

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 774 400**

51 Int. Cl.:

**H04W 74/00** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.09.2012 PCT/US2012/057845**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.04.2013 WO13049520**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.09.2012 E 12781208 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.11.2019 EP 2761962**

54 Título: **Diseño de canal de acceso aleatorio para funcionamiento de ancho de banda estrecho en un sistema de ancho de banda amplio**

30 Prioridad:

**30.09.2011 US 201161542000 P**  
**27.09.2012 US 201213629134**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**21.07.2020**

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)**  
**5775 Morehouse Drive**  
**San Diego, CA 92121-1714, US**

72 Inventor/es:

**XU, HAO;**  
**MOTOJO, JUAN;**  
**GAAL, PETER y**  
**DAMJANOVIC, JELENA**

74 Agente/Representante:

**FORTEA LAGUNA, Juan José**

**ES 2 774 400 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

Diseño de canal de acceso aleatorio para funcionamiento de ancho de banda estrecho en un sistema de ancho de banda amplio

5

## REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUD RELACIONADA

[0001] Esta solicitud reivindica el beneficio bajo 35 USC § 119(e) de la Solicitud de Patente Provisional de los Estados Unidos n.º 61/542 000 titulada "Random Access Channel Design for Narrow Bandwidth Operation in a Wide Bandwidth System [Diseño de Canal de Acceso Aleatorio para Funcionamiento de Ancho de Banda Estrecho en un Sistema de Ancho de Banda Amplio]", presentada el 30 de septiembre de 2011.

10

## ANTECEDENTES

## 15 Campo

[0002] Los aspectos de la presente divulgación se refieren en general a sistemas de comunicación inalámbrica, y más particularmente a las configuraciones de canales de acceso aleatorio para funcionamiento de ancho de banda estrecho dentro de un ancho de banda de sistema LTE (evolución a largo plazo) más amplio.

20

## Antecedentes

[0003] Los sistemas de comunicación inalámbrica se despliegan ampliamente para proporcionar diversos servicios de telecomunicaciones, tales como telefonía, vídeo, datos, mensajería y radiodifusiones. Los sistemas de comunicación inalámbrica típicos pueden emplear tecnologías de acceso múltiple que pueden soportar la comunicación con múltiples usuarios compartiendo recursos de sistema disponibles (por ejemplo, ancho de banda, potencia de transmisión). Ejemplos de dichas tecnologías de acceso múltiple incluyen sistemas de acceso múltiple por división de código (CDMA), sistemas de acceso múltiple por división del tiempo (TDMA), sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), sistemas de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA), sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia de única portadora (SC-FDMA) y sistemas de acceso múltiple por división síncrona de código y división de tiempo (TD-SCDMA).

25

30

[0004] Estas tecnologías de acceso múltiple se han adoptado en diversas normas de telecomunicación para proporcionar un protocolo común que permita que diferentes dispositivos inalámbricos se comuniquen a nivel municipal, nacional, regional e incluso global. Un ejemplo de una norma de telecomunicación emergente es la Evolución a Largo Plazo (LTE). La LTE es un conjunto de mejoras de la norma móvil del Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS), promulgada por el Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP). Está diseñada para soportar de mejor manera el acceso a Internet de banda ancha móvil mejorando la eficacia espectral, reducir los costes, mejorar los servicios, usar un nuevo espectro e integrarse mejor con otras normas abiertas usando OFDMA en el enlace descendente (DL), SC-FDMA en el enlace ascendente (UL) y tecnología de antenas de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO). Sin embargo, a medida que la demanda de acceso a banda ancha móvil sigue aumentando, existe una necesidad de mejoras adicionales en la tecnología LTE. Preferentemente, estas mejoras deberían aplicarse a otras tecnologías de acceso múltiple y a las normas de telecomunicación que emplean estas tecnologías.

35

40

45

[0005] Documento FUJITSU: En el soporte de terminales MTC de bajo coste con anchos de banda Tx/Rx reducidos, borrador de 3GPP R1-112669 se relaciona con el soporte de terminales de comunicación de tipo máquina (MTC) de bajo coste con anchos de banda reducidos y divulga la transmisión de señales de búsqueda y bloques de información del sistema (SIB) para equipos de usuario heredados (UE) y para UE MTC (de bajo coste) con anchos de banda reducidos. Además, el documento enseña que todas las ranuras de canal de acceso aleatorio físico (PRACH) están ubicadas en la parte central de 1,4 MHz de anchura y que otras configuraciones de PRACH son posibles para los UE heredados y los UE MTC (de bajo coste).

50

[0006] Documento HUAWEI: Las consideraciones sobre el control de sobrecarga de RAN, borrador de 3GPP R2-102894 se refieren al control de sobrecarga y divulgan que los dispositivos MTC pueden no acceder a una red cuando una gran cantidad de dispositivos MTC pueden acceder a una red al mismo tiempo y competir por recursos limitados de PRACH. En tal caso, un eNodeB puede actualizar los recursos RACH y puede radiodifundir dos conjuntos diferentes de preámbulos. Pero, para evitar impactos con dispositivos entre humanos (H2H), el documento revela que los dispositivos H2H aún deben usar la configuración PRACH original que se incluye en el SIB.

55

60

[0007] Esto ha esbozado, en sentido bastante amplio, las características y las ventajas técnicas de la presente divulgación con el fin de que pueda entenderse mejor la siguiente descripción detallada. A continuación se describirán características y ventajas adicionales de la divulgación. Debería ser apreciado por los expertos en la técnica que esta divulgación puede utilizarse inmediatamente como base para modificar o diseñar otras estructuras para llevar a cabo los mismos propósitos de la presente divulgación. Los expertos en la técnica también deberían darse cuenta de que dichas estructuras equivalentes no se apartan de las enseñanzas de la divulgación, según se expone en las

65

reivindicaciones adjuntas. Los rasgos novedosos que, se cree, son característicos de la divulgación, tanto en lo que respecta a su organización como al procedimiento de funcionamiento, junto con objetos y ventajas adicionales, se comprenderán mejor a partir de la siguiente descripción cuando se considere en relación con las figuras adjuntas. No obstante, ha de entenderse expresamente que cada una de las figuras se proporciona solo con fines de ilustración y descripción, y no pretende ser una definición de los límites de la presente divulgación.

**SUMARIO**

**[0008]** La invención se define mediante la materia objeto de las reivindicaciones independientes. Los modos de realización preferentes se exponen en la reivindicación dependiente.

**[0009]** En un aspecto, se divulga un procedimiento de comunicación inalámbrica. El procedimiento incluye radiodifundir una primera configuración de canal de acceso aleatorio (RACH) para un dispositivo normal. El procedimiento también incluye la radiodifusión de una segunda configuración de RACH para el dispositivo de ancho de banda estrecho. El dispositivo de ancho de banda estrecho funciona en un ancho de banda más estrecho que el dispositivo normal.

**[0010]** Otro aspecto divulga un procedimiento de comunicación inalámbrica e incluye la recepción de una configuración de canal de acceso aleatorio (RACH) en una banda estrecha definida diferente de una configuración de RACH recibida por un equipo de usuario normal. El procedimiento también incluye la transmisión de acuerdo con la configuración de RACH recibida.

**[0011]** En otro aspecto, se divulga una comunicación inalámbrica e incluye una memoria y al menos un procesador acoplado a la memoria. El/los procesador(es) está(n) configurado(s) para radiodifundir una primera configuración de canal de acceso aleatorio (RACH) para un dispositivo normal. El/los procesador(es) también está(n) configurados para radiodifundir una segunda configuración de RACH para el dispositivo de ancho de banda estrecho. El dispositivo de ancho de banda estrecho funciona en un ancho de banda más estrecho que el dispositivo normal.

**[0012]** Otro aspecto divulga una comunicación inalámbrica que tiene una memoria y al menos un procesador acoplado a la memoria. El (los) procesador(es) está(n) configurado(s) para recibir una configuración de canal de acceso aleatorio (RACH) en una banda estrecha definida diferente de una configuración de RACH recibida por un equipo de usuario normal (UE). El/los procesador(es) también está(n) configurado(s) para transmitir de acuerdo con la configuración de RACH recibida.

**[0013]** En otro aspecto, se divulga un aparato e incluye un medio para la radiodifusión de una primera configuración de canal de acceso aleatorio (RACH) para un dispositivo normal. El procedimiento también incluye la radiodifusión de una segunda configuración de RACH para el dispositivo de ancho de banda estrecho. El dispositivo de ancho de banda estrecho funciona en un ancho de banda más estrecho que el dispositivo normal.

**[0014]** Otro aspecto divulga un aparato que incluye medios para recibir una configuración de canal de acceso aleatorio (RACH) en una banda estrecha definida diferente de una configuración de RACH recibida por un equipo de usuario normal. El aparato también incluye un medio para transmitir de acuerdo con la configuración de RACH recibida.

**[0015]** En otro aspecto, se divulga un producto de programa informático para comunicaciones inalámbricas en una red inalámbrica que tiene un medio no transitorio legible por ordenador. El medio legible por ordenador tiene código de programa no transitorio grabado en el mismo que, cuando es ejecutado por el procesador o los procesadores, hace que el procesador o los procesadores, realice(n) funcionamientos de radiodifusión de una primera configuración de canal de acceso aleatorio (RACH) para un dispositivo normal. El código del programa también hace que el/los procesador(es) radiodifunda(n) una segunda configuración de RACH para el dispositivo de ancho de banda estrecho. El dispositivo de ancho de banda estrecho funciona en un ancho de banda más estrecho que el dispositivo normal.

**[0016]** Otro aspecto divulga un producto de programa informático para comunicaciones inalámbricas en una red inalámbrica que tiene un medio no transitorio legible por ordenador. El medio legible por ordenador tiene un código de programa no transitorio grabado en el mismo que, cuando lo ejecutan el (los) procesador(es), hace que el (los) procesador(es) realicen funcionamientos de recepción de una configuración de canal de acceso aleatorio (RACH) en una banda estrecha definida diferente de una configuración de RACH recibida por un equipo de usuario normal. El código del programa también hace que el (los) procesador(es) transmitan de acuerdo con la configuración de RACH recibida.

**[0017]** Esto ha esbozado, en sentido bastante amplio, las características y las ventajas técnicas de la presente divulgación con el fin de que pueda entenderse mejor la siguiente descripción detallada. A continuación se describirán características y ventajas adicionales de la divulgación. Debería ser apreciado por los expertos en la técnica que esta divulgación puede utilizarse inmediatamente como base para modificar o diseñar otras estructuras para llevar a cabo los mismos propósitos de la presente divulgación. Los expertos en la técnica también deberían darse cuenta de que dichas estructuras equivalentes no se apartan de las enseñanzas de la divulgación, según se expone en las reivindicaciones adjuntas. Los rasgos novedosos que, se cree, son característicos de la divulgación, tanto en lo que

respecta a su organización como al procedimiento de funcionamiento, junto con objetos y ventajas adicionales, se comprenderán mejor a partir de la siguiente descripción cuando se considere en relación con las figuras adjuntas. No obstante, ha de entenderse expresamente que cada una de las figuras se proporciona solo con fines de ilustración y descripción, y no pretende ser una definición de los límites de la presente divulgación.

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

**[0018]** Los rasgos, la naturaleza y las ventajas de la presente divulgación resultarán más evidentes a partir de la descripción detallada expuesta a continuación cuando se tome en consideración junto con los dibujos, en los que caracteres de referencia iguales se identifican correspondientemente en todo el documento.

La FIGURA 1 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una arquitectura de red.

La FIGURA 2 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una red de acceso.

La FIGURA 3 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una estructura de trama de enlace descendente en la LTE.

La FIGURA 4 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una estructura de trama de enlace ascendente en la LTE.

La FIGURA 5 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una arquitectura de protocolo de radio para el plano de usuario y el plano de control.

La FIGURA 6 es un diagrama que ilustra un ejemplo de un nodo B evolucionado y de un equipo de usuario en una red de acceso.

Las FIGURAS 7A y 7B son diagramas que ilustran conceptualmente el funcionamiento de ancho de banda estrecho.

La FIGURA 8 es un diagrama de flujo de llamadas que ilustra un procedimiento RACH basado en contienda entre un UE y un eNodoB.

La FIGURA 9 es un diagrama de flujo de llamadas que ilustra un procedimiento de RACH sin contienda entre un UE y un eNodoB.

Las FIGURAS 10A y 10B son diagramas de bloques que ilustran procedimientos de funcionamiento en un ancho de banda estrecho en un sistema que tiene un ancho de banda más amplio en general.

Las FIGURAS 11A y 11B son diagramas de bloques que ilustran diferentes módulos/medios/componentes en un aparato a modo de ejemplo.

**DESCRIPCIÓN DETALLADA**

**[0019]** La descripción detallada expuesta a continuación en relación con los dibujos adjuntos está concebida como una descripción de diversas configuraciones y no está concebida para representar las únicas configuraciones en las cuales se pueden llevar a la práctica los conceptos descritos en el presente documento. La descripción detallada incluye detalles específicos con el propósito de proporcionar un pleno entendimiento de los diversos conceptos. Sin embargo, resultará evidente a los expertos en la técnica que estos conceptos se pueden llevar a la práctica sin estos detalles específicos. En algunos ejemplos, se muestran estructuras y componentes bien conocidos en forma de diagrama de bloques para evitar oscurecer dichos conceptos.

**[0020]** Se presentan aspectos de los sistemas de telecomunicaciones con referencia a diversos aparatos y procedimientos. Estos aparatos y procedimientos se describen en la siguiente descripción detallada y se ilustran en los dibujos adjuntos mediante diversos bloques, módulos, componentes, circuitos, pasos, procesos, algoritmos, etc. (denominados conjuntamente "elementos"). Estos elementos se pueden implementar usando hardware electrónico, software informático o cualquier combinación de los mismos. Que dichos elementos se implementen como hardware o software depende de la aplicación particular y de las limitaciones de diseño impuestas al sistema global.

**[0021]** A modo de ejemplo, un elemento, o cualquier parte de un elemento o cualquier combinación de elementos se puede implementar con un "sistema de procesamiento" que incluye uno o más procesadores. Los ejemplos de procesadores incluyen microprocesadores, microcontroladores, procesadores de señales digitales (DSP), matrices de puertas programables in situ (FPGA), dispositivos de lógica programable (PLD), máquinas de estados, lógica de puertas, circuitos de hardware discretos y otro hardware adecuado configurado para realizar la diversa funcionalidad descrita a lo largo de la presente divulgación. Uno o más procesadores del sistema de procesamiento pueden ejecutar software. Se deberá interpretar ampliamente que software quiere decir instrucciones, conjuntos de instrucciones, código, segmentos de código, código de programa, programas, subprogramas, módulos de software, aplicaciones, aplicaciones de software, paquetes de software, rutinas, subrutinas, objetos, módulos ejecutables, hilos de ejecución,

procedimientos, funciones, etc., independientemente de que se denominen software, firmware, middleware, microcódigo, lenguaje de descripción de hardware o de otro modo.

**[0022]** En consecuencia, en uno o más modos de realización a modo de ejemplo, las funciones descritas se pueden implementar en hardware, software, firmware o en cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en software, las funciones se pueden almacenar en, o codificar como, una o más instrucciones o código en un medio legible por ordenador. Los medios legibles por ordenador incluyen medios de almacenamiento informático. Los medios de almacenamiento pueden ser cualquier medio disponible al que se pueda acceder mediante un ordenador. A modo de ejemplo y no de limitación, dichos medios legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otros dispositivos de almacenamiento en disco óptico, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que se pueda usar para transportar o almacenar el código de programa deseado en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que se pueda acceder mediante un ordenador. Los discos, como se usan en el presente documento, incluyen el disco compacto (CD), el disco láser, el disco óptico, el disco versátil digital (DVD), el disco flexible y el disco Blu-ray, donde algunos discos reproducen habitualmente los datos magnéticamente, mientras que otros discos reproducen los datos ópticamente con láseres. Combinaciones de lo anterior también deben incluirse dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

**[0023]** La FIGURA 1 es un diagrama que ilustra una arquitectura de red de LTE 100. La arquitectura de red de LTE 100 puede denominarse sistema de paquetes evolucionado (EPS) 100. El EPS 100 puede incluir uno o más equipos de usuario (UE) 102, una red de acceso radioeléctrico terrestre UMTS evolucionada (E-UTRAN) 104, un núcleo de paquetes evolucionado (EPC) 110, un servidor de abonados locales (HSS) 120 y servicios IP de operador 122. El EPS puede interconectarse con otras redes de acceso pero, para simplificar, esas entidades/interfaces no se muestran. Como se muestra, el EPS proporciona servicios conmutados por paquetes; sin embargo, como apreciarán fácilmente los expertos en la técnica, los diversos conceptos presentados a lo largo de esta divulgación pueden extenderse a redes que proporcionan servicios conmutados por circuitos.

**[0024]** La E-UTRAN incluye el nodo B evolucionado (eNodoB) 106 y otros eNodoB 108. El eNodoB 106 proporciona terminaciones de protocolo en el plano de usuario y de control hacia el UE 102. El eNodoB 106 puede conectarse a los otros eNodoB 108 por medio de una red de retorno (por ejemplo, una interfaz X2). El eNodoB 106 también se puede denominar estación base, estación transceptora base, estación base de radio, transceptor de radio, función transceptora, conjunto de servicios básicos (BSS), conjunto de servicios ampliados (ESS) o con alguna otra terminología adecuada. El eNodoB 106 proporciona un punto de acceso al EPC 110 para un UE 102. Ejemplos de UE 102 incluyen un teléfono celular, un teléfono inteligente, un teléfono de protocolo de inicio de sesión (SIP), un ordenador portátil, un asistente digital personal (PDA), una radio por satélite, un sistema de posicionamiento global, un dispositivo multimedia, un dispositivo de vídeo, un reproductor de audio digital (por ejemplo, un reproductor MP3), una cámara, una consola de juegos o cualquier otro dispositivo de funcionamiento similar. El UE 102 también puede denominarse, por los expertos en la técnica, como estación móvil, estación de abonado, unidad móvil, unidad de abonado, unidad inalámbrica, unidad remota, dispositivo móvil, dispositivo inalámbrico, dispositivo de comunicaciones inalámbricas, dispositivo remoto, estación de abonado móvil, terminal de acceso, terminal móvil, terminal inalámbrico, terminal remoto, equipo de mano, agente de usuario, cliente móvil, cliente o con alguna otra terminología adecuada.

**[0025]** El eNodoB 106 está conectado al EPC 110 mediante, por ejemplo, una interfaz S1. El EPC 110 incluye una entidad de gestión de movilidad (MME) 112, otras MME 114, una pasarela de servicio 116 y una pasarela de red de datos por paquetes (PDN) 118. La MME 112 es el nodo de control que procesa la señalización entre el UE 102 y el EPC 110. En general, la MME 112 proporciona gestión de portadoras y de conexión. Todos los paquetes de usuario del IP se transfieren a través de la pasarela de servicio 116, que está conectada a la pasarela de PDN 118. La pasarela PDN 118 proporciona asignación de direcciones IP de UE, así como otras funciones. La pasarela PDN 118 está conectada a los servicios IP de operador 122. Los servicios IP de operador 122 pueden incluir Internet, Intranet, un subsistema multimedia IP (IMS) y un servicio de transmisión continua PS (PSS).

**[0026]** La FIGURA 2 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una red de acceso 200 en una arquitectura de red de LTE. En este ejemplo, la red de acceso 200 está dividida en una serie de regiones celulares (células) 202. Uno o más eNodoB de clase de baja potencia 208 pueden tener regiones celulares 210 que se superponen con una o más de las células 202. El eNodoB de clase de baja potencia más baja 208 puede ser una cabecera de radio remota (RRH), una femtocélula (por ejemplo, un eNodoB doméstico (HeNodoB)), una picocélula o una microcélula. Cada macro-eNodoB 204 está asignado a una célula 202 respectiva y está configurado para proporcionar un punto de acceso al EPC 110 para todos los UE 206 en las células 202. No existe ningún controlador centralizado en este ejemplo de una red de acceso 200, pero en configuraciones alternativas se puede usar un controlador centralizado. Los eNodoB 204 se e de todas las funciones relacionadas con la radio, incluyendo el control de portadoras de radio, el control de admisión, el control de movilidad, la planificación, la seguridad y la conectividad con la pasarela de servicio 116.

**[0027]** El esquema de modulación y acceso múltiple empleado por la red de acceso 200 puede variar dependiendo de la norma de telecomunicaciones particular que se esté desplegando. En aplicaciones de LTE se usa OFDM en el enlace descendente y se usa SC-FDMA en el enlace ascendente para soportar tanto duplexación por división de frecuencia (FDD) como duplexación por división del tiempo (TDD). Como apreciarán fácilmente los expertos en la técnica a partir de la siguiente descripción detallada, los diversos conceptos presentados en el presente documento

son muy adecuados para aplicaciones de LTE. Sin embargo, estos conceptos pueden extenderse fácilmente a otras normas de telecomunicación que utilicen otras técnicas de modulación y de acceso múltiple. A modo de ejemplo, estos conceptos pueden extenderse a los datos de evolución optimizados (EV-DO) o a la banda ancha ultramóvil (UMB). EV-DO y UMB son normas de interfaz aérea promulgadas por el Segundo Proyecto de Colaboración de Tercera Generación (3GPP2) como parte de la familia de normas CDMA2000 y emplean el CDMA para proporcionar acceso a Internet de banda ancha a estaciones móviles. Estos conceptos también pueden extenderse al Acceso de Radio Terrestre Universal (UTRA) que utiliza CDMA de banda ancha (W-CDMA) y otras variantes del CDMA, tal como el TD-SCDMA, al Sistema Global de Comunicaciones Móviles (GSM) que utiliza el TDMA, y a UTRA Evolucionado (E-UTRA), Banda Ancha Ultramóvil (UMB), IEEE 802,11 (Wi-Fi), IEEE 802,16 (WiMAX), IEEE 802,20 y Flash-OFDM que utiliza el OFDMA. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE y GSM se describen en documentos de la organización 3GPP. CDMA2000 y UMB se describen en documentos de la organización 3GPP2. La norma de comunicación inalámbrica y la tecnología de acceso múltiple concretas empleadas dependerán de la aplicación específica y de las limitaciones de diseño globales impuestas en el sistema.

**[0028]** Los eNodoB 204 pueden tener múltiples antenas que soportan la tecnología MIMO. El uso de la tecnología MIMO permite a los eNodoB 204 aprovechar el dominio espacial para soportar multiplexación espacial, conformación de haces y diversidad de transmisión. La multiplexación espacial se puede usar para transmitir diferentes flujos de datos simultáneamente en la misma frecuencia. Los flujos de datos se pueden transmitir a un único UE 206 para aumentar la velocidad de transferencia de datos, o a múltiples UE 206 para aumentar la capacidad global del sistema. Esto se logra precodificando espacialmente cada flujo de datos (es decir, aplicando un escalado a una amplitud y una fase) y transmitiendo a continuación cada flujo precodificado espacialmente a través de múltiples antenas transmisoras en el enlace descendente. Los flujos de datos precodificados espacialmente llegan al/a los UE 206 con diferentes firmas espaciales, lo que posibilita que cada uno de los UE 206 recupere los uno o más flujos de datos destinados a ese UE 206. En el enlace ascendente, cada UE 206 transmite un flujo de datos precodificado espacialmente, lo cual permite al eNodoB 204 identificar la fuente de cada flujo de datos precodificado espacialmente.

**[0029]** El multiplexado espacial se usa en general cuando las condiciones de canal son buenas. Cuando las condiciones de canal son menos favorables, se puede usar la conformación de haces para enfocar la energía de transmisión en una o más direcciones. Esto se puede lograr precodificando espacialmente los datos para su transmisión a través de múltiples antenas. Para lograr una buena cobertura en los bordes de la célula, se puede usar una transmisión de conformación de haces de flujo único en combinación con la diversidad de transmisión.

**[0030]** En la descripción detallada que sigue, diversos aspectos de una red de acceso se describirán con referencia a un sistema de MIMO que soporta OFDM en el enlace descendente. El OFDM es una técnica de espectro extendido que modula datos sobre una serie de subportadoras dentro de un símbolo de OFDM. Las subportadoras están separadas en frecuencias exactas. La separación proporciona "ortogonalidad", que posibilita que el receptor recupere los datos de las subportadoras. En el dominio del tiempo, un intervalo de guarda (por ejemplo, un prefijo cíclico) puede añadirse a cada símbolo de OFDM para combatir las interferencias entre símbolos de OFDM. El enlace ascendente puede usar SC-FDMA en forma de señal OFDM extendida mediante DFT para compensar una elevada relación de potencia máxima a media (PAPR).

**[0031]** La FIGURA 3 es un diagrama 300 que ilustra un ejemplo de una estructura de trama de enlace descendente en LTE. Una trama (10 ms) se puede dividir en 10 subtramas de igual tamaño. Cada subtrama puede incluir dos ranuras temporales consecutivas. Puede usarse una cuadrícula de recursos para representar dos ranuras de tiempo, incluyendo cada ranura de tiempo un bloque de recursos. La cuadrícula de recursos está dividida en múltiples elementos de recursos. En LTE, un bloque de recursos contiene 12 subportadoras consecutivas en el dominio de frecuencia y, en un prefijo cíclico normal en cada símbolo OFDM, 7 símbolos OFDM consecutivos en el dominio del tiempo, u 84 elementos de recursos. Para un prefijo cíclico ampliado, un bloque de recursos contiene 6 símbolos OFDM consecutivos en el dominio del tiempo y tiene 72 elementos de recursos. Algunos de los elementos de recursos, indicados como R 302, 304, incluyen señales de referencia de enlace descendente (RS-DL). Las RS-DL incluyen RS específicas de célula (CRS) (también denominadas algunas veces RS comunes) 302 y RS específicas de UE (RS-UE) 304. Las RS-UE 304 se transmiten solamente en los bloques de recursos a los cuales está asignado el correspondiente canal compartido de enlace descendente físico (PDSCH). El número de bits transportado por cada elemento de recurso depende del esquema de modulación. Por lo tanto, cuantos más bloques de recursos reciba un UE y cuanto más elevado sea el esquema de modulación, mayor será la velocidad de transferencia de datos para el UE.

**[0032]** La FIGURA 4 es un diagrama 400 que ilustra un ejemplo de una estructura de trama de enlace ascendente en LTE. Los bloques de recursos disponibles para el enlace ascendente se pueden dividir en una sección de datos y en una sección de control. La sección de control se puede formar en los dos bordes del ancho de banda del sistema y puede tener un tamaño configurable. Los bloques de recursos en la sección de control se pueden asignar a los UE para la transmisión de información de control. La sección de datos puede incluir todos los bloques de recursos no incluidos en la sección de control. La estructura de trama de enlace ascendente da como resultado que la sección de datos incluya subportadoras contiguas, lo cual puede permitir que a un único UE se le asignen todas las subportadoras contiguas en la sección de datos.

**[0033]** Un UE puede tener asignados bloques de recursos 410a, 410b en la sección de control para transmitir información de control a un eNodoB. El UE también puede tener asignados bloques de recursos 420a, 420b en la sección de datos para transmitir datos al eNodoB. El UE puede transmitir información de control en un canal de control de enlace ascendente físico (PUCCH) en los bloques de recursos asignados en la sección de control. El UE puede transmitir solo datos, o bien tanto datos como información de control, en un canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH) en los bloques de recursos asignados en la sección de datos. Una transmisión de enlace ascendente puede abarcar ambas ranuras de una subtrama y puede saltar por la frecuencia.

**[0034]** Un conjunto de bloques de recursos se puede usar para realizar un acceso inicial al sistema y lograr una sincronización de enlace ascendente en un canal de acceso aleatorio físico (PRACH) 430. El PRACH 430 transporta una secuencia aleatoria y no puede transportar ningún dato/señalización de enlace ascendente. Cada preámbulo de acceso aleatorio ocupa un ancho de banda correspondiente a seis bloques de recursos consecutivos. La frecuencia de inicio es especificada por la red. Es decir, la transmisión del preámbulo de acceso aleatorio está limitada a determinados recursos de tiempo y frecuencia. No hay ningún salto de frecuencia para el PRACH. El intento de PRACH se transporta en una única subtrama (1 ms) o en una secuencia de pocas subtramas contiguas, y un UE solo puede realizar un único intento de PRACH por trama (10 ms).

**[0035]** La FIGURA 5 es un diagrama 500 que ilustra un ejemplo de una arquitectura de protocolo de radio para los planos de usuario y de control en LTE. La arquitectura de protocolo de radio para el UE y el eNodoB se muestra con tres capas: Capa 1, Capa 2 y Capa 3. La Capa 1 (capa L1) es la capa más baja e implementa varias funciones de procesamiento de señales de capa física. En el presente documento se hará referencia a la capa L1 como la capa física 506. La Capa 2 (capa L2) 508 está por encima de la capa física 506 y se encarga del enlace entre el UE y el eNodoB sobre la capa física 506.

**[0036]** 3En el plano de usuario, la capa L2 508 incluye una subcapa de control de acceso al medio (MAC) 510, una subcapa de control de enlace de radio (RLC) 512 y una subcapa de protocolo de convergencia de datos por paquetes (PDCP) 514, que terminan en el eNodoB en el lado de la red. Aunque no se muestra, el UE puede tener varias capas superiores por encima de la capa L2 508, incluyendo una capa de red (por ejemplo, la capa IP) que termina en la pasarela PDN 118 en el lado de red, y una capa de aplicación que termina en el otro extremo de la conexión (por ejemplo, un UE, un servidor, etc., de extremo lejano).

**[0037]** La subcapa de PDCP 514 proporciona multiplexado entre diferentes portadoras de radio y canales lógicos. La subcapa PDCP 514 proporciona además compresión de cabecera para paquetes de datos de capa superior para reducir la sobrecarga en las transmisiones de radio, la seguridad mediante el cifrado de los paquetes de datos y el soporte de traspaso para los UE entre los eNodoB. La subcapa de RLC 512 proporciona segmentación y reensamblaje de paquetes de datos de capas superiores, retransmisión de paquetes de datos perdidos y reordenamiento de paquetes de datos para compensar una recepción desordenada debido a una petición de repetición automática híbrida (HARQ). La subcapa de MAC 510 proporciona multiplexación entre canales lógicos y de transporte. La subcapa de MAC 510 también es responsable de adjudicar los diversos recursos de radio (por ejemplo, bloques de recursos) en una célula entre los UE. La subcapa de MAC 510 también es responsable de funcionamientos de HARQ.

**[0038]** En el plano de control, la arquitectura de protocolo de radio para el UE y el eNodoB es sustancialmente la misma para la capa física 506 y la capa L2 508, con la excepción de que no existe ninguna función de compresión de cabecera para el plano de control. El plano de control incluye, además, una subcapa de control de recursos radioeléctricos (RRC) 516 en la Capa 3 (capa L3). La subcapa RRC 516 se encarga de obtener recursos radioeléctricos (es decir, portadoras radioeléctricas) y de configurar las capas inferiores usando señalización RRC entre el eNodoB y el UE.

**[0039]** La FIGURA 6 es un diagrama de bloques de un eNodoB 610 en comunicación con un UE 650 en una red de acceso. En el enlace descendente, los paquetes de capa superior procedentes de la red central se proporcionan a un controlador/procesador 675. El controlador/procesador 675 implementa la funcionalidad de la capa L2. En el enlace descendente, el controlador/procesador 675 proporciona compresión de cabecera, cifrado, segmentación y reordenación de paquetes, multiplexación entre canales lógicos y de transporte, y asignaciones de recursos radioeléctricos al UE 650 basándose en varias métricas de prioridad. El controlador/procesador 675 se encarga también de funcionamientos de HARQ, de la retransmisión de paquetes perdidos y de la señalización al UE 650.

**[0040]** El procesador de TX 616 implementa varias funciones de procesamiento de señales para la capa L1 (es decir, la capa física). Las funciones de procesamiento de señales incluyen codificación e intercalado para facilitar la corrección de errores en recepción (FEC) en el UE 650, y la correlación con constelaciones de señales basándose en diversos esquemas de modulación (por ejemplo, modulación por desplazamiento de fase binaria (BPSK), modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK), modulación por desplazamiento de fase M-aria (M-PSK), modulación de amplitud en cuadratura M-aria (M-QAM)). Los símbolos codificados y modulados se dividen después en flujos paralelos. Cada flujo se correlaciona después con una subportadora OFDM, se multiplexa con una señal de referencia (por ejemplo, una señal piloto) en el dominio de tiempo y/o de frecuencia, y después se combinan entre sí usando una transformada inversa rápida de Fourier (IFFT) para producir un canal físico que transporta un flujo de símbolos OFDM en el dominio de tiempo. El flujo OFDM se precodifica espacialmente para generar múltiples flujos

espaciales. Las estimaciones de canal de un estimador de canal 674 se pueden usar para determinar el esquema de codificación y de modulación, así como para el procesamiento espacial. La estimación de canal se puede obtener a partir de una señal de referencia y/o de una retroalimentación de condición de canal transmitida por el UE 650. A continuación, cada flujo espacial se proporciona a una antena 620 diferente por medio de un transmisor 618TX separado. Cada transmisor 618TX modula una portadora de RF con un respectivo flujo espacial para su transmisión.

**[0041]** En el UE 650, cada receptor 654RX recibe una señal a través de su respectiva antena 652. Cada receptor 654RX recupera información modulada en una portadora de RF y proporciona la información al procesador de recepción (RX) 656. El procesador de RX 656 implementa varias funciones de procesamiento de señales de la capa L1. El procesador de RX 656 realiza un procesamiento espacial en la información para recuperar cualquier flujo espacial destinado al UE 650. Si múltiples flujos espaciales están destinados al UE 650, el procesador de RX 656 puede combinarlos en un único flujo de símbolos OFDM. A continuación, el procesador de RX 656 convierte el flujo de símbolos OFDM del dominio del tiempo al dominio de frecuencia, usando una transformada rápida de Fourier (FFT). La señal de dominio de frecuencia comprende un flujo de símbolos OFDM separado para cada subportadora de la señal OFDM. Los símbolos de cada subportadora, y la señal de referencia, se recuperan y se desmodulan determinando los puntos de constelación de señales más probables transmitidos por el eNodoB 610. Estas decisiones programadas pueden estar basadas en estimaciones de canal calculadas por el estimador de canal 658. A continuación, las decisiones programadas se descodifican y desintercalan para recuperar los datos y las señales de control que el eNodoB 610 ha transmitido originalmente en el canal físico. Las señales de datos y de control se proporcionan después al controlador/procesador 659.

**[0042]** El controlador/procesador 659 implementa la capa L2. El controlador/procesador puede asociarse a una memoria 660 que almacena códigos y datos de programa. La memoria 660 se puede denominar medio legible por ordenador. En el enlace ascendente, el controlador/procesador 659 proporciona desmultiplexación entre los canales de transporte y los lógicos, reensamblaje de paquetes, descifrado, descompresión de cabecera, procesamiento de señales de control para recuperar paquetes de capa superior a partir de la red central. Los paquetes de capa superior se proporcionan después a un colector de datos 662, que representa todas las capas de protocolo por encima de la capa L2. Varias señales de control también pueden proporcionarse al colector de datos 662 para el procesamiento de L3. El controlador/procesador 659 también se encarga de la detección de errores usando un protocolo de confirmación (ACK) y/o confirmación negativa (NACK) para soportar funcionamientos HARQ.

**[0043]** En el enlace ascendente, se usa una fuente de datos 667 para proporcionar paquetes de la capa superior al controlador/procesador 659. La fuente de datos 667 representa todas las capas de protocolo por encima de la capa L2. De manera similar a la funcionalidad descrita en relación con la transmisión de enlace descendente mediante el eNodoB 610, el controlador/procesador 659 implementa la capa L2 para el plano de usuario y el plano de control proporcionando compresión de cabecera, cifrado, segmentación y reordenación de paquetes, y multiplexación entre canales lógicos y de transporte, basándose en asignaciones de recursos radioeléctricos por parte del eNodoB 610. El controlador/procesador 659 se encarga también de los funcionamientos HARQ, de la retransmisión de paquetes perdidos y de la señalización al eNodoB 610.

**[0044]** Las estimaciones de canal obtenidas por un estimador de canal 658 a partir de una señal de referencia o retroalimentación transmitida por el eNodoB 610 pueden ser usadas por el procesador de TX 668 para seleccionar los esquemas de codificación y modulación apropiados, y para facilitar el procesamiento espacial. Los flujos espaciales generados por el procesador de TX 668 se proporcionan a diferentes antenas 652 por medio de transmisores separados 654TX. Cada transmisor 654TX modula una portadora de RF con un respectivo flujo espacial para su transmisión.

**[0045]** La transmisión de enlace ascendente se procesa en el eNodoB 610 de manera similar a la descrita en relación con la función del receptor en el UE 650. Cada receptor 618RX recibe una señal a través de su antena 620 respectiva. Cada receptor 618RX recupera información modulada en una portadora de RF y proporciona la información a un procesador de RX 670. El procesador de RX 670 puede implementar la capa L1.

**[0046]** El controlador/procesador 675 implementa la capa L2. El controlador/procesador 675 puede estar asociado a una memoria 676 que almacena códigos y datos de programa. La memoria 676 se puede denominar medio legible por ordenador. En el enlace ascendente, el controlador/procesador 675 proporciona desmultiplexación entre los canales de transporte y los lógicos, reensamblaje de paquetes, descifrado, descompresión de cabecera y procesamiento de señales de control para recuperar paquetes de capa superior procedentes del UE 650. Los paquetes de capa superior del controlador/procesador 675 pueden proporcionarse a la red central. El controlador/procesador 675 también se encarga de la detección de errores usando un protocolo de ACK y/o NACK para soportar los funcionamientos HARQ.

## FUNCIONAMIENTO DE ANCHO DE BANDA ESTRECHO EN LTE

**[0047]** Un aspecto de la presente divulgación pertenece a funcionamiento de ancho de banda estrecho dentro de un ancho de banda de sistema de LTE más amplio. En particular, esto incluye configurar la red de una manera que soporte una clase de UE que solo sea capaz de transmisión y recepción de ancho de banda estrecho con el objetivo

de permitir implementaciones de bajo coste. Estos UE de ancho de banda estrecho pueden coexistir con otros UE LTE de ancho de banda completo dentro de la misma banda de frecuencias, sin crear problemas heredados distintos del ancho de banda del sistema que se comparte entre los dos tipos de UE: UE de ancho de banda normal y estrecho. Un aspecto proporciona un terminal de bajo coste configurado para funcionar dentro de, por ejemplo, las especificaciones de la Versión 8, 9 y/o 10 como ya se definió. Se apreciará que los términos UE de ancho de banda estrecho, UE de banda estrecha y LTE de bajo coste se usan indistintamente. También se apreciará que un UE "normal" se refiere a un UE que funciona en el rango de ancho de banda completo, o un rango de ancho de banda más amplio que el UE de ancho de banda estrecho.

**[0048]** Un aspecto de la presente divulgación se dirige a las consideraciones de diseño del canal de acceso aleatorio (RACH) para el funcionamiento de ancho de banda estrecho de dispositivos LTE de bajo coste, e incluye tanto procedimientos basados en contienda, como procedimientos no basados en contienda. En los procedimientos basados en contienda, múltiples UE pueden acceder al eNodoB simultáneamente, y cuando un UE intenta acceder al eNodoB, el eNodoB no conoce la identidad del UE particular. El eNodoB resuelve qué UE están accediendo a él utilizando la resolución de contienda.

**[0049]** En los procedimientos no basados en contienda, el UE utiliza los recursos RACH asignados para acceder al eNodoB. El uso de los recursos RACH asignados por el UE indica al eNodoB qué UE está accediendo a él. En un aspecto, solo se soportan procedimientos basados en contienda para un UE de bajo coste.

**[0050]** Las FIGURAS 7A y 7B ilustran ejemplos de funcionamiento de ancho de banda estrecho. En particular, la FIGURA 7A ilustra un funcionamiento de banda estrecha donde el SIB y la información de búsqueda se transportan en los mismos 6 bloques de recursos centrales (6). Opcionalmente, el SIB y la información de búsqueda pueden transportarse en una región estrecha distinta del centro, como se ilustra en la FIGURA 7B.

**[0051]** Con referencia a la FIGURA 8, un diagrama de flujo de llamadas ilustra un procedimiento RACH basado en contienda entre un UE 802 y el eNodoB 804. El procedimiento RACH basado en contienda puede incluir cuatro mensajes. En el momento 810, el UE 802 transmite el mensaje 1, que es una transmisión de enlace ascendente que incluye la transmisión de secuencia de preámbulo RACH. En el momento 812, el UE 802 recibe el mensaje 2 del eNodoB 804. El mensaje 2 es una transmisión de enlace descendente que incluye la respuesta de RACH en el canal compartido de enlace descendente físico (PDSCH). El UE 802 transmite el mensaje 3 en el momento 814. El mensaje 3 es una transmisión de canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH). El mensaje 4 se transmite en el momento 816 mediante el eNodoB 804 y es la segunda transmisión de enlace descendente. El mensaje 4 se usa para la resolución de contienda en el PDSCH.

**[0052]** En un aspecto, los mensajes 1 y 3 pueden transmitirse en una región de bloque de recursos central como se ilustra en la FIGURA 7A. De forma alternativa, en otro aspecto, los mensajes 1 y 3 pueden transmitirse en una región de banda estrecha distinta de los bloques de recursos centrales, como se ilustra en la FIGURA 7B.

**[0053]** Para el mensaje 1, el acceso inicial puede basarse en el canal de acceso aleatorio físico (PRACH), que se extiende de seis bloques de recursos (RBS). La ubicación en tiempo y frecuencia del PRACH se establece en capas superiores (por ejemplo, se establece en frecuencia en el borde del ancho de banda de transmisión del enlace ascendente para evitar la fragmentación de las transmisiones de datos). Para el funcionamiento de ancho de banda estrecho, la ubicación de las oportunidades de PRACH puede identificarse mediante la detección de bloques de información del sistema (SIB).

**[0054]** En un aspecto para el funcionamiento de un UE de ancho de banda estrecho en un sistema de ancho de banda más amplio, el eNodoB radiodifunde dos conjuntos de configuraciones de RACH: una para los UE normales y uno para los UE de ancho de banda estrecho (es decir, aquellos UE que funcionan en un modo de ancho de banda estrecho). Los UE de ancho de banda estrecho supervisan una asignación de canal de control de ancho de banda estrecho para el mensaje 2, mientras que los UE normales pueden controlar el PDCCH que abarca todo el ancho de banda.

**[0055]** Las diferentes configuraciones para los UE de ancho de banda estrecho pueden incluir diferentes índices de configuración PRACH, secuencias de raíz PRACH, posiciones de frecuencia o diferentes identificadores temporales de red de radio de acceso de radio (RA\_RNTI) tales como NB\_RA\_RNTI (RA\_RNTI de ancho de banda estrecho).

**[0056]** En particular, cuando el UE transmite un mensaje 1, en el momento 810, a continuación el eNodoB puede identificar el UE como un UE de ancho de banda estrecho o un UE normal, y puede configurar el mensaje 2 en consecuencia. La frecuencia RACH puede restringirse en los seis bloques de recursos centrales, u opcionalmente en otras ubicaciones de frecuencia. Si se soporta otra ubicación de frecuencia, se puede implementar una separación dúplex flexible entre las frecuencias centrales del enlace descendente y del enlace ascendente para permitir que los seis bloques de recursos para el enlace descendente (PSS/SSS/PBCH/SIB/búsqueda) y los seis bloques de recursos para la transmisión del enlace ascendente (de PRACH) estén en múltiples lugares.

- 5 **[0057]** En otro aspecto, solo se soporta un subconjunto del formato de RACH. Por ejemplo, en una configuración, solo se soporta el formato 0 para FDD o el formato 4 para TDD. Opcionalmente, en otra configuración, solo se soportan formatos RACH de larga duración (por ejemplo., formato 3) para extensión de cobertura y reducción de potencia de transmisión. Además, otra configuración puede definir un nuevo formato (por ejemplo, un RACH de cuatro bloques de recursos), que tiene un ancho de banda de RACH más pequeño que no ocupa toda la banda para el funcionamiento de 1,25 MHz. En la configuración de ancho de banda de RACH más pequeña, los otros dos bloques de recursos (RB) se pueden usar para PUCCH. Las configuraciones pueden proporcionar cantidades suficientes de ancho de banda para la resolución de temporización.
- 10 **[0058]** La selección de banda de frecuencias para los mensajes 1-4 también puede depender de las transmisiones de bloques de información del sistema (SIB) y adquisición inicial, porque la configuración del mensaje 1 proviene de SIB2. En particular, en una opción de configuración, todos los UE, incluidos los UE de funcionamiento de ancho de banda estrecho, dependen del mismo PSS/SSS/PBCH para la adquisición de células. Opcionalmente, en otra configuración, el bloque de información principal (MIB) puede diseñarse especialmente para la comunicación de tipo máquina (dispositivos MTC, que son diferentes del MIB para UE normales). Actualmente, la configuración de RACH se lleva en SIB2 junto con otras configuraciones de control de recursos de radio (RRC). SIB1 se transmite con un horario fijo que tiene una periodicidad de 80 milisegundos (ms) y repeticiones dentro de 80 ms. La primera transmisión está programada en la subtrama n.º 5 con SFNmod8=0. La repetición está programada en la subtrama n.º 5 para todas las tramas de radio donde SFNmod2=0. SIB2 se asigna al mensaje de información del sistema (SI) y corresponde a la primera entrada en la lista de mensajes de información del sistema en "schedulingInfoList" en SIB1. Además, SIB2 se programa dinámicamente dentro de la ventana de tiempo de información del sistema. SIB2 puede programarse en cualquier subtrama, excepto para la radiodifusión multimedia a través de subtramas de red de frecuencia única (MBSFN), subtramas de enlace ascendente en TDD y subtramas donde se transmite SIB1. El UE supervisa PDCCH con un identificador temporal de red de radio de información del sistema (SI-RNTI) para la información de programación detallada.
- 15 20 25
- 30 **[0059]** Para los funcionamientos de ancho de banda estrecho, el UE no supervisa PDCCH o PDSCH con ancho de banda grande. En consecuencia, las transmisiones SIB1 y SIB2 pueden modificarse para soportar tales funcionamientos. En particular, la señalización SIB puede modificarse utilizando el canal de datos físicos mejorado (ePDCCH) para señalar las transmisiones SIB. El ePDCCH es un canal de control de banda estrecha similar al canal de control de enlace descendente físico de retransmisión (R-PDCCH). El ePDCCH puede transportarse dentro de los seis bloques de recursos centrales, por lo que el UE puede adquirir información de programación PSS/SSS/PBCH y SIB1, todo desde los mismos seis bloques de recursos centrales. La programación de subtramas cruzadas se puede utilizar si el UE de ancho de banda estrecho sintoniza desde los seis bloques de recursos centrales a otra banda para la recepción de SIB.
- 35
- 40 **[0060]** Opcionalmente, en una configuración alternativa, se pueden utilizar asignaciones de frecuencia fija y/o esquema de modulación y codificación (MCS) para SIB1, obviando así la necesidad de la detección PDCCH desde el UE de bajo coste.
- 45 **[0061]** 6 Las transmisiones SIB también pueden modificarse para soportar el funcionamiento de ancho de banda estrecho. En particular, se puede implementar señalización de SIB/búsqueda simplificada para funcionamientos de ancho de banda estrecho. Las señales relevantes de SIB y búsqueda pueden transportarse en los mismos seis bloques de recursos centrales, o en otra banda estrecha. Opcionalmente, en una configuración alternativa, las transmisiones normales SIB1/SIB2 pueden restringirse a un ancho de banda estrecho. A continuación, el ePDCCH se puede asignar a los mismos SIB que los UE normales. El UE puede volver a sintonizar desde la frecuencia central a la frecuencia SIB para descodificar SIB. La programación de subtramas cruzadas se puede utilizar para volver a sintonizar. Si el RACH se produce fuera de la frecuencia central, la frecuencia alternativa se señala al UE.
- 50 **[0062]** Varios diseños pueden estar configurados para el mensaje 2. La detección de PDCCH con RA-RNTI o NB-RA-RNTI puede intentarse durante una ventana controlada por una capa superior. Para los UE de ancho de banda estrecho, el eNodeB envía la respuesta de RACH desde un ancho de banda estrecho. En una configuración, el mensaje 2 se transmite, en el momento 812, desde el mismo ancho de banda estrecho donde se transmiten las señales de SIB/búsqueda. Opcionalmente, en otra configuración, para evitar la congestión en los seis bloques de recursos centrales, se designan otras ubicaciones de banda estrecha (ubicaciones distintas a los seis bloques de recursos centrales) para el mensaje 2. Estos bloques de recursos pueden estar vinculados a las configuraciones del mensaje 1 para que diferentes grupos RACH se distribuyan por igual en frecuencia. La vinculación se produce mediante señalización o se especifica previamente.
- 55 **[0063]** Debido a que el UE solo supervisa el ancho de banda estrecho, por ejemplo, 6 RBs, las asignaciones de enlace descendente se limitan a la banda estrecha. En una configuración, ePDCCH se utiliza para la asignación de enlace descendente. Para enviar el mensaje 2, las respuestas ePDCCH y RACH se pueden combinar en una transmisión. Por ejemplo, la respuesta de RACH puede transmitirse en el ancho de banda fijo con un MCS fijo utilizando el ePDCCH. De forma alternativa, el UE puede descodificar ciegamente la respuesta de RACH en lugar de descodificar ePDCCH. Además, la transmisión puede basarse en la codificación del código convolucional de bits traseros (TBCC). Además, en otra configuración, el contenido del mensaje 2 puede reducirse para tener en cuenta el
- 60 65

funcionamiento de ancho de banda estrecho. Por ejemplo, la concesión de respuesta de acceso aleatorio (RAR) de 20 bits se puede reducir si solo se señalan pequeños subconjuntos de ancho de banda estrecho.

**[0064]** Varias configuraciones de diseño pueden implementarse para el mensaje 3. La transmisión del mensaje 3, en el momento 814, se programa en el mensaje 2 mediante la concesión de respuesta de acceso aleatorio (RAR) de 20 bits. La transmisión de enlace ascendente puede estar ubicada en los mismos seis bloques de recursos centrales donde se envía el mensaje 1. Esto puede diseñarse junto con el diseño de adquisición de célula y SIB, donde PSS/SSS/PBCH/SIB/búsqueda también se puede fijar en el medio de la portadora de enlace descendente, de modo que el dispositivo de bajo coste comience con las bandas de frecuencias fijas tanto para adquisición como para RACH.

**[0065]** Opcionalmente, el eNodoB puede utilizar la concesión de 20 bits para asignar el UE a otro ancho de banda estrecho para el mensaje 3 y más allá. Esto permite flexibilidad de programación. Una vez que se completa la resolución de contienda, el UE continúa utilizando este ancho de banda de enlace ascendente para la transmisión para evitar transiciones de frecuencia innecesarias. Si la resolución de contienda no es exitosa, el UE regresa a la banda de frecuencias central para la(s) transmisión(es) del mensaje 1. Además, la vinculación de los grupos de mensaje 3 a mensaje 1 puede extender igualmente los UE de ancho de banda estrecho a través de diferentes anchos de banda.

**[0066]** En un aspecto, la transmisión normal de mensaje 3 soporta retransmisión HARQ. Por lo tanto, el UE supervisa PHICH, aunque se pueden implementar diseños alternativos para evitar la detección de PHICH. Por ejemplo, se puede implementar un funcionamiento sin PHICH donde el UE supervisa ePDCCH para su transmisión de mensaje 3. Una nueva concesión para retransmisión puede interpretarse como un ACK/NAK. Opcionalmente, otra configuración utiliza el funcionamiento sin HARQ donde el UE no soporta retransmisión. El UE comenzará el procedimiento RACH nuevamente si el funcionamiento RACH anterior no tuvo éxito. En un aspecto, el aumento de potencia puede aumentar la probabilidad de detección de RACH si no tiene éxito la primera vez.

**[0067]** Varias configuraciones de diseño pueden implementarse para el mensaje 4. Después de la resolución de contienda en el mensaje 4, el eNodoB puede asignar potencialmente UE de ancho de banda estrecho a diferentes recursos de enlace descendente/enlace ascendente para futuras comunicaciones. Por ejemplo, en una configuración de diseño, se pueden estandarizar nuevos campos para señalar UEs de ancho de banda estrecho en el mensaje 4 para sus bandas de transmisión de enlace descendente y enlace ascendente predeterminadas. Por lo tanto, el UE sabe dónde buscar su transmisión. Opcionalmente, en una configuración alternativa, ePDCCH puede usarse para asignaciones y/o distribuciones fijas (de forma similar al mensaje 2). Esta configuración se basa en la descodificación ciega de UE.

**[0068]** En un mensaje 4, el eNodoB puede proporcionar la asignación de enlace ascendente con el fin de evitar la transmisión de petición de planificación desde el UE para la petición de establecimiento de conexión de control de recursos de radio (RRC).

**[0069]** Otro aspecto considera el acceso no basado en contienda. El procedimiento de acceso no basado en contienda se utiliza para el traspaso y la llegada de datos de enlace descendente durante el estado RRC\_CONECTADO cuando el enlace ascendente no está sincronizado.

**[0070]** Los pasos para un procedimiento de acceso no basado en contienda se ilustran en el diagrama de flujo de llamadas de la FIGURA 9. En el momento 912, el eNodoB 904 transmite una transmisión de enlace descendente que incluye la asignación de preámbulo RACH a través de señalización dedicada. En el momento 914, el UE 902 envía una transmisión de enlace ascendente que incluye el preámbulo RACH. En el momento 916, el eNodoB 904 envía una respuesta de RACH en PDSCH.

**[0071]** Cuando el UE está en el estado RRC\_CONECTADO y el enlace ascendente no está sincronizado, entonces en el momento 912, el eNodoB 904 puede enviar la asignación de preámbulo a través de la misma transmisión de enlace descendente para el funcionamiento de ancho de banda estrecho, (por ejemplo, usar el ancho de banda estrecho de enlace descendente actual para la asignación). En el momento 914, la transmisión del preámbulo RACH puede entonces programarse en el mismo ancho de banda estrecho de enlace ascendente que la última transmisión de enlace ascendente desde el UE 902 o puede coincidir con la transmisión de ancho de banda estrecho de enlace descendente. En el momento 916, la respuesta de RACH se transmite en el mismo ancho de banda estrecho del enlace descendente que el paso 1 (o el momento 912). Dentro de este mensaje, el eNodoB puede señalar al UE para una nueva transmisión/recepción de ancho de banda estrecho de enlace descendente y enlace ascendente. Esto puede hacerse especificando nuevos campos en la respuesta de RACH para los bloques de recursos de transmisión de enlace descendente y enlace ascendente predeterminados (por ejemplo, seis bloques de recursos para enlace ascendente y seis bloques de recursos para enlace descendente).

**[0072]** Varias configuraciones de diseño pueden implementarse para RACH después del traspaso. Por ejemplo, el acceso no basado en contienda puede eliminarse y el proceso puede depender solo de RACH basado en contienda. Opcionalmente, en otra configuración, si se soporta RACH sin contienda, se pueden usar los mismos seis bloques de

recursos que PSS/SSS/PBCH. Además, el uso de otras bandas estrechas solo puede ocurrir después del procedimiento RACH.

5 **[0073]** La potencia de transmisión para RACH y el mensaje 3 están actualmente definido para la célula como un parámetro común para todos los usuarios (por ejemplo, `preambleInitialReceivedTargetPower`). Para los UE de ancho de banda estrecho, se puede configurar una desviación diferente en la potencia basándose en la cobertura del UE y el requisito de potencia de transmisión.

10 **[0074]** El temporizador para el procedimiento de RACH se define actualmente como un parámetro común para todos los usuarios en una célula (por ejemplo, `RA-ResponseWindowSize`, `mac-ContentionResolutionTimer`). En una configuración, los UE de ancho de banda estrecho pueden tener una desviación diferente en el temporizador porque se espera que los dispositivos de bajo coste tengan poca movilidad y típicamente tengan aplicaciones tolerantes al retraso.

15 **[0075]** Para el mensaje 3, actualmente existe una configuración común para una retransmisión máxima (`maxHARQ-Msg3Tx`). Se puede definir un mayor número de retransmisiones para UE de ancho de banda estrecho.

20 **[0076]** Las consideraciones de desviación de corriente continua (CC) pueden afectar a las configuraciones de los UE de ancho de banda estrecho. La recepción PRACH en el `eNodeB` desde transmisiones de UE de ancho de banda estrecho puede ocurrir en diferentes lugares dependiendo de la frecuencia del oscilador local (LO) de frecuencia central del UE de ancho de banda estrecho de transmisión. Se puede proporcionar un bucle de compensación de corriente continua para explicar la desviación de corriente continua. Es decir, el bucle de compensación de CC puede explicar la ubicación de la frecuencia central. Para la recepción de enlace descendente (PDSCH/ePDCCH) en el UE, los elementos de recursos intermedios a la frecuencia centrada pueden tener muescas.

25 **[0077]** Las consideraciones de nueva sintonización de frecuencia también pueden afectar a la configuración de los UE de ancho de banda estrecho. Actualmente, se utilizan 300 micro segundos (us) de tiempo de cambio. Para reducir este tiempo, una configuración proporciona dos frecuencias de oscilador local (LO) (por ejemplo, una para la frecuencia central actual y la otra para la frecuencia central próxima).

30 **[0078]** Las FIGURAS 10A y 10B ilustran procedimientos de funcionamiento de ancho de banda estrecho en un sistema que tiene un ancho de banda más amplio. En particular, la FIGURA 10A ilustra un procedimiento 1001 para configurar RACH en un UE de ancho de banda estrecho. En el bloque 1010, el `eNodeB` radiodifunde una primera configuración de RACH para un dispositivo normal, como un UE que funciona en el mismo espectro de ancho de banda que la estación base. En el bloque 1012, el `eNodeB` radiodifunde una segunda configuración de RACH para un dispositivo de ancho de banda estrecho. El dispositivo de ancho de banda estrecho funciona en un ancho de banda más estrecho que el dispositivo normal.

35 **[0079]** La FIGURA 10B ilustra un procedimiento 1002 para que un dispositivo de ancho de banda estrecho funcione en un sistema que incluye un ancho de banda más amplio. En el bloque 1020, el UE recibe una configuración de RACH en una banda estrecha definida diferente de una configuración de RACH recibida por un UE normal. En el bloque 1022, el UE transmite de acuerdo con la configuración de RACH recibida.

40 **[0080]** En una configuración, el `eNodeB` 610 está configurado para la comunicación inalámbrica que incluye medios para la radiodifusión de una primera configuración de RACH, y también medios para la radiodifusión de una segunda configuración de RACH. En un aspecto, los medios de radiodifusión pueden ser el procesador de transmisión (TX) 616, los transmisores 618, la antena 620, el procesador de controlador 675 y/o la memoria 676 configurados para realizar las funciones indicadas por los medios de radiodifusión. En otro aspecto, los medios mencionados anteriormente pueden ser cualquier módulo o cualquier aparato configurado para realizar las funciones enumeradas por los medios mencionados anteriormente.

45 **[0081]** En una configuración, el UE 650 está configurado para la comunicación inalámbrica, incluyendo medios para la recepción. En un aspecto, los medios de recepción pueden ser la antena 652, los receptores (RX) 654, el procesador de recepción 656, el controlador/procesador 659 y/o la memoria 660, configurados para realizar las funciones indicadas por los medios de recepción. El UE 650 también está configurado para incluir medios para la transmisión. En un aspecto, los medios de transmisión pueden ser el controlador/procesador 659, la memoria 660, el procesador de transmisión (TX) 668, los transmisores 654 y/o la antena 652, configurados para realizar las funciones indicadas por los medios de transmisión. En otro aspecto, los medios mencionados anteriormente pueden ser cualquier módulo o cualquier aparato configurado para realizar las funciones enumeradas por los medios mencionados anteriormente.

50 **[0082]** Las FIGURAS 11A y 11B son un diagrama que ilustra un ejemplo de una implementación de hardware para un aparato 1100a, 1100b que utiliza un sistema de procesamiento 1114. El sistema de procesamiento 1114 se puede implementar con una arquitectura de bus, representada, en general, por el bus 1124. El bus 1124 puede incluir un número cualquiera de buses y puentes de interconexión dependiendo de la aplicación específica del sistema de procesamiento 1114 y de las restricciones de diseño globales. El bus 1124 conecta varios circuitos, incluyendo uno o más procesadores y/o módulos de hardware, representados mediante el procesador 1122, los módulos 1102, 804 y

el medio legible por ordenador 1126. El bus 1124 puede enlazar también otros diversos circuitos, tales como fuentes de temporización, periféricos, reguladores de tensión y circuitos de gestión de potencia, que son bien conocidos en la técnica, y por lo tanto, no se describirán en mayor detalle.

5 **[0083]** El aparato incluye un sistema de procesamiento 1114 acoplado a un transceptor 1130. El transceptor 1130 está acoplado a una o más antenas 1120. El transceptor 1130 permite la comunicación con otros varios aparatos mediante un medio de transmisión. El sistema de procesamiento 1114 incluye un procesador 1122 acoplado a un medio legible por ordenador 1126. El procesador 1122 se encarga del procesamiento general, que incluye la ejecución de software almacenado en el medio legible por ordenador 1126. El software, cuando es ejecutado por el procesador 10 1122, hace que el sistema de procesamiento 1114 realice las diversas funciones descritas para cualquier aparato particular. El medio legible por ordenador 1126 también se puede usar para almacenar datos que se manipulen por el procesador 1122 cuando ejecute el software.

15 **[0084]** La FIGURA 11A ilustra un aparato 1100a para usar como componente de un eNodo B. El sistema de procesamiento 1114 incluye un módulo de configuración 1102 y un módulo de radiodifusión 110 conectados al bus 1124. El módulo de configuración 1102 configura una configuración de RACH para un dispositivo normal y una configuración de RACH para un dispositivo de banda estrecha que funciona en un ancho de banda más estrecho que el dispositivo normal. El sistema de procesamiento 1114 también incluye un módulo de radiodifusión 1104 para radiodifundir las diferentes configuraciones de RACH. Los módulos pueden ser módulos de software que se ejecuten 20 en el procesador 1122, residentes/almacenados en el medio legible por ordenador 1126, uno o más módulos de hardware acoplados al procesador 1122, o alguna combinación de los mismos. El sistema de procesamiento 1114 puede ser un componente del eNodoB 610 y puede incluir la memoria 676, el controlador/procesador 675 y/o el procesador de transmisión 616.

25 **[0085]** La FIGURA 11B ilustra un aparato 1100b para usar como componente de un equipo de usuario (UE). El sistema de procesamiento 1114 incluye un módulo de recepción de banda estrecha 1132 y un módulo de transmisión 1134 conectado al bus 1124. El módulo de recepción de banda estrecha 1132 recibe una configuración de canal de acceso aleatorio (RACH) en un ancho de banda estrecho definido diferente de una configuración de RACH recibida por un equipo de usuario normal. El módulo de transmisión 1134 transmite de acuerdo con la configuración de RACH 30 recibida. Los módulos pueden ser módulos de software que se ejecuten en el procesador 1122, residentes/almacenados en el medio legible por ordenador 1126, uno o más módulos de hardware acoplados al procesador 1122, o alguna combinación de los mismos. El sistema de procesamiento 1114 puede ser un componente del eNodoB 610 y puede incluir la memoria 676, el controlador/procesador 675 y/o el procesador de transmisión 616.

35 **[0086]** Los expertos en la técnica apreciarán además que los diversos bloques lógicos, módulos, circuitos y pasos de algoritmo ilustrativos descritos en relación con la divulgación en el presente documento se pueden implementar como hardware electrónico, software informático o combinaciones de ambos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y software, anteriormente se han descrito diversos componentes, bloques, módulos, circuitos y pasos ilustrativos, en general, en lo que respecta a su funcionalidad. Que dicha funcionalidad se implemente 40 como hardware o software depende de la aplicación particular y de las restricciones de diseño impuestas en el sistema general. Los expertos en la técnica pueden implementar la funcionalidad descrita de diferentes maneras para cada aplicación particular, pero no debe interpretarse que dichas decisiones de implementación suponen una desviación del alcance de la presente divulgación.

45 **[0087]** Los diversos bloques lógicos, módulos y circuitos ilustrativos descritos en relación con la divulgación en el presente documento se pueden implementar o realizar con un procesador de propósito general, con un procesador de señales digitales (DSP), con un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), con una matriz de puertas programables in situ (FPGA) o con otro dispositivo de lógica programable, lógica discreta de transistores o de puertas, componentes de hardware discretos o con cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones 50 descritas en el presente documento. Un procesador de propósito general puede ser un microprocesador pero, de forma alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, microcontrolador o máquina de estados convencional. Un procesador también puede implementarse como una combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores junto con un núcleo de DSP o cualquier otra configuración de este tipo.

55 **[0088]** Los pasos de un procedimiento o de un algoritmo descrito en relación con la divulgación en el presente documento se pueden incorporar directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador o en una combinación de los dos. Un módulo de software puede residir en una memoria RAM, en una memoria flash, en una memoria ROM, en una memoria EPROM, en una memoria EEPROM, en registros, en un disco duro, en un 60 disco extraíble, en un CD-ROM o en cualquier otro medio de almacenamiento conocido en la técnica. Un medio de almacenamiento a modo de ejemplo está acoplado al procesador de modo que el procesador pueda leer información de, y escribir información en, el medio de almacenamiento. Como alternativa, el medio de almacenamiento puede estar integrado en el procesador. El procesador y el medio de almacenamiento pueden residir en un ASIC. El ASIC puede residir en un terminal de usuario. De forma alternativa, el procesador y el medio de almacenamiento pueden 65 residir como componentes discretos en un terminal de usuario.

5 **[0089]** En uno o más diseños a modo de ejemplo, las funciones descritas se pueden implementar en hardware, software, firmware o en cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en software, las funciones se pueden almacenar en, o transmitir por, un medio legible por ordenador como una o más instrucciones o código. Los medios legibles por ordenador incluyen tanto medios de almacenamiento informáticos como medios de comunicación, incluyendo cualquier medio que facilite la transferencia de un programa informático de un lugar a otro. Un medio de almacenamiento puede ser cualquier medio disponible al que se pueda acceder mediante un ordenador de uso general o de uso especial. A modo de ejemplo, y no de limitación, dichos medios legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otro almacenamiento en disco óptico, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que se pueda usar para transportar o almacenar 10 medios de código de programa deseados en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que se pueda acceder mediante un ordenador de uso general o de uso especial, o un procesador de uso general o de uso especial. Además, cualquier conexión recibe apropiadamente la denominación de medio legible por ordenador. Por ejemplo, si el software se transmite desde un sitio web, un servidor u otra fuente remota usando un cable coaxial, un cable de fibra óptica, un par trenzado, una línea de abonado digital (DSL) o las tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas, se incluyen en la definición de medio. Los discos, como se usan en el presente documento, incluyen el disco compacto (CD), el disco láser, el disco óptico, el disco versátil digital (DVD), el disco flexible y el disco Blu-ray, donde algunos discos reproducen habitualmente los datos magnéticamente, mientras que otros discos reproducen los datos ópticamente con láseres. Combinaciones de lo anterior también deben incluirse dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

20 **[0090]** La descripción previa de la divulgación se proporciona para permitir que cualquier experto en la técnica realice o use la divulgación. Diversas modificaciones de la divulgación resultarán fácilmente evidentes a los expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en el presente documento se pueden aplicar a otras variaciones sin apartarse del alcance de la divulgación. Por lo tanto, no se pretende limitar la divulgación a los ejemplos y diseños descritos en el presente documento, sino que se le ha de conceder el alcance más amplio conforme a los principios y 25 las características novedosas divulgados en el presente documento.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento de comunicación inalámbrica realizado por un eNodoB (804; 904), que comprende:

- 5 radiodifundir una primera configuración de canal de acceso aleatorio, RACH, para un equipo de usuario normal, UE (206; 802; 902);
- radiodifundir una segunda configuración de RACH para un UE de ancho de banda estrecho (206; 802; 902), con el UE de ancho de banda estrecho (206; 802; 902) que funciona en un ancho de banda más estrecho que el UE normal (206; 802; 902);
- 10 recibir (810; 914), desde el UE de ancho de banda estrecho (206; 802; 902), una transmisión de enlace ascendente que incluye una secuencia de preámbulo RACH;
- 15 transmitir (812; 916) una transmisión de enlace descendente que incluye una respuesta de RACH que asigna el UE de ancho de banda estrecho (206; 802; 902) a otro ancho de banda estrecho; y
- recibir (814) una transmisión PUSCH de enlace ascendente desde el UE de ancho de banda estrecho (206; 802; 902) transmitida usando dicho otro ancho de banda estrecho.

2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la segunda configuración de RACH incluye índices de configuración PRACH del canal de acceso aleatorio físico, secuencias raíz PRACH, posiciones de frecuencia y/o identificador temporal de red de radio, RNTI.

3. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la respuesta de RACH (812; 916) se señala mediante:

un canal de control de enlace descendente físico de banda estrecha ePDCCH en el ancho de banda estrecho o con asignaciones fijas asignadas a una configuración de RACH de ancho de banda estrecho.

4. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además asignar una potencia de transmisión, desviación de temporizador y/o número de retransmisiones al UE de ancho de banda estrecho (206; 802; 902) que es diferente de una asignación de dispositivo normal.

5. Un procedimiento de comunicación inalámbrica realizado por un equipo de usuario, UE, de ancho de banda estrecho (206; 802; 902), que funciona en un sistema que incluye un ancho de banda más amplio, que comprende:

- recibir, desde un eNodoB (804; 904), una configuración de canal de acceso aleatorio, RACH, en un ancho de banda estrecho definido diferente de una configuración de RACH recibida por un UE normal (206; 802; 902);
- 40 en el que el UE de ancho de banda estrecho (206; 802; 902) funciona en un ancho de banda más estrecho que el UE normal (206; 802; 902);
- transmitir (810; 914) una transmisión de enlace ascendente que incluye una secuencia de preámbulo RACH;
- 45 recibir (812; 916), desde el eNodoB (804; 904), una transmisión de enlace descendente que incluye una respuesta de RACH que asigna el UE de ancho de banda estrecho (206; 802; 902) a otro ancho de banda estrecho; y
- transmitir (814) una transmisión PUSCH de enlace ascendente usando dicho otro ancho de banda estrecho.

6. El procedimiento según la reivindicación 5, que comprende además recibir un mensaje que asigna una potencia de transmisión, desviación de temporizador y/o número de retransmisiones al dispositivo de ancho de banda estrecho que es diferente de una asignación de dispositivo normal.

7. Un aparato de eNodoB (1100a) para comunicación inalámbrica, que comprende:

- medios para radiodifundir una primera configuración de canal de acceso aleatorio, RACH, para un UE normal (206; 802; 902); y
- 60 medios para radiodifundir una segunda configuración de RACH para un UE de ancho de banda estrecho (206; 802; 902), con el UE de ancho de banda estrecho (206; 802; 902) que funciona en un ancho de banda más estrecho que el UE normal (206; 802; 902); y
- medios para recibir (810; 914), desde el UE de ancho de banda estrecho (206; 802; 902), una transmisión de enlace ascendente que incluye una secuencia de preámbulo RACH;

medios para transmitir (812; 916) una transmisión de enlace descendente que incluye una respuesta de RACH que asigna el UE de ancho de banda estrecho (206; 802; 902) a otro ancho de banda estrecho; y

5 medios para recibir (814) una transmisión PUSCH de enlace ascendente desde el UE de ancho de banda estrecho (206; 802; 902) transmitida usando dicho otro ancho de banda estrecho.

**8.** Un aparato de equipo de usuario de ancho de banda estrecho para comunicación inalámbrica (1100b), que comprende:

10 medios para recibir, desde un eNodoB (804; 904), una configuración de canal de acceso aleatorio, RACH, en un ancho de banda estrecho definido diferente de una configuración de RACH recibida por un UE normal (206; 802; 902), en el que el UE de ancho de banda estrecho (206; 802; 902) está configurado para funcionar en un ancho de banda más estrecho que un UE normal (206; 802; 902); medios para transmitir (810; 914) una transmisión de enlace ascendente que incluye una secuencia de preámbulo RACH;

15 medios para recibir (812; 916), desde el eNodoB (804; 904), una transmisión de enlace descendente que incluye una respuesta de RACH que asigna el UE de ancho de banda estrecho (206; 802; 902) a otro ancho de banda estrecho; y

20 medios para transmitir (814) una transmisión PUSCH de enlace ascendente usando dicho otro ancho de banda estrecho.

**9.** Un programa de ordenador que comprende medios de código de programa adaptados para realizar, cuando se ejecutan en un ordenador, todos los pasos del procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1-4 o 5-6.

25

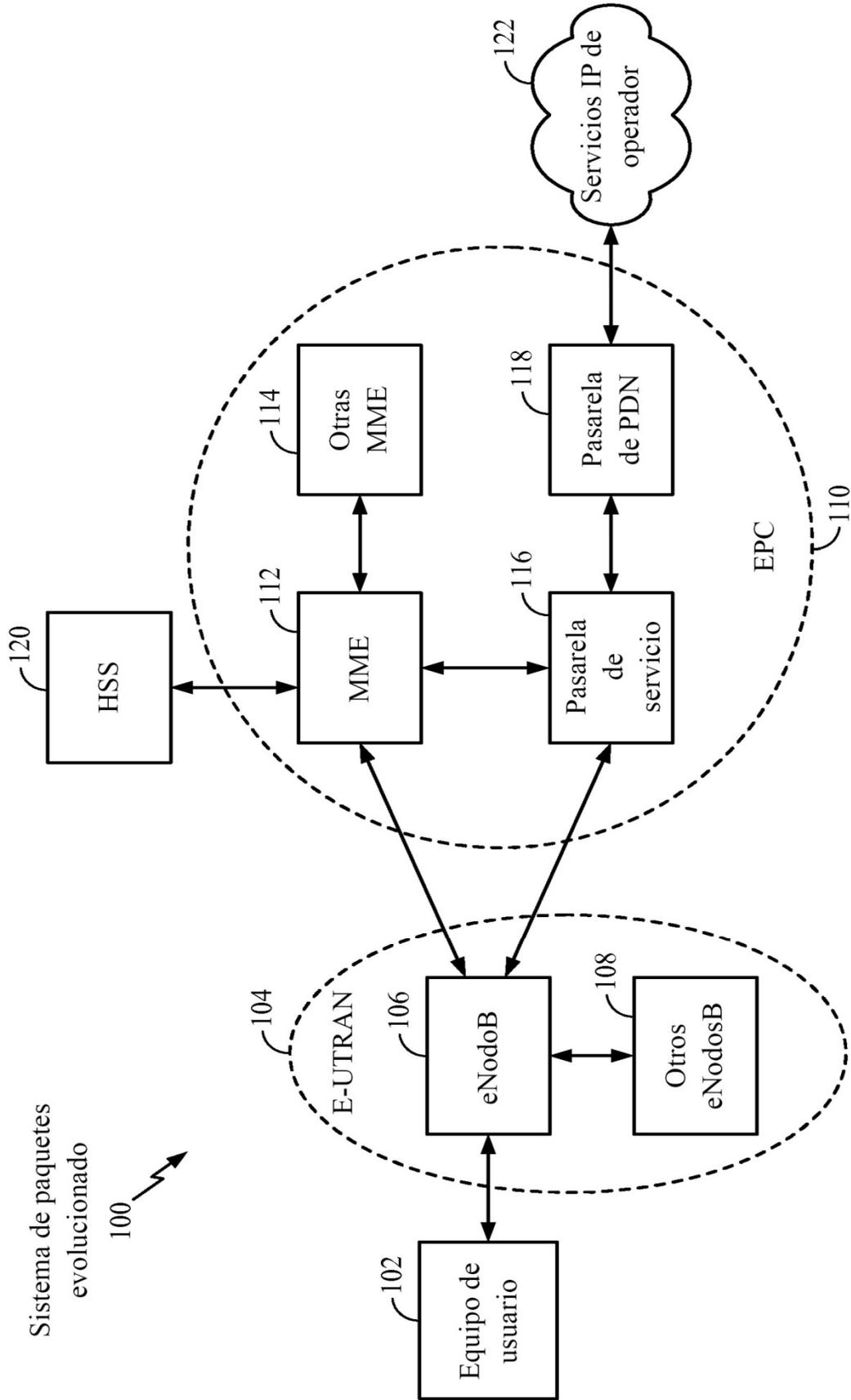
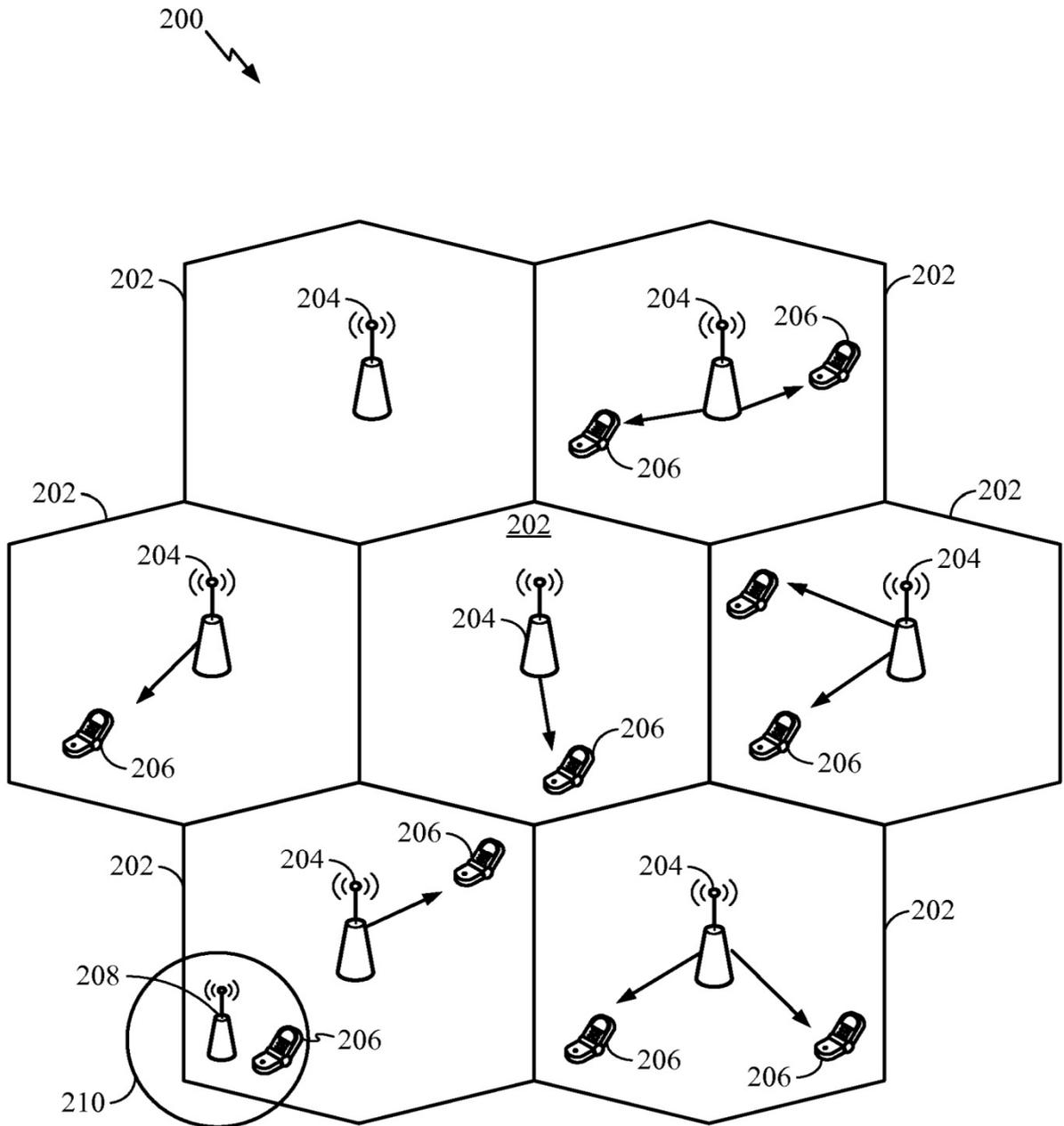


FIG. 1



**FIG. 2**

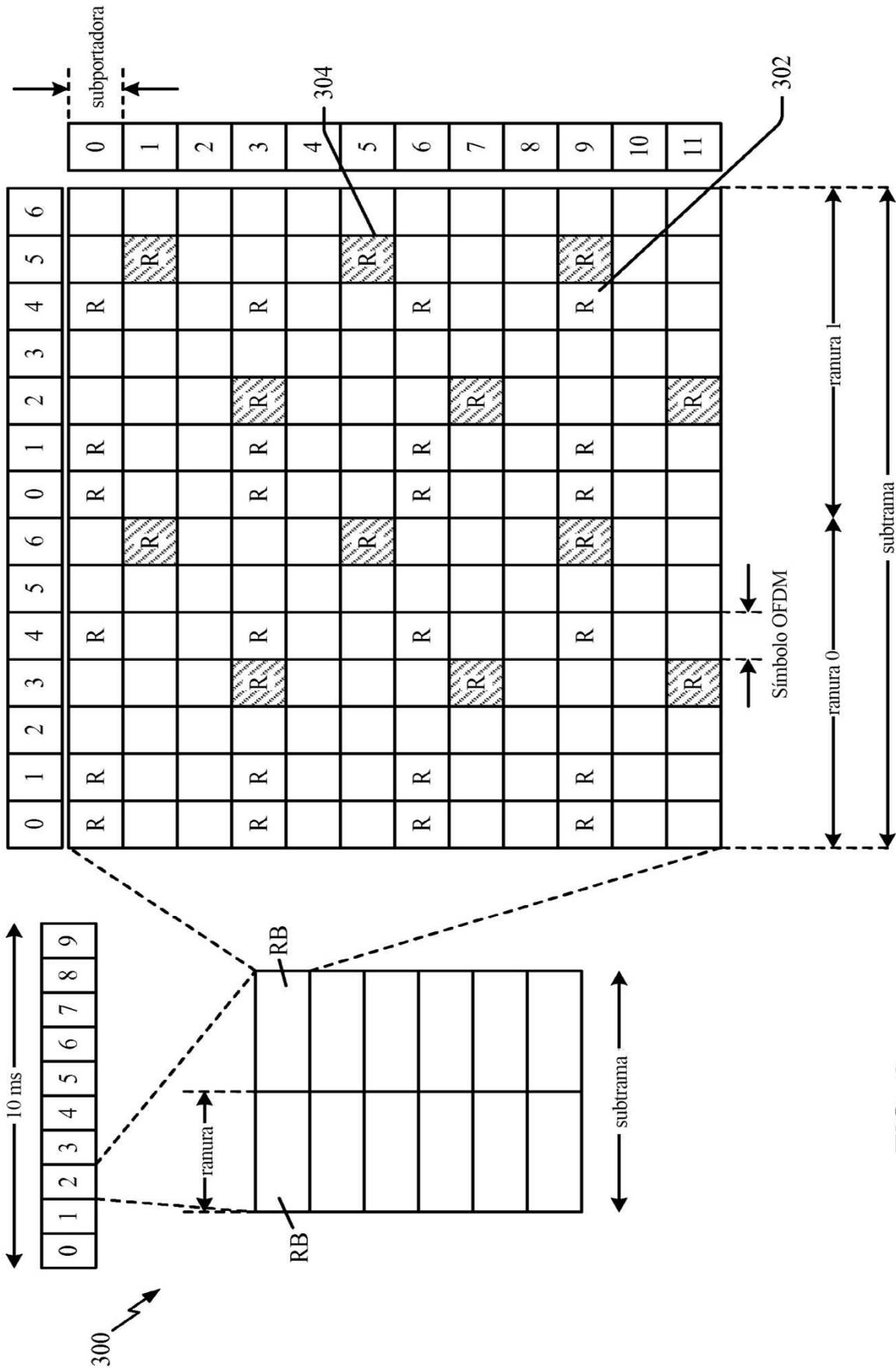
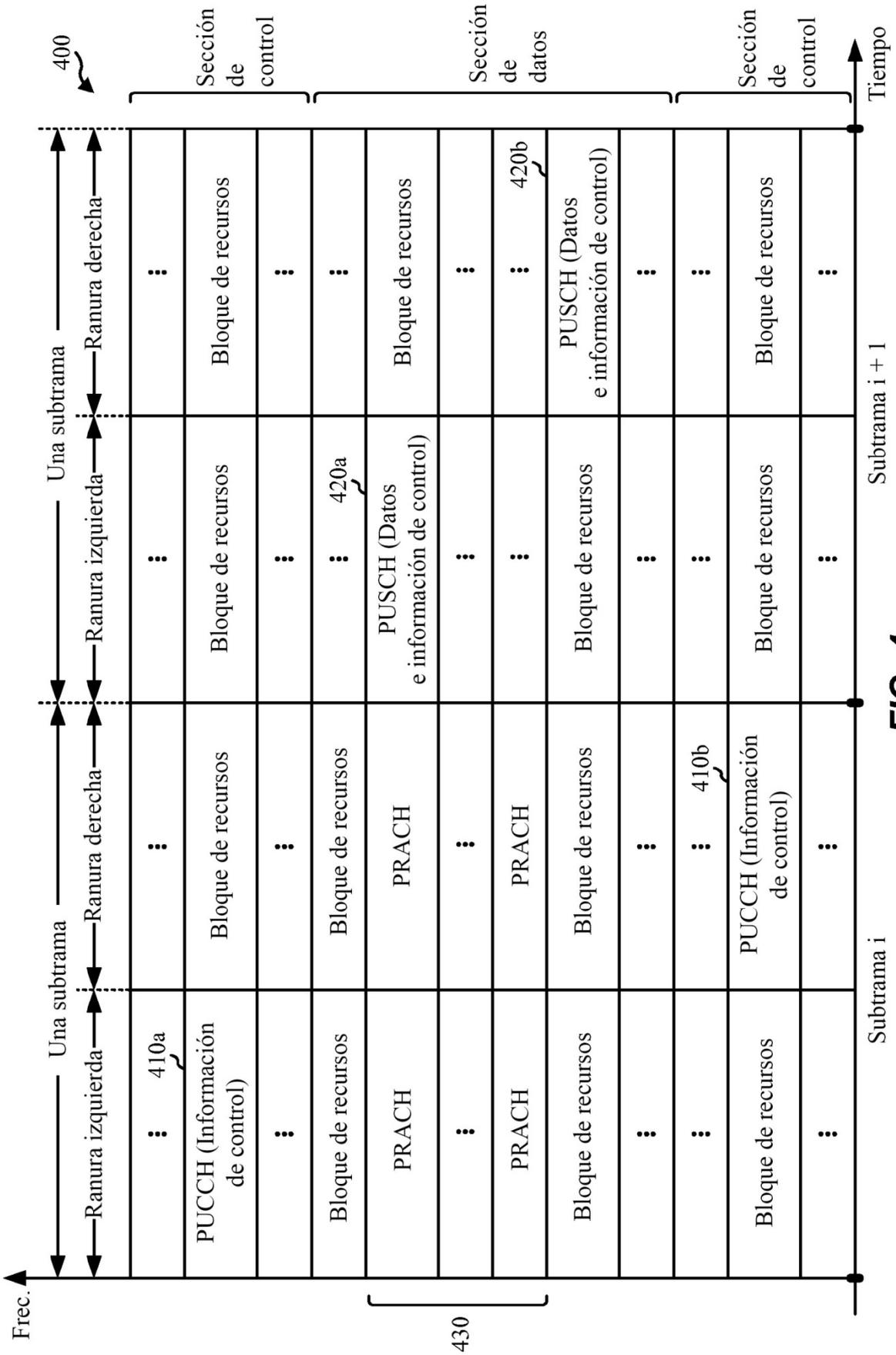
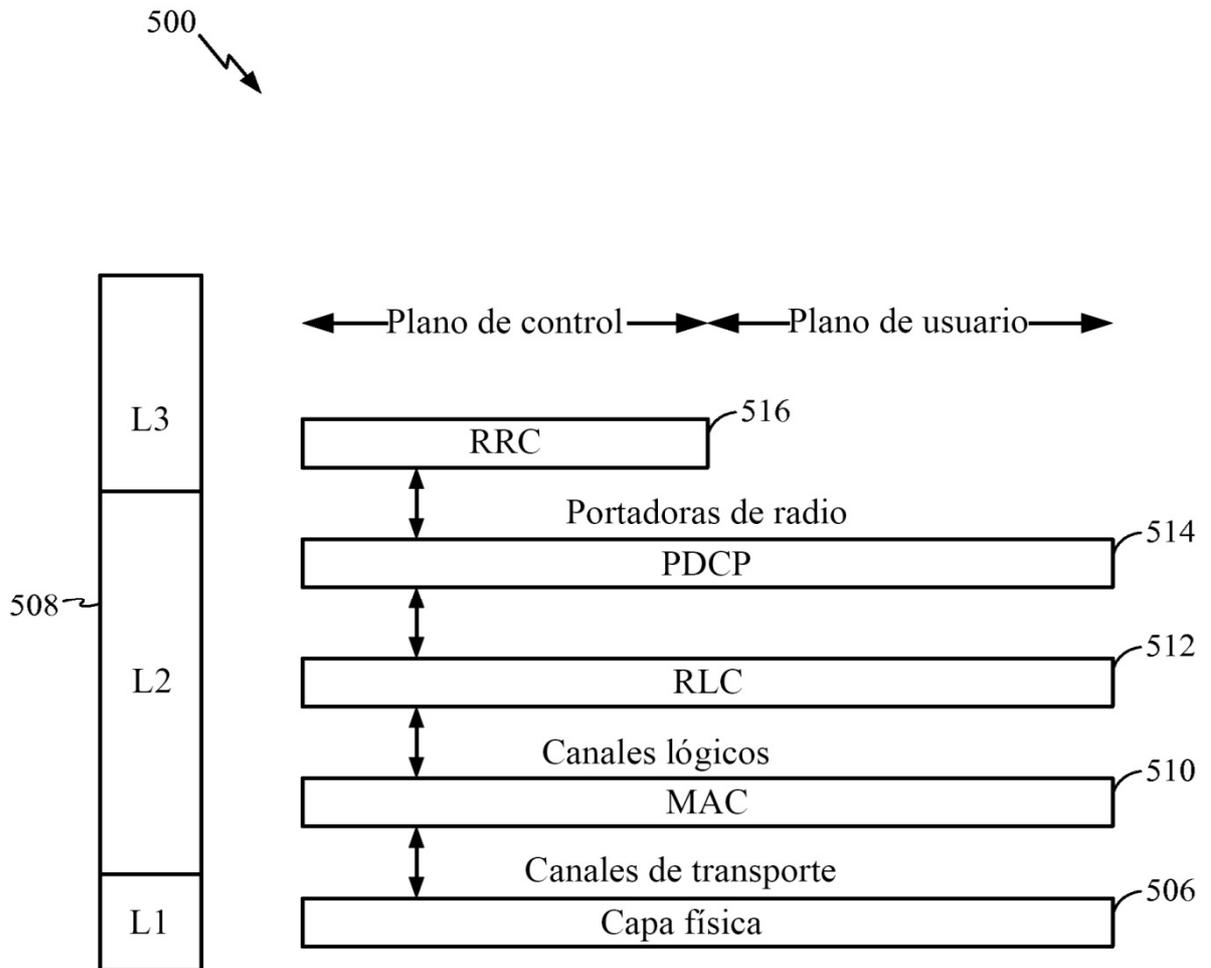


FIG. 3

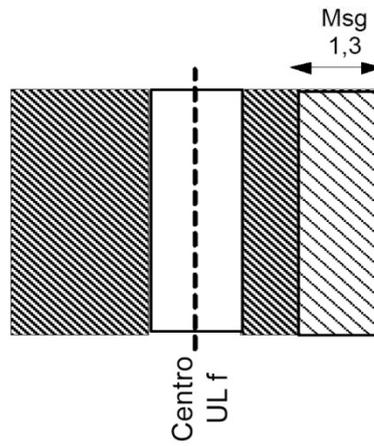
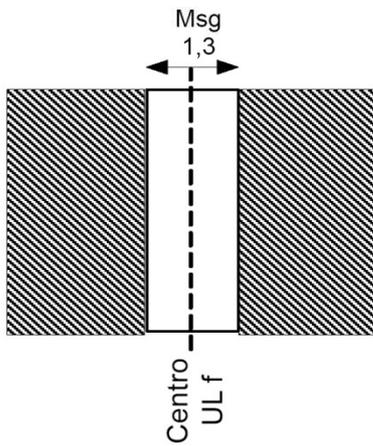
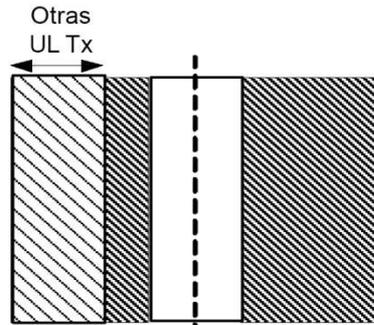
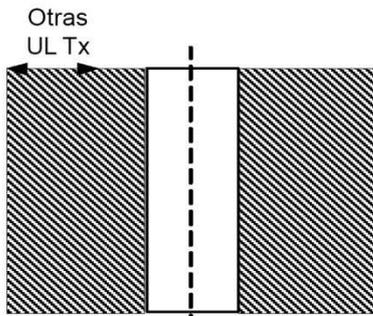


**FIG. 4**



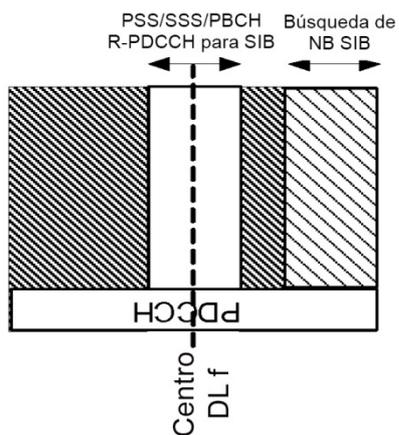
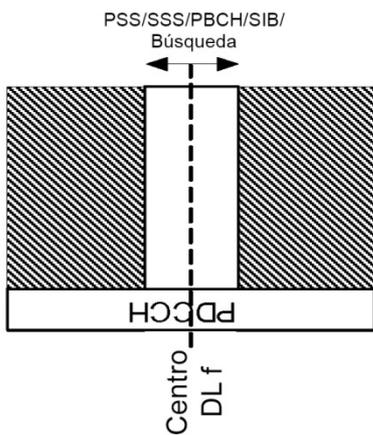
**FIG. 5**



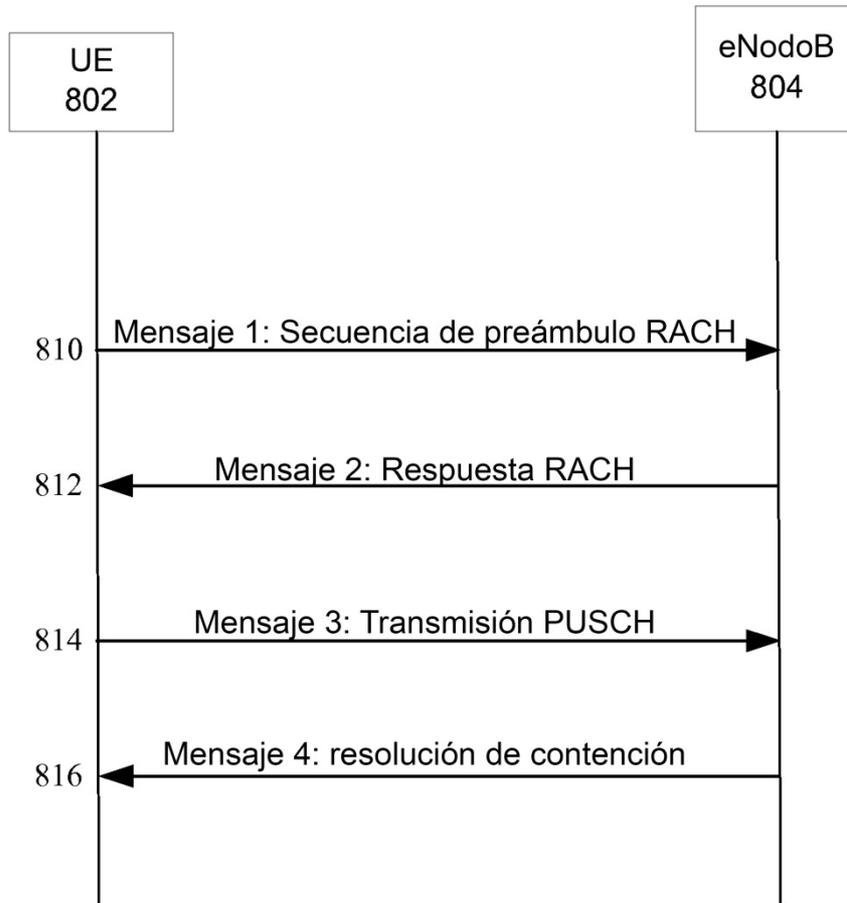


**FIG. 7A**

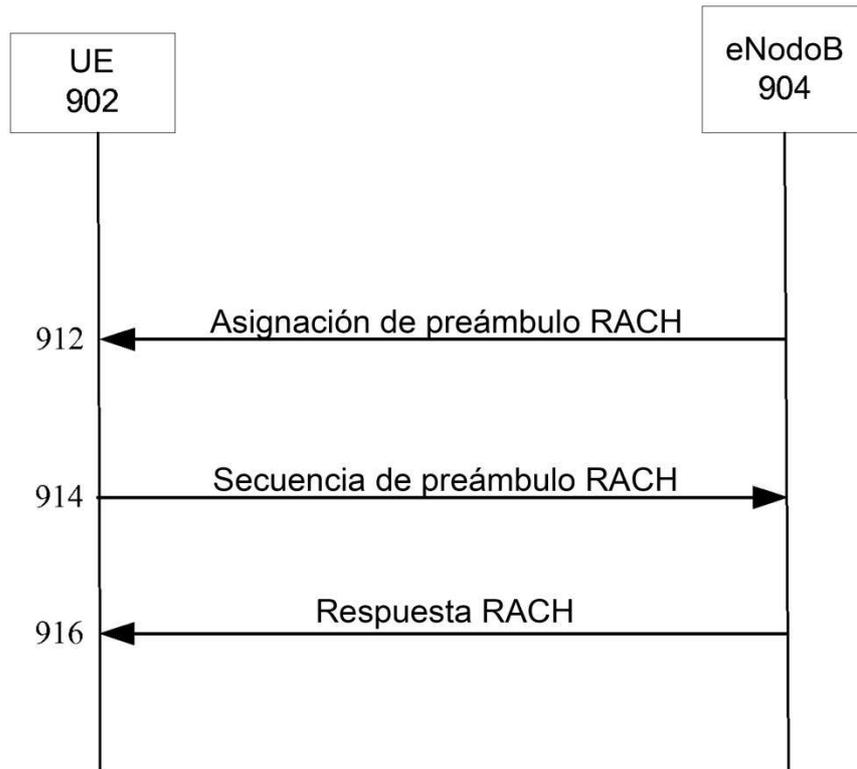
**FIG. 7B**



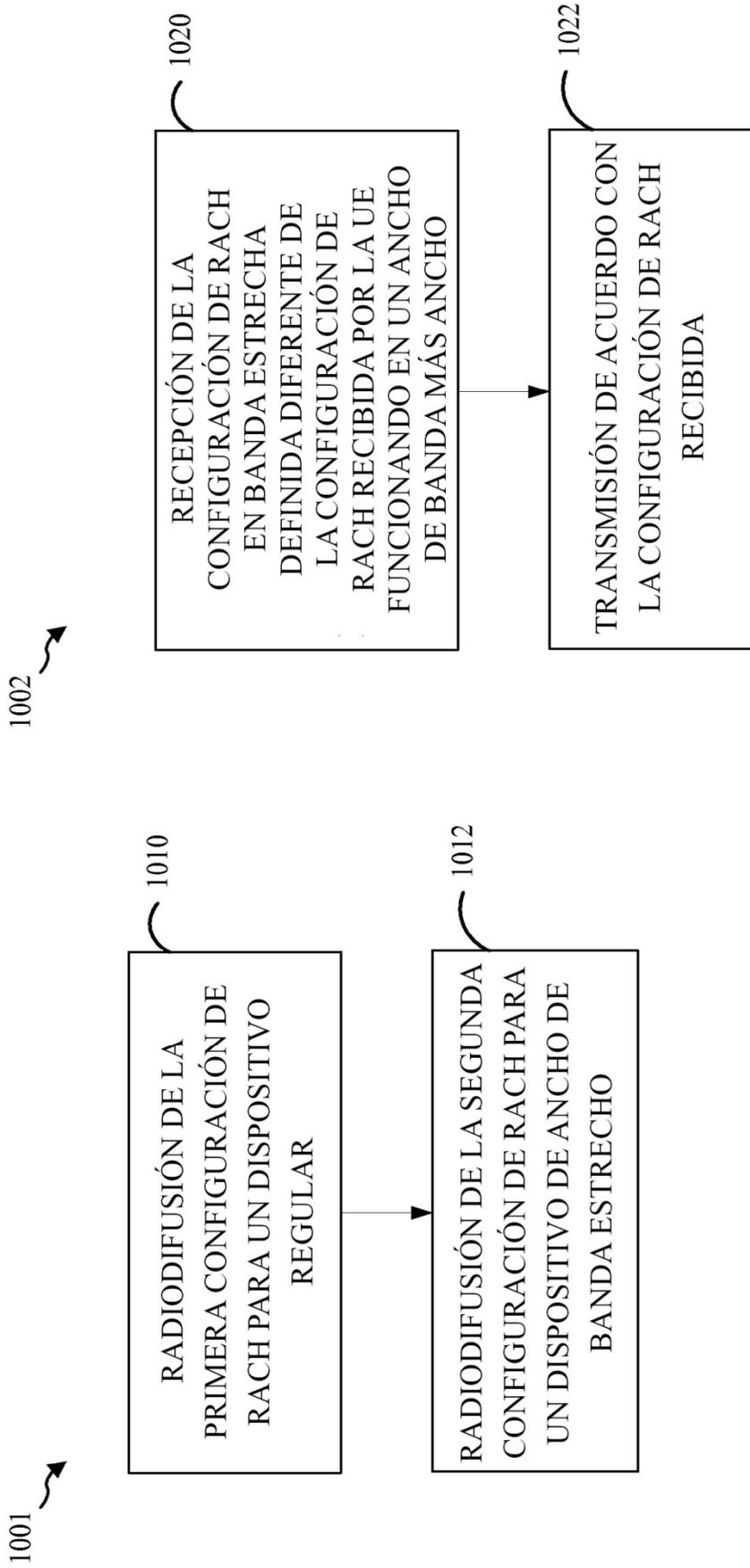
BW grande para UE normales



**FIG. 8**



**FIG. 9**



**FIG. 10A**

**FIG. 10B**

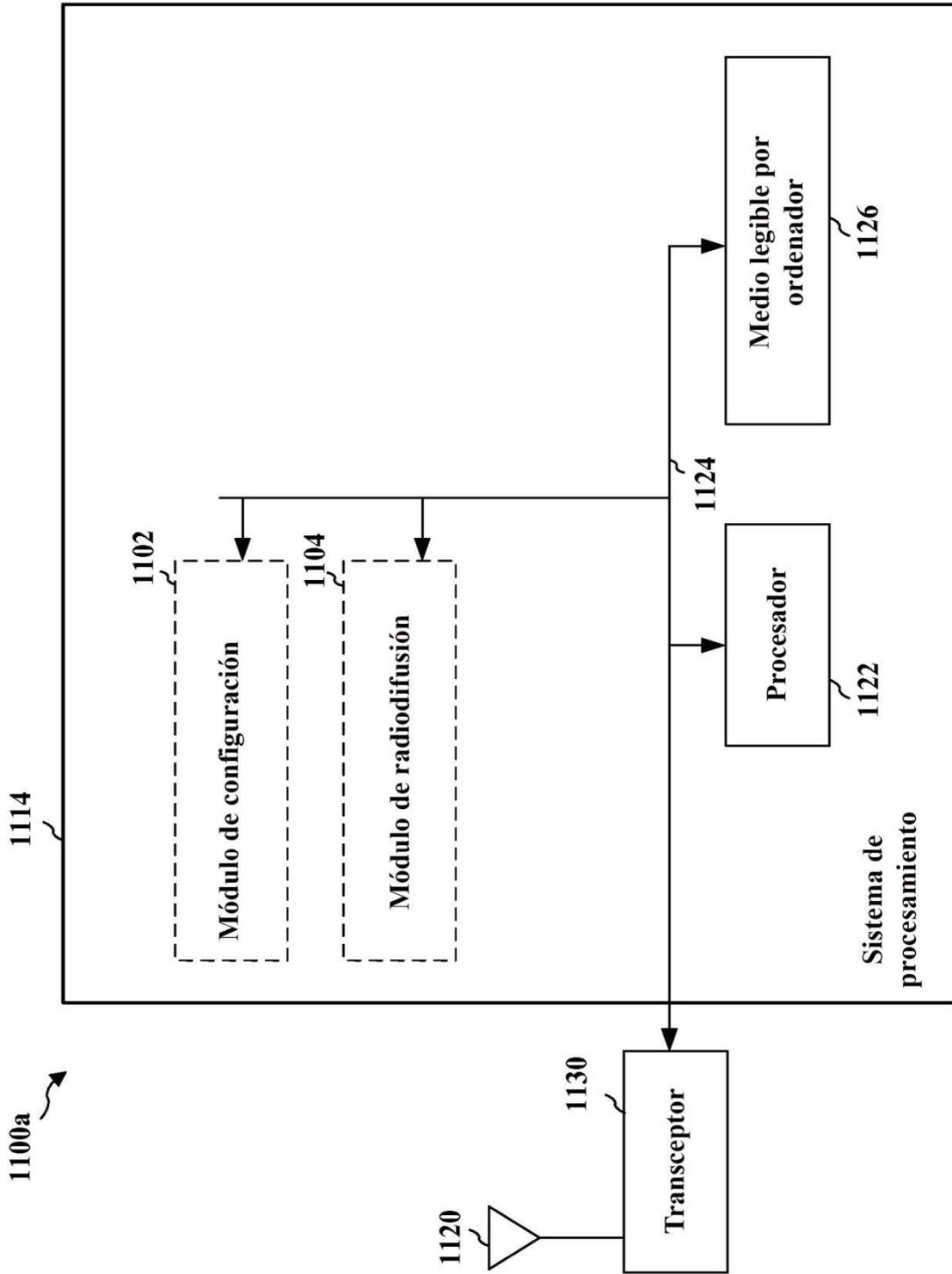


FIG. 11A

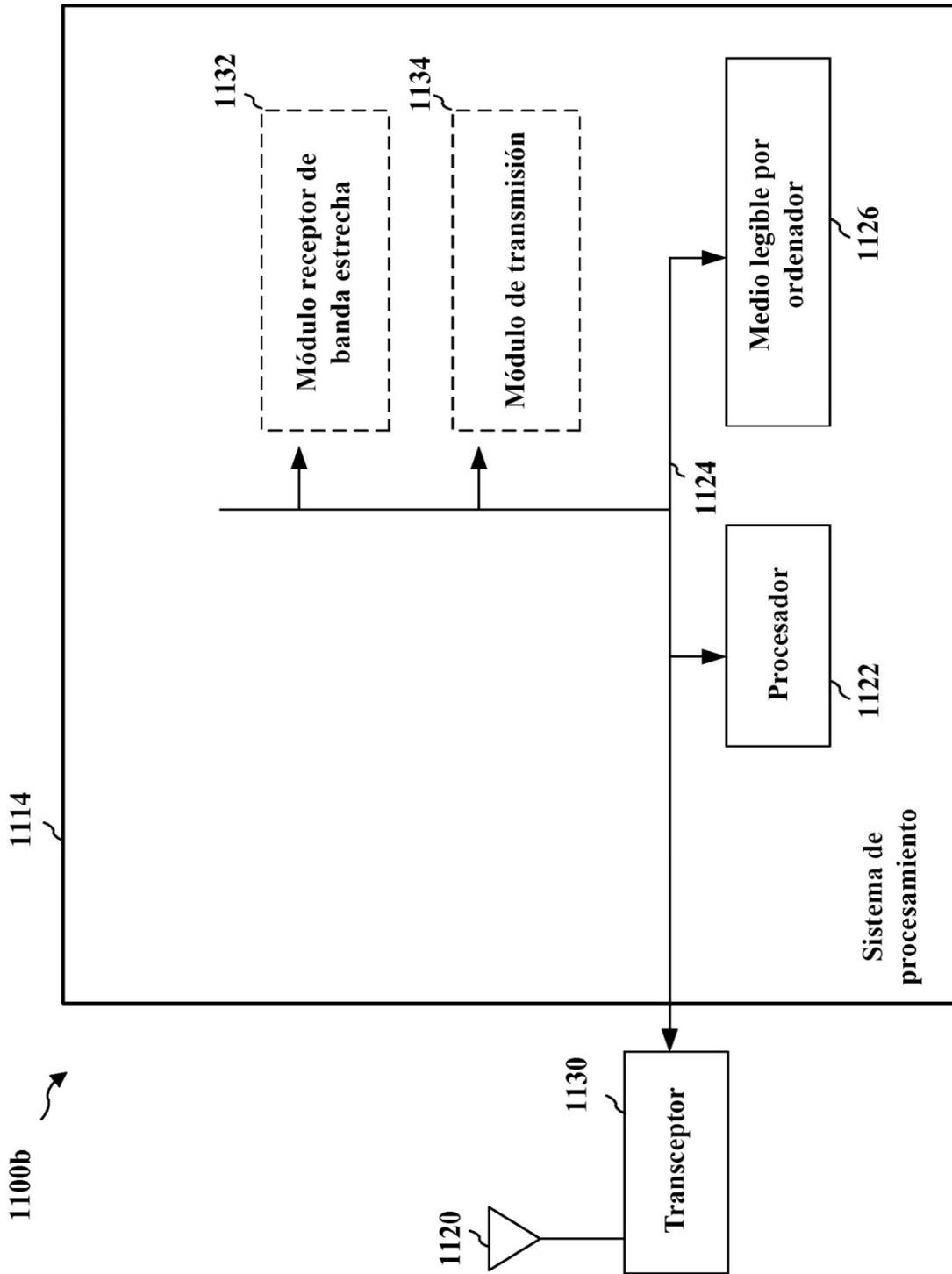


FIG. 11B