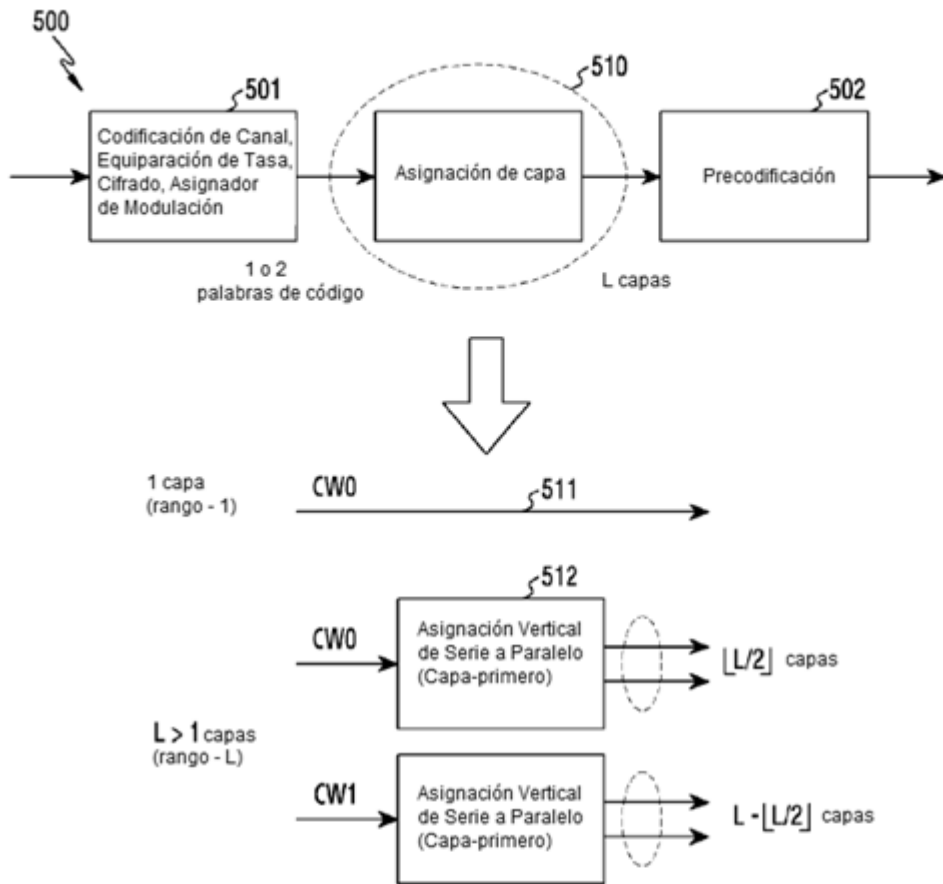
[Fig. 3B]



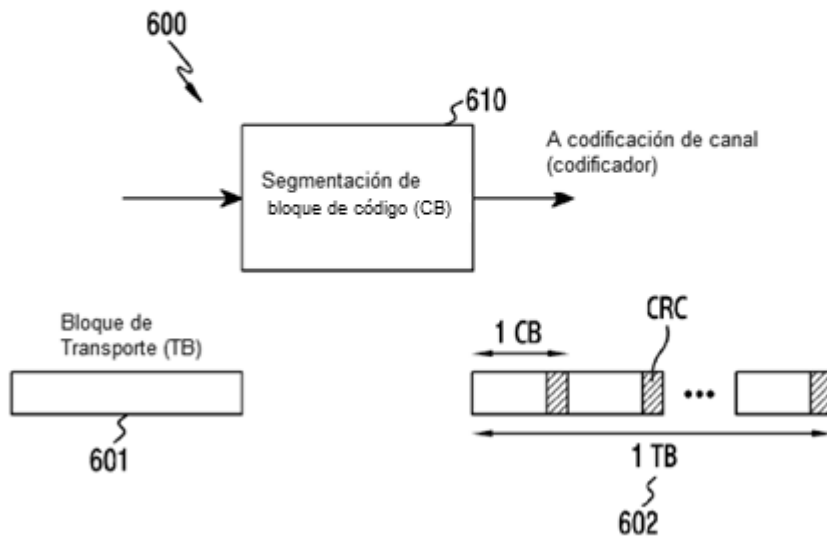
[Fig. 4]



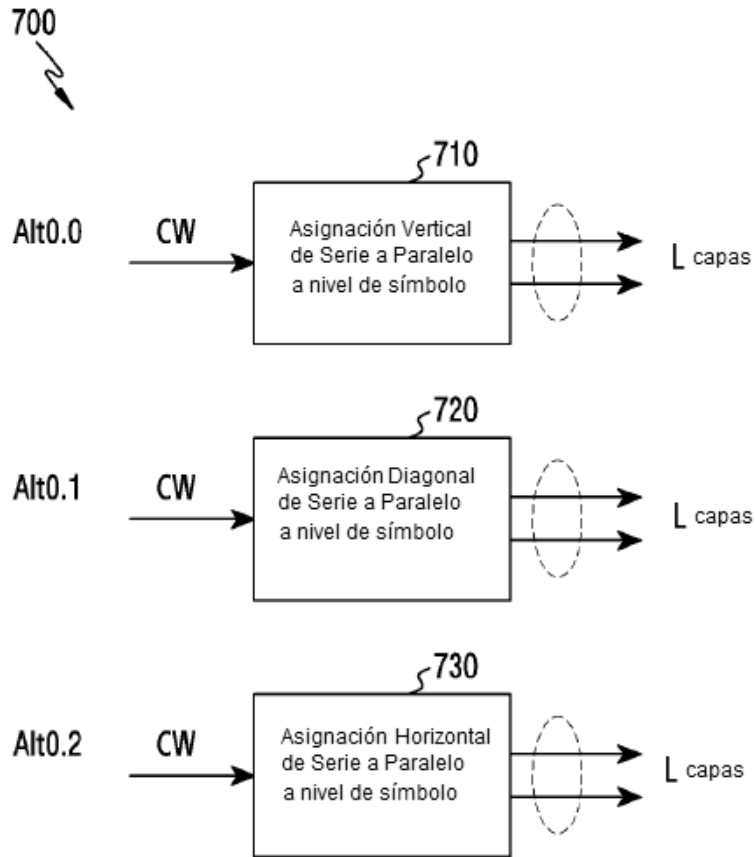
[Fig. 5]



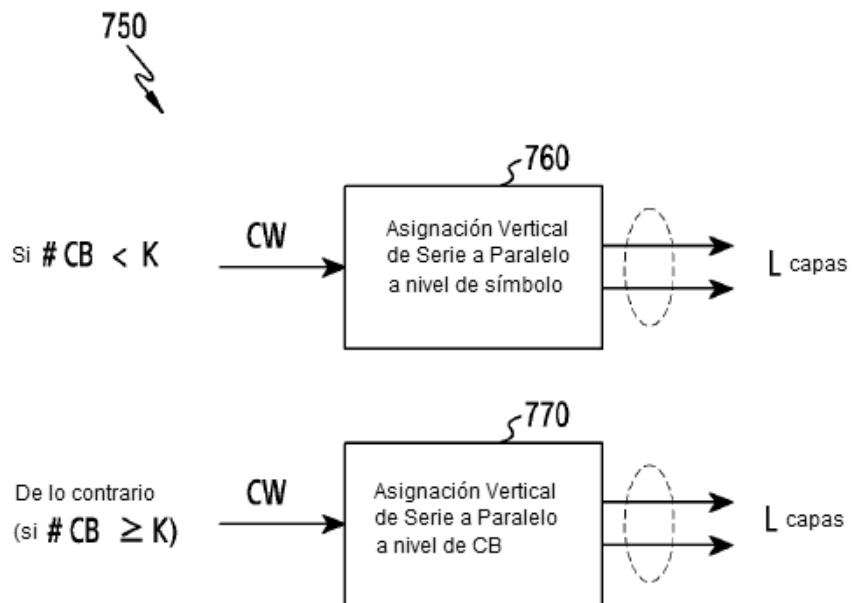
[Fig. 6]



[Fig. 7A]



[Fig. 7B]



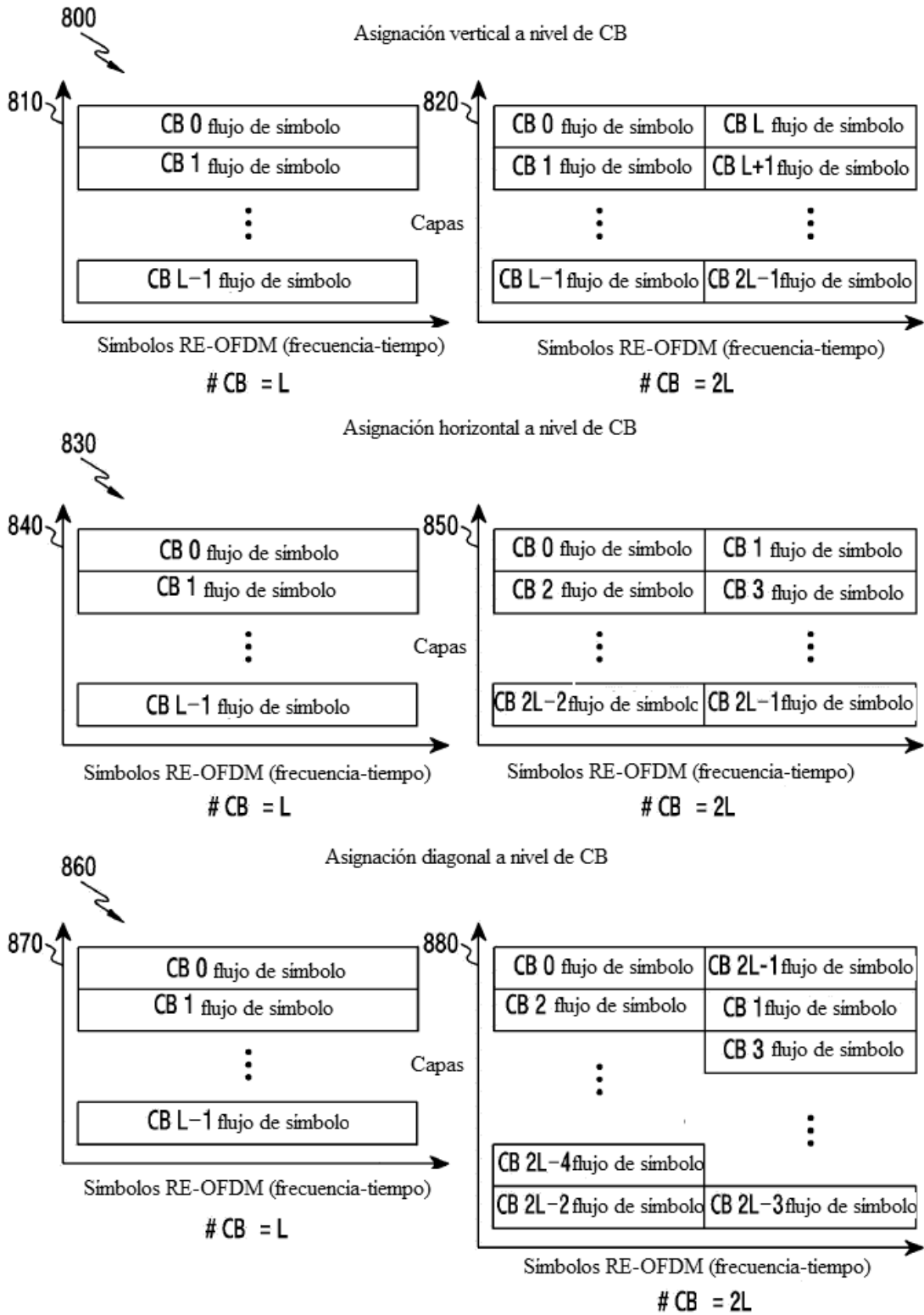
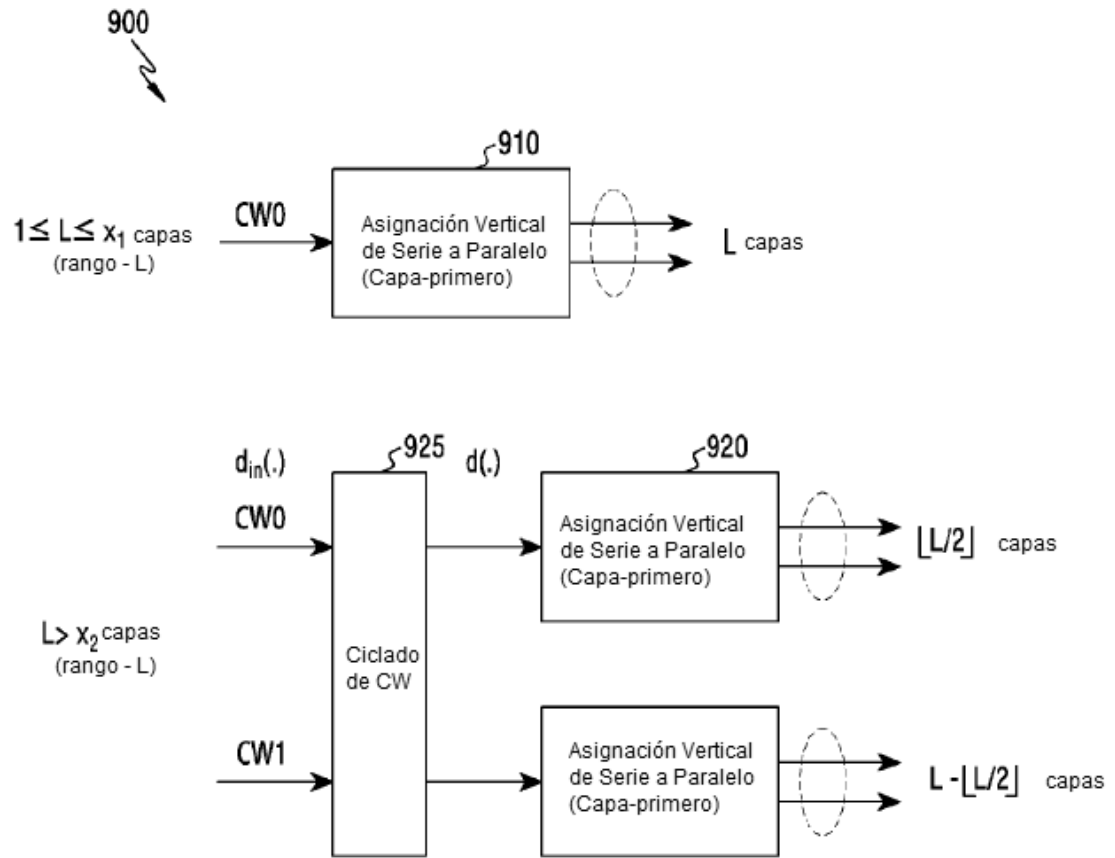


FIG.8

[Fig. 9A]



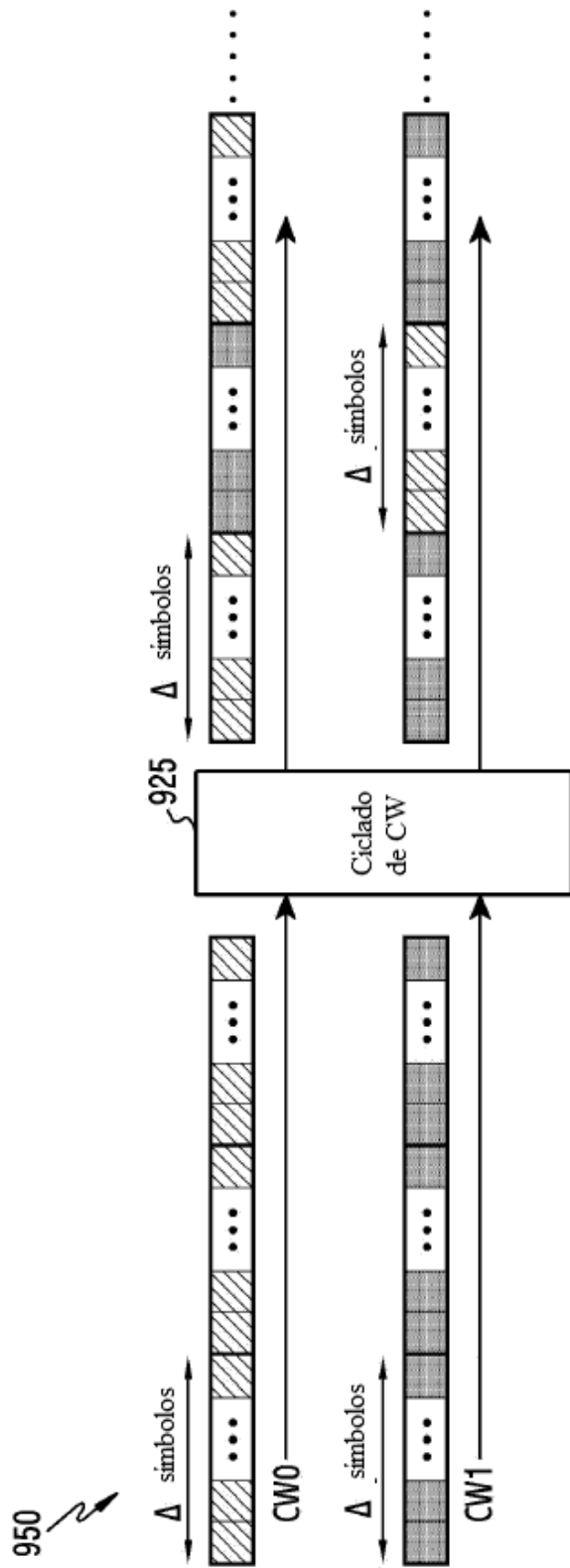
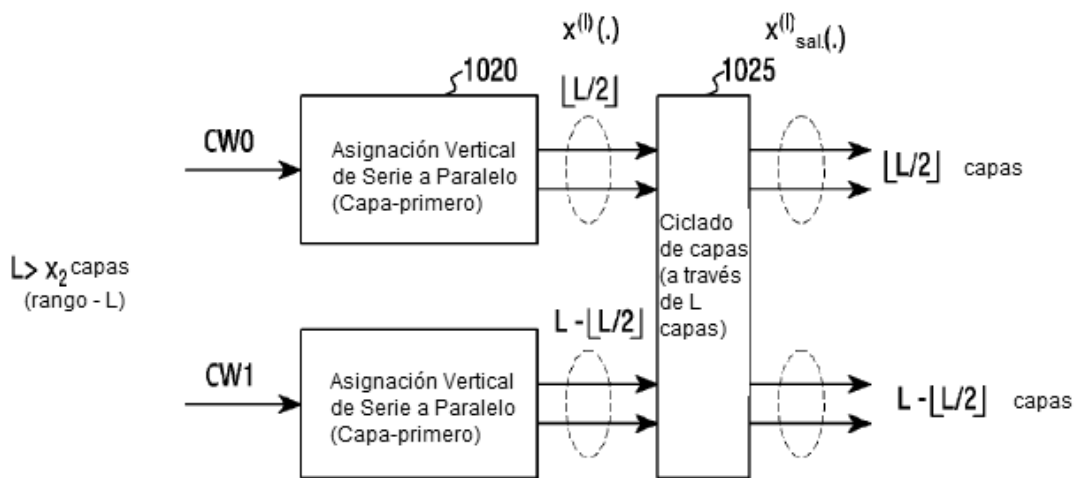
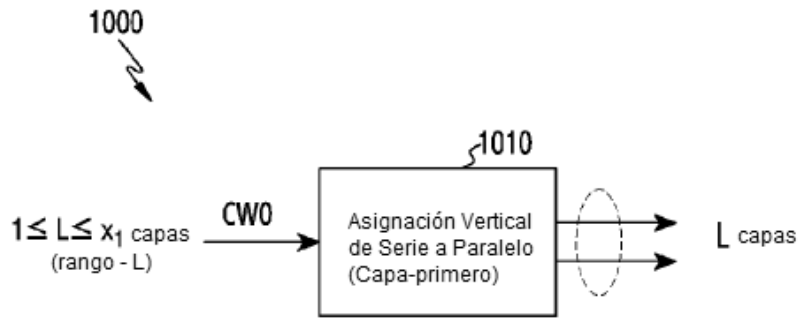
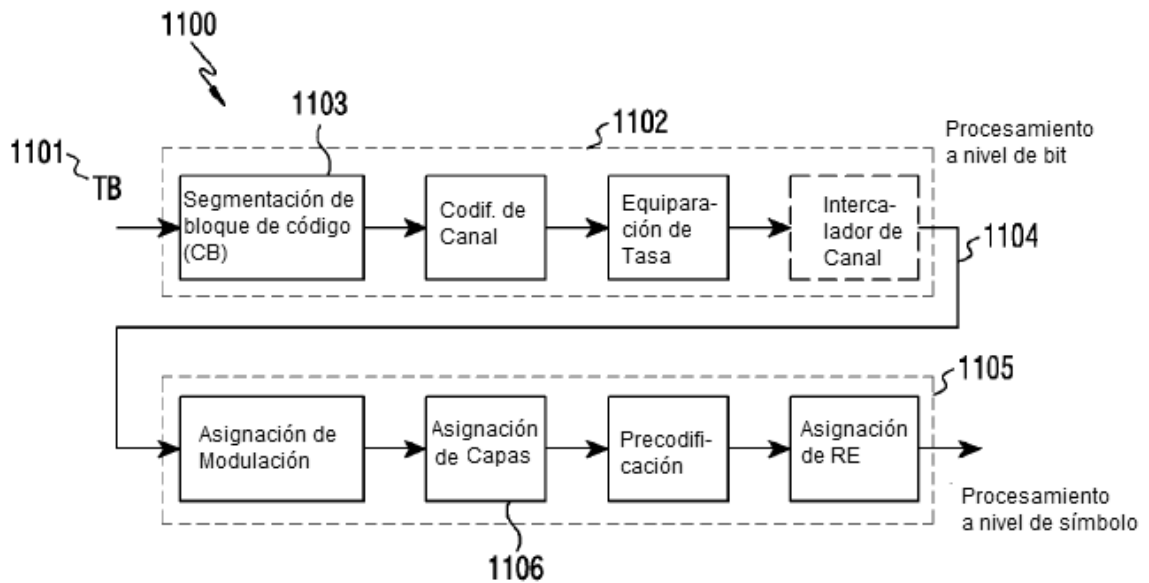


FIG.9B

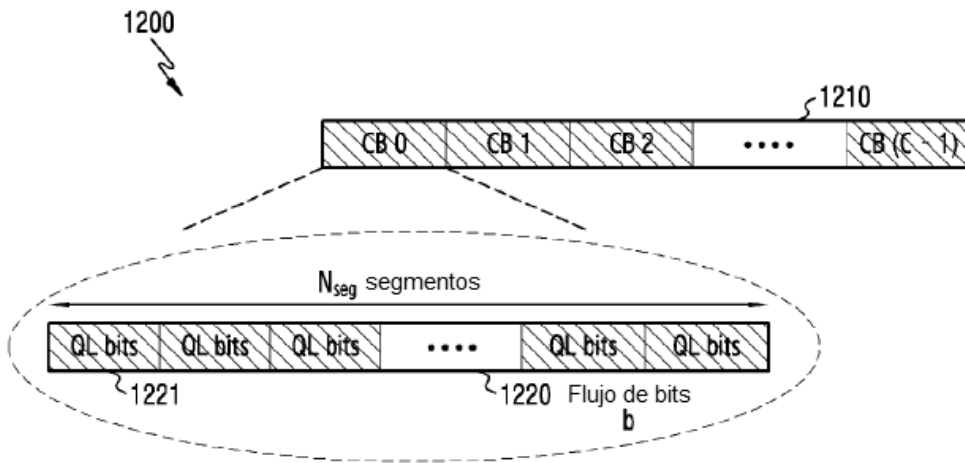
[Fig. 10]



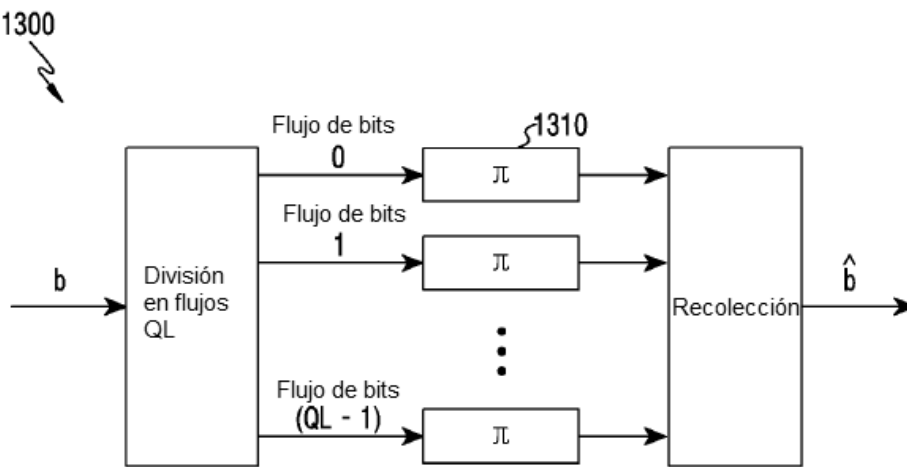
[Fig. 11]



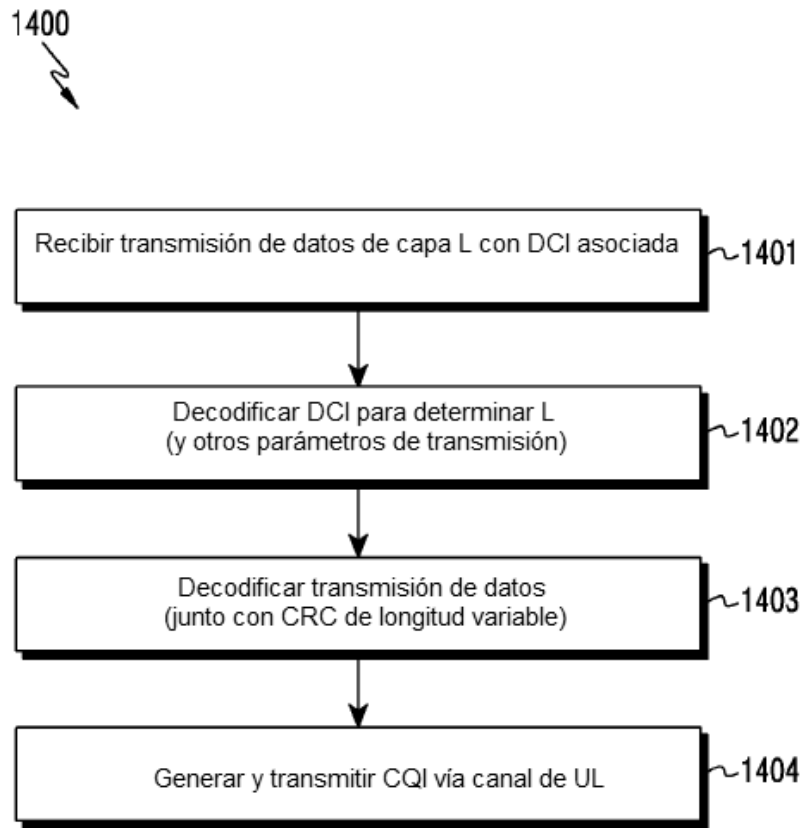
[Fig. 12]



[Fig. 13]



[Fig. 14]



[Fig. 15]

