

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 684 337**

51 Int. Cl.:

H04B 7/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.07.2016 E 16181955 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.07.2018 EP 3125438**

54 Título: **Procedimiento y aparato para informes de CSI**

30 Prioridad:

29.07.2015 US 201562198434 P

17.09.2015 US 201562220061 P

21.10.2015 US 201562244472 P

20.01.2016 US 201662280924 P

19.07.2016 US 201615214274

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

02.10.2018

73 Titular/es:

SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. (100.0%)

129, Samsung-ro, Yeongtong-gu

Suwon-si, Gyeonggi-do 443-742, KR

72 Inventor/es:

ONGGOSANUSI, EKO;

NAM, YOUNG HAN y

SI, HONGBO

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 684 337 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 informes de CSI

Campo técnico

5 La presente divulgación se refiere en general a informes de información de estado de canal (CSI) para múltiples antenas de transmisión que incluye matrices bidimensionales. Tales matrices bidimensionales se pueden asociar con un tipo de sistema de entrada múltiple y de salida múltiple (MIMO), a menudo denominado MIMO "de dimensión completa" (FD-MIMO) o MIMO masivo o 3D-MIMO. La presente divulgación también se refiere en general a la sincronización de enlace descendente para sistemas de comunicación de banda estrecha.

Antecedentes

10 La comunicación inalámbrica ha sido una de las innovaciones más exitosas en 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 teléfonos inteligentes y otros dispositivos de datos móviles, tal como tabletas, ordenadores de "libreta de notas", portátiles, lectores de libros electrónicos y dispositivos de tipo máquina. Para cumplir con el alto crecimiento en el tráfico de datos móviles y admitir nuevas aplicaciones y despliegues, las mejoras en la eficiencia y la cobertura de la interfaz de radio son de suma importancia.

15 Un dispositivo o equipo de usuario móvil puede medir la calidad del canal de enlace descendente en informar de esta calidad a una estación base, de modo que una determinación puede realizarse en cuanto a si los diversos parámetros se deben ajustar o no durante la comunicación con el dispositivo móvil. Los procedimientos de informes de calidad de canal existentes en sistemas de comunicaciones inalámbricos no permiten acomodar informes de información de estado de canal asociada con antenas de transmisión de gran tamaño bidimensionales o, en general, geometría de matrices de antenas que acomodan una gran cantidad de elementos de antena.

20 El documento US2014/192917 A1 divulga un procedimiento de informes de CSI para formación de haces vertical y horizontal.

Sumario

25 Diversas realizaciones de la presente divulgación proporcionan procedimientos y aparatos de informes de CSI.

La invención se define mediante las reivindicaciones adjuntas. A continuación, las realizaciones que no están dentro del alcance de las reivindicaciones deben entenderse como ejemplos útiles para comprender la invención.

30 La presente divulgación se refiere a un sistema de comunicación previo a la quinta generación (5G) o 5G que se proporciona para soportar velocidades de datos superiores más allá del sistema de comunicación de cuarta generación (4G), tales como Evolución a Largo Plazo (LTE).

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

35 Antes de emprender la descripción detallada a continuación, puede ser ventajoso exponer las definiciones de ciertas palabras y frases usadas durante todo este documento de patente. El término "pareja" y sus derivados se refieren a cualquier comunicación directa o indirecta entre dos o más elementos, ya sea que esos elementos estén o no en contacto físico entre ellos. 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, que significa y/o. La frase "asociado con", así como sus derivados, significa incluir, estar incluido dentro de, interconectarse con, contener, estar contenido dentro de, conectarse a o con, acoplarse a o con, ser comunicable con, cooperar con, intercalar, yuxtaponer, estar cerca de, estar unido a o con, tener, tener una propiedad de, tener una relación con, o similar. El término "controlador" significa cualquier dispositivo, sistema o parte del mismo que controle al menos una operación. Este controlador se puede implementar en hardware o en una combinación de hardware y software y/o firmware. La funcionalidad asociada con cualquier controlador en particular se puede centralizar o distribuir, ya sea local o remotamente. La frase "al menos uno de", cuando se utiliza con una lista de elementos, significa que diferentes combinaciones de uno o más de los elementos de la lista pueden ser utilizadas y solo un elemento de la lista puede haber necesario. 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.

50 Por otra parte, diversas funciones descritas a continuación pueden implementarse o soportarse mediante uno o más programas de ordenador, cada uno de los cuales se forman a partir de código de programa legible por ordenador y realizado 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, adaptados 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, incluyendo código fuente, código objeto y código ejecutable. La frase "medio legible por ordenador" incluye cualquier tipo de medio al que se puede acceder mediante un ordenador, tal como memoria de solo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio (RAM), una unidad de disco duro, un disco compacto (CD), un disco de video digital (DVD), o cualquier otro tipo de memoria. Un medio legible por ordenador "no transitorio" excluye enlaces de comunicación cableados, inalámbricos, ópticos u otros que transportan señales eléctricas u otras transitorias. Un medio legible por ordenador no transitorio incluye medios donde los datos pueden almacenarse permanentemente y medios donde los datos pueden almacenarse y luego sobrescribirse, tal como un disco óptico regrabable o un dispositivo de memoria borrable.

Definiciones para otras palabras y frases determinadas se proporcionan a lo largo de este documento de patente. Los expertos en la técnica deben entender que, en muchas, si no en la mayoría de los casos, de tales definiciones se aplican a usos anteriores y futuros de tales palabras y frases definidas.

Breve descripción de los dibujos

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

La figura 1 ilustra una red inalámbrica de ejemplo de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación;

Las figuras 2A y 2B ilustran vías de transmisión y recepción inalámbricas de ejemplo de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación;

La figura 3A ilustra un ejemplo de equipo de usuario de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación;

La figura 3B ilustra un ejemplo de Nodo B mejorado (eNB) de acuerdo con varias realizaciones de la presente divulgación;

La figura 4 ilustra matrices de antena bidimensionales (2D) a modo de ejemplo construidas a partir de 16 elementos de doble polarización dispuestos en un formato rectangular de 4 x 2 o 2 x 4 que puede utilizarse en diversas realizaciones de la presente divulgación;

La figura 5A ilustra un ejemplo de informe de índice de haz (BI) en el que BI se informa por separado de CQI, PMI y RI de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación;

La figura 5B ilustra un ejemplo de informe de índice de haz (BI) en el que BI, cuando se informa, se informa junto con RI de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación;

La figura 6A ilustra un ejemplo de transmisión de señal para un sistema LTE de banda estrecha en términos de ubicaciones en el dominio de tiempo y en el dominio de frecuencia de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación;

La figura 6B ilustra un ejemplo de un procedimiento de recepción de señal para ULC-CE de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación;

La figura 6C ilustra un ejemplo de procedimiento de UE para la sincronización de enlace descendente de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación;

La figura 7A ilustra un ejemplo de señal de sincronización primaria (PSS) y señal de sincronización secundaria (SSS) situada dentro de un TTI de subtrama M y una trama de radio M de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación;

La figura 7B ilustra un ejemplo de generación de PSS y SSS de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación;

La figura 8A ilustra un ejemplo de diseño de SSS en el que la partición de la secuencia se realiza antes de la decodificación de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación;

La figura 8B ilustra un ejemplo de diseño de SSS en el que la partición de la secuencia se realiza después de la decodificación de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación;

La figura 9 ilustra un ejemplo de algoritmo UE para sincronización de enlace descendente en el que PSS y SSS se utilizan para detectar la identificación de célula (ID de célula) de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación;

La figura 10 ilustra un procedimiento de ejemplo en el que un UE recibe información de configuración de procedimiento CSI que incluye al menos un tipo de formación de haz con una pluralidad de configuraciones de recursos NZP CSI-RS de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación; y

La figura 11 ilustra un procedimiento de ejemplo en el que un eNB configura un UE (etiquetado como UE-k) con un procedimiento CSI que incluye al menos un tipo de formación de haz con una pluralidad de configuraciones de recursos NZP CSI-RS de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación.

Descripción detallada

Las figuras 1 a 11, descritas a continuación, y las diversas realizaciones usadas para describir los principios de la presente divulgación en este documento de patente son solo a modo de ilustración y no deben interpretarse de ninguna manera para limitar el alcance de la divulgación. Los expertos en la técnica comprenderán que los principios de la presente divulgación pueden implementarse en cualquier sistema de comunicación inalámbrica dispuesto de forma adecuada.

Lista de acrónimos

- 2D: bidimensional
- MIMO: múltiples salidas y múltiples entradas
- SU-MIMO: MIMO para un solo usuario
- 5 • MU-MIMO: MIMO multiusuario
- 3GPP: Proyecto de asociación de tercera generación
- LTE: evolución a largo plazo
- UE: equipo de usuario
- eNB: nodo B desarrollado o "eNB"
- 10 • BS: estación base
- DL: enlace descendente
- UL: enlace ascendente
- CRS: señal(es) de referencia específica(s) de la célula
- DMRS: señal(es) de referencia de demodulación
- 15 • SRS: señal(es) de referencia de sondeo
- UE-RS: Señal(es) de referencia específica del UE
- CSI-RS: señales de referencia de información de estado del canal
- SCID: identidad codificada
- MCS: esquema de modulación y codificación
- 20 • RE: elemento de recurso
- CQI: información de calidad del canal
- PMI: indicador de matriz de codificación previa
- RI: indicador de rango
- MU-CQI: CQI multiusuario
- 25 • CSI: información de estado del canal
- CSI-IM: medida de interferencia CSI
- CoMP: punto múltiple coordinado
- DCI: información de control de enlace descendente
- UCI: información de control de enlace ascendente
- 30 • PDSCH: canal compartido de enlace descendente físico
- PDCCH: canal de control de enlace descendente físico
- PUSCH: canal compartido de enlace ascendente físico
- PUCCH: canal de control de enlace ascendente físico
- PRB: bloque de recursos físicos
- 35 • RRC: control de recursos de radio
- AoA: ángulo de llegada
- AoD: ángulo de salida

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

Para satisfacer la demanda de tráfico inalámbrico de datos que ha aumentado desde la implementación de sistemas de comunicaciones 4G, se han hecho esfuerzos para desarrollar un sistema de comunicación mejorado 5G o previo a 5G. Por lo tanto, el sistema de comunicación 5G o previo a 5G también se denomina 'Red más allá de 4G' o 'Sistema posterior a LTE'.

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

Además, en los sistemas de comunicación 5G, el desarrollo de mejoras de la red del sistema está en marcha sobre la base de células pequeñas avanzadas, redes de acceso de radio en la nube (RAN), redes ultradensas, comunicación de dispositivo a dispositivo (D2D), retorno inalámbrico, red en movimiento, comunicación cooperativa, puntos múltiples coordinados (CoMP), cancelación de interferencia del extremo de recepción y similares.

En el sistema de 5G, se ha desarrollado modulación híbrida FSK y QAM (FQAM) y codificación de superposición de ventanas deslizantes (SWSC) como una modulación de codificación avanzada (ACM), y múltiples portadores de banco de filtro (FBMC), acceso múltiple no ortogonal (NOMA), y acceso múltiple por código disperso (SCMA) como una tecnología de acceso avanzado.

- 5 La figura 1 ilustra una red 100 inalámbrica de ejemplo de acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación; La realización de la red 100 inalámbrica que se muestra en la figura 1 es solo a título ilustrativo. Se podrían usar otras realizaciones de la red 100 inalámbrica sin apartarse del alcance de la presente divulgación.

La red 100 inalámbrica incluye un eNB (eNB) 101, un eNB 102, y un eNB 103. El eNB 101 se comunica con el eNB 102 y el eNB 103. El eNB 101 también se comunica con al menos una red 130 de protocolo de Internet (IP), tal como Internet, una red IP propietaria u otra red de datos. Dependiendo del tipo de red, se pueden usar otros términos bien conocidos en lugar de "eNB" o "BS", como "estación base" o "punto de acceso". Por conveniencia, los términos "eNB" y "BS" se usan en este documento de patente para referirse a componentes de infraestructura de red que proporcionan acceso inalámbrico a terminales remotos. Además, dependiendo del tipo de red, se pueden usar otros términos bien conocidos en lugar de "equipo de usuario" o "UE", tal como "estación móvil", "estación de abonado", "terminal remoto", "terminal inalámbrico" o "dispositivo de usuario". Por conveniencia, los términos "equipo de usuario" y "UE" se utilizan en este documento de patente para referirse a equipos inalámbricos remotos que acceden de manera inalámbrica a un eNB, ya sea que el UE es un dispositivo móvil (tal como un teléfono móvil o un teléfono inteligente) o se considera normalmente un dispositivo estacionario (como un ordenador de escritorio o una máquina expendedora).

20 El eNB 102 proporciona acceso de banda ancha inalámbrica a la red 130 para una primera pluralidad de equipos de usuario (UE) dentro de un área 120 de cobertura del eNB 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 celular, un ordenador portátil inalámbrico, una PDA inalámbrica o similar. El eNB 103 proporciona acceso inalámbrico de banda ancha a la red 130 para una segunda pluralidad de UE dentro de un área de cobertura 125 del eNB 103. La segunda pluralidad de UE incluye el UE 115 y el UE 116. En algunas realizaciones, uno o más de los eNB 101-103 pueden comunicarse entre sí y con los UE 111-116 usando 5G, LTE, LTE-A, WiMAX u otras técnicas avanzadas de comunicación inalámbrica.

30 Las líneas de puntos muestran las extensiones aproximadas de las áreas de cobertura 120 y 125, que se muestran como aproximadamente circulares con fines de ilustración y explicación solamente. Debe entenderse claramente que las áreas de cobertura asociadas con los eNB, tales como las áreas 120 y 125 de cobertura, pueden tener otras formas, incluyendo formas irregulares, dependiendo de la configuración de los eNB y las variaciones en el entorno de radio asociadas con las obstrucciones naturales y hechas por el hombre.

35 Como se describe en más detalle a continuación, uno o más del eNB 101, eNB 102, y el eNB 103 configura UE 111-116 para informes de CSI como se describe en las realizaciones de la presente divulgación. En diversas realizaciones, uno o más de los UE 111-116 realizan cálculos e informes para CSI.

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

45 Las figuras 2A y 2B ilustran vías de transmisión y recepción inalámbricas de ejemplo de acuerdo con la presente divulgación. En la siguiente descripción, una ruta 200 de transmisión puede describirse como implementada en un eNB (tal como el eNB 102), mientras que una ruta 250 de recepción puede describirse como implementada en un UE (tal como el UE 116). Sin embargo, se entenderá que la ruta 250 de recepción podría implementarse en un eNB y que la ruta 200 de transmisión podría implementarse en un UE. En algunas realizaciones, la ruta 250 de recepción está configurada para soportar la medición de la calidad del canal y la generación de informes para sistemas que tienen matrices de antenas 2D como se describe en las realizaciones de la presente divulgación.

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

En la ruta 200 de transmisión, el bloque 205 de codificación y modulación de canal recibe un conjunto de bits de información, se aplica la codificación (tal como codificación convolucional, Turbo, o de comprobación de paridad de baja densidad (LDPC)), y modula los bits de entrada (tal como con la modulación de desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK) o la modulación de amplitud en cuadratura (QAM)) para generar una secuencia de símbolos de modulación en el dominio de frecuencia. El bloque 210 de serie a paralelo convierte (tal como desmultiplexa) los símbolos modulados en serie en datos en paralelo para generar N flujos de símbolos paralelos, donde N es el tamaño de IFFT/FFT utilizado en el eNB 102 y el UE 116. El bloque 215 IFFT de tamaño N realiza una operación IFFT en los N flujos de símbolos paralelos para generar señales de salida en el dominio de tiempo. El bloque 220 de paralelo a serie convierte (tal como multiplexa) los símbolos de salida en el dominio de tiempo en paralelo del bloque 215 IFFT de tamaño N para generar una señal en serie del dominio de tiempo. El bloque 225 'añadir prefijo cíclico' inserta un prefijo cíclico en la señal de dominio de tiempo. El convertidor 230 ascendente modula (por ejemplo, convierte de manera ascendente) la salida del bloque 225 'añadir prefijo cíclico' a una frecuencia de RF para su transmisión a través de un canal inalámbrico. La señal también se puede filtrar en la banda base antes de la conversión a la frecuencia de RF.

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

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

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

Además, aunque se describe como el uso de FFT y IFFT, esto es solo a modo de ilustración y no se deben interpretar para limitar el alcance de la presente divulgación. Se podrían utilizar otros tipos de transformaciones, como la Transformada de Fourier Discreta (DFT) y la Transformada de Fourier Discreta Inversa (IDFT). Se apreciará que el valor de la variable N puede ser cualquier número entero (como 1, 2, 3, 4 o similar) 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 (como 1, 2, 4, 8, 16 o similar) para las funciones FFT e IFFT.

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

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

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

El transceptor 310 de RF recibe, desde la antena 305, una señal de RF entrante transmitida por un eNB de la red 100. El transceptor 310 de RF convierte de manera descendente la señal de RF entrante para generar una

frecuencia intermedia (IF) o señal de banda de base. La señal IF o de banda base se envía a los circuitos 325 de procesamiento RX, que genera una señal procesada de banda base filtrando, decodificando, y/o digitalizando la banda base o la señal IF. Los circuitos 325 de procesamiento de RX transmiten la señal de banda base procesada al altavoz 330 (tal como para datos de voz) o al procesador 340 para su posterior procesamiento (tal como para datos de navegación web).

Los circuitos 315 de procesamiento TX reciben datos de voz analógicos o digitales desde el micrófono 320 u otros datos de banda base de salida (por ejemplo, datos de la web, correo electrónico, o datos de videojuegos interactivos) desde el procesador 340. Los circuitos 315 de procesamiento TX codifican, multiplexan, y/o digitalizan los datos de la banda base saliente para generar una banda IF procesada o señal IF. El transceptor 310 de RF recibe la señal IF o la banda base procesada saliente de los circuitos 315 de procesamiento TX y convierte de manera ascendente la señal de banda base o IF en una señal de RF que se transmite a través de la antena 305.

El procesador 340 puede incluir uno o más procesadores u otros dispositivos de procesamiento y ejecutar el programa OS 361 almacenado en la memoria 360 con el fin de controlar la operación global del UE 116. Por ejemplo, el procesador 340 podría controlar la recepción de señales de canal directo y la transmisión de señales de canal inverso mediante el transceptor 310 de RF, los circuitos 325 de procesamiento RX y los circuitos 315 de procesamiento TX de acuerdo con principios bien conocidos. En algunas realizaciones, el procesador 340 incluye al menos un microprocesador o microcontrolador.

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

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

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

Como se describe en más detalle a continuación, el UE 116 puede realizar la señalización y el cálculo para informes de CSI. Aunque la figura 3A ilustra un ejemplo de UE 116, se pueden realizar diversos cambios en la figura 3A. Por ejemplo, varios componentes en la figura 3A podrían combinarse, subdividirse adicionalmente u omitirse y podrían añadirse componentes adicionales de acuerdo con las necesidades particulares. Como ejemplo particular, el procesador 340 podría dividirse en procesadores múltiples, tales como una o más unidades de procesamiento central (CPU) y una o más unidades de procesamiento de gráficos (GPU). Además, aunque la figura 3A ilustra el UE 116 configurado como teléfono móvil o teléfono inteligente, los UE pueden estar configurados para operar como otros tipos de dispositivos móviles o estacionarios.

La figura 3B ilustra un ejemplo de eNB 102 de acuerdo con la presente divulgación. La realización del eNB 102 que se muestra en la figura 3B es solo a título ilustrativo, y otros eNB de la figura 1 podrían tener la misma configuración o una configuración similar. Sin embargo, los eNB vienen en una amplia variedad de configuraciones, y la figura 3B no limita el alcance de la presente divulgación a ninguna implementación particular de un eNB. El eNB 101 y el eNB 103 pueden incluir la misma estructura o similar que el eNB 102.

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

Los transceptores de RF 372a-372n reciben, desde las antenas 370a-370N, señales de RF entrantes, tales como las señales transmitidas por los UE u otros eNB. Los transceptores de RF 372a-372n convierten de manera descendente las señales de RF entrantes para generar señales IF o de banda base. Las señales IF o de banda base se envían a los circuitos 376 de procesamiento RX, que generan señales procesadas de banda base filtrando, decodificando, y/o digitalizando las señales de banda base o IF. Los circuitos 376 de procesamiento RX transmite las señales de banda base procesadas al controlador/procesador 378 para un procesamiento posterior.

Los circuitos 374 de procesamiento de TX reciben datos analógicos o digitales (tales como datos de voz, datos web, correo electrónico, o datos de videojuegos interactivos) desde el controlador/procesador 378. Los circuitos 374 de procesamiento TX codifican, multiplexan, y/o digitalizan los datos de la banda base saliente para generar señales de banda base o IF procesadas. Los transceptores de RF 372a-372n reciben las señales de banda base o IF procesadas de salida desde los circuitos 374 de procesamiento TX y convierten de manera ascendente las señales de banda base o IF a señales de RF que se transmiten a través de las antenas 370a-370n.

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

El controlador/procesador 378 también es capaz de ejecutar programas y otros procedimientos residentes en la memoria 380, tal como un sistema operativo. El controlador/procesador 378 también es capaz de soportar la medición de la calidad del canal y la generación de informes para 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, tales como RTC web. El controlador procesador 378 puede mover datos dentro o fuera de la memoria 380 según lo requiera un procedimiento de ejecución.

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

La memoria 380 está acoplada al controlador/procesador 378. Parte de la memoria 380 podría incluir una RAM, y otra parte de la memoria 380 podría incluir una memoria Flash u otra ROM. En ciertas realizaciones, una pluralidad de instrucciones, 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 procedimiento BIS y descodifique una señal recibida después de restar al menos una señal interferente determinada por el algoritmo BIS.

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

Aunque la figura 3B ilustra un ejemplo de un eNB 102, varios cambios se pueden realizar a la figura 3B. Por ejemplo, el eNB 102 podría incluir cualquier número de cada componente mostrado en la figura 3A. Como un ejemplo particular, un punto de acceso podría incluir una serie de interfaces 382, y el controlador/procesador 378 podría 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 374 de procesamiento TX y una única instancia de circuitos 376 de procesamiento RX, el eNB 102 podría incluir múltiples instancias de cada uno (tal como uno por transceptor de RF).

La figura 4 ilustra matrices de antena bidimensionales (2D) a modo de ejemplo construidas a partir de 16 elementos de doble polarización dispuestos en un formato rectangular de 4 x 2 o 2 x 4 que puede utilizarse en diversas realizaciones de la presente divulgación. En esta realización ilustrativa, el conjunto de puertos de antena de doble polarización 2D incluye M_a filas y N_a columnas donde $(M_a, N_a) = (2,4)$ y $(4,2)$. La realización del conjunto de puertos de antena de doble polarización 2D que se muestra en la figura 4 es solo a título ilustrativo. Se podrían usar otras realizaciones del conjunto de puertos de antena de doble polarización 2D sin apartarse del alcance de la presente divulgación.

El ejemplo del conjunto de puertos de antena de doble polarización 2D resulta en un total de $2M_aN_a = 16$ puertos, cada uno asignado a un puerto CSI-RS. Los tres índices 400, 410 y 420 son tres ejemplos en la indexación de los 16 puertos de antena como un medio de mapeo de puertos de antena a elementos de matriz de codificación previa. Para la indexación 400 primero de las filas, los puertos de antena asociados con el mismo grupo de polarización se indexan en forma de fila independientemente de (M_a, N_a) . Para indexación 410 primeros de los de mayor duración, los puertos de antena asociados con el mismo grupo de polarización se indexan en una forma de columna cuando $M_a > N_a$, pero en primer lugar cuando $M_a \leq N_a$. Para la indexación 420 primero de los de menor duración, los puertos

de antena asociados con el mismo grupo de polarización se indexan de manera de primera fila cuando $M_a > N_a$, pero la manera de primera columna cuando $M_a \leq N_a$. Por lo tanto, la indexación 400 se denomina indexación por filas al indexar 410 por indexación primero los de mayor duración e indexación 420 por indexación primero los de menor duración.

5 En estas realizaciones ilustrativas, M_a y N_a pueden configurarse mediante un eNB para un UE. En otro ejemplo, en lugar de definir M_a y N_a como el número de filas y columnas de la matriz rectangular de puertos o patrón de puertos, respectivamente, estos dos parámetros se pueden definir como parámetros de libro de códigos de codificación previa bidimensional. Los valores de M_a y N_a determinan parcialmente la manera en que un libro de códigos (por lo tanto, cada elemento de matriz de codificación previa en el libro de códigos) se mapea en los puertos de antena de un conjunto de antenas de una o dos dimensiones. Esta configuración se puede realizar con y sin señalar el número total de puertos de antena. Cuando un UE está configurado con un libro de códigos, estos parámetros pueden incluirse en una configuración de procedimiento CSI correspondiente o en una configuración de recursos CSI-RS NZP (potencia no nula).

15 En los sistemas LTE de legado, los libros de códigos de codificación previa se utilizan para informes de CSI. Se admiten dos categorías de modos de informes de CSI: CSI aperiódico basado en PUSCH (A-CSI) y CSI periódico basado en PUCCH (P-CSI). En cada categoría, se definen diferentes modos en función de la selectividad de frecuencia de CQI y/o PMI, es decir, si la banda ancha (un parámetro CSI calculado para todas las "subbandas S establecidas") o la subbanda (un parámetro CSI calculado para cada "subbanda S establecida") se realizan los informes. Los modos de informes de CSI admitidos se dan en las Tablas 1 y 2.

20 TABLA 1: Tipos de retroalimentación CQI y PMI para modos de informes de CSI PUSCH (Aperiódica)

		Tipo de retroalimentación PMI		
		Sin PMI	Solo PMI	PMI múltiple
Tipo de retroalimentación PUSCH CQI	Banda ancha (CQI de banda ancha)			Modo 1-2
	UE seleccionado (subbanda CQI)	Modo 2-0		Modo 2-2
	Capa superior configurada (subbanda CQI)	Modo 3-0	Modo 3-1	Modo 3-2

TABLA 2: Tipos de retroalimentación CQI y PMI para modos de informes de CSI PUCCH (Periódica)

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

25 Las siguientes realizaciones se refieren en general a informes de información de estado de canal (CSI) para múltiples antenas de transmisión que incluye matrices bidimensionales.

Una matriz de codificación previa o un codificador previo, que puede ser utilizado por un eNB (tal como 102) para llevar a cabo codificación previa a corto plazo para transmitir a un UE y asumido por un UE para derivar un informe CSI, puede ser descrito como una matriz de codificación previa de escenario dual:

$$W = W_1 W_2 \quad (\text{Ecuación 1})$$

30 Con referencia a la figura 4, el tamaño de la matriz de codificación previa W es $N_{TX} \times N_L$ donde $N_{TX} = 2M_a N_a$ es el número total de puertos de antena o CSI-RS y N_L es el número de capas de transmisión (también denominado rango). El codificador previo de primera etapa W_1 pertenece a un componente a largo plazo y se asocia con estadísticas del canal a largo plazo. Además, W_1 es banda ancha (el mismo W_1 para todas las subbandas S establecidas). El codificador previo de segunda etapa W_2 pertenece a un componente a corto plazo que lleva a cabo la selección, fase conjunta, o cualquier operación lineal a W_1 . Por lo tanto, el número de columnas de W_1 se puede percibir como el número de vectores de base N_b para W_2 . Además, W_2 puede ser o bien banda ancha (el mismo W_2 para todas las subbandas S establecidas) o subbanda (un W_2 para cada subbanda S establecida).

40 Para una matriz de puertos rectangular 2D (bidimensional), cada una del primer y segundo codificador previo de etapa puede describirse como un producto de Kronecker de un primer y un segundo codificador previo. En la presente divulgación, $A \otimes B$ indica el producto de Kronecker entre dos matrices A y B . Esta realización de ejemplo se denomina el libro de códigos completo del producto de Kronecker (KP completo). Los subíndices m y n en $W_{m,n}$ ($i_{m,n}$) indica la etapa de codificación previa (primera o segunda) y dimensión (primera o segunda, como vertical u horizontal), respectivamente. Cada uno de los codificadores previos $W_{m,n}$ es una función de un índice que sirve como un componente de PMI. Por lo tanto, la matriz de codificación previa W se puede describir en términos de 4 componentes PMI $i_{1,1}, i_{1,2}, i_{2,1}, i_{2,2}$ como sigue.

$$\begin{aligned} W(i_{1,1}, i_{1,2}, i_{2,1}, i_{2,2}) &= (W_{1,1}(i_{1,1})W_{2,1}(i_{2,1})) \otimes (W_{1,2}(i_{1,2})W_{2,2}(i_{2,2})) \\ &= (W_{1,1}(i_{1,1}) \otimes W_{1,2}(i_{1,2})) (W_{2,1}(i_{2,1}) \otimes W_{2,2}(i_{2,2})) \end{aligned} \quad \text{(Ecuación 2)}$$

5 Dado un libro de códigos de codificación previa (un conjunto de matrices de codificación previa $W(i_{1,1}, i_{1,2}, i_{2,1}, i_{2,2})$), un UE mide un CSI-RS en una subtrama designada para llevar CSI-RS, calcula un CSI (incluyendo PMI, RI y CQI donde cada uno de estos tres parámetros de CSI puede incluir componentes múltiples) en función de la medición, e informa del CSI calculado a un eNB 102 de servicio. Este PMI representa un índice de una matriz de codificación previa recomendada en el libro de códigos de codificación previa. Se pueden usar diferentes libros de códigos de codificación previa para diferentes valores de RI.

10 Otro ejemplo de realización supone que un codificador previo en un libro de códigos designado puede ser descrito en (3), denominado el libro de códigos parcial de producto de Kronecker (KP parcial). Los subíndices m y n en $W_{m,n}(i_{m,n})$ indican la etapa de codificación previa (primera o segunda etapa) y dimensión (primera o segunda dimensión), respectivamente. Cada una de las matrices de codificación previa $W_{m,n}$ es una función de un índice que sirve como un componente de PMI. Por lo tanto, la matriz de codificación previa W puede describirse como una función de 3 componentes PMI $i_{1,1}, i_{1,2}, i_2$ como sigue.

$$W(i_{1,1}, i_{1,2}, i_2) = (W_{1,1}(i_{1,1}) \otimes W_{1,2}(i_{1,2})) (W_2(i_2)) \quad \text{(Ecuación 3)}$$

15 Similar a la realización de libro de códigos anterior, un UE mide un CSI-RS en una subtrama designada para llevar CSI-RS, calcula una CSI (incluyendo PMI, RI y CQI donde cada uno de estos tres parámetros de CSI puede incluir múltiples componentes) basado en la medición, e informa del CSI calculado a un eNB 102 de servicio.

20 La descripción anterior de realizaciones es especialmente adecuada cuando el eNB de servicio transmite CSI-RS no codificados previamente (NP CSI-RS). Es decir, se utiliza un mapeo uno a uno específico de la célula entre el puerto CSI-RS y la TXRU (unidad transceptora). Aquí, los diferentes puertos CSI-RS tienen la misma anchura y dirección de ancho de haz y, por lo tanto, generalmente una cobertura amplia para la célula. Otro tipo de CSI-RS aplicable a FD-MIMO es CSI-RS formado por haz (BF CSI-RS). Por ejemplo, la operación de formación de haz ya sea específica de la célula o específica del UE, se aplica a un recurso CSI-RS de potencia distinta de cero (NRP) (que incluye múltiples puertos). Aquí, al menos en un tiempo/frecuencia dado, los puertos CSI-RS tienen anchos de haz estrechos y, por lo tanto, cobertura no amplia de célula, y (al menos desde la perspectiva eNB) al menos algunas combinaciones de puerto-recurso CSI-RS tienen diferentes direcciones de haz. Esta operación de formación de haz tiene la intención de aumentar la cobertura o penetración de CSI-RS. Además, cuando se aplica la formación de haz específica del UE a un recurso CSI-RS (denominado CSI-RS específico del UE o específico formado por haz de UE), se puede obtener reducción de la carga CSI-RS cuando los recursos NRP CSI-RS se asignan de manera eficiente a través recurso compartido (puesta en común) para múltiples UE en el dominio de tiempo (por ejemplo, transmisión aperiódica), dominio de haz (formación de haz específico del UE) o (re)configuración de recursos dinámicos CSI-RS. Cuando un UE está configurado para recibir BF CSI-RS desde un eNB de servicio, el UE puede configurarse para informar de parámetros de PMI asociados con W_2 ($W_{2,1}$ y/o $W_{2,2}$) sin W_1 ($W_{1,1}$ y/o $W_{1,2}$).

35 Cada una de las configuraciones de CSI-RS anteriores requiere una estrategia de transmisión diferente que potencialmente requiere un formato de informes de CSI diferente para un modo de informes de CSI configurado. Además de estos factores, el patrón 2D del libro de códigos asignado a los puertos CSI-RS también determina el formato de los informes de CSI. En particular, es beneficioso un mecanismo de configuración flexible que permita que un eNB de servicio configure un UE con NP CSI-RS y BF CSI-RS específico de UE en una base de subtrama. Esto puede mejorar el rendimiento del sistema a través de la reducción de gastos generales de CSI-RS, la reducción de la interferencia entre células y la mejora de la cobertura.

40 Además, otro parámetro de CSI (al lado de CQI, PMI y RI) puede ser introducido para permitir la selección de haz o de recursos CSI-RS NRP para los llamados CSI-RS con conformación de haz específicos de células (o la sectorización vertical o virtual mejorada). Este parámetro se denomina índice de haz (BI) con fines ejemplares e ilustrativos. Este esquema utiliza múltiples procedimientos CSI o múltiples recursos NRP CSI-RS para informes de CSI donde un procedimiento CSI o recurso NRP CSI-RS está asociado a un haz (o un sector virtual). Un haz se define como una colección de puertos de antena CSI-RS. En este esquema, un UE mide cada uno de los haces (o sectores virtuales), calcula e informa sobre el CSI para cada haz (y, por lo tanto, cada procedimiento CSI o recurso NRP CSI-RS). El UE informa de un índice de haz BI que informa al eNB de una selección de haz recomendada. En la presente divulgación, este índice de haz se indica como i_b con fines ilustrativos. Si los recursos $K > 1$ NRP CSI-RS (configurados para o asociados con un procedimiento CSI) corresponden a $K > 1$ haces o sectores virtuales, la selección del haz es esencialmente la selección de recursos NRP CSI-RS. Por lo tanto, puede utilizarse el término índice de recursos CSI-RS (CRI) en lugar del índice de haz (BI). Estos dos términos pueden usarse indistintamente en la presente divulgación.

55 Por lo tanto, para informes de CSI periódicos a base de PUCCH o informes de CSI aperiódicos basados en PUSCH, una informe de CSI puede incluir los siguientes parámetros de CSI: 1) RI, 2) CQI asociado con una (para RI = 1) o

dos palabras de código (RI>1), 3) valores de PMI: $\{i_{1,1}, i_{1,2}, i_{2,1}, i_{2,2}\}$ o $\{i_{1,1}, i_{1,2}, i_2\}$ o $\{i_1, i_2\}$ para CSI-RS no codificado previamente (o un haz seleccionado o recurso NZP CSI-RS en CSI-RS con forma de haz específico de célula); $\{i_{2,1}, i_{2,2}\}$ o $\{i_2\}$ para CSI-RS con forma de haz específico de UE, 4) BI: i_b

5 En términos de sobrecarga de informes de CSI, se informa del índice de haz (BI) a una velocidad baja. Además, un BI puede ser suficiente para todas las subbandas. Si se utilizan recursos $K > 1$ NZP CSI-RS (configurados para o asociados con un procedimiento CSI), BI requiere $\lceil \log_2(K) \rceil$ bits. Por ejemplo, para $K = 2$ y 8, un informe BI puede ocupar 1 y 3 bits, respectivamente. Como FD-MIMO requiere tamaños de libro de códigos más grandes, el informe de CSI periódico Rel.12 sobre PUCCH (que admite hasta 11 bits por instancia de informe con formato PUCCH 2/2a/2b) no puede reutilizarse. Por ejemplo, el informe de PMI para CSI-RS de 8 puertos está muy truncado debido al submuestreo de libro de códigos. La aplicación de un submuestreo de libro de códigos más agresiva en CSI-RS de 12 o 16 puertos reducirá la ganancia potencial de FD-MIMO cuando se utiliza informes de CSI periódicos. La partición de los valores de PMI en múltiples subtramas no es deseable, ya que la partición aumenta la dependencia entre subtramas y aumenta la susceptibilidad de los informes de CSI a la propagación de errores y los informes de CSI descartados. Por lo tanto, existe la necesidad de diseñar un esquema de informes de CSI periódica para la retroalimentación de BI o CRI basada en PUCCH.

15 Las diversas realizaciones en esta divulgación son aplicables cuando múltiples ($K > 1$) haces están configurados para un UE. En particular, es aplicable cuando se utilizan recursos $K > 1$ NZP CSI-RS (configurados para o asociados con un procedimiento CSI), de manera que BI o CRI requieren $\lceil \log_2(K) \rceil$ bits. Las realizaciones de esta divulgación se describen como una extensión del modo 1-1 de informes basados en PUCCH PERIÓDICO, aunque estas realizaciones son igualmente aplicables al modo 2-1 de informes periódicos basado en PUCCH. Por lo tanto, el CQI y el PMI informados son de banda ancha (calculados asumiendo la transmisión en "las subbandas S establecidas"). Además, dado que se espera que la selección del haz varíe lentamente y no sea selectiva en frecuencia, BI o CRI también son de banda ancha (calculados asumiendo la transmisión en "las subbandas S establecidas"). Por ejemplo, si se informa de RI, el RI se calcula condicionado al último CRI periódico informado. Además, CQI se calcula condicionado al menos en el último RI periódico informado y en el último BI periódico informado (o CRI). Si no se informa de RI, CQI se calcula condicionado, al menos, en el último BI periódico informado (o CRI).

20 Términos tales como CSI-RS 'no precodificado' (o 'NP') y CSI-RS 'formado por haz' (o 'BF') se usan en toda la presente divulgación. La esencia de la presente divulgación no cambia cuando se usan diferentes términos o nombres para referirse a estos dos tipos de CSI-RS. Por ejemplo, 'CSI-RS-A' y 'CSI-RS-B' pueden referirse o asociarse con estos dos tipos de CSI-RS. Esencialmente, estos dos tipos de CSI-RS son un primer CSI-RS y un segundo CSI-RS. En otro ejemplo, el tipo de recurso CSI-RS se puede usar para diferenciar esos dos modos de operación en lugar del tipo CSI-RS. Los recursos CSI-RS asociados con estos dos tipos de CSI-RS se pueden denominar como 'un primer recurso CSI-RS' y 'un segundo recurso CSI-RS' o 'recurso CSI-RS-A' y 'recurso CSI-RS-B'. Posteriormente, las etiquetas 'NP' y 'BF' (o 'np' y 'bf') son ejemplos y pueden ser sustituidas por otras etiquetas como '1' y '2', o 'A' y 'B', o TIPO1 y TIPO2, o CLASE-A y CLASE-B. En otro ejemplo, un tipo MIMO o tipo eMIMO que puede asociarse con la operación de informes de CSI se puede usar para diferenciar esos dos modos de operación en lugar del tipo CSI-RS. Por ejemplo, un UE está configurado con un tipo MIMO o tipo eMIMO asociado con comportamientos de informes de CSI y, además, comportamientos de medición CSI.

30 Se dan varias realizaciones para informes de BI en relación con CQI, RI y PMI.

35 En una primera realización, BI se informa por separado a partir de (en un conjunto diferente de subtramas o un conjunto diferente de intervalos) CQI, PMI y RI. La figura 5A ilustra un ejemplo de esta primera realización. A efectos ilustrativos, la periodicidad de informes de BI se establece para ser el doble que la de RI y la periodicidad de informes de RI dos veces mayor que la de otros parámetros de CSI (cuando corresponda). Los valores de compensación de subtrama en la figura 5A también son a título ilustrativo. En todos los tres ejemplos, BI se informa en una subtrama separada. En un primer esquema 500 de notificación de ejemplo, RI se informa aparte del CQI y PMI. Se puede ver como una extensión del submodo 2 del modo 1-1 de informes de CSI periódico en Rel.12 LTE. En un segundo sistema 510 de notificación de ejemplo, RI se informa junto con un primer PMI i_1 . Se puede ver como una extensión del submodo 1 del modo 1-1 de informes de CSI periódicos. En un tercer esquema 520 de informes de ejemplo, RI se informa junto con un primer y segundo PMI i_1 y i_2 , así como CQI. Se puede ver como un nuevo submodo del modo 1-1 de informes de CSI periódico donde se puede usar un formato PUCCH diferente (por ejemplo, formato 3 o 4 PUCCH, informes periódicos en PUSCH) con mayor capacidad de carga. Para esta primera realización, BI puede informarse utilizando el formato PUCCH 1/1a/1b o 2/2a/2b. En todos estos ejemplos, RI se calcula condicionado al último CRI periódico informado. Además, el CQI se calcula condicionado al menos al último RI y CRI periódicos informados.

40 En una segunda realización, BI, siempre que informó, se informa junto con (conjuntamente en una misma subtrama o intervalo como) RI. Esto implica que cuando BI se informa en una subtrama o en un intervalo, se acompaña con RI. Pero dependiendo de la configuración del intervalo de informes, un informe de RI puede acompañarse con BI o no. La figura 5B ilustra dos esquemas ejemplares que pertenecen a esta realización. A efectos ilustrativos, la periodicidad de informes de BI se establece para ser el doble que la de RI y la periodicidad de informes de RI dos veces mayor que la de otros parámetros de CSI (cuando corresponda). Los valores de compensación de subtrama

en la figura 5B también son a título ilustrativo. En el primer esquema 550 de informes de ejemplo, BI se informa junto con RI y por separado de CQI y PMI. Se puede ver como una extensión del submodo 2 del modo 1-1 de informes de CSI periódico. La combinación de BI y RI puede informarse utilizando el formato PUCCH 2/2a/2b. En el segundo esquema 560 de informes de ejemplo, BI se informa junto con el RI y el primer PMI i_1 , y separado del CQI y el segundo PMI i_2 . Se puede ver como una extensión del submodo 1 del modo 1-1 de informes de CSI periódicos. La combinación de BI, RI y el primer PMI i_1 puede informarse utilizando el formato PUCCH 2/2a/2b u otro formato PUCCH (por ejemplo, formato 3 o 4 PUCCH, informes periódicos en PUSCH) que puede soportar una carga útil más grande. En todos estos ejemplos, RI se calcula condicionado al último CRI periódico informado. Además, el CQI se calcula condicionado al menos al último RI y CRI periódicos informados.

En todas las descripciones y las ecuaciones anteriores, si se utiliza el término CRI (Indicador de Recursos CSI-RS) en lugar de BI (indicador de haz), todas las designaciones con BI se sustituyen con CRI.

Para configurar un UE con informes de BI periódicos basados en PUCCH, se pueden definir la periodicidad y los parámetros de desplazamiento de la subtrama. Se pueden usar al menos dos configuraciones de informes de BI. En una primera configuración, los informes de BI se definen en relación con los informes de RI. En una segunda configuración, los informes de BI se definen en relación con los informes de CQI.

La primera configuración, los informes de BI definidos en relación con los informes de RI, es aplicable cuando se espera que la selección de haz varíe aproximadamente a la misma velocidad que o más lentamente que el rango de transmisión, los informes de BI pueden definirse en relación con los informes de RI.

Para configurar los informes de BI para los informes de CSI periódicos basados en PUCCH, se configuran el desplazamiento de subtramas y la periodicidad. Se pueden usar al menos dos opciones de ejemplo. En un primer ejemplo, la periodicidad de BI está configurada para ser idéntica a la del RI. Un UE puede admitir ambas opciones y, por lo tanto, configurarse con una de estas dos opciones o admitir solo una de estas dos opciones (por ejemplo, cuando solo una de estas dos opciones es compatible con la(s) especificación(es)). En un segundo ejemplo, la periodicidad de BI está configurada para ser un múltiplo de la de RI. Cada uno de estos dos ejemplos puede describirse de manera diferente para los esquemas de informes de ejemplo mencionados anteriormente (500, 510, 520, 550 y 560 en la figura 5A y la figura 5B).

La siguiente descripción se aplica para la realización mostrada por el esquema 500 de informes en el que el BI se informa por separado de CQI, PMI y RI. Las instancias de informes para CQI/PMI de banda ancha son subtramas que satisfacen:

$$(10 \times n_f + \lfloor n_s/2 \rfloor - N_{\text{OFFSET,CQI}}) \bmod(N_{pd}) = 0 \quad (\text{Ecuación 4})$$

Aquí n_f , n_s , $N_{\text{OFFSET,CQI}}$ y N_{pd} son índice/número de trama, índice/número de intervalo, desplazamiento de subtrama para informes de CQI/PMI (en subtramas) y periodicidad/intervalo de informes (en subtramas) para informes de CQI/PMI. Cuando dos valores PMI (i_1 , i_2) son aplicables, los informes de PMI consisten en i_1 y i_2 . Por ejemplo, si los informes de RI están configurados, el intervalo de informes de los informes de RI es un múltiplo entero M_{RI} del período N_{pd} (en subtramas). Las instancias de informes de RI son subtramas que satisfacen:

$$(10 \times n_f + \lfloor n_s/2 \rfloor - N_{\text{OFFSET,CQI}} - N_{\text{OFFSET,RI}}) \bmod(N_{pd} \times M_{RI}) = 0 \quad (\text{Ecuación 5})$$

Aquí $N_{\text{OFFSET,RI}}$ es el desplazamiento de subtrama para los informes de RI (en subtramas) relativo a los informes de CQI/PMI.

Si los informes de BI están configurados, existen al menos dos opciones de ejemplo en términos del intervalo de informes de BI en relación con el intervalo de informes de RI. En el primer ejemplo, el intervalo de informes de los informes de BI es el *mismo* que el de RI. Luego, las instancias de informes para BI son subtramas que satisfacen:

$$(10 \times n_f + \lfloor n_s/2 \rfloor - N_{\text{OFFSET,CQI}} - N_{\text{OFFSET,RI}} - N_{\text{OFFSET,BI}}) \bmod(N_{pd} \times M_{RI}) = 0 \quad (\text{Ecuación 6})$$

Aquí $N_{\text{OFFSET,BI}}$ es el desplazamiento de subtrama para los informes de BI (en subtramas) relativo a los informes de RI. En el segundo ejemplo, el intervalo de informes de los informes de BI es un múltiplo del de RI. Luego, las instancias de informes de BI son subtramas que satisfacen:

$$(10 \times n_f + \lfloor n_s/2 \rfloor - N_{\text{OFFSET,CQI}} - N_{\text{OFFSET,RI}} - N_{\text{OFFSET,BI}}) \bmod(N_{pd} \times M_{RI} \times M_{BI}) = 0 \quad (\text{Ecuación 7})$$

Un UE puede admitir ambas opciones y, por lo tanto, configurarse con una de estas dos opciones o admitir solo una de estas dos opciones (por ejemplo, cuando solo una de estas dos opciones es compatible con la(s)

especificación(es)).

5 La siguiente descripción se aplica para la realización mostrada mediante el esquema 510 de informes en el que BI se informa por separado de CQI, PMI y RI. La descripción en la ecuación 4 es aplicable para CQI y PMI2 de banda ancha (el segundo PMI i_2) que se informan juntos. La descripción en la ecuación 5 es aplicable para RI y de banda ancha PMI1 (el primer PMI i_1) que se presentan juntos. La descripción en la ecuación 6 o 7 es aplicable para los informes de BI dependiendo de si el intervalo de informes de los informes de BI es el mismo o un múltiplo de RI.

10 La siguiente descripción se aplica para la realización mostrada por el esquema 520 de informes en el que BI se informa por separado de CQI, PMI y RI. La descripción en la ecuación 4 es aplicable para CQI de banda ancha, PMI (cuando corresponda, incluidos tanto el primer PMI i_1 como el segundo PMI i_2), y RI que se informan juntos cuando se configuran los informes de RI. Si los informes de RI no están configurados, solo se informa sobre el CQI y el PMI de banda ancha (cuando corresponde, incluidos tanto el primer PMI i_1 como el segundo PMI i_2).

15 Cuando los informes de BI están configurados, existen al menos dos opciones de ejemplo en términos del intervalo de informes de BI en relación con el intervalo de informes de RI (de ahí CQI y PMI). En el primer ejemplo, el intervalo de informes de los informes de BI es el mismo que el de RI (por lo tanto, CQI y PMI). Luego, las instancias de informes para BI son subtramas que satisfacen:

$$(10 \times n_f + \lfloor n_s/2 \rfloor - N_{OFFSET,CQI} - N_{OFFSET,BI}) \bmod(N_{pd}) = 0 \quad (\text{Ecuación 8})$$

Aquí $N_{OFFSET, BI}$ es el desplazamiento de subtrama para la información sobre BI (en subtramas) relativo a los informes de RI (por lo tanto, CQI y PMI). En el segundo ejemplo, el intervalo de informes de los informes de BI es un múltiplo del de RI (por lo tanto, CQI y PMI). Luego, las instancias de informes de BI son subtramas que satisfacen:

20
$$(10 \times n_f + \lfloor n_s/2 \rfloor - N_{OFFSET,CQI} - N_{OFFSET,BI}) \bmod(N_{pd} \times M_{BI}) = 0 \quad (\text{Ecuación 9})$$

Un UE puede admitir ambas opciones y, por lo tanto, configurarse con una de estas dos opciones o admitir solo una de estas dos opciones (por ejemplo, cuando solo una de estas dos opciones es compatible con la(s) especificación(es)).

25 La siguiente descripción se aplica para la realización mostrada por el esquema 550 de informes en el que BI, siempre que sea informado, se informa junto con (conjuntamente en una misma subtrama como) RI. Las instancias de informes para CQI/PMI de banda ancha son subtramas que satisfacen

$$(10 \times n_f + \lfloor n_s/2 \rfloor - N_{OFFSET,CQI}) \bmod(N_{pd}) = 0 \quad (\text{Ecuación 10})$$

30 Aquí n_f , n_s , $N_{OFFSET, CQI}$ y N_{pd} son índice/número de trama, índice/número de intervalo, desplazamiento de subtrama para informes de CQI/PMI (en subtramas) y periodicidad/intervalo de informes (en subtramas) para informes de CQI/PMI. Cuando dos valores PMI (i_1 , i_2) son aplicables, los informes de PMI consisten en i_1 y i_2 . Por ejemplo, si los informes de RI están configurados, el intervalo de informes de los informes de RI es un múltiplo entero M_{RI} del período N_{pd} (en subtramas). Las instancias de informes de RI son subtramas que satisfacen:

$$(10 \times n_f + \lfloor n_s/2 \rfloor - N_{OFFSET,CQI} - N_{OFFSET,RI}) \bmod(N_{pd} \times M_{RI}) = 0 \quad (\text{Ecuación 11})$$

35 Aquí $N_{OFFSET, RI}$ es el desplazamiento de subtrama para los informes de RI (en subtramas) relativo a los informes de CQI/PMI.

40 Por ejemplo, si los informes de BI están configurados, existen al menos dos opciones de ejemplo en términos del intervalo de informes de BI en relación con el intervalo de informes de RI. En el primer ejemplo, el intervalo de informes de los informes de BI es el mismo que el de RI. Luego, las instancias de informes para BI son subtramas que satisfacen la ecuación 11, ya que BI y RI se informan juntos. En el segundo ejemplo, el intervalo de informes de los informes de BI es un múltiplo del de RI. Luego, las instancias de informes para BI son subtramas que satisfacen:

$$(10 \times n_f + \lfloor n_s/2 \rfloor - N_{OFFSET,CQI} - N_{OFFSET,RI}) \bmod(N_{pd} \times M_{RI} \times M_{BI}) = 0 \quad (\text{Ecuación 12})$$

Un UE puede admitir ambas opciones y, por lo tanto, configurarse con una de estas dos opciones o admitir solo una de estas dos opciones (por ejemplo, cuando solo una de estas dos opciones es compatible con la(s) especificación(es)).

45 La siguiente descripción se aplica para la realización mostrada por el esquema 560 de informes en el que BI, siempre que sea informado, se informa junto con (conjuntamente en una misma subtrama como) RI. La descripción en la ecuación 10 es aplicable para CQI y PMI2 de banda ancha (el segundo PMI i_2) que se informan juntos. La descripción en la ecuación 11 es aplicable para RI y de banda ancha PMI1 (el primer PMI i_1) que se presentan

juntos. La descripción en la ecuación 11 o la ecuación 12 es aplicable para los informes de BI dependiendo de si el intervalo de informes de los informes de BI es el mismo o un múltiplo del de RI.

5 Todas las descripciones anteriores también se aplican cuando los informes de PMI no está configurada (es decir, informes de CSI sin PMI). Por ejemplo, cada instancia de informes en la ecuación 4 a la ecuación 12, donde CQI y/o RI se informan junto con al menos un valor de PMI es aplicable con los informes de PMI eliminados.

Al igual que CQI y RI, la configuración de informes para BI se configura mediante señalización de capa superior (RRC) análoga a la descripción en la Sección 7.2.2 de REF3.

10 La TABLA 3 describe un mapeo ejemplar entre el índice de configuración para los informes de BI I_{BI} a M_{BI} y $N_{OFFSET, BI}$ asociado con la descripción en la ecuación 7. Este ejemplo define un conjunto de posibles valores de desplazamiento de subtrama en términos del intervalo de informes máximo de RI (que es $32 \times 160 = 5120$ subtramas). En este ejemplo, se supone que el valor máximo de M_{BI} es 8, 16 o 32. La extensión a casos con diferente valor máximo de M_{BI} o un conjunto diferente de valores M_{BI} es sencillo para los familiarizados con la técnica.

TABLA 3 Mapeo de I_{BI} a M_{BI} y $N_{OFFSET, BI}$ - definido en relación con informes de RI, tres ejemplos con variaciones

(A)		
I_{BI}	Valor de M_{BI}	Valor de $N_{OFFSET, BI}$
$0 \leq I_{BI} \leq 5120$	1	$-I_{BI}$
$5121 \leq I_{BI} \leq 10241$	2	$-(I_{BI} - 5121)$
$10242 \leq I_{BI} \leq 15362$	4	$-(I_{BI} - 10242)$
$15363 \leq I_{BI} \leq 20483$	8	$-(I_{BI} - 15363)$
$20484 \leq I_{BI} \leq 32767$	Reservado	
(B)		
I_{BI}	Valor de M_{BI}	Valor de $N_{OFFSET, BI}$
$0 \leq I_{BI} \leq 5120$	1	$-I_{BI}$
$5121 \leq I_{BI} \leq 10241$	2	$-(I_{BI} - 5121)$
$10242 \leq I_{BI} \leq 15362$	4	$-(I_{BI} - 10242)$
$15363 \leq I_{BI} \leq 20483$	8	$-(I_{BI} - 15363)$
$20484 \leq I_{BI} \leq 25604$	16	$-(I_{BI} - 20484)$
$25605 \leq I_{BI} \leq 32767$	Reservado	
(C)		
I_{BI}	Valor de M_{BI}	Valor de $N_{OFFSET, BI}$
$0 \leq I_{BI} \leq 5120$	1	$-I_{BI}$
$5121 \leq I_{BI} \leq 10241$	2	$-(I_{BI} - 5121)$
$10242 \leq I_{BI} \leq 15362$	4	$-(I_{BI} - 10242)$
$15363 \leq I_{BI} \leq 20483$	8	$-(I_{BI} - 15363)$
$20484 \leq I_{BI} \leq 25604$	16	$-(I_{BI} - 20484)$
$25605 \leq I_{BI} \leq 30725$	32	$-(I_{BI} - 25605)$
$30726 \leq I_{BI} \leq 32767$	Reservado	
(D)		
I_{BI}	Valor de M_{BI}	Valor de $N_{OFFSET, BI}$
$0 \leq I_{BI} \leq 5120$	2	$-I_{BI}$
$5121 \leq I_{BI} \leq 10241$	4	$-(I_{BI} - 5121)$
$10242 \leq I_{BI} \leq 15362$	8	$-(I_{BI} - 10242)$
$15363 \leq I_{BI} \leq 10241$	16	$-(I_{BI} - 15363)$
$20484 \leq I_{BI} \leq 25604$	32	$-(I_{BI} - 20484)$
$25605 \leq I_{BI} \leq 32767$	Reservado	
(E)		
I_{BI}	Valor de M_{BI}	Valor de $N_{OFFSET, BI}$
$0 \leq I_{BI} \leq 5120$	4	$-I_{BI}$
$5121 \leq I_{BI} \leq 10241$	8	$-(I_{BI} - 5121)$
$10242 \leq I_{BI} \leq 15362$	16	$-(I_{BI} - 10242)$
$15363 \leq I_{BI} \leq 20483$	32	$-(I_{BI} - 15363)$
$20484 \leq I_{BI} \leq 32767$	Reservado	
(F)		
I_{BI}	Valor de M_{BI}	Valor de $N_{OFFSET, BI}$
$0 \leq I_{BI} \leq 5120$	4	$-I_{BI}$
$5121 \leq I_{BI} \leq 10241$	8	$-(I_{BI} - 5121)$
$10242 \leq I_{BI} \leq 15362$	16	$-(I_{BI} - 10242)$
$15363 \leq I_{BI} \leq 16383$	Reservado	

La TABLA 4 describe un mapeo ejemplar entre el índice de configuración para los informes de BI I_{BI} a M_{BI} asociados con la descripción en la ecuación 12, donde BI se informa en una subtrama que contiene RI. En este ejemplo, se supone que el valor máximo es 8, 16 o 32. La extensión a casos con diferente valor máximo de M_{BI} o un conjunto diferente de valores M_{BI} es sencillo para los familiarizados con la técnica.

5 TABLA 4 Mapeo de I_{BI} a M_{BI} y $N_{OFFSET, BI}$ - definido en relación con informes de RI, tres ejemplos con variaciones

(A)	
I_{BI}	Valor de M_{BI}
0	1
1	2
2	4
3	8
(B)	
I_{BI}	Valor de M_{BI}
0	1
1	2
2	4
3	8
4	16
$5 \leq I_{BI} \leq 7$	Reservado
(C)	
I_{BI}	Valor de M_{BI}
0	1
1	2
2	4
3	8
4	16
5	32
$6 \leq I_{BI} \leq 7$	Reservado
(D)	
I_{BI}	Valor de M_{BI}
0	2
1	4
2	8
3	16
4	32
$5 \leq I_{BI} \leq 7$	Reservado
(E)	
I_{BI}	Valor de M_{BI}
0	4
1	8
2	16
3	32
(F)	
I_{BI}	Valor de M_{BI}
0	4
1	8
2	16
3	Reservado

La TABLA 5 describe un mapeo ejemplar entre el índice de configuración para los informes de BI I_{BI} a $N_{OFFSET, BI}$ asociados con la descripción en la ecuación 6. Este ejemplo define un conjunto de posibles valores de desplazamiento de subtrama en términos del intervalo de informes máximo de RI (que es $32 \times 160 = 5120$ subtramas).

10

TABLA 5 Mapeo de I_{BI} a M_{BI} y $N_{OFFSET, BI}$ - definido en relación con los informes de RI

I_{BI}	Valor de $N_{OFFSET, BI}$
$0 \leq I_{BI} \leq 5120$	$-I_{BI}$
$5121 \leq I_{BI} \leq 8191$	Reservado

En todas las descripciones y las ecuaciones anteriores, si se utiliza el término CRI (Indicador de Recursos CSI-RS) en lugar de BI (indicador de haz), todas las designaciones con BI se sustituyen con CRI. Por ejemplo, I_{BI} , M_{BI} y $N_{OFFSET, BI}$ se reemplazan por I_{CRI} , M_{CRI} y $N_{OFFSET, CRI}$, respectivamente.

15

La segunda configuración, los informes de BI definidos en relación con la información sobre CQI, es aplicable, ya que un UE puede configurarse para los informes de CQI sin RI. Por ejemplo, cuando CQI se calcula condicionado al rango de transmisión de uno, o cuando el número de puertos de antena en cada recurso CSI-RS configurado es uno, o cuando los informes de RI están desactivados. Por ejemplo, los informes de BI aún pueden ser instrumentales. Por lo tanto, en lugar de configurar los informes de BI en relación con los informes de RI, los informes de BI pueden configurarse en relación con los informes de CQI (acompañados por PMI cuando corresponda). Por ejemplo, CQI se calcula condicionado al último CRI periódico informado.

Para configurar los informes de BI para los informes de CSI periódicos basados en PUCCH, se configuran el desplazamiento de subtramas y la periodicidad. Se pueden usar al menos dos opciones de ejemplo. En un primer ejemplo, la periodicidad de BI está configurada para ser idéntica a la de RI. En un segundo ejemplo, la periodicidad de BI está configurada para ser un múltiplo de la de RI. Cada uno de estos dos ejemplos puede describirse de manera diferente para los esquemas de informes de ejemplo mencionados anteriormente (500, 510, 520, 550 y 560 en la figura 5A y la figura 5B). Un UE puede admitir ambas opciones y, por lo tanto, configurarse con una de estas dos opciones o admitir solo una de estas dos opciones (por ejemplo, cuando solo una de estas dos opciones es compatible con la(s) especificación(es)).

La siguiente descripción se aplica para la realización mostrada mediante el esquema 500 de informes. Las instancias de informes para CQI/PMI de banda ancha son subtramas que satisfacen

$$(10 \times n_f + \lfloor n_s/2 \rfloor - N_{OFFSET,CQI}) \bmod(N_{pd}) = 0 \quad (\text{Ecuación 13})$$

Aquí n_f , n_s , $N_{OFFSET,CQI}$ y N_{pd} son índice/número de trama, índice/número de intervalo, desplazamiento de subtrama para informes de CQI/PMI (en subtramas) y periodicidad/intervalo de informes (en subtramas) para informes de CQI/PMI. Cuando dos valores PMI (i_1 , i_2) son aplicables, los informes de PMI consisten en i_1 y i_2 .

Independientemente de si los informes de RI están configurados o no, cuando los informes de BI están configurados, el intervalo de informes de los informes de BI es un múltiplo del de CQI. Luego, las instancias de informes de BI son subtramas que satisfacen:

$$(10 \times n_f + \lfloor n_s/2 \rfloor - N_{OFFSET,CQI} - N_{OFFSET,BI}) \bmod(N_{pd} \times M_{BI}) = 0 \quad (\text{Ecuación 14})$$

En otro ejemplo, el intervalo de informes de los informes de BI se puede configurar como un múltiplo del de CQI mientras que el desplazamiento de subtrama para los informes de BI siempre se establece como 0 con respecto a la de presentación de informes CQI. Luego, las instancias de informes de BI son subtramas que satisfacen:

$$(10 \times n_f + \lfloor n_s/2 \rfloor - N_{OFFSET,CQI}) \bmod(N_{pd} \times M_{BI}) = 0 \quad (\text{Ecuación 15})$$

La descripción en la ecuación 15 implica que una vez cada M_{BI} subtramas contienen informes sobre CQI, BI también se informa. Para esas subtramas, se aplican al menos dos posibilidades. En primer lugar, el informe sobre CQI se descarta para permitir BI, al que se le asigna una prioridad más alta, que se informa solo en esas subtramas. Por ejemplo, cuando $M_{BI} = 2$, se informan CQI y BI sucesivamente (uno después del otro). En segundo lugar, CQI y BI se informan conjuntamente en esas subtramas.

La siguiente descripción se aplica para la realización mostrada mediante el esquema 510 de informes. La descripción en la ecuación 13 es aplicable para CQI y PMI2 de banda ancha (el segundo PMI i_2) que siempre se informan juntos. La descripción en la ecuación 14 es aplicable para los informes de BI.

La siguiente descripción se aplica para la realización mostrada mediante el esquema 520 de informes. La descripción en la ecuación 13 es aplicable para CQI, PMI de banda ancha (cuando corresponda, incluidos tanto el primer PMI i_1 como el segundo PMI i_2), y RI que se informan juntos, de modo que se configuran los informes de RI. Si los informes de RI no están configurados, solo se informa sobre el CQI y el PMI de banda ancha (cuando corresponde, incluidos tanto el primer PMI i_1 como el segundo PMI i_2). La descripción en la ecuación 14 es aplicable para los informes de BI.

Puesto que los informes de BI se definen en relación con los informes de CQI, las descripciones relativas a esquemas 550 y 560 de informes se superponen con los esquemas 500, 510, y/o 520 de informes.

Por ejemplo, cuando los informes de BI se definen en relación con los informes de CQI, una regla de prioridad necesita ser definida en caso de colisiones entre BI y RI (así como otro(s) parámetro(s) CSI) informados junto con RI aparte del CQI, tal como el primer PMI i_1). Por ejemplo, existen tres posibles soluciones. Primero, los informes de RI (junto con otros parámetros de CSI notificados junto con RI aparte del CQI, como el primer PMI i_1) se descarta y el UE debe asumir el valor más reciente de RI (así como el eNB) para cálculo de CSI. Esto supone que el BI es de mayor prioridad que el RI. En segundo lugar, los informes de BI se descartan y el UE debe asumir el valor más reciente de BI (así como eNB) para el cálculo de CSI. En tercer lugar, tanto BI como RI (así como otros parámetros

de CSI informados junto con RI aparte de CQI, como el primer PMI i_1) se informan conjuntamente en esa subtrama.

Al igual que CQI y RI, la configuración de informes para BI se configura mediante señalización de capa superior (RRC) análoga a la descripción en la Sección 7.2.2 de REF3. La TABLA 6 describe un mapeo ejemplar entre el índice de configuración para los informes de BI I_{BI} a M_{BI} y $N_{OFFSET, BI}$.

- 5 Cuando se configuran los informes de RI, se puede imponer una restricción adicional para la configuración de informes de BI. Por ejemplo, el valor configurado de M_{BI} solo puede ser igual o mayor que el de M_{RI} .

TABLA 6 Mapeo de I_{BI} a M_{BI} y $N_{OFFSET, BI}$ - definido en relación con los informes de CQI, varios ejemplos

(A)		
I_{BI}	Valor de M_{BI}	Valor de $N_{OFFSET, BI}$
$0 \leq I_{BI} \leq 160$	1	$-I_{BI}$
$161 \leq I_{BI} \leq 321$	2	$-(I_{BI} - 161)$
$322 \leq I_{BI} \leq 482$	4	$-(I_{BI} - 322)$
$483 \leq I_{BI} \leq 643$	8	$-(I_{BI} - 483)$
$644 \leq I_{BI} \leq 1023$	Reservado	
(B)		
I_{BI}	Valor de M_{BI}	Valor de $N_{OFFSET, BI}$
$0 \leq I_{BI} \leq 160$	1	$-I_{BI}$
$161 \leq I_{BI} \leq 321$	2	$-(I_{BI} - 161)$
$322 \leq I_{BI} \leq 482$	4	$-(I_{BI} - 322)$
$483 \leq I_{BI} \leq 643$	8	$-(I_{BI} - 483)$
$644 \leq I_{BI} \leq 804$	16	$-(I_{BI} - 644)$
$805 \leq I_{BI} \leq 1023$	Reservado	
(C)		
I_{BI}	Valor de M_{BI}	Valor de $N_{OFFSET, BI}$
$0 \leq I_{BI} \leq 160$	1	$-I_{BI}$
$161 \leq I_{BI} \leq 321$	2	$-(I_{BI} - 161)$
$322 \leq I_{BI} \leq 482$	4	$-(I_{BI} - 322)$
$483 \leq I_{BI} \leq 643$	8	$-(I_{BI} - 483)$
$644 \leq I_{BI} \leq 804$	16	$-(I_{BI} - 644)$
$805 \leq I_{BI} \leq 965$	32	$-(I_{BI} - 805)$
$966 \leq I_{BI} \leq 1023$	Reservado	
(D)		
I_{BI}	Valor de M_{BI}	Valor de $N_{OFFSET, BI}$
$0 \leq I_{BI} \leq 160$	2	$-I_{BI}$
$161 \leq I_{BI} \leq 321$	4	$-(I_{BI} - 161)$
$322 \leq I_{BI} \leq 482$	8	$-(I_{BI} - 322)$
$483 \leq I_{BI} \leq 643$	16	$-(I_{BI} - 483)$
$644 \leq I_{BI} \leq 804$	32	$-(I_{BI} - 644)$
$805 \leq I_{BI} \leq 1023$	Reservado	
(E)		
I_{BI}	Valor de M_{BI}	Valor de $N_{OFFSET, BI}$
$0 \leq I_{BI} \leq 160$	4	$-I_{BI}$
$161 \leq I_{BI} \leq 321$	8	$-(I_{BI} - 161)$
$322 \leq I_{BI} \leq 482$	16	$-(I_{BI} - 322)$
$483 \leq I_{BI} \leq 643$	32	$-(I_{BI} - 483)$
$644 \leq I_{BI} \leq 1023$	Reservado	
(F)		
I_{BI}	Valor de M_{BI}	Valor de $N_{OFFSET, BI}$
$0 \leq I_{BI} \leq 160$	4	$-I_{BI}$
$161 \leq I_{BI} \leq 321$	8	$-(I_{BI} - 161)$
$322 \leq I_{BI} \leq 482$	16	$-(I_{BI} - 322)$
$483 \leq I_{BI} \leq 511$	Reservado	

- 10 En todas las descripciones y ecuaciones anteriores, si se utiliza el término CRI (indicador de recurso CSI-RS) en lugar de BI (indicador de haz), todas las designaciones con BI se reemplazan por CRI. Por ejemplo, I_{BI} , M_{BI} y $N_{OFFSET, BI}$ se reemplazan por I_{CRI} , M_{CRI} y $N_{OFFSET, CRI}$, respectivamente.

- 15 Además de las dos realizaciones de configuración anteriores, otra realización comprende un esquema en el que: 1) cuando un UE está configurado con informes de RI, el intervalo de informes de los informes de BI es un múltiplo del de RI, pero BI se informa en las mismas subtramas/instancias que RI; 2) cuando un UE no está configurado con informes de RI (por ejemplo, cuando CQI se calcula condicionado al rango de transmisión de uno, o cuando el

número de puertos de antena en cada recurso CSI-RS configurado es uno, o cuando los informes de RI están desactivados), el intervalo de informes de los informes de BI es un múltiplo del correspondiente a CQI/PMI y los informes de BI se asigna al propio desplazamiento de subtrama de los informes de BI. Luego, las instancias de informes para CQI/PMI, RI y BI son subtramas que satisfacen:

$$(10 \times n_f + \lfloor n_s/2 \rfloor - N_{OFFSET,CQI} - N_{OFFSET,RI} - N_{OFFSET,BI}) \bmod (N_{pd} \times M_{RI} \times M_{BI}) = 0 \quad \text{(Ecuación 15)}$$

La misma ecuación se usa para ambos escenarios. Por ejemplo, la ecuación 15 está más restringida de la siguiente manera. Cuando un UE se configura con informes de RI, $N_{OFFSET, BI}$ se establece en 0. Se puede usar una tabla similar o análoga a la TABLA 4. Cuando un UE no está configurado con informes de RI, $N_{OFFSET, RI}$ se establece en 0 y M_{RI} se establece en 1. Se puede usar una tabla similar o análoga a la TABLA 6.

Otra realización comprende un esquema en el que: 1) cuando un UE está configurado con informes de RI, el intervalo de informes de los informes de BI es un múltiplo del de RI, pero se puede informar de BI con un desplazamiento de subtrama distinto de cero con respecto a RI; 2) cuando un UE no está configurado con informes de RI (por ejemplo, cuando CQI se calcula condicionado al rango de transmisión de uno, o cuando el número de puertos de antena en cada recurso CSI-RS configurado es uno, o cuando los informes de RI están desactivados), el intervalo de informes de los informes de BI es un múltiplo del correspondiente a CQI/PMI y a los informes de BI se le asigna el propio desplazamiento de subtrama de los informes de BI. Luego, las instancias de informes para CQI/PMI, RI y BI son subtramas que satisfacen:

$$(10 \times n_f + \lfloor n_s/2 \rfloor - N_{OFFSET,CQI} - N_{OFFSET,RI} - N_{OFFSET,BI}) \bmod (N_{pd} \times M_{RI} \times M_{BI}) = 0 \quad \text{(Ecuación 16)}$$

En otra realización más, se usa la misma ecuación para ambos escenarios. Por ejemplo, la ecuación 15 está más restringida de la siguiente manera. Cuando un UE está configurado con informes de RI, se usa la ecuación 16. Se puede usar una tabla similar o análoga a la TABLA 7.2.2-1B en REF3. Cuando un UE no está configurado con informes de RI, $N_{OFFSET, RI}$ se establece en 0 y M_{RI} se establece en 1. Se puede usar una tabla similar o análoga a la TABLA 6.

En todas las descripciones y ecuaciones anteriores, si se utiliza el término CRI (indicador de recurso CSI-RS) en lugar de BI (indicador de haz), todas las designaciones con BI se reemplazan por CRI. Por ejemplo, I_{BI} , M_{BI} y $N_{OFFSET, BI}$ se reemplazan por I_{CRI} , M_{CRI} y $N_{OFFSET, CRI}$, respectivamente.

Las siguientes realizaciones se refieren en general a la sincronización de enlace descendente para sistemas de comunicación de banda estrecha.

Las comunicaciones de tipo máquina (MTC) a través de redes celulares están surgiendo como una oportunidad significativa para nuevas aplicaciones en un mundo en red donde los dispositivos se comunican con humanos y entre sí. En comparación con la comunicación humana típica, MTC normalmente tiene requisitos de latencia relajada y de calidad de servicio (QoS) y, a menudo, no requiere soporte de movilidad. MTC se puede utilizar para una amplia variedad de aplicaciones en diferentes sectores, incluidos el cuidado de la salud, como monitores, industriales, como seguridad y protección, energía, como medidores y turbinas, transporte, como gestión de flota y peajes, y consumo y hogar, como electrodomésticos y sistemas de energía.

Un requisito importante para el éxito comercial de MTC es que los respectivos UE tengan un bajo consumo de energía y un coste significativamente menor que los UE convencionales que prestan servicios a las comunicaciones humanas. La reducción de costes para UE de bajo coste (LC-UE) con respecto a los UE convencionales se puede lograr, entre otras simplificaciones, limitando una transmisión BW y una recepción BW a un valor pequeño, tal como 6 RB, de un sistema UL BW o un sistema DL BW, respectivamente, reduciendo el tamaño de un TB de datos y transmitiendo o recibiendo LC-UE, o implementando una antena receptora en lugar de las dos antenas receptoras implementadas para UE convencionales.

Los LC-UE pueden instalarse en sótanos de edificios residenciales o, generalmente, en ubicaciones donde un LC-UE experimenta una gran pérdida de ruta y una cobertura deficiente debido a una baja relación de señal a ruido e interferencia (SINR). Las selecciones de diseño de LC-UE de una antena de receptor y la ganancia máxima de amplificador de potencia reducida también pueden dar como resultado la pérdida de cobertura incluso cuando un LC-UE no experimenta una gran pérdida de ruta. Debido a tales razones, un LC-UE puede requerir una operación con cobertura mejorada. En escenarios de cobertura extremadamente pobres, los LC-UE pueden tener características tales como velocidad de datos muy baja, mayor tolerancia al retardo y movilidad limitada, por lo que potencialmente pueden operar sin algunos mensajes/canales. No todos los LC-UE requieren una mejora de cobertura (CE) o requieren la misma cantidad de CE. Además, en diferentes escenarios de implementación, un nivel de CE requerido puede ser diferente para diferentes NodosB, por ejemplo, dependiendo de una potencia de

transmisión del NodoB o un tamaño de célula asociada o número de antenas receptoras, así como para diferentes LC-UE, por ejemplo, dependiendo en una ubicación de un LC-UE.

Una forma convencional de soportar CE es repetir transmisiones de canales en un dominio de tiempo o en un dominio de frecuencia. Un LC-UE que opera con CE se puede configurar mediante un nodo de servicio B con un nivel de CE correspondiente a un número de subtramas para una transmisión o recepción de un canal respectivo. Por ejemplo, un LC-UE puede configurarse mediante un Nodo de servicio B de un primer número de subtramas para recibir repeticiones de un PDSCH, un segundo número de subtramas para transmitir repeticiones de un PUSCH, y así sucesivamente. Se supone que un canal de control DL para un UE que opera con CE se basa en la estructura EPDCCH y se denominará M-PDCCH. Para minimizar el número de subtramas que un LC-UE necesita para recibir un PDSCH o un M-PDCCH, las transmisiones respectivas pueden estar sobre todos los RB donde el LC-UE puede recibir en una subtrama, como en una subbanda de 6 RB contiguos, ya que se supone que el NodoB no tiene poder limitado. Por el contrario, como un LC-UE configurado para transmitir un canal UL con repeticiones que ya transmite con una potencia máxima, para maximizar la densidad espectral de potencia, el LC-UE puede transmitir en 1 RB en una subtrama.

Las transmisiones de canales físicos con repeticiones consumen recursos adicionales y dan como resultado una menor eficiencia espectral y un mayor consumo de energía del LC-UE. Por lo tanto, es beneficioso habilitar mecanismos que proporcionen una fiabilidad de recepción mejorada. Para numerosos tipos de LC-UE que son en gran parte estáticos, los informes de CSI fiables pueden estar disponibles en el nodo B con una tasa de actualización considerablemente menor. La disponibilidad de CSI fiable en el Nodo B de un LC-UE particular facilita una transmisión de DL más enfocada (tanto para PDSCH como para M-PDCCH) al LC-UE. Por ejemplo, el Nodo B puede elegir una de una pluralidad de subbandas configuradas para el LC-UE si está disponible una CSI de subbanda fiable. No solo da como resultado un mejor rendimiento, sino que también simplifica la asignación de recursos, ya que los LC-UE típicamente coexisten con los UE típicos dentro de una célula.

Además de MTC, un sistema LTE de banda estrecha también es relevante cuando solo se utiliza un PRB para la transmisión. En dicho sistema de banda estrecha, se requiere un intervalo de tiempo de transmisión alargado (TTI) que abarque unas pocas subtramas de 1 ms si la separación entre subportadoras se mantiene igual (15 kHz). Un desafío particular es diseñar señales de sincronización que permitan una sincronización razonablemente rápida (incluida la búsqueda de células vecinas) incluso con la limitación de 1-PRB.

Por lo tanto, existe la necesidad de diseñar señales de sincronización para escenarios de LTE de banda estrecha (1-PRB) que mantengan cierto nivel de compatibilidad con las señales de sincronización de LTE heredadas, así como un procedimiento de sincronización de LTE típico.

La presente divulgación se refiere a la habilitación de la sincronización de LTE y la búsqueda de células para sistemas LTE de banda estrecha en los que un eNB de servicio transmite señales a un UE dentro de 1 PRB. Para la sincronización inicial, el UE intenta detectar la presencia de este eNB logrando una sincronización de tiempo y frecuencia aproximada junto con la detección de la identificación de célula (ID de célula) asociada con el eNB. Para la búsqueda de células vecinas, el UE intenta identificar al menos un eNB candidato al que el UE puede establecer una conexión RRC. En redes síncronas, esto se relaciona principalmente con la detección de uno o más ID de célula asociados con un conjunto de eNB candidatos.

A continuación, por razones de brevedad, FDD se considera como el procedimiento dúplex tanto para señalización DL y UL, pero las realizaciones de la presente divulgación también son directamente aplicables a TDD. Adicionalmente, aunque las siguientes realizaciones se describen con referencia a los UE (denominados UE de bajo coste o ULC-UE) que solo pueden recibir transmisiones de banda estrecha, las siguientes realizaciones también pueden aplicarse a UE convencionales que están asignados a transmisiones de velocidad reducida.

Las siguientes realizaciones se refieren al procedimiento de sincronización DL para ULC-UE.

El esquema 600 de transmisión de señal de ejemplo de la figura 6A describe la transmisión de señal para un sistema LTE de banda estrecha en términos de ubicaciones de dominio de tiempo (610) y dominio de frecuencia (615). En LTE, las señales pertinentes para la sincronización DL son la señal de sincronización primaria (PSS), la señal de sincronización secundaria (SSS) y el canal de difusión primario (P-BCH). Para evitar un impacto negativo en los UE heredados, estas señales, junto con otras señales relacionadas con la banda estrecha LTE, se transmiten fuera de los 6 PRB (616). Por lo tanto, un PRB (por ejemplo, ubicaciones 615 de dominio de frecuencia, que consiste en 12 subportadoras que asumen la misma separación entre subportadoras de 15 kHz) fuera de los 6 PRB centrales se asigna para transmitir señales LTE de banda estrecha pertinentes a la sincronización DL (en contraste con un PRB indicado como 617 que no lleva señales de sincronización). La ubicación de esta asignación 1-PRB está predeterminada (fijada) y especificada. Por ejemplo, el índice del PRB designado dentro del ancho de banda del sistema DL, medido con relación a los 6 PRB centrales, está predeterminado y especificado.

Debido a que solo 1 PRB está disponible para LTE de banda estrecha, se necesitan intervalos de tiempo de transmisión (TTI) y radiograma más largos. Esto puede lograrse aumentando la longitud de TTI y la longitud de trama de radio por un factor de M mientras se mantiene la longitud de un símbolo OFDM. Esto da como resultado

una subtrama M TTI (625) y una trama de radio $10 M$ ms (620). Un valor ejemplar de M es 6 que permite que un sistema LTE de banda estrecha tenga una capacidad o cobertura similar a MTC (que utiliza los PRB centrales 6).

El 1-PRB 615 designado también transporta otras señales y canales tales como PDSCH, PDCCH y señales de referencia. Sin embargo, esto no impide que un eNB en servicio utilice otras asignaciones 1-PRB para LTE de banda estrecha que no contengan PSS, SSS y P-BCH. Esto permite que el eNB sirva a un gran número de ULC-UE donde dichos ULC-UE están agrupados y a cada grupo se le asigna una asignación de 1-PRB. Por ejemplo, el eNB puede señalar una indicación de asignación de 1-PRB en un canal dedicado a cada UE después de que se complete el procedimiento de sincronización de DL inicial. Por ejemplo, esta señal puede ser un índice del 1-PRB asignado dentro del ancho de banda del sistema DL, medido en relación con los 6 PRB centrales o el 1-PRB 615 designado. Este índice está codificado como parte de la configuración RRC (parámetro ASN.1) para operaciones LTE de banda estrecha.

Se ilustra una realización ilustrativa de este procedimiento 630 en la figura 6B. Después de que el UE completa con éxito el procedimiento 631 de sincronización de DL inicial (junto con la sincronización 632 de UL) y puede demodular la señalización de control de DL como PDCCH (633) en el 1-PRB 615 designado, decodifica una señal 634 del eNB que contiene otra asignación 1-PRB al UE. Esta señalización se puede realizar de forma semiestática a través de una capa más alta (RRC) dentro del 1-PRB 615 designado. Después de que el UE detecta con éxito esta asignación 1-PRB, el UE supone que la recepción PDSCH del UE en el 1-PRB asignado que puede ser igual o diferente (por ejemplo, 617) desde 615. Por lo tanto, el UE recibe señales y canales en este 1-PRB (635) asignado hasta el siguiente mensaje de reconfiguración de capa superior (RRC) que configura el UE con una asignación de 1-PRB diferente.

Por lo tanto, el 1-PRB 615 designado sirve como el PRB inicial en el que un ULC-UE realiza la sincronización inicial DL. De la misma manera, este 1-PRB designado se puede usar como un PRB predeterminado para LTE de banda estrecha en el que el ULC-UE realiza la búsqueda de célula vecina. Por ejemplo, en un evento que hace que el UE realice una búsqueda de célula vecina, el ULC-UE puede cambiar de los 1-PRB asignados del UE al 1-PRB 615 designado.

La figura 6C ilustra un procedimiento 640 de UE ejemplar para sincronización DL. El procedimiento 640 incorpora una sincronización de DL inicial en la que un UE está buscando una asignación de frecuencia dentro de una lista de frecuencia asociada con una frecuencia de portadora particular. Para sistemas UMTS y LTE, la lista es una cuadrícula de valores discretos de frecuencias equidistantes (200 kHz). Para cada uno de los valores de frecuencia, el UE detecta PSS y SSS junto con P-BCH (660). Cuando se detecta dicha presencia, se alcanza la sincronización o identificación de la célula. A continuación, el UE continúa con otros procedimientos tales como la sincronización UL (utilizando P-RACH) y detectando la presencia de señalización de control DL.

Además de proporcionar información de grupo de ID de célula, la detección de PSS 661 facilita la temporización y la sincronización de frecuencia (iniciales) aproximadas. Por ejemplo, el UE puede realizar un filtrado coincidente (correlación cruzada) entre una señal recibida y una copia del PSS para cada combinación viable de grupo de ID de célula y valor de compensación de frecuencia. Luego, se detecta al menos una combinación de estimación de tiempo aproximada, estimación de desplazamiento de frecuencia aproximada y estimación de grupo de ID de célula. Una vez que se completa esta primera etapa, se realiza una compensación de desplazamiento de frecuencia y tiempo aproximado, seguida de una segunda etapa 662 donde el UE detecta una ID de célula completa desde una ubicación hipotética del SSS dentro de la señal recibida (deducida de la estimación de temporización aproximada). Además de detectar una ID de célula completa, el SSS también puede transportar otros parámetros específicos de la célula, como la información de temporización de tramas siempre que sea aplicable. La longitud del prefijo cíclico (CP) también se puede detectar a ciegas desde SSS. Se obtiene un conjunto de candidatos de ID de célula y se reduce adicionalmente en la detección 663 de P-BCH.

Las siguientes realizaciones se refieren a ubicaciones de tiempo para PSS y SSS.

PSS, SSS y P-BCH pueden colocarse en diferentes ubicaciones dentro de cada trama de radio M . Cuatro realizaciones se describen en la TABLA 7 para PSS y SSS.

TABLA 7 Cuatro realizaciones - ubicación en el dominio de tiempo de PSS y SSS

Realización	Número de PSS/SSS por trama de radio M	Posición relativa de PSS a SSS	Característica(s) potencial(es) para sincronización ULC-UE
1A	1	Adyacente	Permitir la detección coherente de SSS; no hay necesidad de sincronización de tramas en SSS
1B	1	No adyacente	Detección no coherente para SSS; no hay necesidad de sincronización de trama en SSS; no hay necesidad de detección de longitud de CP ciega
2A	2	Adyacente	Permitir la detección coherente de SSS;
2B	2	No adyacente	Detección no coherente para SSS; no hay necesidad de detección de longitud de CP ciega

En primer lugar, se puede transmitir un máximo de dos pares de PSS-SSS para minimizar la sobrecarga de DL. Cuando solo se transmite 1 par de PSS-SSS por trama de radio M , este par se puede transmitir en TTI 0. Cuando se transmiten dos pares de PSS-SSS por trama de radio M , se pueden transmitir dos pares de PSS-SSS en TTI-0 y TTI-5. En este segundo ejemplo, se necesita un indicador de temporización de trama (donde una primera hipótesis indica una primera mitad de una trama de radio M y una segunda hipótesis una segunda mitad de una trama de radio M) como en Rel.12 LTE. Aunque el segundo ejemplo da como resultado más sobrecarga, al menos facilita una adquisición de frecuencia y temporización más rápida, ya que el PSS se transmite el doble de veces que en el primer ejemplo. En el mejor de los casos, permite una sincronización de DL más rápida, ya que la identificación de la célula se puede detectar dos veces más rápido. Se produce a expensas de la complejidad del UE debido a la duplicación de la cantidad de hipótesis relacionadas con SSS. Sin embargo, este aumento en la complejidad puede justificarse, ya que la unidad de radiofrecuencia se incrementa en un factor de M (solo la transmisión de un par de PSS-SSS por $10M$ ms es tal vez insuficiente).

En segundo lugar, PSS y SSS pueden colocarse adyacentes entre sí o no.

Cuando PSS y SSS son adyacentes dentro de una subtrama o subtrama M o intervalo M (que es la mitad de una subtrama M), PSS puede ser utilizado por un UE para estimar coeficientes de canal DL, permitiendo de ese modo la detección coherente de SSS. El beneficio de este enfoque, sin embargo, es cuestionable, ya que el desplazamiento de frecuencia residual es lo suficientemente grande como para causar un deterioro significativo en la estimación del canal, incluso cuando PSS se coloca al lado de SSS. Además, el aumento en la complejidad del UE debido a la estimación del canal y a la detección coherente puede ser significativo para ULC-UE. Si solo se usa un símbolo OFDM para PSS y SSS, la colocación del SSS adyacente al PSS requiere que el UE conozca la longitud del CP antes de que pueda decodificar el SSS. En Rel.12 LTE, esto se logra típicamente al detectar ciegamente la longitud del CP durante la detección/demodulación del SSS (es decir, el número total de hipótesis aumenta en un factor de dos).

En otro ejemplo, si PSS y SSS pueden separarse en el dominio del tiempo (por ejemplo, la detección coherente de SSS no es una preocupación), PSS y SSS pueden colocarse en dos subtramas diferentes o subtramas M o intervalos M . Por ejemplo, tanto PSS como SSS pueden colocarse al final de las subtramas o de las subtramas M o intervalos M . Si solo se utiliza un símbolo OFDM para PSS y SSS, este requisito evita la necesidad de que el UE detecte ciegamente la longitud de CP durante el procedimiento de detección de SSS. Por ejemplo, la longitud de CP se detecta durante o después de la detección P-BCH. Esto puede hacerse a través de detección a ciegas o incluyendo la información de longitud de CP en el bloque de información maestra (MIB).

Si se usan múltiples símbolos OFDM para PSS y/o SSS, se necesita la detección de CP ciego (realizada como parte de la detección de SSS) independientemente de si el PSS se coloca al lado del SSS o no.

Las siguientes realizaciones se refieren a secuencias de PSS y SSS.

El PSS se usa para facilitar la temporización aproximada y la sincronización de frecuencia. PSS también puede llevar información de grupo de ID de célula. Aunque la resolución de temporización está limitada por el ancho de banda de la señal (por ejemplo, $1 \text{ PRB} = 180 \text{ kHz}$), la longitud de una secuencia PSS es importante para garantizar bajos lóbulos laterales en el perfil de autocorrelación de la secuencia PSS. Para lograr un perfil de autocorrelación similar, cada secuencia de PSS se define en términos de concatenación de símbolos de N_{PSS} OFDM. Por ejemplo, se puede obtener un diseño natural cuando la secuencia se diseña en el *dominio de tiempo*, donde cada secuencia abarca más símbolos N_{PSS} OFDM. Si se elige M para que sea 6, se puede elegir N_{PSS} para que sea representativo de un intervalo LTE (= 0,5 ms). Esto es equivalente a 7 símbolos OFDM para CP normal o 6 símbolos OFDM para CP extendido.

SSS se usa para transmitir al menos información de ID de célula. Si la información del grupo de ID de célula es señalada por PSS (por Rel.12 LTE), solo se necesita la parte restante de la información de ID de célula en SSS. La TABLA 2 describe cuatro posibilidades asumiendo el mismo número de hipótesis totales de ID de célula que Rel.12 LTE (= $168 \times 3 = 504$). Como se muestra en la TABLA 8, el número total de hipótesis de SSS depende del número de pares de PSS-SSS por hipótesis de trama de radio M y si PSS lleva información de grupo de ID de célula.

TABLA 8 Cuatro posibilidades del número de hipótesis en SSS

Posibilidad	¿PSS lleva un grupo de ID de célula (3 hipótesis)?	N.º PSS-SSS por trama de radio M	Número de hipótesis SSS K_{SSS}
1	Sí	1	168
2	Sí	2	2 (hipótesis de tiempo de trama) x 168 = 336
3	No	1	504
4	No	2	2 (hipótesis de tiempo de trama) x 504 = 1008

Una vez que un UE adquiere una temporización aproximada, es capaz de descodificar información que está codificada en el dominio de frecuencia. Como solo hay 12 subportadoras por símbolo OFDM, se requieren múltiples

símbolos OFDM para codificar el número de hipótesis que se muestran en la TABLA 8. Por lo tanto, SSS está codificado sobre símbolos N_{SSS} OFDM. En esta realización de la presente divulgación, el número total de hipótesis SSS K_{SSS} se divide entre símbolos N_{SSS} OFDM donde cada grupo de hipótesis $\lceil K_{SSS}^{1/N_{SSS}} \rceil$ se codifica en el dominio de la frecuencia dentro de cada uno de los símbolos N_{SSS} OFDM.

5 La figura 7A ilustra un ejemplo de PSS y SSS dentro de una subtrama M TTI y una trama de radio M . En la estructura de subtrama 700, SSS se coloca antes de PSS en la primera subtrama de TTI-0 (el primer TTI). Para fines ilustrativos, M se elige para ser 6. Dentro de la primera subtrama 710, PSS ocupa todo el segundo intervalo 711 (0,5 ms), mientras que SSS ocupa $N_{SSS} = 6$ símbolos OFDM en el primer intervalo 712. En esta realización ilustrativa, solo se transmite un par de PSS-SSS en una trama de radio M y se multiplexa en el tiempo con otras subtramas (etapa 720). Esto representa la realización 1A en la TABLA 7. Por ejemplo, SSS lleva 168 o 504 hipótesis, dependiendo de si PSS lleva información de grupo de ID de célula.

15 La figura 7B describe un ejemplo del procedimiento 730 de generación de PSS y SSS de acuerdo con diversas realizaciones. Si se usa PSS para codificar un parámetro específico de célula, tal como un grupo de ID de célula en Rel.12 LTE, un valor correspondiente o hipótesis 735 se codifica en una secuencia 745 de sincronización primaria en el dominio de tiempo de longitud L_{PSS} . Un ejemplo de este procedimiento de codificación (740) para Rel.12 LTE se da en la sección 6.11.1.1 de REF1, donde tres valores de NID_2 están asociados con tres secuencias de Zadoff-Chu diferentes en el dominio de frecuencia. Esto permite que diferentes células (tal como las células vecinas) tengan asignado un ID de capa física diferente NID_2 (ya que $NID_{célula} = 3 \cdot NID_1 + NID_2$). En otro ejemplo, PSS puede asociarse con una única secuencia de dominio de tiempo y no contiene ningún parámetro específico de célula. En este ejemplo, 735 y 740 no se aplican.

20 La secuencia 745 de sincronización primaria se mapea luego a un intervalo LTE 731. El procedimiento 750 de mapeo puede incluir procesar la secuencia 745 de dominio de tiempo con un filtro de dominio de tiempo. Es decir, la secuencia 745 no se mapea a subportadoras de frecuencia seguidas por una operación DFT (típica para la transmisión OFDM/OFDMA). En su lugar, se correlaciona una secuencia de dominio de tiempo con todas las muestras de dominio de tiempo disponibles en el intervalo 731.

25 Como un ejemplo, la familia de secuencias Zadoff-Chu (ZC) de longitud-83 (se prefiere el número primo) definida en el dominio de tiempo puede utilizarse para la secuencia de sincronización primaria. La familia ZC se caracteriza con buenas propiedades de autocorrelación y correlación cruzada:

$$d_u(n) = e^{-j\pi u \frac{n(n+1)}{83}}, \quad n = 0, 1, \dots, 82 \quad (\text{Ecuación 16})$$

30 Si, análogamente a Rel.12 LTE, se necesitan tres secuencias para representar $NID_2 = 0, 1$ y 2 , se pueden usar tres índices de secuencia de raíz (tres valores de $u \in \{u_0, u_1, u_2\}$). Para reducir la complejidad de ULC-UE, se pueden elegir dos índices de raíz, de modo que $u_1 + u_2 = 83$. Si solo se necesita una secuencia, se puede elegir un valor de índice de raíz para que se use una secuencia de sincronización primaria común para todas las células. Esta secuencia de longitud 83 se filtra luego con un filtro de dominio de tiempo que coincide con la cantidad de muestras disponibles dentro de un intervalo de 0,5 ms y conforma a la respuesta de frecuencia de PSS.

35 Para SSS, un valor o hipótesis 755 correspondiente se codifica en una secuencia de sincronización secundaria en el dominio del tiempo 765 de longitud- L_{SSS} . Un ejemplo de este procedimiento de codificación (etapa 760) para Rel.12 LTE se proporciona en la sección 6.11.1.2 de REF1, donde 168 valores de NID_1, junto con 2 hipótesis de temporización de tramas, están asociados con 336 pares de secuencias M en el dominio de frecuencia. En la presente divulgación, una secuencia de sincronización secundaria de longitud L_{SSS} se divide en partes N_{SSS} (etapa 770), donde cada parte se mapea en un símbolo OFDM en el dominio de frecuencia (etapa 780). En esta realización ilustrativa, N_{SSS} se establece para ser 6.

40 A modo de ejemplo, con posibilidad 1 en la TABLA 8, 168 hipótesis SSS pueden señalizarse con $N_{SSS} = 4$ símbolos OFDM, donde cada símbolo OFDM (que consiste en 12 subportadoras de frecuencia) lleva 4 hipótesis. Esta configuración ofrece un total de 256 hipótesis disponibles a partir de las cuales se puede utilizar un subconjunto de $K_{SSS} = 168$ hipótesis. La partición del número de hipótesis de SSS se puede realizar antes o después de la codificación de secuencia.

45 El primer ejemplo (partición antes de la codificación) se ilustra en la figura 8. En el procedimiento 800, se divide un total de K_{SSS} hipótesis (donde $2^{L-1} \leq K_{SSS} \leq 2^L$) en N_{SSS} partes (etapa 810). En la figura 8, esta partición de hipótesis se ejemplifica al dividir una secuencia binaria de longitud L en secuencias de longitud $L/2-2$. Cada una de estas partes se codifica en una secuencia de longitud $12 \{d(12p)d(12p+1) \dots d(12p+11)\}$ ($p = 0, 1, \dots$). Aquí, el codificador 811 está asociado con una ganancia de codificación de $2/12 = 1/6$. Entonces, cada uno de estos segmentos se mapea en un dominio de frecuencia dentro de un símbolo OFDM designado (etapa 812).

50 Para este primer ejemplo, el procedimiento de decodificación en un UE tiende a ser de baja complejidad, ya que la longitud de cada palabra de código en 811 es pequeña. Esta ventaja de complejidad se produce a expensas de la ganancia de codificación (tal como la propiedad de distancia mínima). Para el codificador 811, cualquier codificación

simple de bloque de baja velocidad puede usarse para este propósito, incluyendo la codificación de repetición o una codificación de bloque combinada con la codificación de repetición. En otro ejemplo, pueden usarse secuencias de baja correlación cruzada, tales como cuatro secuencias Zadoff-Chu de longitud 11 o cuatro secuencias Walsh-Hadamard de longitud 8 cuando el número total de hipótesis SSS es 168. Otro ejemplo más que utiliza las 12 subportadoras por símbolo OFDM es una concatenación de entre cuatro (de ocho) secuencias Walsh-Hadamard de longitud 8 y cuatro secuencias Walsh-Hadamard de longitud 4. Esta construcción forma un conjunto de cuatro secuencias ortogonales de longitud 12. Un ejemplo se da en la TABLA 9 a continuación.

TABLA 9 Codificador de segmento SSS basado en secuencias de Walsh-Hadamard

Hipótesis	Secuencia de longitud-12
0	+1 +1 +1 +1 -1 -1 -1 -1 +1 +1 +1 +1
1	+1 -1 +1 -1 -1 +1 -1 +1 +1 -1 +1 -1
2	+1 +1 -1 -1 -1 -1 +1 +1 +1 +1 -1 -1
3	+1 -1 +1 -1 -1 +1 -1 +1 +1 -1 +1 -1

10 Para este primer ejemplo, se muestra un algoritmo receptor de UE a modo de ejemplo mediante el procedimiento 820 - descrito para cada hipótesis de longitud de CP. Después de adquirir una temporización aproximada y sincronización de frecuencia, un UE localiza una copia de SSS y aplica la demodulación OFDM en cada uno de los símbolos OFDM de N_{SSS} (eliminación de CP y DFT). Para cada uno de estos símbolos OFDM, se aplica un decodificador al segmento de 12 símbolos. Las salidas asociadas con N_{SSS} segmentos se ensamblan para producir una estimación de la hipótesis SSS. Este procedimiento se repite para ambas hipótesis de longitud CP.

15 El segundo ejemplo (partición después de la codificación) se ilustra en la figura 8B. En el procedimiento 830, se señala un total de K_{SSS} hipótesis (donde $2^{L-1} \leq K_{SSS} \leq 2^L$) en una secuencia binaria de longitud L . Esta secuencia se codifica adicionalmente en una secuencia $\{d(0) d(1) \dots d(L_{SSS} - 1)\}$ (etapa 831) que está dividida en partes N_{SSS} (etapa 832). Entonces, cada uno de estos segmentos se mapea en un dominio de frecuencia dentro de un símbolo OFDM designado (etapa 833).

20 Para este segundo ejemplo, el procedimiento de decodificación en un UE tiende a ser de mayor complejidad, ya que la longitud de cada palabra de código en la etapa 832 es mayor. Pero se espera una mejor ganancia de codificación (como la propiedad de distancia mínima). Cuando el número total de hipótesis de SSS es 168, se puede usar un código convolucional de 1/3 de tasa corta de longitud de bloque para este propósito, quizás en combinación con 2 veces la repetición.

25 Para este segundo ejemplo, se describe un ejemplo de algoritmo de receptor de UE en la realización 850 - descrita para cada hipótesis de longitud de CP. Después de adquirir una temporización y sincronización de frecuencia aproximadas, un UE localiza una copia de SSS y aplica la demodulación OFDM en cada uno de los símbolos OFDM de N_{SSS} (eliminación de CP y DFT). Las salidas asociadas con los símbolos N_{SSS} OFDM se ensamblan a continuación. Luego se aplica un decodificador al segmento concatenado de símbolos L_{SSS} para producir una estimación de la hipótesis SSS. Este procedimiento se repite para ambas hipótesis de longitud CP.

30 Puesto que la longitud del CP es desconocida antes de la decodificación SSS, la detección de longitud CP ciega se realiza mediante pruebas de ambas hipótesis de longitud del CP como un UE que intenta decodificar una hipótesis SSS. Como la longitud total de SSS (= N_{SSS} veces la longitud de un símbolo OFDM con CP incluido) depende de la longitud de CP, una hipótesis de longitud de CP incorrecta dará como resultado una detección de hipótesis de SSS deficiente. Por lo tanto, se espera que el UE pueda decodificar la hipótesis SSS con una hipótesis de longitud de CP correcta.

35 La figura 9 describe un algoritmo de UE a modo de ejemplo para lograr la sincronización de DL en base a un diseño de PSS-SSS que codifica 3 hipótesis de ID física en PSS y un grupo de ID de 168 células en SSS. Por ejemplo, el procedimiento 900 puede realizarse mediante el UE 116. En esta realización ilustrativa, solo se transmite un par de PSS-SSS en un periodo de trama de radio M. El procedimiento 900 incluye al menos un banco correlacionador PSS y un acumulador opcional en la etapa 910; un estimador en la etapa 920 de NID_2 (ID física), temporización aproximada y desplazamiento de frecuencia aproximado; compensador de desplazamiento de frecuencia y corrección de temporización (que permite ubicar SSS) en la etapa 930; un demodulador y descodificador SSS en la etapa 940; un estimador de la hipótesis de SSS y la longitud de CP en la etapa 950; y una calculadora del ID de célula 960. En la etapa 910, se puede usar un conjunto de valores discretos de desplazamiento de frecuencia que equivale a multiplicar el número total de hipótesis de PSS. En la etapa 940, la demodulación no coherente puede usarse para decodificar SSS. Para la demodulación coherente, PSS se puede utilizar para la estimación de canales. La salida del procedimiento 900 incluye una estimación del ID de célula, temporización aproximada (para habilitar la demodulación OFDM), desplazamiento de frecuencia aproximado y longitud del CP.

40 La figura 10 ilustra un procedimiento 100 de ejemplo en el que un UE recibe información de configuración de procedimiento CSI que incluye al menos un tipo de formación de haz con una pluralidad de configuraciones de recursos NZP CSI-RS de acuerdo con una realización de la presente divulgación. Por ejemplo, el UE 1000 puede realizar el procedimiento 1000.

El procedimiento comienza con el UE que recibe información de configuración de procedimiento de CSI que incluye al menos una 'conformación de haz/clase B de tipo eMIMO con $K > 1$ configuraciones de recursos NZP CSI-RS en la etapa 1001. Además, también se recibe la configuración de informes de CRI. La manera en que se calcula e informa sobre CRI depende de si cada recurso NZP CSI-RS está configurado con un puerto o no (etapa 1002). Si al menos un recurso NZP CSI-RS no está configurado con un puerto, se calcula un RI acondicionado al CRI informado en la etapa 1006. Para informes periódicos basados en PUCCH, el RI se calcula condicionado al último CRI periódico informado. El CRI se informa en un intervalo de tiempo que es un múltiplo entero de un intervalo de tiempo asociado con RI (etapa 1007). Además, un CRI, cuando se informa, se informa en una misma subtrama UL como un RI (etapa 1008). Por otro lado, si cada recurso NZP CSI-RS está configurado con un puerto, el CRI se informa en un intervalo de tiempo que es un múltiplo entero de un intervalo de tiempo asociado con CQI (etapa 1011). Además, un CRI, cuando se informa, se informa en una subtrama UL separada por $N_{OFFSET, CRI}$ subtramas UL de una subestructura de UL que contiene un informe de CQI (etapa 1012). El valor de $N_{OFFSET, CRI}$ puede configurarse mediante una señalización de capa superior como parte de la configuración de informes de CRI.

La figura 11 ilustra un procedimiento de ejemplo en el que un eNB configura un UE (etiquetado como UE-k) con un procedimiento CSI que incluye al menos un tipo de formación de haz con una pluralidad de configuraciones de recursos NZP CSI-RS de acuerdo con una realización de la presente divulgación. Por ejemplo, el eNB 102 puede realizar el procedimiento 1000.

El procedimiento 1100 comienza con la configuración del eNB de un UE (etiquetado como UE-k) con un solo procedimiento de CSI, que incluye al menos una 'conformación de haz/clase B de tipo eMIMO con $K > 1$ configuraciones de recursos NZP CSI-RS (en la etapa 1101). Además, el eNB configura el UE-k con los informes de CRI. El eNB transmite la información de configuración a UE-k a través de señalización de capa superior (RRC) (etapa 1102). A su vez, el eNB recibe un informe de CQI desde el UE-k (etapa 1103) y decodifica el contenido de acuerdo con la información de configuración para el UE-k. Los parámetros de informes de CSI recibidos por el eNB dependen de si cada recurso NZP CSI-RS está configurado con un puerto o no (etapa 1104). Si al menos un recurso NZP CSI-RS no está configurado con un puerto, se recibe un RI en la etapa 1106. Para informes periódicos basados en PUCCH, el RI se calcula condicionado al último CRI periódico informado. CRI es informado por el UE-k y recibido por el eNB en un intervalo de tiempo que es un múltiplo entero de un intervalo de tiempo asociado con RI (etapa 1107). Además, un CRI, cuando se informa, se recibe en una misma subtrama UL como un RI (etapa 1107). Por otro lado, si cada recurso NZP CSI-RS está configurado con un puerto, el CRI se informa mediante el UE-k y recibido por el eNB en un intervalo de tiempo que es un múltiplo entero de un intervalo de tiempo asociado con CQI (etapa 1111). Además, un CRI, cuando se informa, se recibe en una subtrama UL separada por N_{OFFSET} subtramas UL de una subtrama UL que contiene un informe de CQI (etapa 1111). El valor de $N_{OFFSET, CRI}$ puede configurarse mediante una señalización de capa superior como parte de la configuración de informes de CRI.

Aunque las figuras 10 y 11 ilustran ejemplos de procedimientos para recibir información de configuración y configurar un UE, respectivamente, se podrían hacer varios cambios en las figuras 10 y 11. Por ejemplo, aunque se muestra como una serie de etapas, varias etapas en cada figura podrían superponerse, producirse en paralelo, producirse en un orden diferente, producirse varias veces, o no realizarse en una o más realizaciones.

Aunque la presente divulgación se ha descrito con una realización ejemplar, los expertos en la técnica pueden sugerir varios cambios y modificaciones. Se pretende que la presente divulgación abarque dichos cambios y modificaciones que caigan dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un equipo de usuario, UE, que comprende:

un transceptor configurado para transmitir y recibir señales; y
 un procesador configurado para controlar el transceptor para recibir información de estado de canal, CSI,
 5 información de configuración de procedimiento que incluye al menos un tipo de formación de haz asociado con
 una pluralidad de potencia no nula, NZP, señal de referencia CSI, CSI-RS, configuraciones de recursos y un
 índice de recursos CSI-RS, CRI, información de configuración de informes, determinar un informe de CRI y un
 10 indicador de calidad de canal, CQI, informe basado en la información de configuración de procedimiento CSI y
 controlar el transceptor para transmitir el informe de CRI, basado en la información de configuración de informes
 CRI y el informe de CQI en un canal de enlace ascendente,
 en el que una periodicidad para el informe de CRI y un valor de desplazamiento para el informe de CRI se
 determinan en base a la información de configuración de informes de CRI, si un número de puertos de antena en
 cada recurso CSI-RS configurado es uno.

2. El UE de la reivindicación 1, en el que la información de configuración de informes de CRI comprende además
 15 información sobre el mapeo de la información de configuración de informes de CRI a la periodicidad para el informe
 de CRI y el valor de desplazamiento para el informe de CRI.

3. El UE de la reivindicación 1, en el que el informe de CRI se transmite en un primer intervalo de tiempo y el informe
 de CQI se transmite en un segundo intervalo de tiempo, siendo el primer intervalo de tiempo un múltiplo entero del
 segundo intervalo de tiempo, si el número de puertos de antena en cada recurso CSI-RS configurado es uno.

4. El UE de la reivindicación 1, en el que el informe de CRI se transmite en las subtramas que satisfacen
 20 $(10 \times n_f + \lfloor n_s / 2 \rfloor - N_{\text{OFFSET,CQI}} - N_{\text{OFFSET,CRI}}) \bmod (N_{\text{pd}} \cdot M_{\text{CRI}}) = 0$,

en la que n_f es un índice de trama, n_s es un índice de intervalo, $N_{\text{OFFSET,CQI}}$ es un desplazamiento de subtrama para
 informes de CQI, N_{pd} es una periodicidad para informes de CQI, en la que $N_{\text{pd}} \cdot M_{\text{CRI}}$ es una periodicidad para
 informes de CRI, y en el que M_{CRI} es un número entero.

5. Una estación base, BS, que comprende:

un transceptor configurado para transmitir y recibir señales; y
 un procesador conectado de manera operativa al transceptor, estando el procesador configurado para:

generar información de estado de canal, CSI, información de configuración de procedimiento que incluye al
 30 menos un tipo formado por haz asociado con una pluralidad de potencia no nula, NZP, señal de referencia
 CSI, CSI-RS, configuraciones de recursos; y

generar un índice de recursos CSI-RS, CRI, información de configuración de informes; y
 controlar que el transceptor transmita la información de configuración de procedimiento de CSI y la
 información de configuración de informes de CRI y reciba un informe de CRI y un informe de indicador de
 35 calidad de canal (CQI) en un canal de enlace ascendente;

en el que una periodicidad para el informe de CRI y un valor de desplazamiento para el informe de CRI se
 determinan en base a la información de configuración de informes de CRI, si un número de puertos de antena
 en cada recurso CSI-RS configurado es uno.

6. La BS de la reivindicación 5, en la que la información de configuración de informes de CRI comprende además
 40 información sobre el mapeo de la información de configuración de informes de CRI a la periodicidad para el informe
 de CRI y el valor de desplazamiento para informes de CRI.

7. La BS de la reivindicación 5, en la que el informe de CRI se recibe en un primer intervalo de tiempo y el informe
 de CQI se recibe en un segundo intervalo de tiempo, siendo el primer intervalo de tiempo un múltiplo entero del
 segundo intervalo de tiempo, si el número de puertos de antena en cada recurso CSI-RS configurado es uno.

8. La BS de la reivindicación 5, en la que el informe de CRI se transmite en las subtramas que satisfacen $(10 \times n_f +$
 45 $\lfloor n_s / 2 \rfloor - N_{\text{OFFSET,CQI}} - N_{\text{OFFSET,CRI}}) \bmod (N_{\text{pd}} \cdot M_{\text{CRI}}) = 0$, en la que n_f es un índice de trama, n_s es un índice de intervalo,
 $N_{\text{OFFSET,CQI}}$ es un desplazamiento de subtrama para informes de CQI, N_{pd} es una periodicidad para informes de CQI,
 en la que $N_{\text{pd}} \cdot M_{\text{CRI}}$ es una periodicidad para informes de CRI, y en el que M_{CRI} es un número entero.

9. Un procedimiento mediante un equipo de usuario, UE, comprendiendo el procedimiento:

recibir información de estado de canal, CSI, información de configuración de procedimiento que incluye al menos
 50 un tipo formado por haz asociado con una pluralidad de potencia no nula, NZP, señal de referencia CSI, CSI-RS,
 configuraciones de recursos;
 recibir un índice de recursos CSI-RS, CRI, configuración de informes;
 determinar un informe de CRI y un informe de indicador de calidad de canal, CQI, basado en la información de
 configuración del procedimiento de CSI; y

- transmitir el CRI, basado en la configuración de informes de CRI, y el informe de CQI en un canal de enlace ascendente,
 en el que una periodicidad para el informe de CRI y un valor de desplazamiento para el informe de CRI se determinan en base a la información de configuración de informes de CRI, si un número de puertos de antena en cada recurso CSI-RS configurado es uno.
- 5
10. El procedimiento de la reivindicación 9, en el que la información de configuración de informes de CRI comprende además información sobre el mapeo de la información de configuración de informes de CRI a la periodicidad para los informes de CRI y el valor de desplazamiento para el informe de CRI.
11. El procedimiento de la reivindicación 9, en el que el informe de CRI se transmite en un primer intervalo de tiempo y el informe de CQI se transmite en un segundo intervalo de tiempo, siendo el primer intervalo de tiempo un múltiplo entero del segundo intervalo de tiempo, si el número de puertos de antena en cada recurso CSI-RS configurado es uno.
- 10
12. El procedimiento de la reivindicación 9, en el que el informe de CRI se transmite en las subtramas que satisfacen $(10 \times n_f + \lfloor n_s / 2 \rfloor - N_{\text{OFFSET,CQI}} - N_{\text{OFFSET,CRI}}) \bmod (N_{\text{pd}} \cdot M_{\text{CRI}}) = 0$,
- 15
- en la que n_f es un índice de trama, n_s es un índice de intervalo, $N_{\text{OFFSET,CQI}}$ es un desplazamiento de subtrama para informes de CQI, N_{pd} es una periodicidad para informes de CQI, en la que $N_{\text{pd}} \cdot M_{\text{CRI}}$ es una periodicidad para informes de CRI, y en la que M_{CRI} es un número entero.
13. Un procedimiento mediante una estación base, BS, comprendiendo el procedimiento:
- 20
- generar información de estado de canal, CSI, información de configuración de procedimiento que incluye al menos un tipo formado por haz asociado con una pluralidad de potencia no nula, NZP, señal de referencia CSI, CSI-RS, configuraciones de recursos;
 generar un índice de recursos CSI-RS, CRI, información de configuración de informes; y
 transmitir la información de configuración de procedimiento CSI y la información de configuración de informes de CRI; y
- 25
- recibir un informe de CRI y un informe de indicador de calidad de canal, CQI, sobre un canal de enlace ascendente,
 en el que una periodicidad para el informe de CRI y un valor de desplazamiento para el informe de CRI se determinan en base a la información de configuración de informes de CRI, si un número de puertos de antena en cada recurso CSI-RS configurado es uno.
- 30
14. El procedimiento de la reivindicación 13, en el que la información de configuración de informes de CRI comprende además información sobre el mapeo de la información de configuración de informes de CRI a la periodicidad para los informes de CRI y el valor de desplazamiento para el informe de CRI.
15. El procedimiento de la reivindicación 13, en el que el informe de CRI se recibe en un primer intervalo de tiempo y el informe de CQI se recibe en un segundo intervalo de tiempo, siendo el primer intervalo de tiempo un múltiplo entero del segundo intervalo de tiempo, si el número de puertos de antena en cada recurso CSI-RS configurado es uno, y
- 35
- en el que el informe de CRI se transmite en las subtramas que satisfacen $(10 \times n_f + \lfloor n_s / 2 \rfloor - N_{\text{OFFSET,CQI}} - N_{\text{OFFSET,CRI}}) \bmod (N_{\text{pd}} \cdot M_{\text{CRI}}) = 0$, en la que n_f es un índice de trama, n_s es un índice de intervalo, $N_{\text{OFFSET,CQI}}$ es un desplazamiento de subtrama para informes de CQI, N_{pd} es una periodicidad para informes de CQI, en la que $N_{\text{pd}} \cdot M_{\text{CRI}}$ es una periodicidad para informes de CRI, y en la que M_{CRI} es un número entero.
- 40

FIG. 1

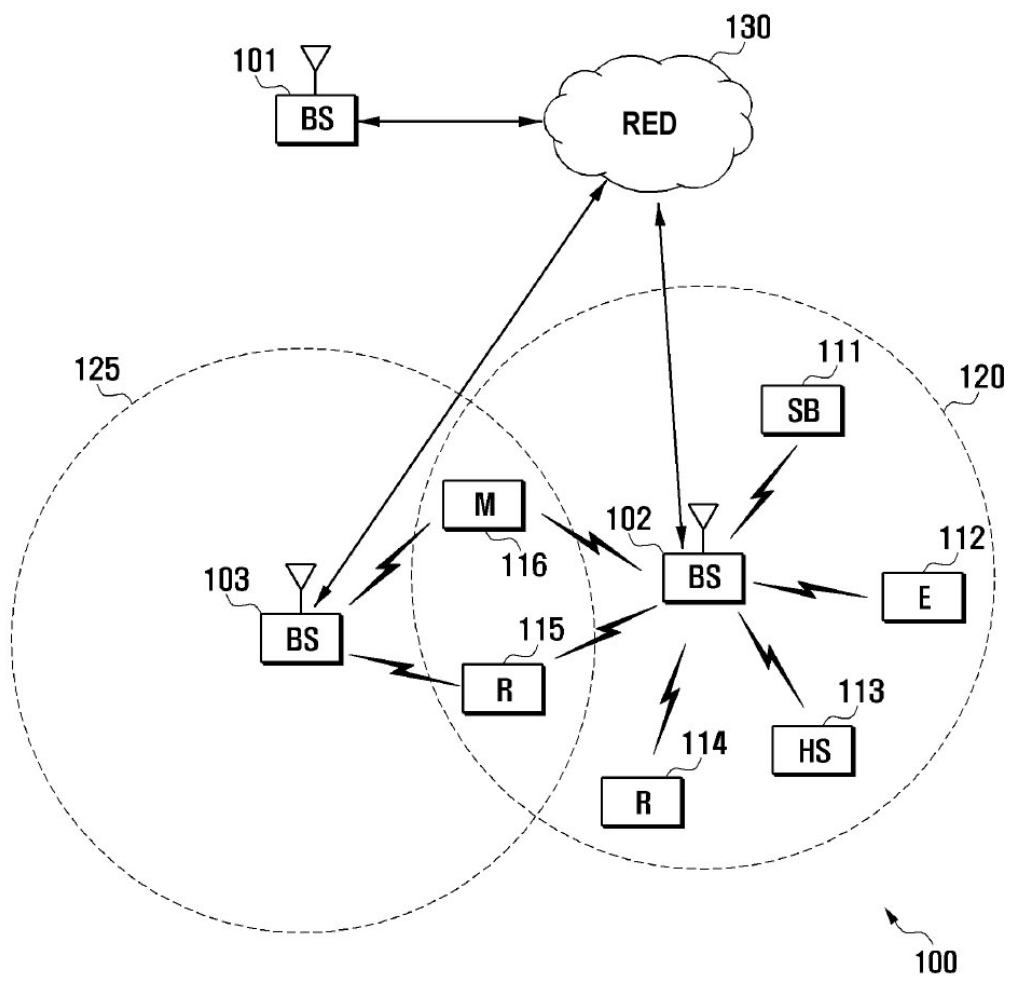


FIG. 2A

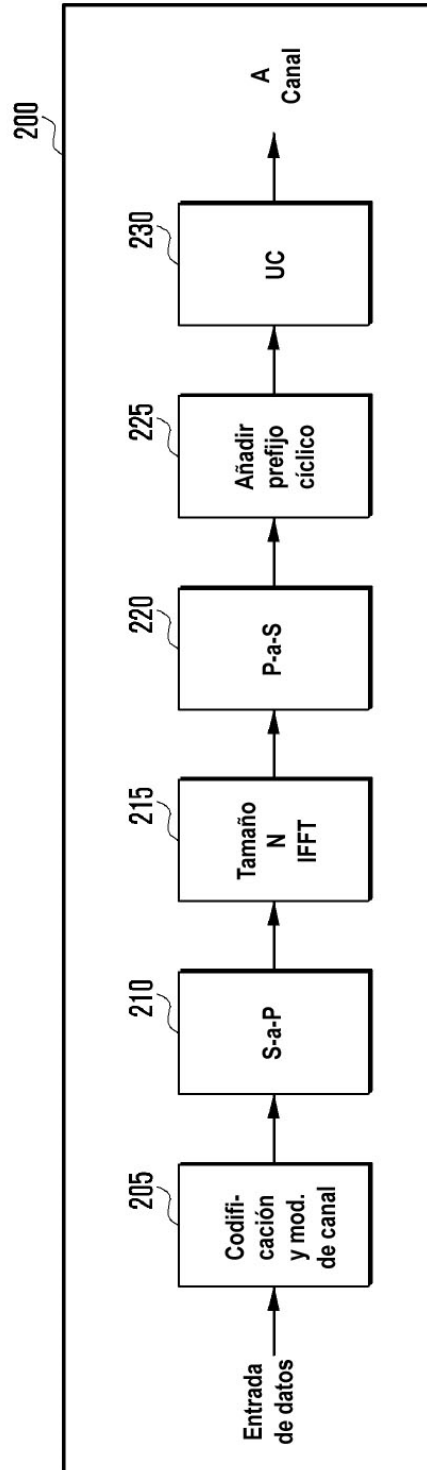


FIG. 2B

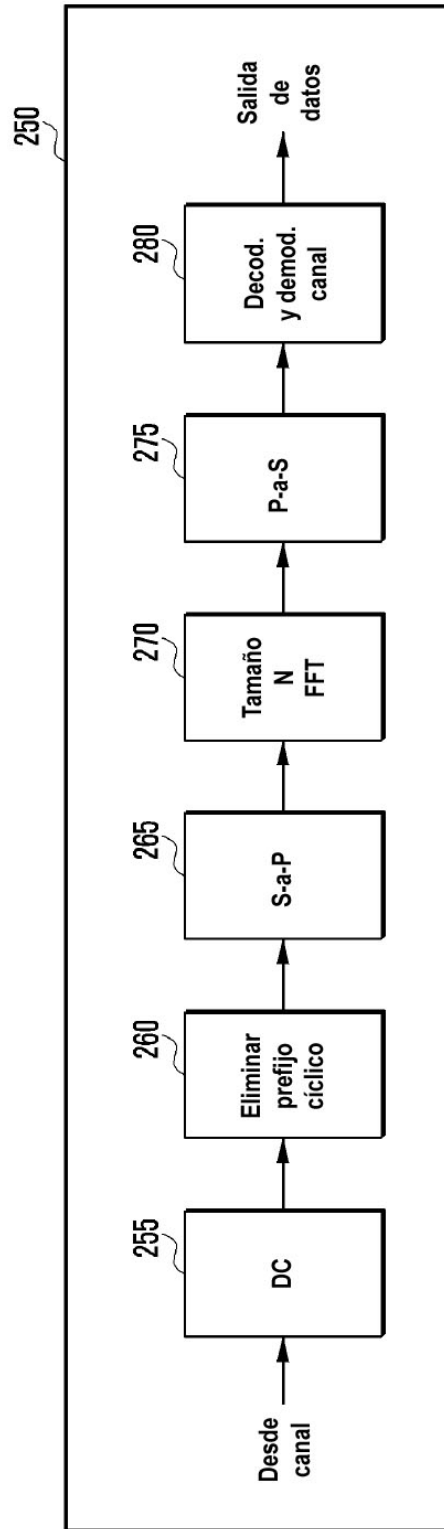


FIG. 3A

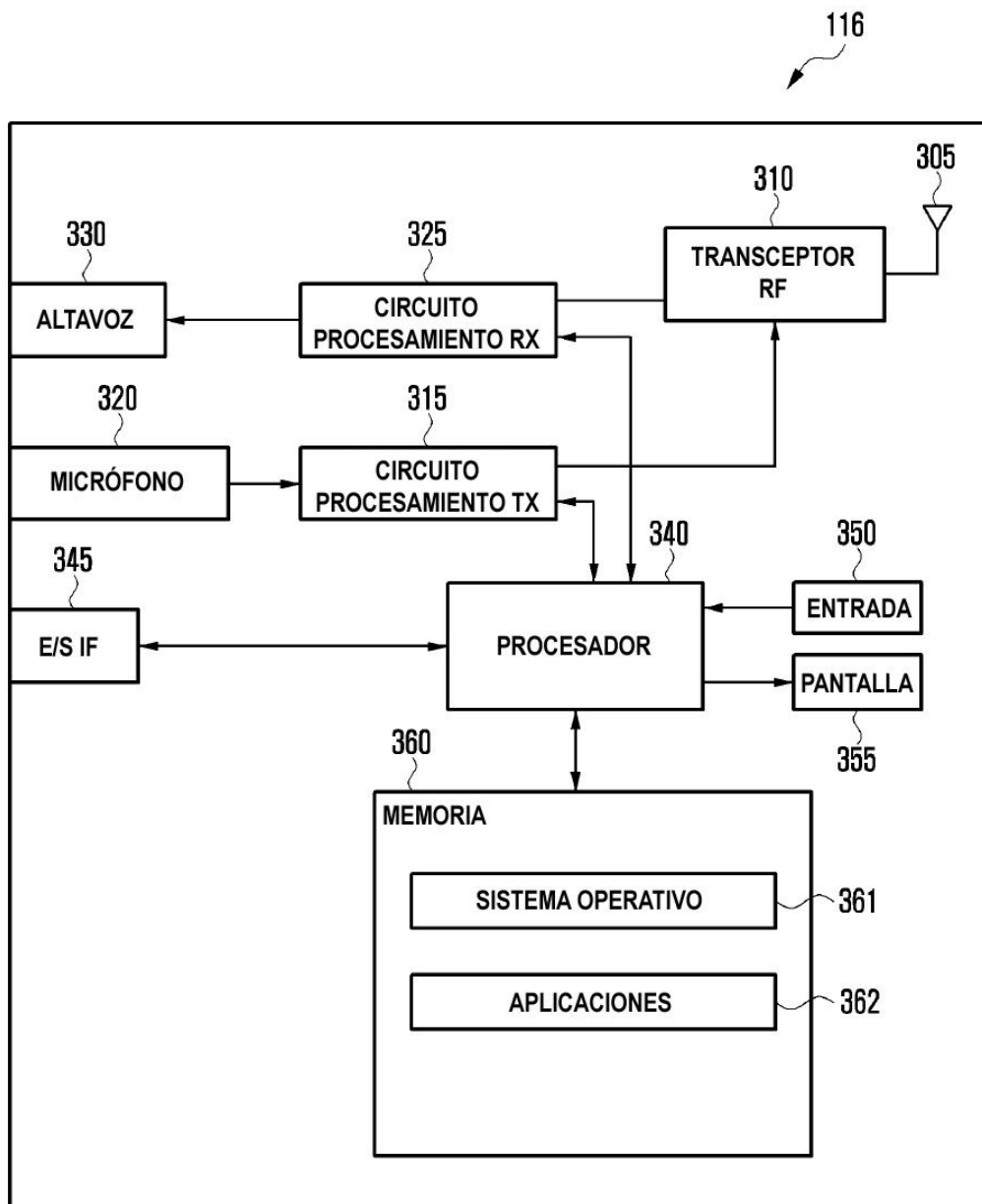


FIG. 3B

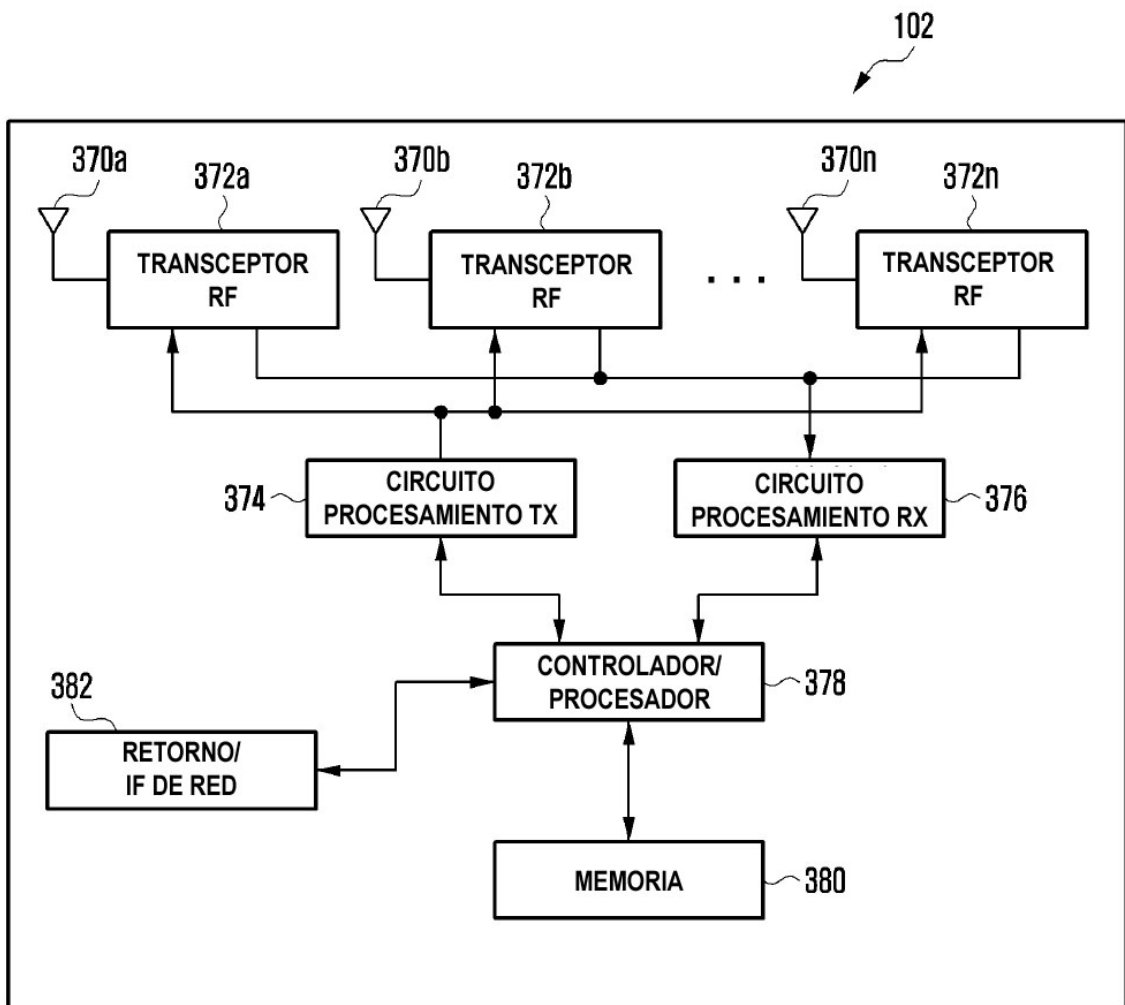


FIG. 4

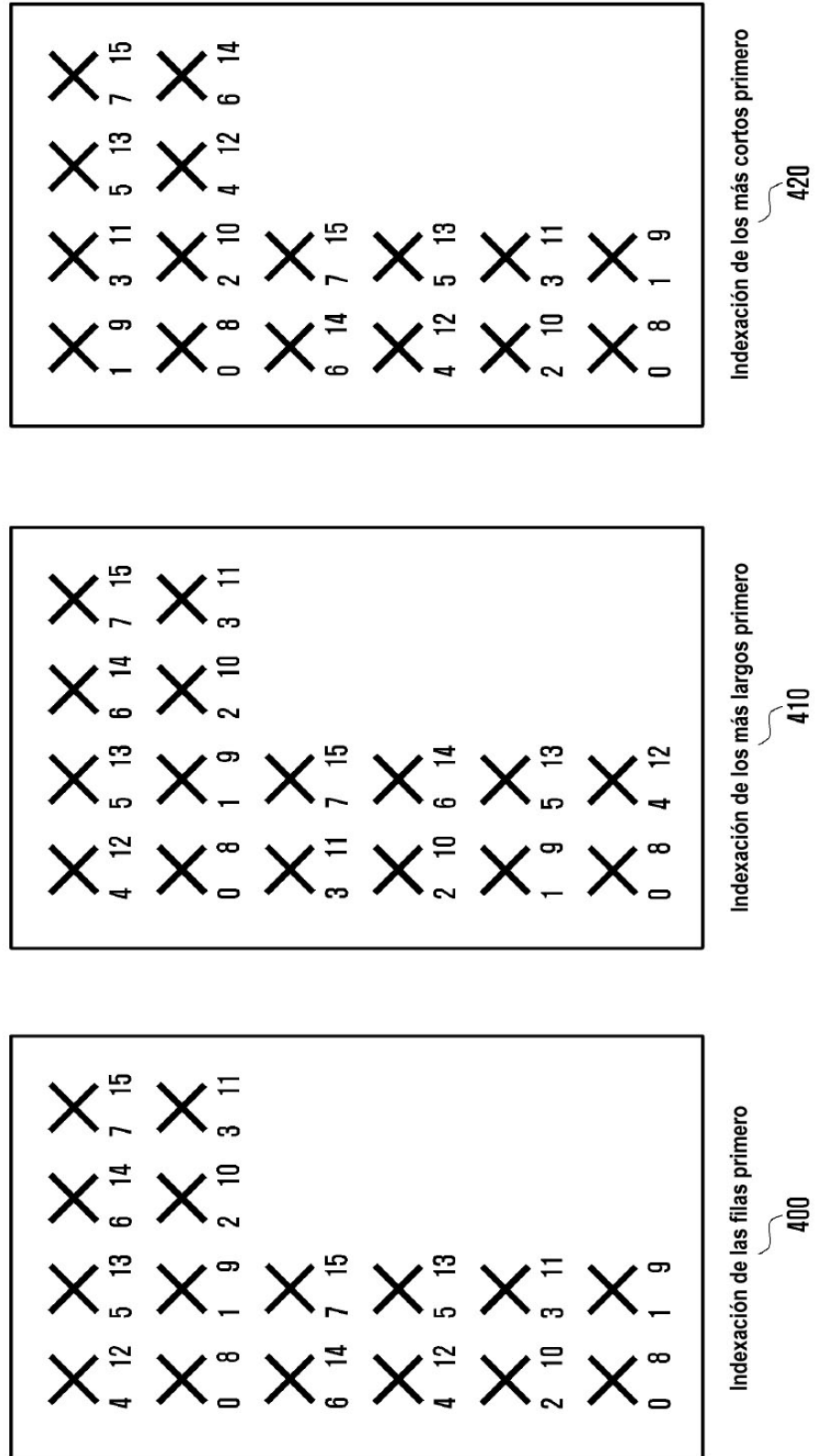


FIG. 5A

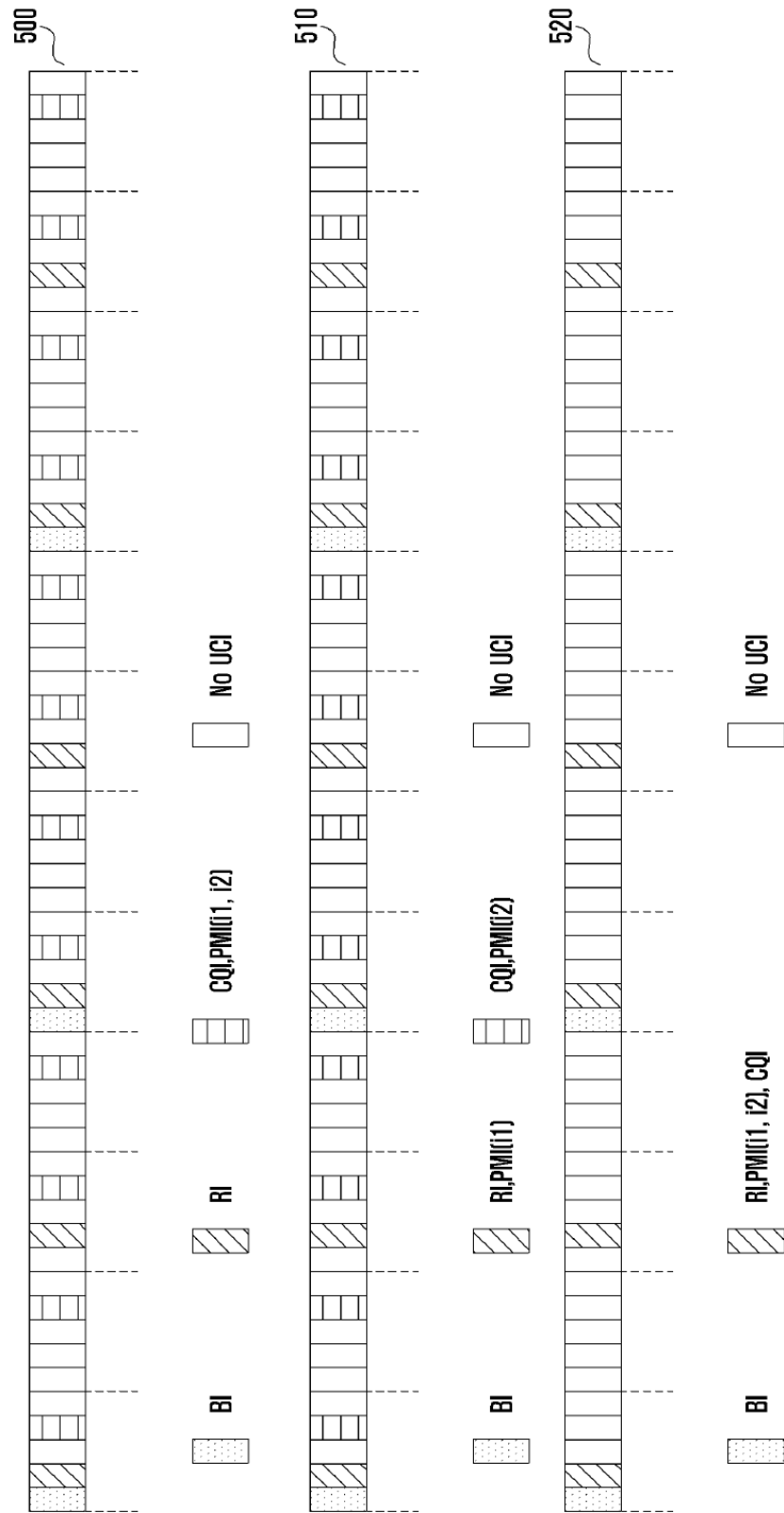


FIG. 5B

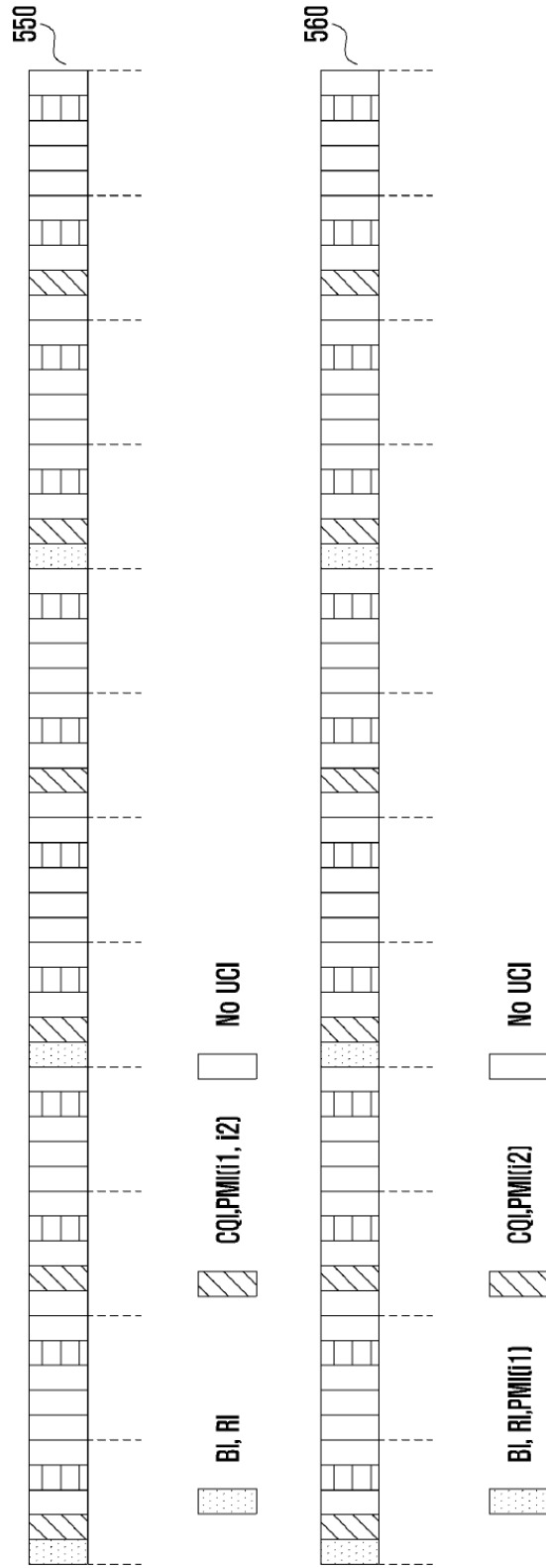


FIG. 6A

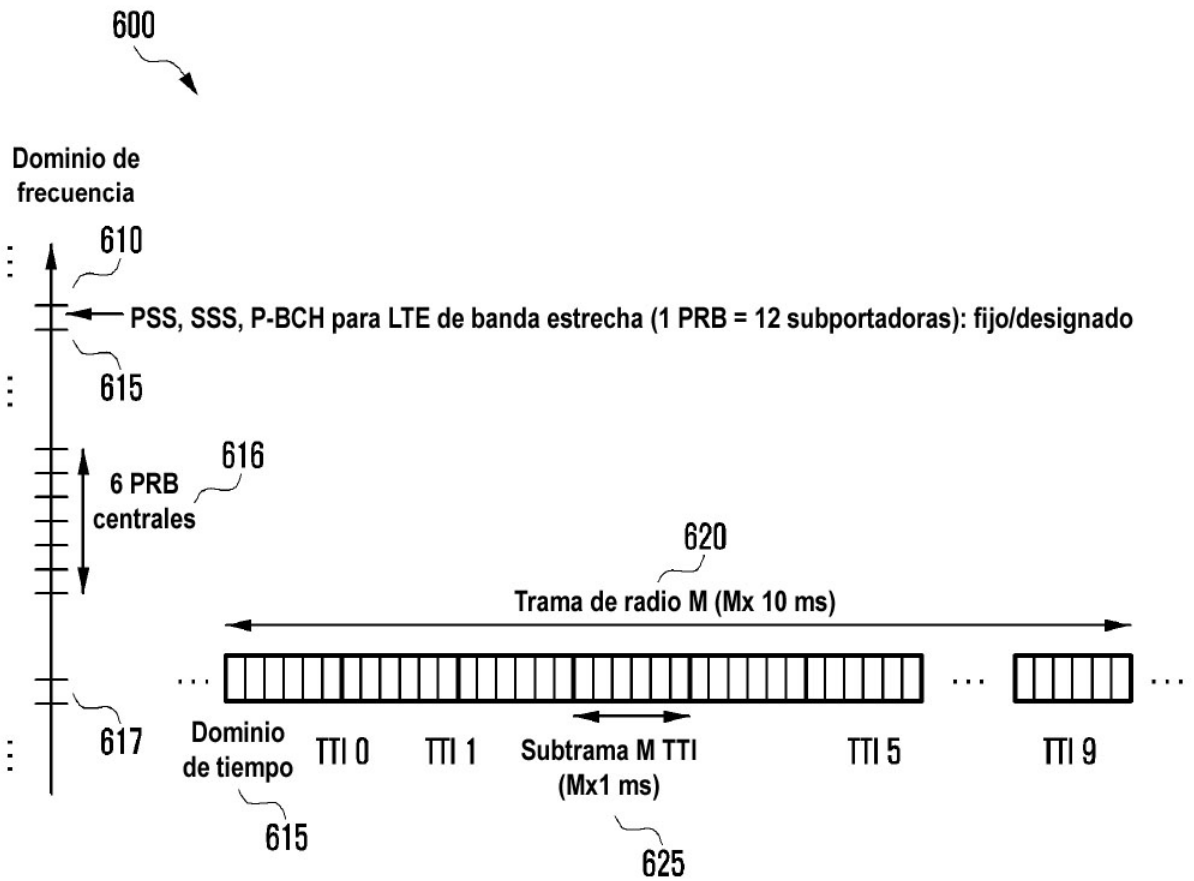


FIG. 6B

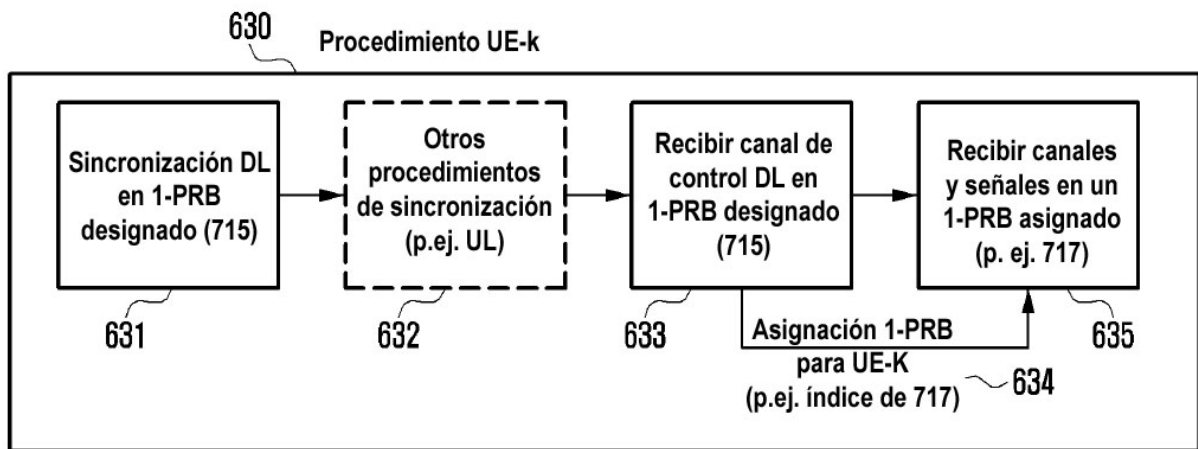


FIG. 6C

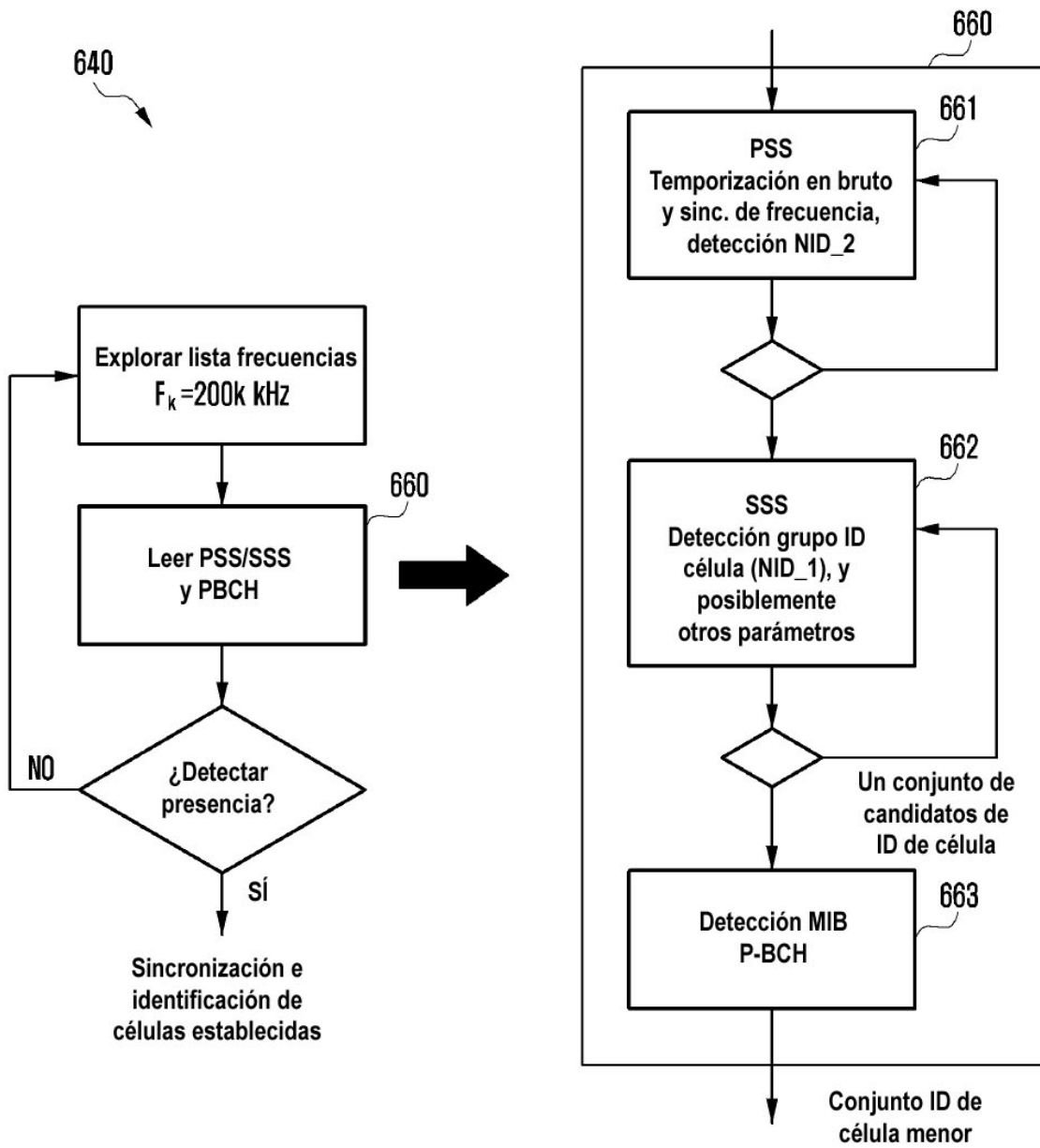


FIG. 7A

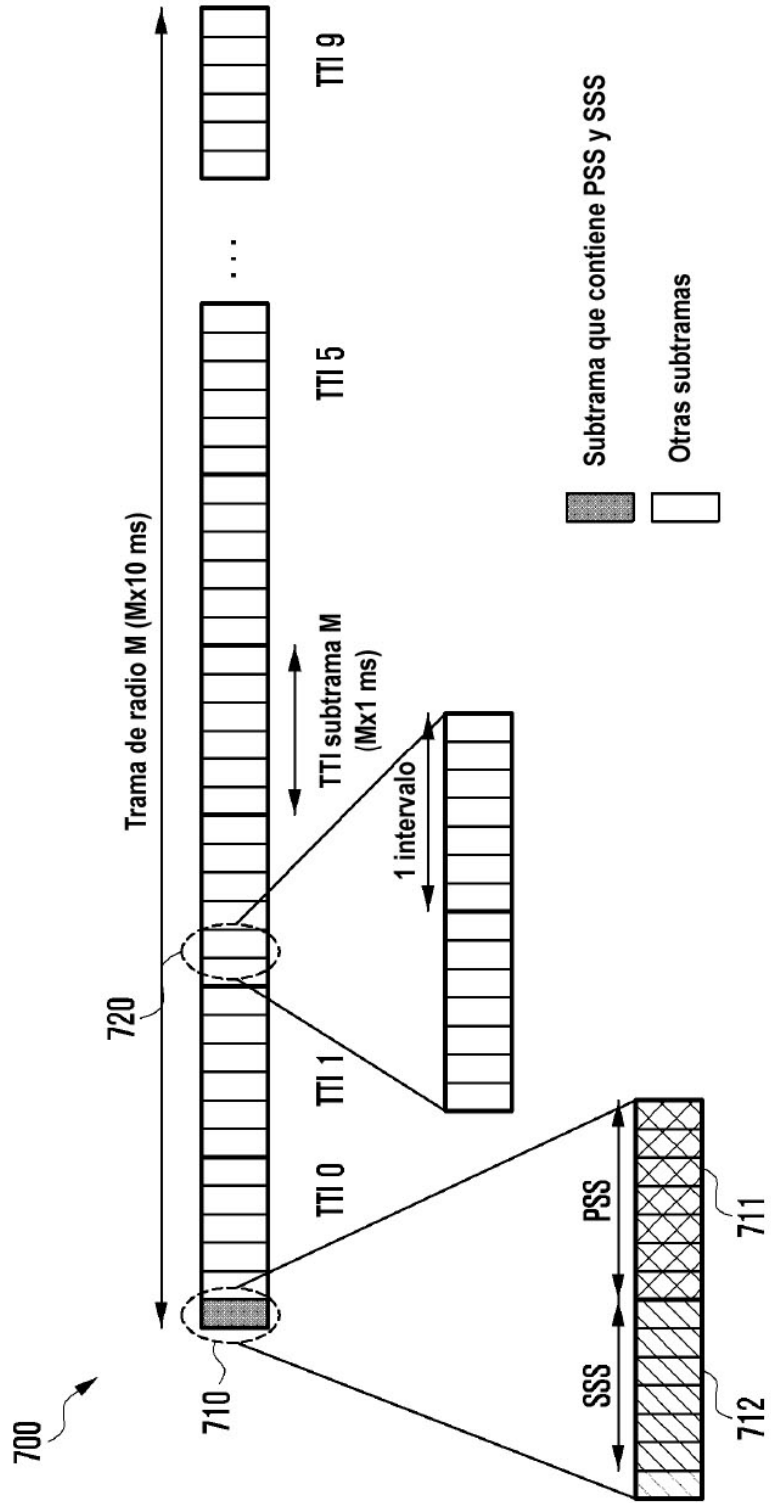


FIG. 7B

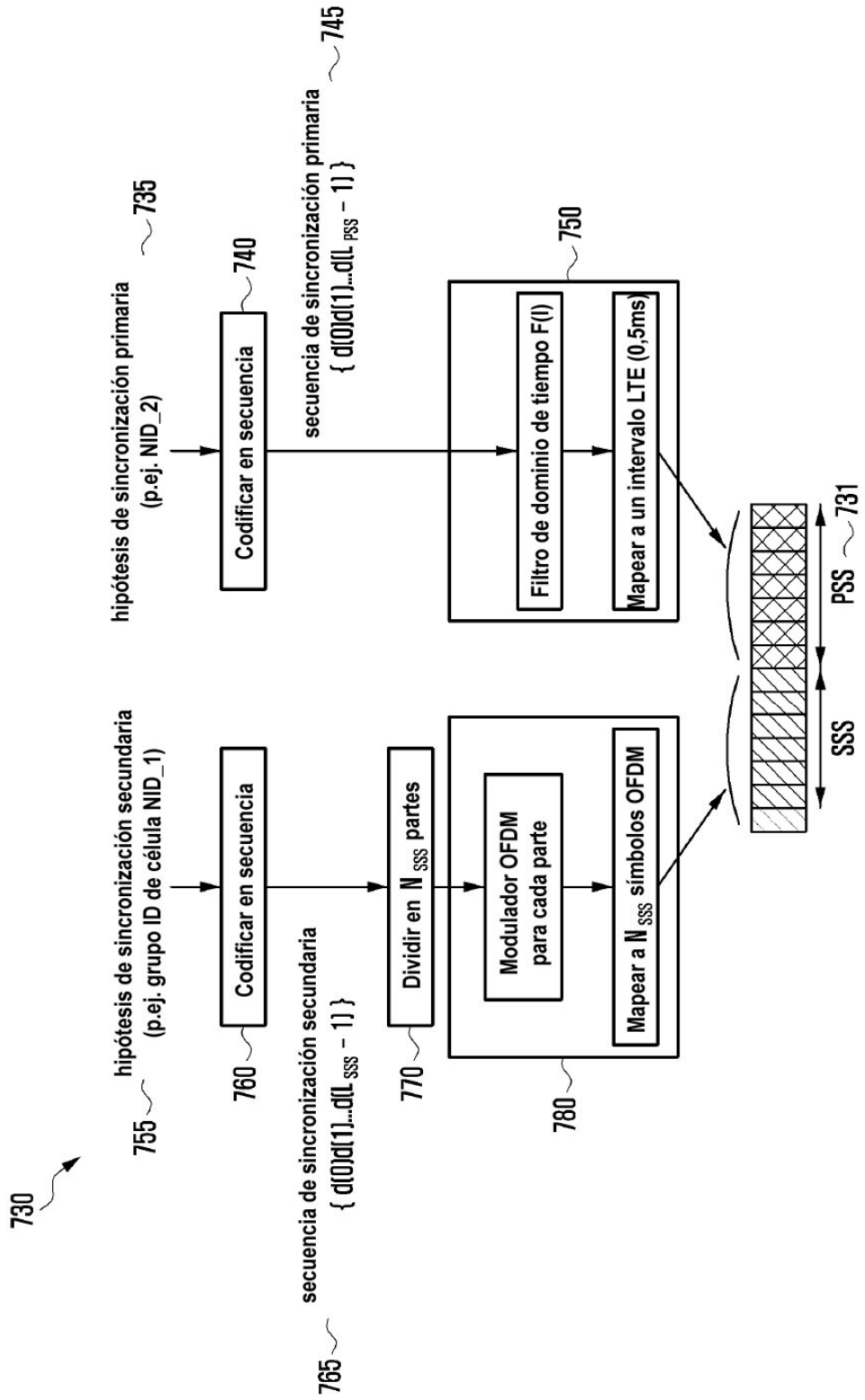


FIG. 8A

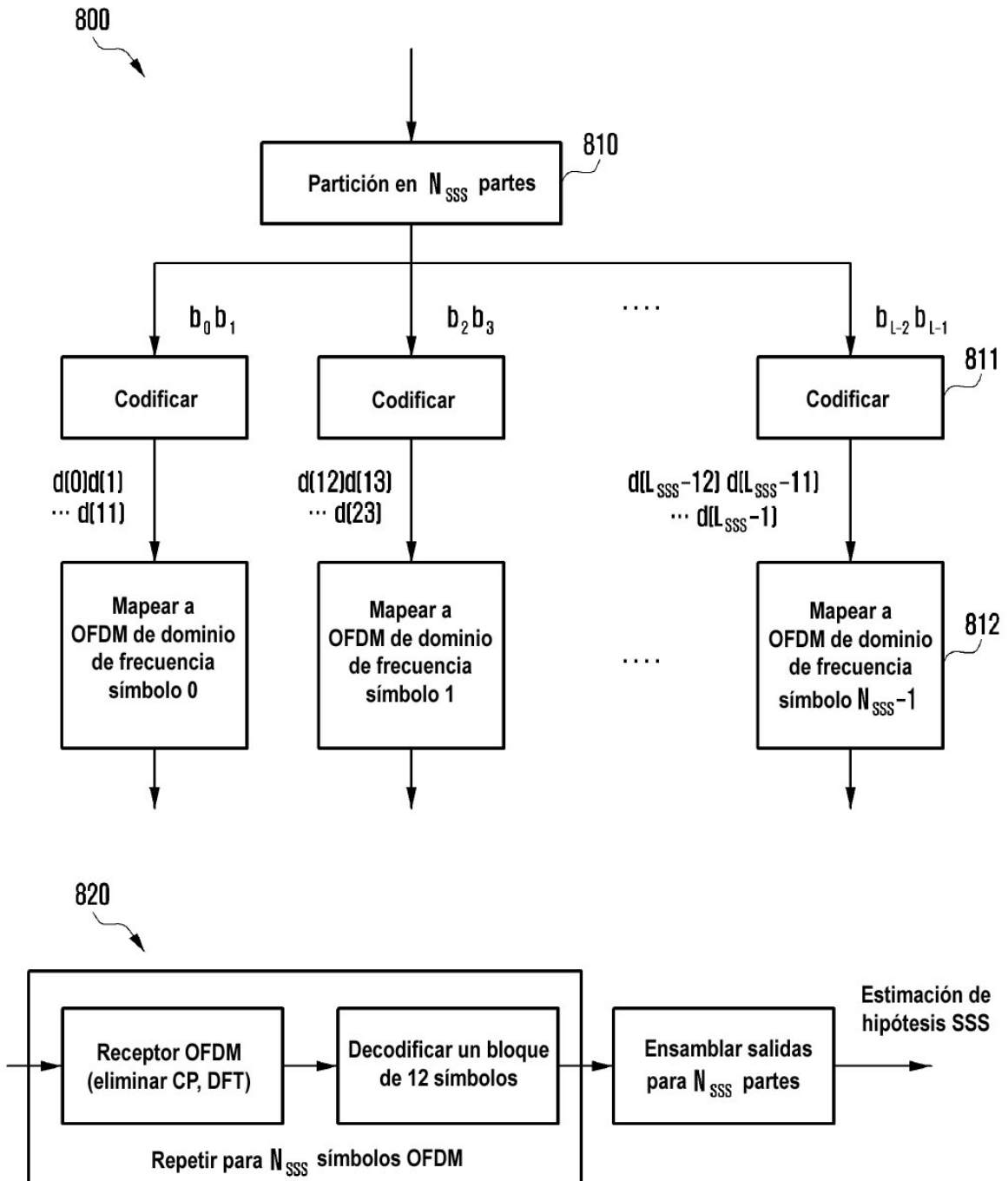


FIG. 8B

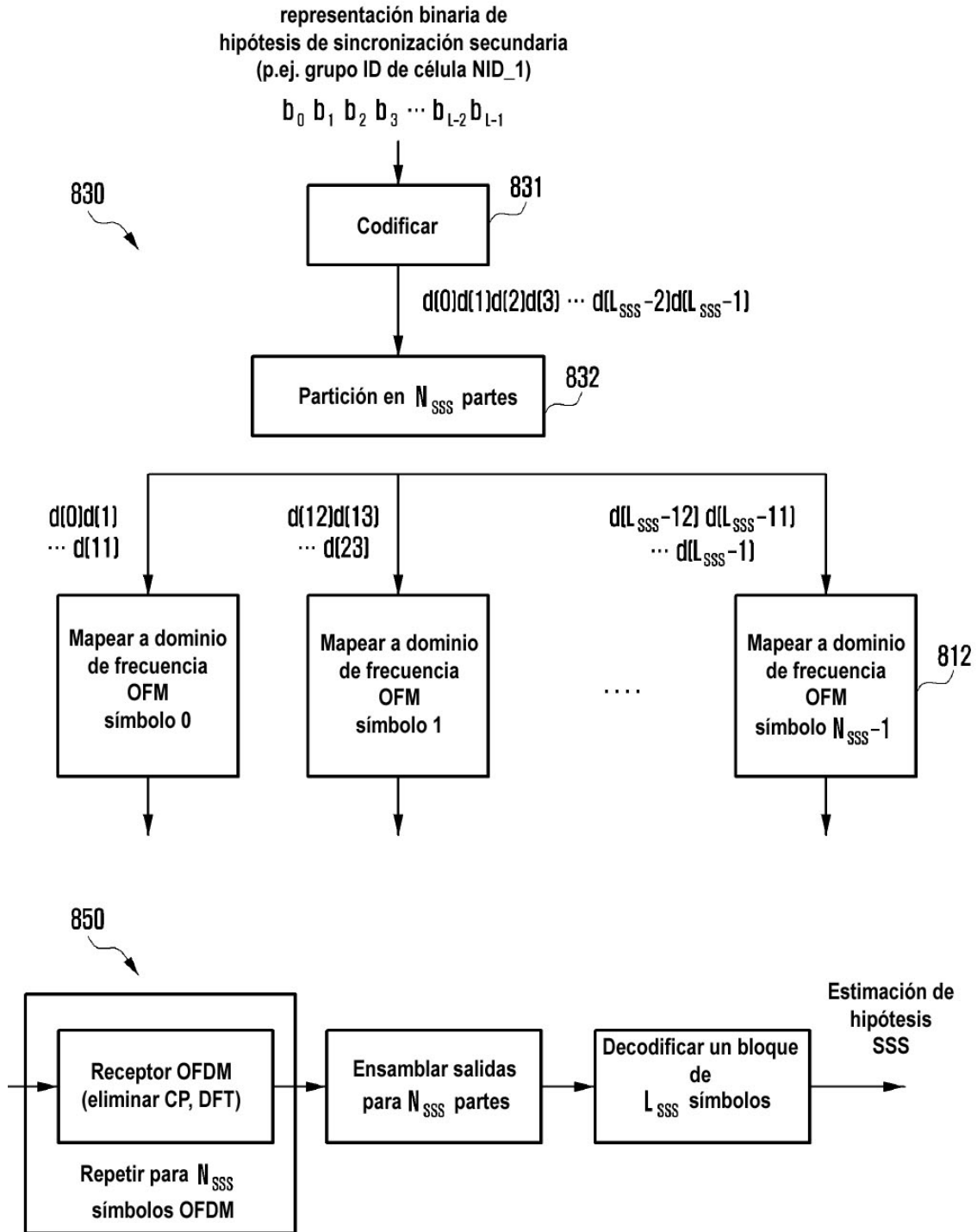


FIG. 9

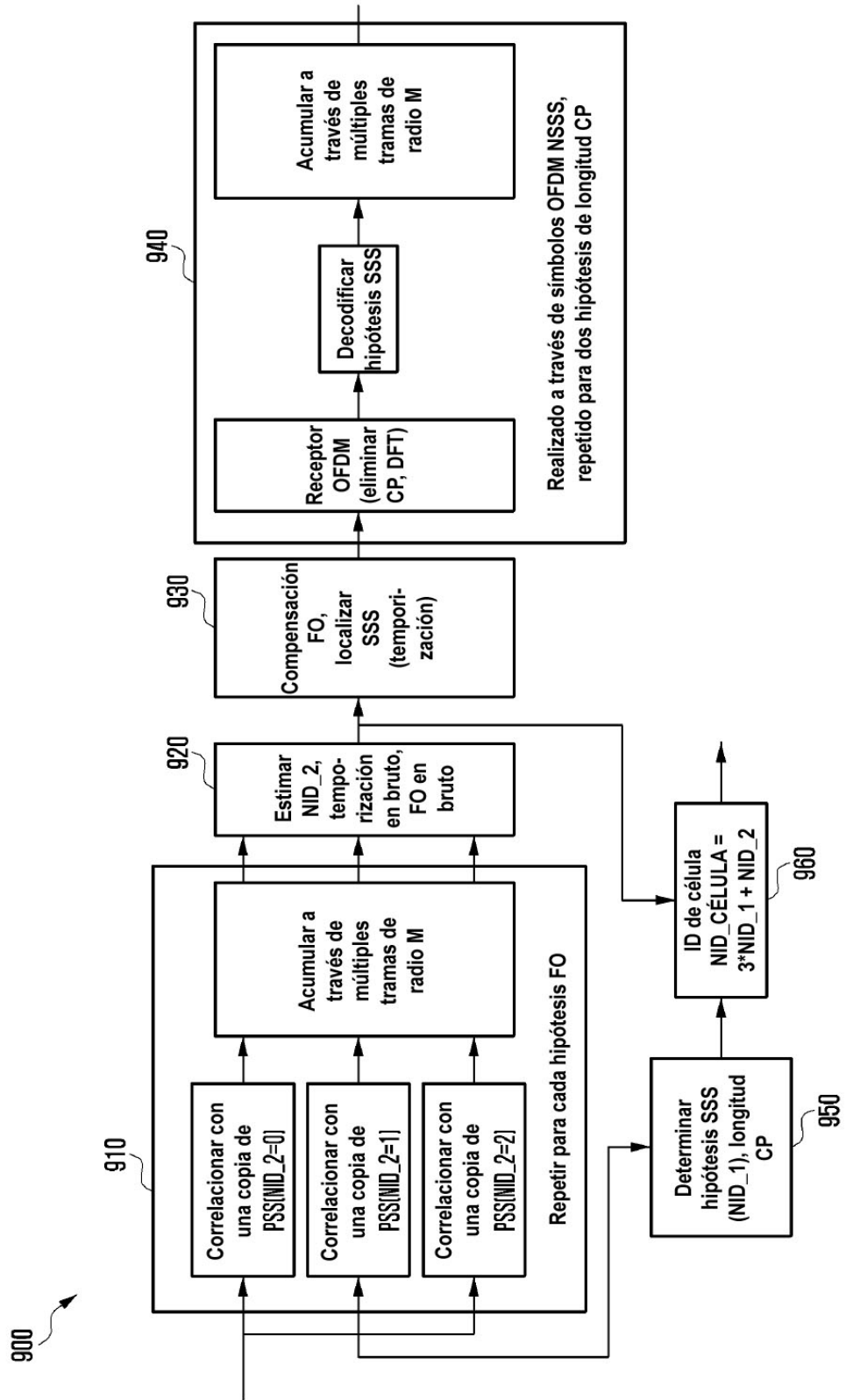


FIG. 10

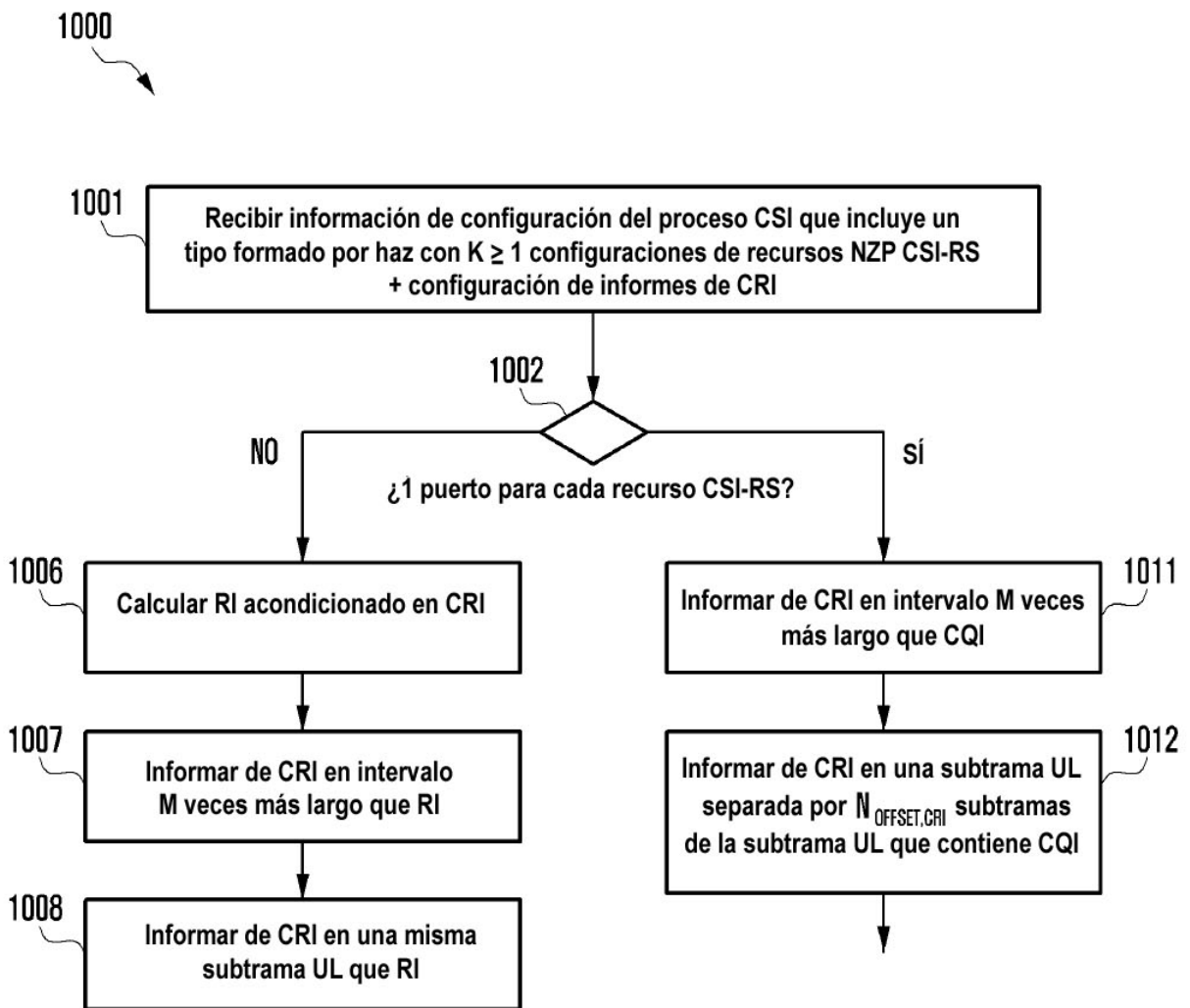


FIG. 11

