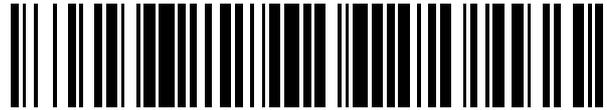


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 799 525**

51 Int. Cl.:

H04L 5/00	(2006.01)
H04L 27/26	(2006.01)
H04W 72/12	(2009.01)
H04W 4/70	(2008.01)
H04L 29/08	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.12.2016 PCT/US2016/067274**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **27.07.2017 WO17127192**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.12.2016 E 16840359 (0)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.03.2020 EP 3406040**

54 Título: **Concesiones de enlace ascendente para Internet de las cosas de banda estrecha**

30 Prioridad:

19.01.2016 US 201662280679 P
08.11.2016 US 201615345540

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.12.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

RICO ALVARINO, ALBERTO;
GAAL, PETER;
XU, HAO;
CHEN, WANSHI y
WANG, XIAOFENG

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 799 525 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

Concesiones de enlace ascendente para Internet de las cosas de banda estrecha

5 ANTECEDENTES

Campo de la divulgación

10 **[0001]** La presente divulgación se refiere en general a la comunicación inalámbrica, y más en particular, a procedimientos y aparatos para un diseño de enlace ascendente para Internet de las cosas de banda estrecha (NB-IoT).

Descripción de la técnica relacionada

15 **[0002]** Los sistemas de comunicación inalámbrica están ampliamente implementados para proporcionar diversos servicios de telecomunicación, tales como telefonía, vídeo, datos, mensajería y radiodifusión. Los sistemas de comunicación inalámbrica típicos pueden emplear tecnologías de acceso múltiple que pueden admitir la comunicación con múltiples usuarios compartiendo recursos de sistema disponibles (por ejemplo, ancho de banda, potencia de transmisión). Los ejemplos de dichas tecnologías de acceso múltiple incluyen sistemas de acceso múltiple por división de código (CDMA), sistemas de acceso múltiple por división de 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 portadora única (SC-FDMA) y sistemas de acceso múltiple por división de código síncrono y por división de tiempo (TD-SCDMA).

25 **[0003]** Estas tecnologías de acceso múltiple se han adoptado en diversos estándares de telecomunicaciones para proporcionar un protocolo común que permita a diferentes dispositivos inalámbricos comunicarse a un nivel municipal, nacional, regional e incluso global. Un ejemplo de estándar de telecomunicación emergente es la evolución a largo plazo (LTE). La LTE/LTE Avanzada es un conjunto de mejoras del estándar móvil del sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS) promulgado por el Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP). Está diseñada para admitir mejor el acceso a Internet de banda ancha móvil mejorando la eficacia espectral, reducir los costes, mejorar los servicios, hacer uso de un nuevo espectro e integrarse mejor con otros estándares abiertos 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).

35 **[0004]** En algunos ejemplos, un sistema de comunicación inalámbrica de acceso múltiple puede incluir un número de estaciones base, admitiendo cada una simultáneamente la comunicación para múltiples dispositivos de comunicación, conocidos de otro modo como equipo de usuario (UE). En una red LTE o LTE-A, un conjunto de una o más estaciones base puede definir un eNodeB (eNB). En otros ejemplos (por ejemplo, en una red de próxima generación o 5G), un sistema de comunicación inalámbrica de acceso múltiple puede incluir un número de unidades distribuidas (por ejemplo, unidades marginales (EU), nodos marginales (EN), cabezales de radio (RH), cabezales de radio inteligentes (SRH), puntos de recepción de transmisión (PRT), etc.) en comunicación con varias unidades centrales (por ejemplo, nodos centrales (CN), controladores de nodos de acceso (ANC), etc.), donde un conjunto de una o más unidades distribuidas, en comunicación con una unidad central, puede definir un nodo de acceso (por ejemplo, una nueva estación base de radio (BS NR), un nuevo nodo B de radio (NB NR), un nodo de red, gNB, etc.). Una estación base o una DU se puede comunicar con un conjunto de UE en canales de enlace descendente (por ejemplo, para transmisiones desde una estación base o a un UE) y canales de enlace ascendente (por ejemplo, para transmisiones desde un UE a una estación base o unidad distribuida).

50 **[0005]** Algunas redes de próxima generación, NR o 5G pueden admitir una capa de control de acceso al medio (MAC) basada en el enlace ascendente. En estas redes, un UE puede transmitir una señal piloto (por ejemplo, una señal de referencia) para que los dispositivos de acceso a la red (por ejemplo, unidades distribuidas) las reciban y midan. En base a las mediciones de la señal piloto por uno o más dispositivos de acceso a la red, la red puede identificar una célula de servicio (o unidad distribuida de servicio) para el UE. A medida que el UE se mueve dentro de la red, la red puede tomar al menos algunas decisiones de movilidad para el UE (por ejemplo, decisiones para iniciar un traspaso del UE desde una célula de servicio a otra célula de servicio) de forma transparente al UE (por ejemplo, sin notificar al UE de la decisión de movilidad, o sin implicar al UE en la decisión de movilidad).

60 **[0006]** Estas tecnologías de acceso múltiple se han adoptado en diversos estándares de telecomunicaciones para proporcionar un protocolo común que permita a diferentes dispositivos inalámbricos comunicarse a un nivel municipal, nacional, regional e incluso global. Un ejemplo de una norma de telecomunicación emergente es la nueva radio (NR), por ejemplo, el acceso por radio 5G. La NR es un conjunto de mejoras del estándar móvil de la LTE promulgado por el Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP). Está diseñada para admitir mejor el acceso a Internet de banda ancha móvil mejorando la eficacia espectral, reduciendo los costes, mejorando los servicios, haciendo uso del nuevo espectro e integrándose mejor con otros estándares abiertos, por ejemplo, que usen OFDMA con un prefijo cíclico (CP) en el enlace descendente (DL) y en el enlace ascendente (UL) o una interfaz aérea no basada en el OFDMA, así como para admitir la conformación de haces, la tecnología de antenas de múltiples entradas y múltiples

salidas (MIMO) y la agregación de portadoras.

5 **[0007]** Sin embargo, a medida que la demanda de acceso a la banda ancha móvil sigue aumentando, existe una necesidad de mejoras adicionales en la tecnología de NR. Preferentemente, estas mejoras deberían ser aplicables a otras tecnologías de acceso múltiple y a los estándares de telecomunicaciones que emplean estas tecnologías.

[0008] La contribución 3GPP "DCI for NB-IoT" de Huawei, R1-160032, analiza los formatos y contenidos DCI para NB-IoT, incluyendo la indicación de tono único o multitono para subportadoras de 15 kHz con 5 bits.

10 **[0009]** La contribución de 3GPP "Considerations on NB-PUSCH in NB-IoT" de Sony, R1-160178, analiza la transmisión de PUSCH con transmisiones de multitono y tono único, en la que son posibles transmisiones de hasta 12 tonos.

15 **[0010]** La contribución de 3GPP "Uplink Data Channel with 15 kHz Subcarrier Spacing for NB-IoT" por ZTE, R1-160053, analiza la asignación de recursos para el PUSCH de tono único y multitono de NB-IoT.

20 **[0011]** El documento WO 2013/049768 divulga sistemas y/o procedimientos para soportar comunicaciones a un ancho de banda reducido con una red de ancho de banda completo tal como una red de evolución a largo plazo (LTE). Por ejemplo, se pueden proporcionar y/o recibir asignaciones en banda tales como asignaciones de enlace descendente y/o concesiones de enlace ascendente y las transmisiones se pueden monitorizar y/o decodificar en base a la asignación en banda.

25 **[0012]** La contribución de 3GPP "Description of 8-BPSK and TPSK for the NB-IoT Uplink" por Qualcomm Incorporated, R1-160108, propone dos esquemas de modulación de baja PAPR para el NB-IoT UL, a saber, 8-BPSK y TPSK.

BREVE EXPLICACIÓN

30 **[0013]** La invención se define por las reivindicaciones adjuntas. Todos los modos de realización que no están dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas deben considerarse meramente como ejemplos adecuados para comprender la invención. Los sistemas, procedimientos y dispositivos de la divulgación tienen cada uno varios aspectos, ninguno de los cuales es el único responsable de sus atributos deseables. Sin limitar el alcance de la presente divulgación, según lo expresado por las reivindicaciones siguientes, ahora se analizarán brevemente algunos rasgos característicos. Después de considerar este análisis y, en particular, después de leer la sección titulada "DESCRIPCIÓN DETALLADA", se entenderá cómo los rasgos característicos de la presente divulgación proporcionan ventajas que incluyen comunicaciones mejoradas entre puntos de acceso y estaciones en una red inalámbrica.

40 **[0014]** La presente divulgación se refiere en general a la comunicación inalámbrica, y más en particular, a procedimientos y aparatos para un diseño de enlace ascendente para Internet de las cosas de banda estrecha (NB-IoT).

45 **[0015]** Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un procedimiento para comunicaciones inalámbricas mediante un equipo de usuario (UE). El procedimiento incluye en general recibir una concesión de enlace ascendente que indique uno o más tonos dentro de un bloque de recursos (RB) asignado al UE para la comunicación de banda estrecha y transmitir usando el uno o más tonos indicados en la concesión de enlace ascendente.

50 **[0016]** Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un procedimiento para comunicaciones inalámbricas mediante una estación base (BS). El procedimiento incluye en general enviar una concesión de enlace ascendente a un UE que indique uno o más tonos dentro de un RB asignado al UE para la comunicación de banda estrecha y recibir transmisiones desde el UE en el uno o más tonos indicados en la concesión de enlace ascendente.

55 **[0017]** Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un aparato para comunicaciones inalámbricas tal como un UE. El aparato incluye en general medios para recibir una concesión de enlace ascendente que indique uno o más tonos dentro de un RB asignado al UE para la comunicación de banda estrecha y medios para transmitir usando el uno o más tonos indicados en la concesión de enlace ascendente.

60 **[0018]** Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un aparato para comunicaciones inalámbricas tal como una BS. El aparato incluye en general medios para enviar una concesión de enlace ascendente a un UE que indique uno o más tonos dentro de un RB asignado al UE para la comunicación de banda estrecha y medios para recibir transmisiones desde el UE en el uno o más tonos indicados en la concesión de enlace ascendente.

65 **[0019]** Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un aparato para comunicaciones inalámbricas tal como un UE. El aparato incluye en general un receptor configurado para recibir una concesión de enlace ascendente que indique uno o más tonos dentro de un RB asignado al UE para la comunicación de banda estrecha y un transmisor configurado para transmitir usando el uno o más tonos indicados en la concesión de enlace ascendente.

5 [0020] Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un aparato para comunicaciones inalámbricas tal como una BS. El aparato incluye en general un transmisor configurado para enviar una concesión de enlace ascendente a un UE que indique uno o más tonos dentro de un RB asignado al UE para la comunicación de banda estrecha y un receptor configurado para recibir transmisiones desde el UE en el uno o más tonos indicados en la concesión de enlace ascendente.

10 [0021] Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un medio legible por ordenador que tiene un código ejecutable por ordenador almacenado en el mismo para comunicaciones inalámbricas por un UE. El código incluye en general código para recibir una concesión de enlace ascendente que indique uno o más tonos dentro de un RB asignado al UE para la comunicación de banda estrecha y un código para transmitir usando el uno o más tonos indicados en la concesión de enlace ascendente.

15 [0022] Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un medio legible por ordenador que tiene un código ejecutable por ordenador almacenado en el mismo para comunicaciones inalámbricas por una BS. El código incluye en general código para enviar una concesión de enlace ascendente a un UE que indique uno o más tonos dentro de un RB asignado al UE para la comunicación de banda estrecha y código para recibir transmisiones desde el UE en el uno o más tonos indicados en la concesión de enlace ascendente.

20 [0023] Otros aspectos, rasgos característicos y modos de realización de la presente invención resultarán evidentes para los expertos en la técnica, tras revisar la siguiente descripción de modos de realización ejemplares y específicos de la presente invención junto con las figuras adjuntas. Si bien los rasgos característicos de la presente invención se pueden analizar con respecto a determinados modos de realización y figuras a continuación, todos los modos de realización de la presente invención pueden incluir uno o más de los rasgos característicos ventajosos analizados en el presente documento. En otras palabras, si bien se pueden analizar uno o más modos de realización como que tienen determinados rasgos característicos ventajosos, también se pueden usar uno o más de dichos rasgos característicos de acuerdo con los diversos modos de realización de la invención analizados en el presente documento. De manera similar, si bien los modos de realización ejemplares se pueden analizar a continuación como los modos de realización del dispositivo, sistema o procedimiento, se debe entender que dichos modos de realización ejemplares se pueden implementar en diversos dispositivos, sistemas y procedimientos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

35 [0024] Para que los rasgos característicos de la presente divulgación mencionados anteriormente se puedan comprender en detalle, se puede ofrecer una descripción más particular, resumida brevemente anteriormente, por referencia a los aspectos, algunos de los cuales se ilustran en los dibujos adjuntos. Sin embargo, los dibujos adjuntos ilustran solamente determinados aspectos típicos de la presente divulgación y, por lo tanto, no han de considerarse limitantes de su alcance, ya que la descripción puede admitir otros aspectos igualmente eficaces.

40 La FIG. 1 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una arquitectura de red, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

45 La FIG. 2 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una red de acceso, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 3 es un diagrama que ilustra un ejemplo de estructura de trama de enlace descendente en una red de acceso, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

50 La FIG. 4 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una estructura de trama de enlace ascendente en una red de acceso, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 5 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una arquitectura de protocolo de radio para los planos de usuario y control, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

55 La FIG. 6 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una estación base y de un equipo de usuario en una red de acceso, de acuerdo con determinados aspectos de la divulgación.

60 La FIG. 7 ilustra una arquitectura lógica de ejemplo de una red de acceso por radio distribuida (RAN), de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 8 ilustra una arquitectura física de ejemplo de una RAN distribuida, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

65 La FIG. 9 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una subtrama centrada en enlace descendente (DL), de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 10 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una subtrama centrada en enlace ascendente (UL), de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

5 La FIG. 11 ilustra un ejemplo de un sistema de comunicación inalámbrica 1100, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 12 ilustra una implementación de ejemplo del Internet de las cosas de banda estrecha (NB-IoT), de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

10 La FIG. 13 es un diagrama de flujo que ilustra operaciones de ejemplo realizadas por un UE para recibir concesiones de enlace ascendente para NB-IoT, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 14 es un diagrama de flujo que ilustra operaciones de ejemplo realizadas por una estación base para transmitir concesiones de enlace ascendente para NB-IoT, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

15 Las FIGS. 15-18 ilustran diagramas que ilustran patrones de saltos de frecuencia de ejemplo para el espacio entre tonos de 15 kHz, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

20 **[0025]** Para facilitar la comprensión, se han usado, donde ha sido posible, números de referencia idénticos para designar elementos idénticos que son comunes a las figuras. Se contempla que los elementos divulgados en un aspecto se pueden usar de forma ventajosa en otros aspectos sin mención específica.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

25 **[0026]** El Internet de las cosas de banda estrecha (NB-IoT) es una tecnología que se está estandarizando por el cuerpo de estándares IEEE 3GPP. Esta tecnología es una tecnología de radio de banda estrecha diseñada especialmente para el Internet de las cosas. Algunos de los diseños de NB-IoT se centran en la cobertura interior, en los dispositivos de bajo coste, en la batería de larga duración y en los escenarios que implican una gran cantidad de dispositivos. La tecnología NB-IoT se puede implementar "en banda", usando bloques de recursos dentro de un espectro existente tal como el espectro de evolución a largo plazo (LTE) o el espectro del sistema global para comunicaciones móviles (GSM). Además, la tecnología NB-IoT se puede implementar en los bloques de recursos no usados dentro de una banda de guarda de portadora (por ejemplo, una portadora de LTE), o, para la implementación "independiente", la tecnología NB-IoT se puede implementar en un espectro dedicado (por ejemplo, dedicado para la operación NB-IoT) en lugar de uno de los espectros existentes.

35 **[0027]** Los aspectos de la presente divulgación proporcionan un diseño de enlace ascendente y concesiones de enlace ascendente para NB-IoT. Por ejemplo, el NB-IoT puede admitir tamaños de tono de 15 kHz y/o 3,75 kHz. Además, una concesión de enlace ascendente puede programar recursos para NB-IoT usando un tamaño de unidad de programación de un tono único, 3 tonos, 6 tonos y/o 12 tonos. Por tanto, puede haber múltiples combinaciones posibles que se pueden señalar por la concesión de enlace ascendente. En algunos aspectos, el tamaño (por ejemplo, número de bits) de la concesión de enlace ascendente puede depender del número de combinaciones que se vayan a señalar y/o del tamaño del tono (por ejemplo, 15 kHz o 3,75 kHz). En algunos casos, se puede reducir el número de combinaciones. Por ejemplo, se pueden restringir las posiciones del tono de inicio.

45 **[0028]** Diversos aspectos de la divulgación se describen con más detalle a continuación en el presente documento con referencia a los dibujos adjuntos. Sin embargo, la presente divulgación se puede realizar de muchas formas diferentes y no se debería interpretar que está limitada a ninguna estructura o función específica presentada a lo largo de la presente divulgación. En cambio, estos aspectos se proporcionan para que la presente divulgación sea exhaustiva y completa, y transmita por completo el alcance de la divulgación a los expertos en la técnica. En base a las enseñanzas en el presente documento, un experto en la técnica debería apreciar que el alcance de la divulgación pretende abarcar cualquier aspecto de la divulgación divulgada en el presente documento, ya sea implementado de forma independiente de, o combinado con, cualquier otro aspecto de la divulgación. Por ejemplo, un aparato se puede implementar o un procedimiento se puede llevar a la práctica usando un número cualquiera de los aspectos expuestos en el presente documento. Además, el alcance de la divulgación pretende abarcar un aparato o procedimiento de este tipo que se lleve a la práctica usando otra estructura, funcionalidad, o estructura y funcionalidad, además de, o aparte de, los diversos aspectos de la divulgación expuestos en el presente documento. Se debería entender que cualquier aspecto de la divulgación divulgado en el presente documento se puede realizar mediante uno o más elementos de una reivindicación. El término "ejemplar" se usa en el presente documento para significar "que sirve de ejemplo, caso o ilustración". Cualquier aspecto descrito en el presente documento como "ejemplar" no ha de interpretarse necesariamente como preferente o ventajoso con respecto a otros aspectos.

60 **[0029]** Aunque en el presente documento se describen aspectos particulares, muchas variantes y permutaciones de estos aspectos se encuentran dentro del alcance de la divulgación. Aunque se mencionan algunos beneficios y ventajas de los aspectos preferentes, el alcance de la divulgación no pretende estar limitado a beneficios, usos u objetivos particulares. En cambio, los aspectos de la divulgación pretenden ser ampliamente aplicables a diferentes tecnologías inalámbricas, configuraciones de sistema, redes y protocolos de transmisión, algunos de los cuales se

ilustran a modo de ejemplo en las figuras y en la siguiente descripción de los aspectos preferentes. La descripción detallada y los dibujos ilustran simplemente la divulgación en lugar de limitarla, estando definido el alcance de la divulgación por las reivindicaciones adjuntas.

- 5 **[0030]** Las técnicas descritas en el presente documento se pueden usar para diversas redes de comunicación inalámbrica, tales como las redes LTE, CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA y otras. Los términos "red" y "sistema" a menudo se usan de manera intercambiable. Una red CDMA puede implementar una tecnología de radio, tal como el acceso radioeléctrico terrenal universal (UTRA), cdma2000, etc. El UTRA incluye CDMA de banda ancha (WCDMA), y otras variantes de CDMA. cdma2000 cubre los estándares IS-2000, IS-95 e IS-856. Una red de TDMA puede implementar una tecnología de radio tal como el sistema global para comunicaciones móviles (GSM). Una red de OFDMA puede implementar una tecnología de radio tal como NR (por ejemplo, RA 5G), UTRA evolucionado (E-UTRA), banda ancha ultra móvil (UMB), 802.11 del IEEE (WiFi), 802.16 del IEEE (WiMAX), 802.20 del IEEE, OFDMA flash, etc. UTRA y E-UTRA forman parte del sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS). La NR es una tecnología emergente de comunicaciones inalámbricas en desarrollo junto con el Foro de Tecnología 5G (5GTF). La evolución a largo plazo (LTE) y la LTE avanzada (LTE-A) de 3GPP son versiones más nuevas del UMTS que usan E-UTRA. El UTRA, el E-UTRA, el UMTS, la LTE, la LTE-A y el GSM se describen en documentos de una organización denominada "Proyecto de Asociación de Tercera Generación" (3GPP). El cdma2000 y el UMB se describen en documentos de una organización denominada "Segundo Proyecto de Asociación de Tercera Generación" (3GPP2). Las técnicas descritas en el presente documento se pueden usar en las redes inalámbricas y en las tecnologías de radio mencionadas anteriormente, así como en otras redes inalámbricas y tecnologías de radio. Para mayor claridad, sin bien los aspectos se pueden describir en el presente documento usando la terminología asociada comúnmente con las tecnologías inalámbricas 3G y/o 4G, los aspectos de la presente invención se pueden aplicar en sistemas de comunicación basados en otra generación, tales como 5G o posteriores, incluyendo las tecnologías NR.
- 10
- 15
- 20
- 25 **[0031]** Cabe destacar que, aunque los aspectos se pueden describir en el presente documento usando la terminología asociada comúnmente con las tecnologías inalámbricas 3G y/o 4G, los aspectos de la presente invención se pueden aplicar en sistemas de comunicación basados en otra generación, tales como 5G o posteriores, incluyendo las tecnologías NR.
- 30 **[0032]** La FIG. 1 es un diagrama que ilustra una arquitectura de red de ejemplo para una red inalámbrica 100 en la cual se pueden llevar a la práctica aspectos de la presente divulgación. Por ejemplo, el equipo de usuario (UE) 102 puede recibir una concesión de enlace ascendente desde una estación base (BS) 106 o 108 que indique uno o más tonos dentro de un bloque de recursos (RB) asignado al UE 102 para la comunicación de banda estrecha. El UE 102 puede transmitir usando el uno o más tonos indicados en la concesión de enlace ascendente.
- 35 **[0033]** En algunos casos, la red inalámbrica 100 (por ejemplo, un sistema de paquetes evolucionado (EPS)) puede incluir uno o más UE 102, una red de acceso 104 (por ejemplo, una red de acceso radioeléctrico terrenal UMTS evolucionado (E-UTRAN)), una red central 110 (por ejemplo, un núcleo de paquete evolucionado (EPC)), que se puede conectar a un servidor 120 (por ejemplo, un servidor de abonados locales (HSS)) y a los servicios IP del operador 122. La red inalámbrica 100 se puede interconectar con otras redes de acceso pero, para simplificar, esas entidades/interfaces no se muestran. Otras redes de acceso ejemplares pueden incluir una red de datos por paquetes (PDN) del subsistema multimedia IP (IMS), una PDN de Internet, una PDN administrativa (por ejemplo, una PDN de aprovisionamiento), una PDN específica de portadora, una PDN específica de operador y/o una PDN del sistema de posicionamiento global (GPS). La red inalámbrica 100 puede proporcionar servicios de conmutación de paquetes; sin embargo, como apreciarán fácilmente los expertos en la técnica, los diversos conceptos presentados a lo largo de la presente divulgación se pueden ampliar a redes que proporcionen servicios de conmutación de circuitos.
- 40
- 45 **[0034]** La red de acceso 100 puede incluir la estación base 106 (por ejemplo, un Nodo B evolucionado (eNB)) y otras BS 108. La BS 106 puede proporcionar terminaciones de protocolo de plano de usuario y de control hacia el UE 102. La BS 106 se puede conectar a las otras BS 108 por medio de una interfaz (por ejemplo, una *backhaul* X2). La BS 106 también se puede denominar estación transceptora base, estación base de radio, transceptora de radio, función transceptora, conjunto de servicios básicos (BSS), conjunto de servicios ampliados (ESS), punto de acceso, nodo B (NB), eNB, gNB, punto de recepción de transmisión (PRT), NB 5G, BS NR, o con alguna otra terminología adecuada. La BS 106 pueden proporcionar un punto de acceso a la red central 110 para un UE 102.
- 50
- 55 **[0035]** Cada UE 102 puede ser fijo o móvil. Un UE 110 se puede denominar estación móvil, terminal, terminal de acceso, unidad de abonado, estación, equipo local del cliente (CPE), teléfono móvil, *smartphone*, asistente personal digital (PDA), módem inalámbrico, dispositivo de comunicación inalámbrica, dispositivo manual, ordenador portátil, teléfono sin cable, estación de bucle local inalámbrico (WLL), *tablet*, cámara, dispositivo de videojuegos, *netbook*, *smartbook*, *ultrabook*, equipo o dispositivo médico, sensor/dispositivo biométrico, dispositivo portátil tal como reloj inteligente, prendas inteligentes, gafas inteligentes, muñequeras inteligentes, joyas inteligentes (por ejemplo, anillo inteligente, pulsera inteligente), dispositivo de entretenimiento (por ejemplo, dispositivo de música o vídeo, o radio por satélite), componente o sensor vehicular, medidor/sensor inteligente, equipos de fabricación industrial, dispositivo de sistema de posicionamiento global o cualquier otro dispositivo adecuado que esté configurado para comunicarse por medio de un medio inalámbrico o cableado. Algunos UE se pueden considerar dispositivos de comunicación evolucionados o de tipo máquina (MTC) o dispositivos MTC evolucionados (eMTC). Los UE de MTC y eMTC incluyen,
- 60
- 65

por ejemplo, robots, drones, dispositivos remotos, sensores, medidores, monitores, marcas de localización, etc., que se pueden comunicar con una estación base, otro dispositivo (por ejemplo, dispositivo remoto) o alguna otra entidad. MTC se pueden referir a comunicaciones que impliquen al menos un dispositivo remoto en al menos un extremo de la comunicación y pueden incluir formas de comunicación de datos que impliquen una o más entidades que no tienen por qué necesitar interacción humana. Un nodo inalámbrico puede proporcionar, por ejemplo, conectividad para o a una red (por ejemplo, una red de área amplia tal como Internet o una red móvil) por medio de un enlace de comunicación inalámbrica o por cable. Algunos UE se pueden considerar dispositivos de Internet de las cosas (IoT), tales como los dispositivos de banda estrecha IoT (NB-IoT).

[0036] La BS 106 está conectada por una interfaz (por ejemplo, un S1) a la red central 110. La red central 110 incluye elementos de red tales como 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 la red central 110. En general, la MME 112 proporciona gestión de portador y de conexión. Todos los paquetes de usuario de IP se transfieren a través de la pasarela de servicio 116, que está conectada a la pasarela de PDN 118. La pasarela de PDN 118 proporciona asignación de direcciones IP de UE, así como otras funciones. La pasarela de PDN 118 está conectada a los servicios IP del operador 122. Los servicios IP del operador 122 pueden incluir, por ejemplo, Internet, Intranet, un subsistema multimedia de IP (IMS) y un servicio de transmisión PS (conmutado por paquetes) (PSS). De esta manera, el UE 102 se puede acoplar a la PDN a través de la red inalámbrica 100.

[0037] En general, se puede implementar cualquier número de redes inalámbricas en un área geográfica dada. Cada red inalámbrica puede admitir una tecnología de acceso por radio (RAT) particular y puede funcionar en una o más frecuencias. Una RAT también se puede denominar tecnología de radio, interfaz aérea, etc. Una frecuencia también se puede denominar portadora, canal de frecuencia, etc. Cada frecuencia puede soportar una única RAT en un área geográfica dada con el fin de evitar interferencias entre redes inalámbricas de diferentes RAT. En algunos casos, se pueden implementar redes de NR o RAT 5G.

[0038] La FIG. 2 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una red de acceso 200 en una arquitectura de red de LTE, en la cual se pueden llevar a la práctica aspectos de la presente divulgación. Por ejemplo, los UE 206 y las BS 204 se pueden configurar para implementar técnicas para el diseño de enlace ascendente y/o las concesiones de enlace ascendente para NB-IoT descritas en aspectos de la presente divulgación.

[0039] En este ejemplo, la red de acceso 200 está dividida en un número de regiones celulares (células) 202. Una o más BS de clase de potencia baja 208 pueden tener regiones celulares 210 que se superpongan con una o más de las células 202. Una BS de clase de potencia baja 208 se puede denominar cabezal de radio remoto (RRH). La BS de clase de potencia baja 208 puede ser una femtocélula (por ejemplo, un eNB doméstico (HeNB)), una picocélula o una microcélula. Las macroBS 204 están asignadas cada una a una célula 202 respectiva y están configuradas para proporcionar un punto de acceso a la red de acceso 110 para todos los UE 206 en las células 202. No hay ningún controlador centralizado en este ejemplo de red de acceso 200, pero, en configuraciones alternativas, se puede usar un controlador centralizado. Las BS 204 están encargadas de todas las funciones relacionadas con la radio, incluyendo el control de portadoras de radio, el control de admisión, el control de movilidad, la programación, la seguridad y la conectividad con la pasarela de servicio 116. La red 200 también puede incluir uno o más relés (no mostrados). De acuerdo con una aplicación, un UE 206 puede servir de relé.

[0040] El sistema de modulación y de acceso múltiple empleado por la red de acceso 200 puede variar dependiendo del estándar de telecomunicaciones particular que se esté implementando. En determinadas aplicaciones (por ejemplo, LTE), se usa OFDM en el DL y se usa SC-FDMA en el UL para admitir tanto la duplexación por división de frecuencia (FDD) como la duplexación por división de 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 determinadas aplicaciones (por ejemplo, LTE). Sin embargo, estos conceptos se pueden extender fácilmente a otros estándares de telecomunicaciones que empleen otras técnicas de modulación y de acceso múltiple. A modo de ejemplo, estos conceptos se pueden extender a la evolución de datos optimizados (EV-DO) o a la banda ancha ultra móvil (UMB). EV-DO y UMB son estándares de interfaz aérea promulgados por el Proyecto de Asociación de Tercera Generación 2 (3GPP2) como parte de la familia CDMA2000 de estándares y emplean el CDMA para proporcionar acceso a Internet de banda ancha a estaciones móviles. Estos conceptos también se pueden extender al acceso radioeléctrico terrenal universal (UTRA) que emplea CDMA de banda ancha (W-CDMA) y otras variantes de CDMA, tales como el TD-SCDMA, al sistema global para comunicaciones móviles (GSM) que emplea TDMA, y a UTRA evolucionado (E-UTRA), banda ancha ultra móvil (UMB), IEEE 802.11 (WiFi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20 y Flash-OFDM que emplea OFDMA. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE y GSM se describen en documentos de la organización de 3GPP. CDMA2000 y UMB se describen en documentos de la organización de 3GPP2. En algunos casos, se pueden implementar redes de NR o RAT 5G. El estándar de comunicación inalámbrica actual y la tecnología de acceso múltiple empleadas dependerán de la aplicación específica y de las limitaciones de diseño globales impuestas al sistema.

[0041] Las BS 204 pueden tener múltiples antenas que admitan la tecnología MIMO. El uso de la tecnología MIMO permite que la BS 204 aproveche el dominio espacial para admitir la multiplexación espacial, la conformación de haces

y la diversidad de transmisión. La multiplexación espacial se puede usar para transmitir diferentes flujos de datos simultáneamente a 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 (por ejemplo, aplicando un ajuste a escala de una amplitud y una fase) y transmitiendo a continuación cada flujo precodificado espacialmente a través de múltiples antenas transmisoras en el DL. Los flujos de datos precodificados espacialmente llegan al (a los) UE 206 con diferentes firmas espaciales, lo que permite que cada uno del (de los) UE 206 recupere el uno o más flujos de datos destinados para ese UE 206. En el UL, cada UE 206 transmite un flujo de datos precodificado espacialmente, lo que permite que la BS 204 identifique la fuente de cada flujo de datos precodificado espacialmente.

[0042] La multiplexación 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 única transmisión de conformación de haces de flujo en combinación con diversidad de transmisión.

[0043] En la siguiente descripción detallada, diversos aspectos de una red de acceso se pueden describir con referencia a un sistema MIMO que admita OFDM en el DL. El OFDM es una técnica de espectro ensanchado que modula datos a través de un número de subportadoras dentro de un símbolo OFDM. Las subportadoras están separadas en frecuencias precisas. La separación proporciona "ortogonalidad", que permite que un receptor recupere los datos de las subportadoras. En el dominio de tiempo, se puede añadir un intervalo de guarda (por ejemplo, un prefijo cíclico) a cada símbolo OFDM para hacer frente a las interferencias entre símbolos OFDM. El UL puede usar SC-FDMA, en forma de señal OFDM ensanchada mediante DFT, para compensar una elevada relación de potencia de pico a de potencia promedia (PAPR).

[0044] Si bien los aspectos de los ejemplos descritos en el presente documento pueden estar asociados con tecnologías de LTE, los aspectos de la presente invención pueden ser aplicables con otros sistemas de comunicaciones inalámbricas, tales como NR. La NR puede usar OFDM con un CP en el enlace ascendente y el enlace descendente e incluir soporte para el funcionamiento de la semiduplexación usando TDD. Se puede admitir un ancho de banda de portadora única de componente de 100 MHz. Los bloques de recursos de NR pueden abarcar 12 subportadoras con un ancho de banda de subportadora de 75 kHz en una duración de 0,1 ms. Cada trama de radio puede consistir en 50 subtramas con una longitud de 10 ms. En consecuencia, cada subtrama puede tener una longitud total de 0,2 ms. Cada subtrama puede indicar una dirección de enlace (es decir, DL o UL) para la transmisión de datos y la dirección de enlace para cada subtrama se puede conmutar dinámicamente. Cada subtrama puede incluir datos de DL/UL, así como datos de control de DL/UL. Se puede admitir la conformación de haces y se puede configurar dinámicamente la dirección de haz. Las transmisiones de MIMO con precodificación también se pueden admitir. Las configuraciones de MIMO en el DL pueden admitir hasta 8 antenas transmisoras con transmisiones de DL multicapa de hasta 8 flujos y hasta 2 flujos por UE. Se pueden admitir transmisiones multicapa con hasta 2 transmisiones por UE. La agregación de múltiples células se puede admitir con hasta 8 células de servicio. De forma alternativa, la NR puede admitir una interfaz aérea diferente, que no sea una interfaz basada en OFDM. Las redes de NR pueden incluir entidades tales como unidades centrales o unidades distribuidas.

[0045] En algunos ejemplos, se puede programar el acceso a la interfaz aérea, en el que una entidad de programación (por ejemplo, una estación base) asigna recursos para la comunicación entre algunos o todos los dispositivos y equipos dentro de su área de servicio o célula. Dentro de la presente divulgación, como se analiza más detalladamente a continuación, la entidad de programación puede estar encargada de programar, asignar, reconfigurar y liberar recursos para una o más entidades subordinadas. Es decir, para la comunicación programada, las entidades subordinadas usan los recursos asignados por la entidad de programación.

[0046] Las estaciones base no son las únicas entidades que pueden funcionar como una entidad de programación. Es decir, en algunos ejemplos, un UE puede funcionar como una entidad de programación, programando recursos para una o más entidades subordinadas (por ejemplo, uno o más UE). En este ejemplo, el UE está funcionando como una entidad de programación, y otros UE usan recursos programados por el UE para la comunicación inalámbrica. Un UE puede funcionar como una entidad de programación en una red entre pares (P2P), y/o en una red de malla. En un ejemplo de red de malla, los UE se pueden comunicar opcionalmente directamente entre sí además de comunicarse con la entidad de programación.

[0047] Por tanto, en una red de comunicación inalámbrica con un acceso programado a los recursos de tiempo-frecuencia y que tiene una configuración celular, una configuración P2P y una configuración de malla, una entidad de programación y una o más entidades subordinadas se pueden comunicar usando los recursos programados.

[0048] La FIG. 3 es un diagrama 300 que ilustra un ejemplo de una estructura de trama de DL en una red de acceso. Una trama (10 ms) se puede dividir en 10 subtramas de igual tamaño con índices de 0 a 9. Cada subtrama puede incluir dos ranuras temporales consecutivas. Se puede usar una rejilla de recursos para representar dos ranuras temporales, incluyendo cada ranura temporal un bloque de recursos. La rejilla de recursos está dividida en múltiples elementos de recurso. En determinados sistemas (por ejemplo, LTE), un bloque de recursos contiene 12

subportadoras consecutivas en el dominio de frecuencia y, para un prefijo cíclico normal en cada símbolo OFDM, 7 símbolos OFDM consecutivos en el dominio de tiempo, u 84 elementos de recurso. Para un prefijo cíclico ampliado, un bloque de recursos contiene 6 símbolos OFDM consecutivos en el dominio de tiempo y tiene 72 elementos de recurso. Algunos de los elementos de recurso, indicados como R 302, 304, incluyen señales de referencia de DL (DL-RS). Las DL-RS incluyen RS específicas de célula (CRS) (algunas veces denominadas también RS comunes) 302 y RS específicas de UE (UE-RS) 304. Las RS-UE 304 se transmiten solamente en los bloques de recursos tras lo cual se mapea el correspondiente canal compartido de DL físico (PDSCH). El número de bits llevados por cada elemento de recurso depende del sistema de modulación. Por tanto, cuantos más bloques de recursos reciba un UE y cuanto más elevado sea el sistema de modulación, mayor será la velocidad de transferencia de datos para el UE.

[0049] En determinados sistemas (por ejemplo, LTE), una BS puede enviar una señal de sincronización primaria (PSS) y una señal de sincronización secundaria (SSS) para cada célula en la BS. Las señales de sincronización primaria y secundaria se pueden transmitir en los períodos de símbolos 6 y 5, respectivamente, en cada una de las subtramas 0 y 5 de cada trama de radio con el prefijo cíclico normal (CP). Las señales de sincronización se pueden usar por los UE para la detección y la adquisición de células. La BS puede enviar un canal de radiodifusión físico (PBCH) en períodos de símbolos 0 a 3 en la ranura 1 de la subtrama 0. El PBCH puede llevar una determinada información del sistema.

[0050] La BS puede enviar un canal indicador de formato de control físico (PCFICH) en el primer período de símbolos de cada subtrama. El PCFICH puede transmitir el número de períodos de símbolos (M) usados para los canales de control, donde M puede ser igual a 1, 2 o 3 y puede cambiar de subtrama a subtrama. M también puede ser igual a 4 para un ancho de banda de sistema pequeño, por ejemplo, con menos de 10 bloques de recursos. La BS puede enviar un canal indicador de HARQ físico (PHICH) y un canal de control de enlace descendente físico (PDCCH) en los primeros M períodos de símbolos de cada subtrama. El PHICH puede llevar información para admitir la solicitud híbrida de repetición automática (HARQ). El PDCCH puede llevar información sobre la asignación de recursos para los UE e información de control para los canales de enlace descendente. La BS puede enviar un canal compartido de enlace descendente físico (PDSCH) en los períodos de símbolos restantes de cada subtrama. El PDSCH puede llevar datos para los UE programados para la transmisión de datos en el enlace descendente.

[0051] La BS puede enviar la PSS, la SSS y el PBCH en la frecuencia central de 1,08 MHz del ancho de banda del sistema usado por la BS. La BS puede enviar el PCFICH y el PHICH a lo largo de todo el ancho de banda del sistema en cada período de símbolos en el que se envían estos canales. La BS puede enviar el PDCCH a grupos de UE en determinadas porciones del ancho de banda del sistema. La BS puede enviar el PDSCH a UE específicos en porciones específicas del ancho de banda del sistema. La BS puede enviar la PSS, la SSS, el PBCH, el PCFICH y el PHICH en forma de radiodifusión a todos los UE, puede enviar el PDCCH en forma de unidifusión a UE específicos y también puede enviar el PDSCH en forma de unidifusión a UE específicos.

[0052] Un número de elementos de recurso pueden estar disponibles en cada período de símbolos. Cada elemento de recurso (RE) puede abarcar una subportadora en un período de símbolos y se puede usar para enviar un símbolo de modulación, que puede ser un valor real o complejo. Los elementos de recurso no usados para una señal de referencia en cada período de símbolos pueden estar dispuestos en grupos de elementos de recurso (REG). Cada REG puede incluir cuatro elementos de recurso en un período de símbolos. El PCFICH puede ocupar cuatro REG, que se pueden espaciar de manera aproximadamente equitativa a lo largo de la frecuencia, en el período de símbolos 0. El PHICH puede ocupar tres REG, que se pueden dispersar a lo largo de la frecuencia, en uno o más períodos de símbolos configurables. Por ejemplo, los tres REG para el PHICH pueden pertenecer todos al período de símbolos 0 o pueden estar dispersos por los períodos de símbolos 0, 1 y 2. El PDCCH puede ocupar 9, 18, 36 o 72 REG, que se pueden seleccionar de entre los REG disponibles, en los M primeros períodos de símbolos, por ejemplo. Solamente se pueden permitir determinadas combinaciones de REG para el PDCCH. En aspectos de los presentes procedimientos y aparatos, una subtrama puede incluir más de un PDCCH.

[0053] Un UE puede conocer los REG específicos usados para el PHICH y el PCFICH. El UE puede buscar diferentes combinaciones de los REG para el PDCCH. El número de combinaciones que se van a buscar es típicamente menor que el número de combinaciones permitidas para el PDCCH. Una BS puede enviar el PDCCH al UE en cualquiera de las combinaciones que el UE buscará.

[0054] En determinados sistemas (por ejemplo, tales como los sistemas NR o 5G), una BS puede transmitir estas u otras señales en estas localizaciones o en diferentes localizaciones de la subtrama.

[0055] La FIG. 4 es un diagrama 400 que ilustra un ejemplo de una estructura de trama de UL en una red de acceso. Los bloques de recursos disponibles para el UL se pueden particionar 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 de 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 UL da como resultado que la sección de datos incluye subportadoras contiguas, lo cual puede permitir que un único UE tenga asignadas todas las subportadoras contiguas en la sección de datos.

[0056] Un UE puede tener asignados bloques de recursos 410a, 410b en la sección de control para transmitir información de control a una BS. El UE también puede tener asignados bloques de recursos 420a, 420b en la sección de datos para transmitir datos a la BS. El UE puede transmitir información de control en un canal de control de UL físico (PUCCH) en los bloques de recursos asignados en la sección de control. El UE solo puede transmitir datos, o tanto datos como información de control, en un canal compartido de UL físico (PUSCH) en los bloques de recursos asignados en la sección de datos. Una transmisión de UL puede abarcar ambas ranuras de una subtrama y puede saltar en frecuencia.

[0057] Un conjunto de bloques de recursos se puede usar para realizar un acceso de sistema inicial y lograr una sincronización de UL en un canal de acceso aleatorio físico (PRACH) 430. El PRACH 430 lleva una secuencia aleatoria y no puede llevar nada de datos/señalización de UL. Cada preámbulo de acceso aleatorio ocupa un ancho de banda correspondiente a seis bloques de recursos consecutivos. La red especifica la frecuencia de inicio. Es decir, la transmisión del preámbulo de acceso aleatorio está restringida a determinados recursos de tiempo y frecuencia. No hay ningún salto de frecuencia para el PRACH. El intento de PRACH se lleva en una única subtrama (1 ms) o en una secuencia de algunas subtramas contiguas, y un UE solo puede realizar un único intento de PRACH por trama (10 ms).

[0058] En determinados sistemas (por ejemplo, tales como los sistemas NR o 5G), una BS puede transmitir estas u otras señales en estas localizaciones o en diferentes localizaciones de la subtrama.

[0059] La FIG. 5 es un diagrama 500 que ilustra un ejemplo de una arquitectura de protocolo de radio para los planos de usuario y control en una red de acceso. La arquitectura de protocolo de radio para el UE y la BS se muestra con tres capas: Capa 1, Capa 2 y Capa 3. La capa 1 (capa L1) es la capa más baja e implementa diversas funciones de procesamiento de señales de capa física. En el presente documento, la capa L1 se denominará capa física 506. La Capa 2 (capa L2) 508 está por encima de la capa física 506 y es responsable del enlace entre el UE y la BS sobre la capa física 506.

[0060] En 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 se terminan en la BS en el lado de la red. Aunque no se muestra, el UE puede tener varias capas superiores encima de la capa L2 508, incluyendo una capa de red (por ejemplo, una capa IP) que se termina en la pasarela de PDN 118 en el lado de la red, y una capa de aplicación que termina en el otro extremo de la conexión (por ejemplo, un UE, un servidor, etc., de extremo distante).

[0061] La subcapa de PDCP 514 proporciona multiplexación entre diferentes portadoras de radio y canales lógicos. La subcapa de PDCP 514 proporciona también compresión de cabecera para paquetes de datos de capa superior para reducir la sobrecarga de las transmisiones de radio, la seguridad mediante el cifrado de los paquetes de datos y la capacidad de traspaso para los UE entre las BS. La subcapa de RLC 512 proporciona segmentación y remontaje 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 solicitud híbrida de repetición automática (HARQ). La subcapa de MAC 510 proporciona multiplexación entre canales lógicos y de transporte. La subcapa de MAC 510 también está encargada de asignar los diversos recursos de radio (por ejemplo, bloques de recursos) de una célula entre los UE. La subcapa de MAC 510 también es responsable de las operaciones HARQ.

[0062] En el plano de control, la arquitectura de protocolo de radio para el UE y la BS es sustancialmente la misma para la capa física 506 y la capa L2 508, con la excepción de que no hay ninguna función de compresión de cabecera para el plano de control. El plano de control incluye también una subcapa de control de recursos de radio (RRC) 516 en la capa 3 (capa L3). La subcapa RRC 516 es responsable de obtener recursos de radio (es decir, portadoras de radio) y de configurar las capas inferiores usando señalización RRC entre la BS y el UE.

[0063] La FIG. 6 es un diagrama de bloques de una BS 610 en comunicación con un UE 650 en una red de acceso, en la cual se pueden llevar a la práctica los aspectos de la presente divulgación.

[0064] En determinados aspectos, un UE (por ejemplo, el UE 650) combina pares de puertos de antena para generar al menos los primer y segundo puertos de antena combinados. Para cada puerto combinado, el UE añade señales de referencia recibidas en los elementos de recurso (RE) de cada uno de los pares combinados de puertos de antena. El UE luego determina las estimaciones de canal para cada puerto de antena combinado en base a las señales de referencia añadidas para el puerto combinado. En determinados aspectos, para cada uno de los puertos combinados, el UE procesa los datos recibidos en los RE de datos en pares, en base a las estimaciones de canal determinadas del puerto combinado.

[0065] En determinados aspectos, una estación base (BS) (por ejemplo, la BS 610) combina pares de puertos de antena para generar al menos los primer y segundo puertos de antena combinados, para la transmisión en una región de banda estrecha de un ancho de banda de sistema más grande. Para cada uno de los primer y segundo puertos de antena combinados, la BS transmite los mismos datos en los RE correspondientes de cada uno de los pares de puertos de antena combinados, en los que un UE receptor determina las estimaciones de canal para cada uno de los primer

y segundo puertos combinados, y procesa los datos recibidos en los RE en pares en base a las estimaciones de canal determinadas.

5 **[0066]** Se puede observar que el UE indicado anteriormente para implementar el nuevo esquema de transmisión para NB-IoT de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación se puede implementar mediante una combinación de uno o más del controlador 659, el procesador de RX 656, el estimador de canal 658 y/o el transceptor 654 en el UE 650, por ejemplo. Además, la BS se puede implementar mediante una combinación de uno o más del controlador 675, el procesador de TX y/o el transceptor 618 en la BS 610.

10 **[0067]** En el DL, los paquetes de capa superior de la red central se proporcionan a un controlador/procesador 675. El controlador/procesador 675 implementa la funcionalidad de la capa L2. En el DL, el controlador/procesador 675 proporciona compresión de cabecera, cifrado, segmentación y reordenamiento de paquetes, multiplexación entre canales lógicos y de transporte, y asignaciones de recursos de radio al UE 650 en base a diversas métricas de prioridad. El controlador/procesador 675 también es responsable de las operaciones HARQ, de la retransmisión de
15 paquetes perdidos y de la señalización al UE 650.

[0068] El procesador de TX 616 implementa diversas funciones de procesamiento de señales para la capa L1 (capa física). Las funciones de procesamiento de señales incluyen la codificación y el entrelazado para facilitar la corrección de errores hacia delante (FEC) en el UE 650, y el mapeo con constelaciones de señales en base a diversos sistemas 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)). A continuación, los símbolos codificados y modulados se dividen en flujos paralelos. A continuación, cada flujo se mapea con una subportadora de OFDM, se multiplexa con una señal de referencia (por ejemplo, una señal piloto) en el dominio de tiempo y/o de frecuencia y, a continuación, se combinan usando una transformada rápida de Fourier inversa (IFFT) para producir un canal físico que lleve un flujo de símbolos OFDM en el dominio de tiempo. El flujo de OFDM se precodifica espacialmente para producir múltiples flujos espaciales. Las estimaciones de canal de un estimador de canal 674 se pueden usar para determinar el esquema de codificación y modulación, así como para el procesamiento espacial. La estimación de canal se puede obtener a partir de una señal de referencia y/o de 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 flujo espacial respectivo para su transmisión.

[0069] En el UE 650, cada receptor 654RX recibe una señal a través de su antena 652 respectiva. 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 diversas funciones de procesamiento de señales de la capa L1. El procesador de RX 656 realiza un procesamiento espacial de la información para recuperar cualquier flujo espacial destinado para el UE 650. Si hay múltiples flujos espaciales destinados para el 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 de 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 de OFDM. Los símbolos de cada subportadora, y la señal de referencia, se recuperan y se demodulan determinando los puntos de constelación de señales más probablemente transmitidos por la BS 610. Estas decisiones programadas se pueden basar en estimaciones de canal calculadas por el estimador de canal 658. A continuación, las decisiones programadas se decodifican y desentrelazan para recuperar los datos y las señales de control que se transmitieron originalmente por la BS 610 en el canal físico. A continuación, las señales de datos y de control se proporcionan al controlador/procesador 659.

[0070] El controlador/procesador 659 implementa la capa L2. El controlador/procesador puede estar asociado a una memoria 660 que almacena códigos y datos de programa. La memoria 660 se puede denominar medio legible por ordenador. En el UL, el controlador/procesador 659 proporciona demultiplexación entre los canales lógicos y de transporte, remontaje de paquetes, descifrado, descompresión de cabecera, procesamiento de señales de control para recuperar paquetes de capa superior a partir de la red central. A continuación, los paquetes de capa superior se proporcionan a un colector de datos 662, que representa todas las capas de protocolo por encima de la capa L2. También se pueden proporcionar diversas señales de control al colector de datos 662 para el procesamiento de L3. El controlador/procesador 659 también es responsable de la detección de errores usando un protocolo de confirmación (ACK) y/o confirmación negativa (NACK) para admitir operaciones HARQ.

[0071] En el UL, una fuente de datos 667 se usa para proporcionar paquetes de 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 DL por la BS 610, el controlador/procesador 659 implementa la capa L2 para el plano del usuario y el plano de control proporcionando compresión de cabecera, cifrado, segmentación y reordenamiento de paquetes, y multiplexación entre canales lógicos y de transporte en base a asignaciones de recursos de radio por la BS 610. El controlador/procesador 659 también es responsable de operaciones HARQ, de la retransmisión de paquetes perdidos y de la señalización a la BS 610.

[0072] Las estimaciones de canal derivadas por un estimador de canal 658 a partir de una señal de referencia o

retroalimentación transmitida por la BS 610 se pueden usar por el procesador de TX 668 para seleccionar los esquemas de codificación y modulación adecuados, 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 654TX separados. Cada transmisor 654TX modula una portadora de RF con un respectivo flujo espacial para su transmisión.

[0073] La transmisión de UL se procesa en la BS 610 de manera similar a la descrita en relación con la función de 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.

[0074] El controlador/procesador 675 implementa la capa L2. El controlador/procesador 675 puede estar asociado con una memoria 676 que almacene códigos y datos de programa. La memoria 676 se puede denominar medio legible por ordenador. En el UL, el controlador/procesador 675 proporciona demultiplexación entre canales de transporte y lógicos, remontaje 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 se pueden proporcionar a la red central. El controlador/procesador 675 también es responsable de la detección de errores usando un protocolo de ACK y/o NACK para admitir operaciones HARQ. Los controladores/procesadores 675, 659 pueden dirigir las operaciones en la BS 610 y en el UE 650, respectivamente.

[0075] El controlador/procesador 659 y/u otros procesadores, componentes y/o módulos en el UE 650 también pueden realizar o dirigir operaciones para operaciones 1300 en la FIG. 13 y/u otros procesos para las técnicas descritas en el presente documento para concesiones de enlace ascendente para NB-IoT. Además, el controlador/procesador 675 y/u otros procesadores, componentes y/o módulos en la BS 610 también pueden realizar o dirigir operaciones, por ejemplo, para las operaciones 1400 en la FIG. 14 y/u otros procesos para las técnicas descritas en el presente documento para concesiones de enlace ascendente para NB-IoT. En determinados aspectos, uno o más de cualquiera de los componentes mostrados en la FIG. 6 se puede emplear para realizar operaciones 1300 y 1400 de ejemplo y/u otros procesos para las técnicas descritas en el presente documento. Las memorias 660 y 676 pueden almacenar datos y códigos de programa para el UE 650 y la BS 610 respectivamente, accesibles y ejecutables por uno o más componentes del UE 650 y la BS 610.

[0076] Si bien los aspectos de los ejemplos descritos en el presente documento pueden estar asociados con tecnologías de LTE, los aspectos de la presente invención pueden ser aplicables con otros sistemas de comunicaciones inalámbricas, tales como las tecnologías NR o 5G.

[0077] La nueva radio (NR) se puede referir a las radios configuradas para funcionar de acuerdo con una nueva interfaz aérea (por ejemplo, que no sean las interfaces aéreas basadas en el acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA)) o la capa de transporte fija (por ejemplo, que no sea el protocolo de Internet (IP)). La NR puede usar OFDM con un CP en el enlace ascendente y el enlace descendente e incluir soporte para el funcionamiento de la semiduplexación usando TDD. La NR puede incluir el servicio de banda ancha móvil mejorada (eMBB) que va dirigido a un ancho de banda amplio (por ejemplo, por encima de 80 MHz), la onda milimétrica (mmW) que va dirigida a una alta frecuencia de la portadora (por ejemplo, 60 GHz), el MTC masivo (mMTC) que va dirigido a técnicas MTC no compatibles con versiones anteriores, y/o la misión crítica que va dirigida al servicio de comunicaciones de baja latencia (URLLC) ultra fiables.

[0078] Se puede admitir un ancho de banda de portadora única de componente de 100 MHz. Los bloques de recursos de NR pueden abarcar 12 subportadoras con un ancho de banda de subportadora de 75 kHz en una duración de 0,1 ms. Cada trama de radio puede consistir en 50 subtramas con una longitud de 10 ms. En consecuencia, cada subtrama puede tener una longitud total de 0,2 ms. Cada subtrama puede indicar una dirección de enlace (es decir, DL o UL) para la transmisión de datos y la dirección de enlace para cada subtrama se puede conmutar dinámicamente. Cada subtrama puede incluir datos de DL/UL, así como datos de control de DL/UL. Las subtramas de UL y DL para la NR pueden ser como se describe con más detalle a continuación con respecto a las FIGS. 9 y 10.

[0079] Se puede admitir la conformación de haces y se puede configurar dinámicamente la dirección de haz. Las transmisiones de MIMO con precodificación también se pueden admitir. Las configuraciones de MIMO en el DL pueden admitir hasta 8 antenas transmisoras con transmisiones de DL multicapa de hasta 8 flujos y hasta 2 flujos por UE. Se pueden admitir transmisiones multicapa con hasta 2 transmisiones por UE. La agregación de múltiples células se puede admitir con hasta 8 células de servicio. De forma alternativa, la NR puede admitir una interfaz aérea diferente, que no sea una interfaz basada en OFDM. Las redes de NR pueden incluir entidades tales como unidades centrales o unidades distribuidas

[0080] La RAN puede incluir una unidad central (CU) y unidades distribuidas (DU). Una BS NR (por ejemplo, gNB, nodo B 5G, nodo B, punto de recepción de transmisión (PRT), punto de acceso (AP)) puede corresponder a una o múltiples BS. Las células de NR se pueden configurar como células de acceso (Células A) o células de solo datos (Células D). Por ejemplo, la RAN (por ejemplo, una unidad central o una unidad distribuida) puede configurar las células. Las Células D pueden ser células usadas para la agregación de portadoras o conectividad dual y no se pueden usar para el acceso inicial, la selección/reselección de células o el traspaso. En algunos casos, las Células D pueden

no transmitir señales de sincronización; en algunos casos, las Células D pueden transmitir SS. Las BS NR pueden transmitir señales de enlace descendente a los UE que indican el tipo de célula. En base a la indicación del tipo de célula, el UE se puede comunicar con la BS NR. Por ejemplo, el UE puede determinar las BS NR que se vayan a tener en cuenta para la selección, el acceso, el traspaso y/o la medición de la célula en base al tipo de célula indicado.

5 **[0081]** La FIG. 7 ilustra una arquitectura lógica de ejemplo de una RAN distribuida 700, de acuerdo con aspectos de la presente divulgación. Un nodo de acceso 5G 706 puede incluir un controlador de nodo de acceso (ANC) 702. El ANC puede ser una unidad central (CU) de la RAN distribuida 700. La interfaz de *backhaul* a la red central de próxima generación (NG-CN) 704 puede terminar en el ANC. La interfaz de *backhaul* a los nodos de acceso de próxima generación vecinos (NG-AN) puede terminar en el ANC. El ANC puede incluir uno o más PRT 708 (que también se pueden denominar BS, BS NR, nodos B, NB 5G, AP o algún otro término). Como se describe anteriormente, un PRT se puede usar indistintamente con "célula".

15 **[0082]** Los PRT 708 pueden ser una unidad distribuida (DU). Los PRT pueden estar conectados a un ANC (ANC 702) o a más de un ANC (no ilustrado). Por ejemplo, para la compartición de RAN, la radio como servicio (RaaS) y las implementaciones de AND específicas del servicio, el PRT puede estar conectado a más de un ANC. Un PRT puede incluir uno o más puertos de antena. Los PRT se pueden configurar para servir individualmente (por ejemplo, selección dinámica) o conjuntamente (por ejemplo, transmisión conjunta) tráfico a un UE.

20 **[0083]** La arquitectura local 700 se puede usar para ilustrar la definición de *fronthaul*. Se puede definir la arquitectura que admita soluciones de *fronthauling* en diferentes tipos de implementación. Por ejemplo, la arquitectura se puede basar en las capacidades de la red de transmisión (por ejemplo, ancho de banda, latencia y/o inestabilidad).

25 **[0084]** La arquitectura puede compartir rasgos característicos y/o componentes con LTE. De acuerdo con aspectos, la próxima generación AN (NG-AN) 710 puede admitir conectividad dual con NR. El NG-AN puede compartir una red de *fronthaul* común para la LTE y NR.

30 **[0085]** La arquitectura puede permitir la cooperación entre los PRT 708. Por ejemplo, la cooperación se puede preestablecer dentro de un PRT y/o entre los PRT por medio del ANC 702. De acuerdo con los aspectos, puede que no se necesite/presente una interfaz entre PRT.

[0086] De acuerdo con los aspectos, una configuración dinámica de funciones lógicas divididas puede estar presente dentro de la arquitectura 700. El protocolo PDCP, RLC, MAC se puede colocar de forma adaptable en el ANC o PRT.

35 **[0087]** De acuerdo con determinados aspectos, una BS puede incluir una unidad central (CU) (por ejemplo, ANC 702) y/o una o más unidades distribuidas (por ejemplo, uno o más PRT 708).

40 **[0088]** La FIG. 8 ilustra una arquitectura física de ejemplo de una RAN 800 distribuida, de acuerdo con aspectos de la presente invención. Una unidad de red central centralizada (C-CU) 802 puede alojar funciones de red central. La C-CU se puede implementar centralmente. La funcionalidad C-CU se puede descargar (por ejemplo, a servicios inalámbricos avanzados (AWS)), en un esfuerzo por manejar la capacidad máxima.

45 **[0089]** Una unidad RAN centralizada (C-RU) 804 puede alojar una o más funciones ANC. Opcionalmente, la C-RU puede alojar funciones de red central localmente. La C-RU puede tener una implementación distribuida. La C-RU puede estar más cerca del borde de la red.

[0090] Una unidad distribuida (DU) 706 puede alojar uno o más PRT. La DU puede estar localizada en los bordes de la red con funcionalidad de radiofrecuencia (RF).

50 **[0091]** La FIG. 9 es un diagrama 900 que muestra un ejemplo de subtrama centrada en DL. La subtrama centrada en DL puede incluir una porción de control 902. La porción de control 902 puede existir al comienzo o en la porción inicial de la subtrama centrada en DL. La porción de control 902 puede incluir diversa información de programación y/o información de control correspondiente a diversas porciones de la subtrama centrada en DL. En algunas configuraciones, la porción de control 902 puede ser un canal de control de DL físico (PDCCH), como se indica en la FIG. 9. La subtrama centrada en DL también puede incluir una porción de datos de DL 904. La porción de datos en DL 904 a veces se puede denominar carga útil de la subtrama centrada en DL. La porción de datos de DL 904 puede incluir los recursos de comunicación usados para comunicar datos de DL desde la entidad de programación (por ejemplo, UE o BS) a la entidad subordinada (por ejemplo, UE). En algunas configuraciones, la porción de datos de DL 904 puede ser un canal compartido de DL físico (PDSCH).

60 **[0092]** La subtrama centrada en DL también puede incluir una porción de UL común 906. La porción de UL común 906 a veces se puede denominar ráfaga de UL, ráfaga de UL común y/o diversos otros términos adecuados. La porción de UL común 906 puede incluir información de retroalimentación correspondiente a diversas otras porciones de la subtrama centrada en DL. Por ejemplo, la porción de UL común 906 puede incluir información de retroalimentación correspondiente a la porción de control 902. Ejemplos no limitantes de información de retroalimentación pueden incluir una señal ACK, una señal NACK, un indicador HARQ y/u diversos otros tipos de información adecuados. La porción

de UL común 906 puede incluir información adicional o alternativa, tal como información perteneciente a procedimientos de canal de acceso aleatorio (RACH), peticiones de programación (SR) y diversos otros tipos de información adecuados. Como se ilustra en la FIG. 9, el extremo de la porción de datos de DL 904 puede estar separado en el tiempo desde el comienzo de la porción de UL común 906. Esta separación en el tiempo a veces se puede denominar holgura, período de guarda, intervalo de guarda y/u diversos otros términos adecuados. Esta separación proporciona tiempo para la conmutación desde la comunicación de DL (por ejemplo, operación de recepción por la entidad subordinada (por ejemplo, UE)) a la comunicación de UL (por ejemplo, transmisión por la entidad subordinada (por ejemplo, UE)). Un experto ordinario en la técnica comprenderá que lo anterior es meramente un ejemplo de una subtrama centrada en DL y que pueden existir estructuras alternativas que tengan rasgos característicos similares sin desviarse necesariamente de los aspectos descritos en el presente documento.

[0093] La FIG. 10 es un diagrama 1000 que muestra un ejemplo de subtrama centrada en UL. La subtrama centrada en UL puede incluir una porción de control 1002. La porción de control 1002 puede existir al comienzo o en la porción inicial de la subtrama centrada en UL. La porción de control 1002 en la FIG. 10 puede ser similar a la porción de control 1002 descrita anteriormente con referencia a la FIG. 9. La subtrama centrada en UL también puede incluir una porción de datos de UL 1004. La porción de datos de UL 1004 a veces se puede denominar carga útil de la subtrama centrada en UL. La porción de UL se puede referir a los recursos de comunicación usados para comunicar datos de UL desde la entidad subordinada (por ejemplo, UE) a la entidad de programación (por ejemplo, UE o BS). En algunas configuraciones, la porción de control 1002 puede ser un canal compartido de UL físico (PUSCH). En algunas configuraciones, la porción de datos puede ser un canal compartido de enlace ascendente físico (PDSCH).

[0094] Como se ilustra en la FIG. 10, el extremo de la porción de control 1002 puede estar separado en el tiempo desde el comienzo de la porción de datos de UL 1004. Esta separación en el tiempo a veces se puede denominar holgura, período de guarda, intervalo de guarda y/u diversos otros términos adecuados. Esta separación proporciona tiempo para la conmutación desde la comunicación de DL (por ejemplo, operación de recepción por la entidad de programación) a la comunicación de UL (por ejemplo, transmisión por la entidad de programación). La subtrama centrada en UL también puede incluir una porción de UL común 1006. La porción de UL común 1006 en la FIG. 10 puede ser similar a la porción de UL común 1006 descrita anteriormente con referencia a la FIG. 10. La porción de UL común 1006 puede incluir información adicional o alternativa, perteneciente al indicador de calidad de canal (CQI), señales de referencia de sondeo (SRS) y diversos otros tipos de información adecuados. Un experto ordinario en la técnica comprenderá que lo anterior es meramente un ejemplo de una subtrama centrada en UL y que pueden existir estructuras alternativas que tengan rasgos característicos similares sin desviarse necesariamente de los aspectos descritos en el presente documento.

[0095] En algunas circunstancias, dos o más entidades subordinadas (por ejemplo, UE) se pueden comunicar entre sí mediante señales de enlace lateral. Las aplicaciones del mundo real de dichas comunicaciones de enlace lateral pueden incluir seguridad pública, servicios de proximidad, retransmisión de UE a red, comunicaciones de vehículo a vehículo (V2V), comunicaciones de Internet de todo (IoT), comunicaciones de IoT, malla de misión crítica y/o diversas otras aplicaciones adecuadas. En general, una señal de enlace lateral se puede referir a una señal comunicada desde una entidad subordinada (por ejemplo, UE1) a otra entidad subordinada (por ejemplo, UE2) sin retransmitir esa comunicación a través de la entidad de programación (por ejemplo, UE o BS), aunque la entidad de programación se pueda usar para fines de programación y/o control. En algunos ejemplos, las señales de enlace lateral se pueden comunicar usando un espectro con licencia (a diferencia de las redes inalámbricas de área local, que típicamente usan un espectro sin licencia).

[0096] Un UE puede funcionar en diversas configuraciones de recursos de radio, incluyendo una configuración asociada con la transmisión de pilotos usando un conjunto dedicado de recursos (por ejemplo, un estado dedicado de control de recursos de radio (RRC), etc.) o una configuración asociada con la transmisión de pilotos usando un conjunto común de recursos (por ejemplo, un estado común de RRC, etc.). Cuando funciona en el estado dedicado de RRC, el UE puede seleccionar un conjunto dedicado de recursos para transmitir una señal piloto a una red. Cuando funciona en el estado común de RRC, el UE puede seleccionar un conjunto común de recursos para transmitir una señal piloto a la red. En cualquier caso, una señal piloto transmitida por el UE se puede recibir por uno o más dispositivos de acceso a la red, tal como un nodo de acceso (AN), o una unidad distribuida (DU), o porciones de los mismos. Cada dispositivo receptor de acceso a la red se puede configurar para recibir y medir señales piloto transmitidas en el conjunto común de recursos, y también recibir y medir señales piloto transmitidas en conjuntos dedicados de recursos asignados a los UE para los cuales el dispositivo de acceso a la red es miembro de un conjunto de monitorización de dispositivos de acceso a la red para el UE. Uno o más de los dispositivos receptores de acceso a la red, o una unidad central (CU) a la cual los dispositivos receptores de acceso a la red transmiten las mediciones de las señales piloto, pueden usar las mediciones para identificar células de servicio para los UE, o para iniciar un cambio de célula de servicio para uno o más de los UE.

[0097] La FIG. 11 ilustra un ejemplo de un sistema de comunicación inalámbrica 1100, de acuerdo con diversos aspectos de la presente divulgación. El sistema de comunicación inalámbrica 1100 puede incluir varias zonas (incluyendo, por ejemplo, una primera zona 1105-a (Zona 1), una segunda zona 1105-b (Zona 2) y una tercera zona 1105-c (Zona 3)). Varios UE, incluyendo el UE 115-b, se pueden mover dentro o entre las zonas.

[0098] Una zona puede incluir múltiples células, y las células dentro de una zona pueden estar sincronizadas (por ejemplo, las células pueden compartir la misma temporización). El sistema de comunicación inalámbrica 1100 puede incluir ejemplos de zonas no superpuestas (por ejemplo, la primera zona 1105-a y la segunda zona 1105-b) y zonas superpuestas (por ejemplo, la primera zona 1105-a y la tercera zona 1105-c). En algunos ejemplos, la primera zona 1105-a y la segunda zona 1105-b pueden incluir cada una o más macrocélulas, microcélulas o picocélulas, y la tercera zona 1105-c puede incluir una o más femtocélulas.

[0099] A modo de ejemplo, se muestra que el UE 115-b está localizado en la primera zona 1105-a. Si el UE 115-b está funcionando con una configuración de recursos de radio asociada con la transmisión de señales piloto usando un conjunto común de recursos, tal como un estado común de RRC, el UE 115-b puede transmitir una señal piloto usando un conjunto común de recursos. Las células (por ejemplo, AN, DU, etc.) dentro de la primera zona 1105-a pueden monitorizar el conjunto común de recursos para una señal piloto del UE 115-b. Si el UE 115-b está funcionando con una configuración de recursos de radio asociada con la transmisión de señales piloto usando un conjunto dedicado de recursos, tal como un estado dedicado de RRC, el UE 115-b puede transmitir una señal piloto usando un conjunto dedicado de recursos. Las células de un conjunto de células de monitorización establecidas para el UE 115-b dentro de la primera zona 1105-a (por ejemplo, una primera célula 1110-a, una segunda célula 1110-b, y una tercera célula 1110-c) pueden monitorizar el conjunto dedicado de recursos para la señal piloto del UE 115-b.

[0100] El Internet de las cosas (IoT) se puede referir a una red de objetos físicos, dispositivos o "cosas". Los dispositivos IoT pueden estar integrados, por ejemplo, con dispositivos electrónicos, software o sensores, y pueden tener conectividad de red, lo que permite que estos dispositivos recopilen e intercambien datos. Los dispositivos IoT se pueden detectar y controlar de forma remota a través de la infraestructura de red existente, creando oportunidades para una integración más directa entre el mundo físico y los sistemas basados en ordenador y dando como resultado una mayor eficiencia, precisión y beneficio económico. Los sistemas que incluyen dispositivos IoT aumentados con sensores y accionadores se pueden referir a sistemas ciberfísicos. Los sistemas ciberfísicos pueden incluir tecnologías tales como redes inteligentes, hogares inteligentes, transporte inteligente y/o ciudades inteligentes. Cada "cosa" (por ejemplo, un dispositivo IoT) se puede identificar únicamente a través de su sistema informático integrado y puede interactuar dentro de la infraestructura existente, tal como la infraestructura de Internet.

[0101] El IoT de banda estrecha (NB-IoT) se puede referir a una tecnología de radio de banda estrecha diseñada especialmente para el IoT. El NB-IoT se puede centrar en la cobertura en interiores, en el bajo coste, en la batería de larga duración y en la gran cantidad de dispositivos. Para reducir la complejidad de los UE, el NB-IoT puede permitir implementaciones de banda estrecha usando un bloque de recursos físicos (PRB) (por ejemplo, la banda de guarda de 180 kHz + 20 kHz). Las implementaciones de NB-IoT pueden usar componentes de capa superior de determinados sistemas (por ejemplo, LTE) y hardware para permitir una fragmentación reducida y compatibilidad cruzada con, por ejemplo, NB-LTE y/o comunicaciones de tipo máquina mejoradas/evolucionadas (eMTC).

[0102] La FIG. 12 ilustra una implementación 1200 de ejemplo de NB-IoT, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación. Tres configuraciones de implementación de NB-IoT incluyen en banda, banda de guarda e independiente. Para la configuración de implementación en banda, el NB-IoT puede coexistir con un sistema heredado (por ejemplo, sistema(s) GSM, WCDMA y/o LTE) implementados en la misma banda de frecuencia. Por ejemplo, el canal de LTE de banda ancha se puede implementar en diversos anchos de banda entre 1,4 MHz y 20 MHz. Como se muestra en la FIG. 12, un bloque de recursos dedicado (RB) 1202 dentro de ese ancho de banda puede estar disponible para su uso por el NB-IoT y/o los RB 1204 se pueden asignar dinámicamente para NB-IoT. Como se muestra en la FIG. 12, en un despliegue en banda, se puede usar un RB, o 200 kHz, de un canal de banda ancha (por ejemplo, LTE) para NB-IoT.

[0103] Determinados sistemas (por ejemplo, LTE) pueden incluir porciones no usadas del espectro de radio entre portadoras para evitar interferencias entre portadoras adyacentes. En algunas implementaciones, el NB-IoT se puede implementar en una banda de guarda 1206 del canal de banda ancha.

[0104] En otras implementaciones, el NB-IoT se puede implementar de forma independiente (no mostrado). En una implementación independiente, se puede usar una portadora de 200 MHz para llevar tráfico de NB-IoT y se puede usar de nuevo el espectro GSM.

[0105] Las implementaciones de NB-IoT pueden incluir señales de sincronización tales como PSS para sincronización de frecuencia y temporización y SSS para transmitir información del sistema. Para operaciones de NB-IoT, los límites de temporización de PSS/SSS se pueden extender en comparación con los límites de trama de PSS/SSS existentes en sistemas heredados (por ejemplo, LTE), por ejemplo, de 10 ms a 40 ms. En base al límite de temporización, un UE puede recibir una transmisión de PBCH, que se puede transmitir en la subtrama 0 de una trama de radio.

CONCESIONES DE ENLACE ASCENDENTE DE EJEMPLO PARA INTERNET DE LAS COSAS DE BANDA ESTRECHA

[0106] El Internet de las cosas de banda estrecha (NB-IoT) puede usar la multiplexación por división ortogonal de

frecuencia (OFDM) con numerología de la evolución a largo plazo (LTE). Por ejemplo, determinadas implementaciones de NB-IoT (por ejemplo, NB-IoT de enlace descendente) pueden tener un espacio entre tonos de 15 kHz y una longitud de símbolos de alrededor de 70 μ s.

5 **[0107]** El NB-IoT puede admitir asignaciones de tono único y/o multitono. Por tanto, un tamaño de unidad de programación para NB-IoT puede tener una granularidad de un tono o de multitono. La señalización para admitir concesiones de enlace ascendente para asignaciones de tono único y multitono puede ser deseable.

10 **[0108]** Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan concesiones de enlace ascendente y diseño de enlace ascendente para NB-IoT.

15 **[0109]** En determinadas implementaciones de NB-IoT (por ejemplo, usando la duplexación por división de frecuencia (FDD)), una unidad de recursos programada (por ejemplo, programada para la transmisión de datos en un canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH)) puede corresponder a x ms en el dominio de tiempo. En el dominio de frecuencia, la unidad de recursos programada puede incluir un tono único de 15 kHz o 3,75 kHz o puede incluir múltiples tonos de 15 kHz o 3,75 kHz (por ejemplo, dependiendo de la asignación de tono único o de la asignación de multitono y el espacio entre tonos).

20 **[0110]** Para un espacio entre tonos de 15 kHz, se pueden usar hasta 12 tonos (por ejemplo, {12,8}) en una unidad de recursos con asignación de tono único y, para un espacio entre tonos de 3,75 kHz, se pueden usar hasta 48 tonos (por ejemplo, {48,32}) en una unidad de recursos con asignación de un tono único. En el caso de la asignación de multitono para un UE, $x\{m\}$ es menor que $x\{15\text{kHz}\}$, donde m es el número de tonos asignados. En el caso de la asignación de 12 tonos para un UE ($m=12$), $x\{12\}$ es 1 ms. Algunos UE pueden admitir la asignación de tono único (por ejemplo, debido a restricciones de radiofrecuencia) y un espacio entre tonos de 3,75 kHz.

25 **[0111]** De acuerdo con determinados aspectos, además de o de forma alternativa a la asignación de recursos de tono único, una BS (por ejemplo, tal como la BS 204) también puede usar asignaciones de multitono para programar un UE (por ejemplo, tal como el UE 206). Por ejemplo, la BS puede usar asignaciones de recursos de 3 tonos, 6 tonos y/o 12 tonos (por ejemplo, tamaños de unidades de programación) para programar transmisiones de enlace ascendente desde el UE. La BS puede programar un bloque de transmisión en más de una unidad de recursos a tiempo.

30 **[0112]** Para programar la transmisión de tono único o multitono de enlace ascendente, la BS puede proporcionar concesiones de enlace ascendente al UE. Por ejemplo, las concesiones de enlace ascendente de BS pueden enviar las concesiones de enlace ascendente al UE en información de control de enlace descendente (DCI). Por tanto, es deseable tener un diseño de concesión de enlace ascendente en el cual la DCI pueda programar usando tamaños de asignación de tono único y/o multitono (por ejemplo, 3 tonos, 6 tonos y/o 12 tonos).

35 **[0113]** De acuerdo con determinados aspectos, diversos esquemas de modulaciones pueden ser compatibles con NB-IoT. Los esquemas de modulación pueden incluir esquemas de modulación de tono único, esquemas de modulación de multitono con multiplexación por división de frecuencia de portadora única (SC-FDM), esquemas de modulación de multitono con modulación de desplazamiento de fase de posición de tono (TPSK) donde la información se transmite en un tono y por posición de tono y 8 desplazamientos de fase binario (BPSK) correspondientes a la modulación restringida de 8-PSK con una relación reducida de potencia de pico a de potencia promedia (PAPR) (por ejemplo, en o cerca de 0 dB). Puede ser deseable que la DCI indique el esquema de modulación además de la asignación de recursos de tono único y/o multitono.

40 **[0114]** La FIG. 13 ilustra operaciones 1300 de ejemplo para concesiones de enlace ascendente para NB-IoT, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación. Las operaciones 1300 se pueden realizar, por ejemplo, mediante un UE (por ejemplo, el UE 102, 206, 650), que puede ser un dispositivo IoT. Las operaciones 1300 comienzan, en 1302, al recibir una concesión de enlace ascendente que indica uno o más tonos dentro de un RB asignado al UE para comunicaciones de banda estrecha. En 1304, el UE transmite usando uno o más tonos indicados en la concesión de enlace ascendente.

45 **[0115]** La FIG. 14 ilustra operaciones 1400 de ejemplo para comunicaciones inalámbricas mediante para NB-IoT, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación. Las operaciones 1400 se pueden realizar, por ejemplo, mediante una estación base (por ejemplo, una BS 106, 108, 204, 610). Las operaciones 1400 pueden ser complementarias a las operaciones 1300 realizadas por el UE. Las operaciones 1400 comienzan, en 1402, enviando una concesión de enlace ascendente a un UE que indica uno o más tonos dentro de un RB asignado al UE para la comunicación de banda estrecha. En 1404, la estación base recibe transmisiones del UE en uno o más tonos indicados en la concesión de enlace ascendente.

Ejemplo de concesión de enlace ascendente usando asignación de recursos de tonos contiguos

60 **[0116]** De acuerdo con determinados aspectos, la BS puede enviar una concesión de enlace ascendente que asigna tonos contiguos para que el UE los use para una transmisión de enlace ascendente de banda estrecha. Por ejemplo,

la BS puede estar restringida a asignaciones de recursos de tonos contiguos. Limitar la concesión de enlace ascendente a la programación de tonos contiguos puede reducir el número de combinaciones que se vayan a señalar en la concesión. Por ejemplo, en el caso de una banda estrecha de un RB y un espacio entre tonos de 15 kHz: para una única asignación de recursos de tonos contiguos, puede haber doce (12) combinaciones (por ejemplo, posibles localizaciones dentro del RB para señalar el tono); para tres (3) asignaciones de recursos de tonos contiguos, puede haber diez (10) combinaciones (por ejemplo, diez localizaciones de inicio posibles en el RB para una asignación de tres tonos contiguos); para una asignación de recursos de seis (6) tonos contiguos, puede haber siete (7) combinaciones (por ejemplo, siete localizaciones de inicio posibles en el RB para una asignación de siete tonos contiguos); y, para una asignación de recursos de doce (12) tonos contiguos, solo hay una (1) combinación posible (por ejemplo, una única localización posiblemente de inicio dentro del RB para una asignación de recursos de doce tonos contiguos).

[0117] Por tanto, puede ser deseable que la concesión de enlace ascendente pueda indicar cualquiera de las treinta (30) combinaciones posibles (por ejemplo, $12+10+7+1=30$ combinaciones posibles totales para el caso de banda estrecha de 1 RB, espacio entre tonos de 15 kHz y tamaños de asignación de recursos de tono único, 3 tonos, 6 tonos y 12 tonos). En este caso, por ejemplo, la BS puede usar valores de cinco (5) bits (por ejemplo, un diseño de concesión de enlace ascendente de 5 bits) para señalar las treinta (30) combinaciones posibles con dos combinaciones de reserva. En algunos aspectos, la BS puede usar las dos combinaciones restantes para asignar tonos no contiguos. Por ejemplo, para la asignación de 6 tonos, la BS puede indicar dos estructuras en forma de cresta (por ejemplo, tonos impares, tonos pares).

[0118] Para asignaciones de multitono, la BS puede configurar el UE que se puede configurar mediante señalización del control de recursos de radio (RRC) con el esquema de modulación de multitono. La configuración puede tener en cuenta la capacidad del UE. El esquema de modulación puede incluir SC-FDM, 8-BPSK o TPSK.

Ejemplo de concesión de enlace ascendente con posición restringida del tono de inicio

[0119] El número de combinaciones posibles que se vayan a señalar en una concesión de enlace ascendente se puede reducir aún más, por ejemplo, para reducir el número de bits para la concesión de enlace ascendente. De acuerdo con determinados aspectos, las posiciones del tono de inicio dentro del RB para la asignación de recursos pueden estar restringidas (por ejemplo, a un subconjunto de tonos dentro del RB). Por ejemplo, en lugar de que cada tono en el bloque de recursos sea un posible tono de inicio, los tonos de inicio disponibles se pueden restringir a un conjunto reducido. En un ejemplo, para una asignación de recursos de 3 tonos, los tonos iniciales disponibles se pueden restringir a 0, 3, 6 o 9 (por ejemplo, considerando que los tonos dentro del RB son tonos 0-11). Por tanto, para la asignación de recursos de 3 tonos puede haber cuatro (4) combinaciones (por ejemplo, en oposición a diez combinaciones posibles en el caso de que los tonos de inicio no estén restringidos). Para la asignación de recursos de tono único puede haber doce (12) combinaciones. Para la asignación de recursos de 6 tonos puede haber dos (2) combinaciones. Para la asignación de recursos de 12 tonos puede haber una combinación. Por tanto, en un ejemplo, las posiciones de inicio para las asignaciones de recursos se pueden restringir de modo que el número total de combinaciones que se vayan a señalar en la concesión de enlace ascendente se puede reducir aún más a diecinueve (19) combinaciones restringiendo las posiciones del tono de inicio disponibles.

[0120] De acuerdo con determinados aspectos, las trece (13) combinaciones restantes (por ejemplo, suponiendo que se use una concesión de enlace ascendente de 5 bits para el ejemplo anterior) se pueden usar para señalar estructuras similares a crestas para asignaciones de recursos de 3 tonos y 6 tonos, para ejemplo, los esquemas con multitono para TPSK. En aspectos, se pueden añadir otras siete (7) combinaciones para 8-BPSK y/o SC-FDM. En consecuencia, el campo de asignación de recursos puede indicar tanto la asignación de recursos de tonos (contiguos y/o similares a una cresta) como el modo de transmisión (por ejemplo, modulación).

[0121] De acuerdo con determinados aspectos, se pueden usar diferentes tamaños de unidades de recursos, se pueden usar diferentes tamaños de unidades de programación, se pueden usar diferentes espacios entre tonos y/o diferentes restricciones para los tonos de inicio en la unidad de recursos.

Tamaño de concesión de enlace ascendente de ejemplo

[0122] Como se menciona anteriormente, el UE se puede configurar para un espacio entre tonos de 3,75 kHz o un espacio entre tonos de 15 kHz. Si el UE está configurado con un espacio entre tonos de 3,75 kHz, el número de combinaciones posibles de tonos dentro de la banda estrecha (por ejemplo, una banda estrecha de 1 RB) para la asignación de recursos en una concesión de enlace ascendente (por ejemplo, proporcionar por medio de diferentes valores de bits en un DCI) mucho más grande que para 15 kHz, incluso si solo se admite un tono único (por ejemplo, 48 combinaciones para un espacio entre tonos de 3,75 kHz frente a 12 combinaciones para un espacio entre tonos de 15 kHz).

[0123] Por tanto, de acuerdo con determinados aspectos, el número de bits en la DCI usada para la concesión de enlace ascendente puede ser diferente dependiendo del espacio entre tonos. Por ejemplo, para un espacio entre tonos de 3,75 kHz, el tamaño de concesión de enlace ascendente puede ser de seis (6) bits, mientras que para un espacio

entre tonos de 15 kHz, el tamaño de concesión de enlace ascendente puede ser de solo cinco (5) bits.

5 **[0124]** En el caso de que coincida el tamaño de concesión para el enlace ascendente y el enlace descendente, entonces el tamaño de concesión del enlace descendente puede incluir bits de relleno adicionales para alinearse con el mayor tamaño de concesión del enlace ascendente. En algunos aspectos, la BS puede usar las 16 combinaciones restantes (por ejemplo, dado que solo 48 de 64 combinaciones se usan en el caso de la asignación de tono único de 3,75 kHz) para señalar la asignación de recursos de multitono o la asignación de recursos de tono único con un espacio entre tonos de 15 kHz.

10 **[0125]** De forma alternativa, la BS puede usar el mismo número de bits usados para la concesión de enlace ascendente con un espacio entre tonos de 3,75 kHz que el tamaño de concesión de enlace ascendente para un espacio entre tonos de 15 kHz. Por ejemplo, para el espacio entre tonos de 3,75 kHz, el tamaño de concesión de enlace ascendente puede ser de 5 bits. En este caso, el número de elementos de recurso (RE) que se pueden asignar al UE puede estar limitado (por ejemplo, dado que las 32 combinaciones que se pueden señalar usando 5 bits para el enlace ascendente no son suficientes para señalar las 48 combinaciones posibles para el espacio entre tonos de 3,75 kHz). La configuración de qué tonos están disponibles para el UE se puede determinar implícita o explícitamente. Por ejemplo, la configuración se puede determinar implícitamente en base a la ID de UE y/o el identificador temporal de la red de radio (RNTI) o la BS puede indicar explícitamente al UE (por ejemplo, usando la señalización de control de recursos de radio (RRC)) qué tonos están disponibles. En algunos aspectos, el tono de inicio se puede señalar (por ejemplo, con envoltura) o se puede obtener del RNTI UE (por ejemplo, usando RNTI mod 48). El campo de asignación de recursos de 5 bits puede indicar qué tono dentro del conjunto se usa.

Concesión de enlace ascendente de ejemplo con salto de frecuencia

25 **[0126]** De acuerdo con determinados aspectos, las opciones descritas anteriormente se pueden cambiar en base a la señalización de RRC y/o la capacidad del UE. Por ejemplo, si el UE solo admite la asignación de recursos de tono único (por ejemplo, el UE no es capaz de TPSK) y/o si el UE está en modo de cobertura profunda, entonces las combinaciones para la modulación de multitono se pueden considerar inválidas y la concesión de enlace ascendente se puede eliminar. De forma alternativa, la concesión de enlace ascendente se puede interpretar de una manera diferente en lugar de eliminarse (por ejemplo, las entradas de multitono se pueden usar de nuevo para señalar tono único con salto de frecuencia).

30 **[0127]** De acuerdo con determinados aspectos, se puede incluir un bit separado para "salto de frecuencia" en la concesión de enlace ascendente. Este bit se puede usar para señalar si el UE debe cambiar la localización de los tonos dentro de la transmisión. Esto puede ayudar a la BS con el seguimiento del tiempo.

35 **[0128]** En el caso de la asignación de recursos de 12 tonos, 1 unidad de recursos de RB y un espacio entre tonos de 15 kHz, no hay saltos de frecuencia disponibles (por ejemplo, ya que se usan todos los recursos de enlace ascendente). En este caso (o en el caso de otros tamaños de tono que no admiten salto de frecuencia), el valor del bit de salto de frecuencia se puede usar para señalar el tipo de modulación que se esté usando, el esquema de modulación y codificación (MCS), o se puede fijar a un valor (por ejemplo, 0) para indicar que se debe eliminar la concesión.

40 **[0129]** De acuerdo con un determinado aspecto, el salto de frecuencia puede seguir una estructura basada en árbol (por ejemplo, similar al salto de frecuencia de la señal de referencia de sonido (SRS)). Por ejemplo, se pueden definir cuatro (4) grupos de tres (3) RE y dos (2) grupos de seis (6) RE. El UE se puede configurar y/o señalar en la concesión de enlace ascendente (por ejemplo, por medio del bit de salto de frecuencia) con diferentes niveles de salto. Para el salto de banda estrecha, el UE puede saltar de frecuencia solo dentro del siguiente grupo (por ejemplo, si se usa la asignación de tono único), el UE puede saltar en el grupo de tres (3) RE (por ejemplo, si se usa la asignación de 3 tonos), o el UE puede saltar en el grupo de 6 RE. Para el salto de banda ancha, el UE puede usar las doce (12) RE en el RB para el salto de frecuencia. Se puede definir un nivel adicional para UE de tono único (por ejemplo, usar 6 RE para saltar).

45 **[0130]** Para un espacio entre tonos de 3,75 kHz, el patrón de salto puede ser diferente. Por ejemplo, la mitad del ancho de banda se puede reservar y el UE puede saltar dentro de esos veinticuatro (24) RE. De forma alternativa, se pueden definir cuatro niveles diferentes de ancho de banda de salto, de manera similar al caso de 15 kHz: salto dentro de 15 kHz (por ejemplo, 1 RE), 3 RE, 6 RE o 12 RE.

50 **[0131]** En algunos aspectos, para el salto de banda ancha, el UE puede saltar dentro de la banda estrecha y luego saltar dentro de la banda estrecha. En algunos aspectos, la unidad de tiempo de salto puede estar al nivel de ranura o al nivel de subtrama. En lugar de señalarse en una base de UE, la BS puede transmitir los grupos que saltan o el tamaño máximo de RE que salta (por ejemplo, saltando hasta 6 RE, no saltando para 6 RE, por lo que el salto siempre se realiza usando la mitad del ancho de banda). La secuencia de salto también puede ser una función de la ID de célula para realizar la aleatorización de interferencia entre células.

55 **[0132]** Las FIGS. 15-18 son rejillas de recursos de frecuencia de tiempo que ilustran patrones de salto de frecuencia

de ejemplo para espacio entre tonos de 15 kHz, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

[0133] De acuerdo con determinados aspectos, el salto de banda ancha para el nivel N se puede construir usando el salto del nivel N+1 donde el nivel 0 es un tono único de 3,75 kHz; el nivel 1 es un tono único de 15 kHz; el nivel 2 es 3 RE; el nivel 3 es 6 RE; y el nivel 4 es 12 RE (sin salto). En la FIG. 15, la rejilla de recursos 1502 muestra un patrón de salto de frecuencia para 1 RE con salto de banda estrecha; la rejilla de recursos 1502 muestra un patrón de salto de frecuencia para 3 RE con salto de banda ancha; y la rejilla de recursos 1506 muestra un patrón de salto de frecuencia para 1 RE con salto de banda ancha. El patrón de salto de frecuencia para 1 RE con salto de banda ancha se obtiene saltando dentro de la banda estrecha de acuerdo con la rejilla de recursos 1502, y saltando además dentro de la banda estrecha de acuerdo con la rejilla de recursos 1504.

[0134] La FIG. 16 muestra patrones de salto de frecuencia si el salto de banda ancha está deshabilitado para 6 RE. En la FIG. 16, la rejilla de recursos 1602 muestra un patrón de salto de frecuencia para 1 RE con salto de banda estrecha; la rejilla de recursos 1604 muestra un patrón de salto de frecuencia para 3 RE con salto de banda estrecha; y la rejilla de recursos 1606 muestra un patrón de salto de frecuencia para 1 RE con salto de 6 RE.

[0135] Las FIGS. 17 y 18 muestran patrones de salto de frecuencia para el espacio entre tonos de 15 kHz con estructura basada en la cresta. En la FIG. 17, la rejilla de recursos 1702 muestra un patrón de salto de frecuencia para 3 RE con salto de banda ancha y la rejilla de recursos 1704 muestra un patrón de salto de frecuencia para 3 RE sin salto de banda ancha. En la FIG. 18, la rejilla de recursos 1802 muestra otro patrón de salto de frecuencia para 3 RE con salto de banda ancha y la rejilla de recursos 1804 muestra otro patrón de salto de frecuencia 3 RE sin salto de banda ancha.

[0136] Las técnicas en el presente documento pueden permitir concesiones de enlace ascendente para programar comunicaciones NB-IoT y pueden proporcionar concesiones de enlace ascendente que admitan asignaciones de recursos de tono único y/o multitono para diversos tamaños de unidades de recursos, espacio entre tonos y/o tamaños de unidades de programación. Las técnicas en el presente documento para restringir las concesiones de enlace ascendente a asignaciones de recursos contiguas y/o las posiciones restringidas del tono de inicio pueden permitir reducir el tamaño de las concesiones de enlace ascendente.

[0137] Los procedimientos divulgados en el presente documento comprenden una o más etapas o acciones para lograr el procedimiento descrito. Las etapas y/o acciones de procedimiento se pueden intercambiar entre sí sin apartarse del alcance de las reivindicaciones. En otras palabras, a menos que se especifique un orden específico de etapas o acciones, el orden y/o el uso de etapas y/o acciones específicas se pueden modificar sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

[0138] Como se usa en el presente documento, una expresión que se refiere a "al menos uno de" una lista de elementos se refiere a cualquier combinación de esos elementos, incluyendo elementos individuales. Como ejemplo, "al menos uno de: a, b, o c" pretende cubrir a, b, c, a-b, a-c, b-c y a-b-c, así como cualquier combinación con múltiplos del mismo elemento (por ejemplo, a-a, a-a-a, a-a-b, a-a-c, a-b-b, a-c-c, b-b, b-b-b, b-b-c, c-c y c-c-c o cualquier otra ordenación de a, b y c).

[0139] Como se usa en el presente documento, el término "determinar" abarca una amplia variedad de acciones. Por ejemplo, "determinar" puede incluir calcular, computar, procesar, derivar, investigar, consultar (por ejemplo, consultar una tabla, una base de datos u otra estructura de datos), averiguar y similares. Además, "determinar" puede incluir recibir (por ejemplo, recibir información), acceder (por ejemplo, acceder a datos en una memoria) y similares. Además, "determinar" puede incluir resolver, seleccionar, elegir, establecer y similares.

[0140] En algunos casos, en lugar de transmitir realmente una trama, un dispositivo puede tener una interfaz para emitir una trama para su transmisión. Por ejemplo, un procesador puede emitir una trama, por medio de una interfaz de bus, a un extremo frontal de RF para su transmisión. De forma similar, en lugar de recibir realmente una trama, un dispositivo puede tener una interfaz para obtener una trama recibida desde otro dispositivo. Por ejemplo, un procesador puede obtener (o recibir) una trama, por medio de una interfaz de bus, desde una interfaz de usuario de RF para su transmisión.

[0141] Las diversas operaciones de los procedimientos descritos anteriormente se pueden realizar mediante cualquier medio adecuado que pueda realizar las funciones correspondientes. Los medios pueden incluir diversos componente(s) y/o módulo(s) de hardware y/o software que incluyan, pero sin limitarse a, un circuito, un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC) o un procesador. En general, cuando haya operaciones ilustradas en las figuras, esas operaciones pueden tener componentes correspondientes de medios más función equivalentes con una numeración similar.

[0142] Por ejemplo, los medios para determinar y/o los medios para indicar, y/o los medios para incluir, pueden comprender un sistema de procesamiento, que puede incluir uno o más procesadores, tales como el procesador de TX 616 el(los) transmisor(es) 618 y/o el controlador/procesador 675 de la estación base inalámbrica 610 ilustrada en la FIG. 6 y/o el procesador de TX 668, el(los) transmisor(es) 654, y/o el controlador/procesador 659 del equipo de

usuario 650 ilustrado en la FIG. 6. Los medios para transmitir y/o los medios para enviar pueden comprender un transmisor, que puede incluir el procesador de TX 616, el(los) transmisor(es) 618 y/o la(s) antena(s) 620 de la estación base inalámbrica 610 ilustrada en la FIG. 6, y/o el procesador de TX 668, el(los) transmisor(es) 654, y/o la(s) antena(s) 652 del equipo de usuario 650 ilustrado en la FIG. 6. Los medios para recibir pueden comprender un receptor, que puede incluir el procesador de RX 670, el(los) receptor(es) 618 y/o la(s) antena(s) 620 de la estación base inalámbrica 610 ilustrada en la FIG. 6, y/o el procesador de RX 656, el(los) receptor(es) 654, y/o la(s) antena(s) 652 del equipo de usuario 650 ilustrado en la FIG. - 6.

[0143] Los diversos bloques, módulos y circuitos lógicos ilustrativos descritos en relación con la presente divulgación se pueden implementar o realizar con un procesador de uso general, un procesador de señales digitales (DSP), un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), una matriz de puertas programables por campo (FPGA) u otro dispositivo de lógica programable (PLD), lógica de puertas discretas o lógica de transistores, componentes de hardware discretos o cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en el presente documento. Un procesador de uso general puede ser un microprocesador pero, de forma alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, microcontrolador, o máquina de estados disponible en el mercado. Un procesador también se puede implementar 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.

[0144] Si se implementa en hardware, una configuración de hardware de ejemplo puede comprender un sistema de procesamiento en un nodo inalámbrico. El sistema de procesamiento se puede implementar con una arquitectura de bus. El bus puede incluir un número cualquiera de buses y puentes de interconexión, dependiendo de la aplicación específica del sistema de procesamiento y de las restricciones de diseño globales. El bus puede enlazar conjuntamente diversos circuitos, incluyendo un procesador, medios legibles por máquina y una interfaz de bus. La interfaz de bus se puede usar para conectar un adaptador de red, entre otras cosas, al sistema de procesamiento por medio del bus. El adaptador de red se puede usar para implementar las funciones de procesamiento de señales de la capa PHY. En el caso de un nodo inalámbrico (véase la FIG. 1), una interfaz de usuario (por ejemplo, teclado, pantalla, ratón, palanca de mando, etc.) también se puede conectar al bus. El bus también puede enlazar diversos circuitos, tales como fuentes de temporización, periféricos, reguladores de tensión, circuitos de administración de energía y similares, que son bien conocidos en la técnica y, por lo tanto, no se describirán más. El procesador se puede implementar con uno o más procesadores de uso general y/o de uso especial. Entre los ejemplos se incluyen microprocesadores, microcontroladores, procesadores DSP y otra circuitería que pueda ejecutar software. Los expertos en la técnica reconocerán el mejor modo de implementar la funcionalidad descrita para el sistema de procesamiento, dependiendo de la aplicación particular y de las restricciones de diseño globales impuestas al sistema global.

[0145] 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 códigos. El significado de la palabra software se deberá interpretar ampliamente como instrucciones, datos o cualquier combinación de los mismos, de forma independiente de si se denomina software, firmware, middleware, microcódigo, lenguaje de descripción de hardware o de otro modo. Los medios legibles por ordenador incluyen tanto medios de almacenamiento informático como medios de comunicación, incluyendo cualquier medio que facilite la transferencia de un programa informático desde un lugar a otro. El procesador puede ser responsable de gestionar el bus y el procesamiento general, incluyendo la ejecución de módulos de software almacenados en los medios de almacenamiento legibles por máquina. Un medio de almacenamiento legible por ordenador puede estar acoplado a un 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. A modo de ejemplo, los medios legibles por máquina pueden incluir una línea de transmisión, una onda portadora modulada con datos y/o un medio de almacenamiento legible por ordenador con instrucciones almacenadas en el mismo, por separado del nodo inalámbrico, a todos los cuales puede acceder el procesador a través de la interfaz de bus. De forma alternativa, o además, los medios legibles por máquina, o cualquier porción de los mismos, se pueden integrar en el procesador, tal como puede ser el caso con memoria caché y/o archivos de registro generales. Los ejemplos de medios de almacenamiento legibles por máquina pueden incluir, a modo de ejemplo, RAM (memoria de acceso aleatorio), memoria flash, ROM (memoria de solo lectura), PROM (memoria programable de solo lectura), EPROM (memoria programable de solo lectura y borrrable), EEPROM (memoria programable de solo lectura eléctricamente borrrable), registros, discos magnéticos, discos ópticos, discos duros o cualquier otro medio de almacenamiento adecuado o cualquier combinación de los mismos. Los medios legibles por máquina se pueden integrar en un producto de programa informático.

[0146] Un módulo de software puede comprender una única instrucción o muchas instrucciones, y se puede distribuir por varios segmentos de código diferentes, entre programas diferentes y entre múltiples medios de almacenamiento. Los medios legibles por ordenador pueden comprender un número de módulos de software. Los módulos de software incluyen instrucciones que, al ejecutarse mediante un aparato tal como un procesador, causan que el sistema de procesamiento realice diversas funciones. Los módulos de software pueden incluir un módulo de transmisión y un módulo de recepción. Cada módulo de software puede residir en un dispositivo de almacenamiento único o se puede distribuir a través de múltiples dispositivos de almacenamiento. A modo de ejemplo, un módulo de software se puede cargar en una RAM desde un disco duro cuando se produzca un evento desencadenante. Durante la ejecución del

módulo de software, el procesador puede cargar parte de las instrucciones en memoria caché para aumentar la velocidad de acceso. Una o más líneas de memoria caché se pueden cargar a continuación en un archivo de registro general para su ejecución por el procesador. Cuando se haga referencia a la funcionalidad de un módulo de software a continuación, se entenderá que dicha funcionalidad se implementa por el procesador cuando ejecuta instrucciones de ese módulo de software.

[0147] Asimismo, cualquier conexión recibe apropiadamente la denominación de medio legible por ordenador. Por ejemplo, si el software se transmite desde una página 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 tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos (IR), radio y microondas, entonces el cable coaxial, el cable de fibra óptica, el par trenzado, la DSL o las tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas se incluyen en la definición de medio. El término disco, como se usa en el presente documento, incluye disco compacto (CD), disco láser, disco óptico, disco versátil digital (DVD), disco flexible y disco Blu-ray®, donde algunos discos reproducen habitualmente los datos magnéticamente, mientras que otros discos reproducen los datos ópticamente con láseres. Por tanto, en algunos aspectos, los medios legibles por ordenador pueden comprender medios no transitorios legibles por ordenador (por ejemplo, medios tangibles). Además, para otros aspectos, los medios legibles por ordenador pueden comprender medios transitorios legibles por ordenador (por ejemplo, una señal). Las combinaciones de lo anterior también se deben incluir dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

[0148] Por tanto, determinados aspectos pueden comprender un producto de programa informático para realizar las operaciones presentadas en el presente documento. Por ejemplo, dicho producto de programa informático puede comprender un medio legible por ordenador que tenga instrucciones almacenadas (y/o codificadas) en el mismo, siendo las instrucciones ejecutables por uno o más procesadores para realizar las operaciones descritas en el presente documento.

[0149] Además, se debe apreciar que los módulos y/u otros medios adecuados para realizar los procedimientos y las técnicas descritos en el presente documento se pueden descargar y/u obtener de otro modo mediante un terminal de usuario y/o una estación base, según corresponda. Por ejemplo, dicho dispositivo puede estar acoplado a un servidor para facilitar la transferencia de medios para realizar los procedimientos descritos en el presente documento. De forma alternativa, diversos procedimientos descritos en el presente documento se pueden proporcionar por medio de medios de almacenamiento (por ejemplo, RAM, ROM, un medio físico de almacenamiento tal como un disco compacto (CD) o un disco flexible, etc.), de modo que un terminal de usuario y/o una estación base puedan obtener los diversos procedimientos tras acoplarse o proporcionar los medios de almacenamiento al dispositivo. Además, se puede usar cualquier otra técnica adecuada para proporcionar a un dispositivo los procedimientos y técnicas descritos en el presente documento.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para comunicaciones inalámbricas mediante un equipo de usuario, UE, que comprende:

5 recibir (1302) una concesión de enlace ascendente que indique uno o más tonos dentro de un bloque de recursos, RB, asignado al UE para la comunicación de banda estrecha, en el que la concesión de enlace ascendente indica uno o más tonos para la comunicación de banda estrecha usando un tamaño de unidad de programación de al menos uno de: un tono único, tres tonos, seis tonos o doce tonos;

10 en el que la indicación se proporciona por medio de un conjunto de bits;

diferentes valores del conjunto de bits indican diferentes combinaciones de uno o más tonos contiguos dentro del RB; y

15 las diferentes combinaciones se basan en el tamaño de la unidad de programación;

en el que:

20 un primer conjunto de los diferentes valores indica diferentes combinaciones de uno o más tonos contiguos;

un segundo conjunto de valores diferentes indica una asignación de tono único;

25 un tercer conjunto de los diferentes valores indica la asignación de tonos no contiguos; y

transmitir (1304) usando el uno o más tonos indicados en la concesión de enlace ascendente.

30 2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que las posiciones del tono de inicio para las diferentes combinaciones de uno o más tonos contiguos están restringidas.

35 3. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que la restricción es de modo que hay una combinación para un tamaño de unidad de programación de doce tonos, dos combinaciones para un tamaño de unidad de programación de seis tonos, cuatro combinaciones para un tamaño de unidad de programación de tres tonos y doce combinaciones para un tamaño de unidad de programación de un tono único.

40 4. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además:

recibir señalización que indique un esquema de modulación para su uso cuando se transmita usando el uno o más tonos indicados en la concesión de enlace ascendente.

45 5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la asignación de tonos no contiguos comprende tonos espaciados uniformemente.

50 6. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además:

recibir la señalización que indica un patrón de salto de frecuencia.

7. Un procedimiento para comunicaciones inalámbricas mediante una estación base, BS, que comprende:

55 enviar (1402) una concesión de enlace ascendente a un equipo de usuario, UE, que indique uno o más tonos dentro de un bloque de recursos, RB, asignado al UE para la comunicación de banda estrecha, en el que la concesión de enlace ascendente indica uno o más tonos para la comunicación de banda estrecha usando un tamaño de unidad de programación de al menos uno de: un tono único, tres tonos, seis tonos o doce tonos;

en el que:

la indicación se proporciona por medio de un conjunto de bits;

60 diferentes valores del conjunto de bits indican diferentes combinaciones de uno o más tonos contiguos dentro del RB; y

las diferentes combinaciones se basan en el tamaño de la unidad de programación;

en el que:

65 un primer conjunto de los diferentes valores indica diferentes combinaciones de uno o más tonos

contiguos;

un segundo conjunto de valores diferentes indica una asignación de tono único;

5 un tercer conjunto de los diferentes valores indica la asignación de tonos no contiguos; y

recibir (1404) transmisiones desde el UE en el uno o más tonos indicados en la concesión de enlace ascendente.

10 **8.** El procedimiento de la reivindicación 7, en el que las posiciones del tono de inicio para las diferentes combinaciones de uno o más tonos contiguos están restringidas.

15 **9.** El procedimiento de la reivindicación 8, en el que la restricción es de modo que hay una combinación para un tamaño de unidad de programación de doce tonos, dos combinaciones para un tamaño de unidad de programación de seis tonos, cuatro combinaciones para un tamaño de unidad de programación de cuatro tonos y doce combinaciones para un tamaño de unidad de programación de un tono único.

10. El procedimiento de la reivindicación 7, que comprende además:

20 enviar la señalización que indica un esquema de modulación para que el UE lo use cuando transmita en uno o más tonos indicados en la concesión de enlace ascendente.

25 **11.** El procedimiento de la reivindicación 7, en el que la asignación de tonos no contiguos comprende tonos espaciados uniformemente.

12. El procedimiento de la reivindicación 7, que comprende además:

enviar la señalización que indique un patrón de salto de frecuencia.

30 **13.** Un programa informático que comprende instrucciones para realizar un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 o 7 a 12 cuando se ejecutan en un procesador.

14. Un aparato para comunicaciones inalámbricas mediante un equipo de usuario, UE, que comprende:

35 medios para recibir una concesión de enlace ascendente que indique uno o más tonos dentro de un bloque de recursos, RB, asignado al UE para la comunicación de banda estrecha, en el que la concesión de enlace ascendente indica el uno o más tonos para la comunicación de banda estrecha usando un tamaño de unidad de programación de al menos uno de: un tono único, tres tonos, seis tonos o doce tonos;

40 en el que la indicación se proporciona por medio de un conjunto de bits;

diferentes valores del conjunto de bits indican diferentes combinaciones de uno o más tonos contiguos dentro del RB; y

45 las diferentes combinaciones se basan en el tamaño de la unidad de programación;

en el que:

50 un primer conjunto de los diferentes valores indica diferentes combinaciones de uno o más tonos contiguos;

un segundo conjunto de valores diferentes indica una asignación de tono único;

55 en el que un tercer conjunto de los diferentes valores indica una asignación de tonos no contiguos; y

medios para transmitir usando el uno o más tonos indicados en la concesión de enlace ascendente.

15. Un aparato para comunicaciones inalámbricas mediante una estación base, BS, que comprende:

60 medios para enviar una concesión de enlace ascendente a un equipo de usuario, UE, que indique uno o más tonos dentro de un bloque de recursos, RB, asignado al UE para la comunicación de banda estrecha;

65 en el que la concesión de enlace ascendente indica el uno o más tonos para la comunicación de banda estrecha usando un tamaño de unidad de programación de al menos uno de: un tono único, tres tonos, seis tonos o doce tonos;

en el que:

la indicación se proporciona por medio de un conjunto de bits;

5 diferentes valores del conjunto de bits indican diferentes combinaciones de uno o más tonos contiguos dentro del RB; y

las diferentes combinaciones se basan en el tamaño de la unidad de programación;

10 en el que:

un primer conjunto de los diferentes valores indica diferentes combinaciones de uno o más tonos contiguos;

15 un segundo conjunto de valores diferentes indica una asignación de tono único;

un tercer conjunto de los diferentes valores indica la asignación de tonos no contiguos; y

medios para recibir transmisiones del UE en el uno o más tonos indicados en la concesión de enlace ascendente.

20

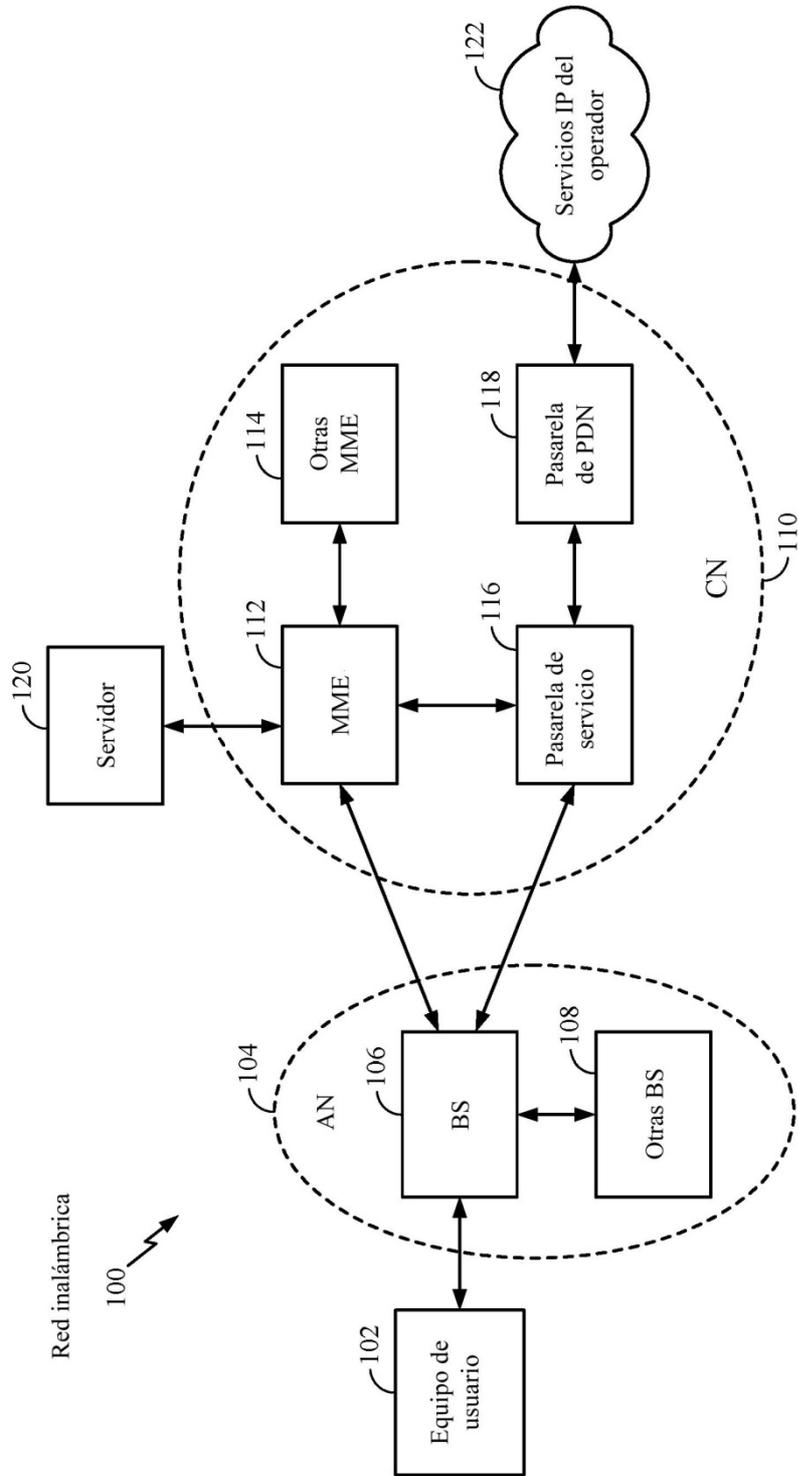


FIG. 1

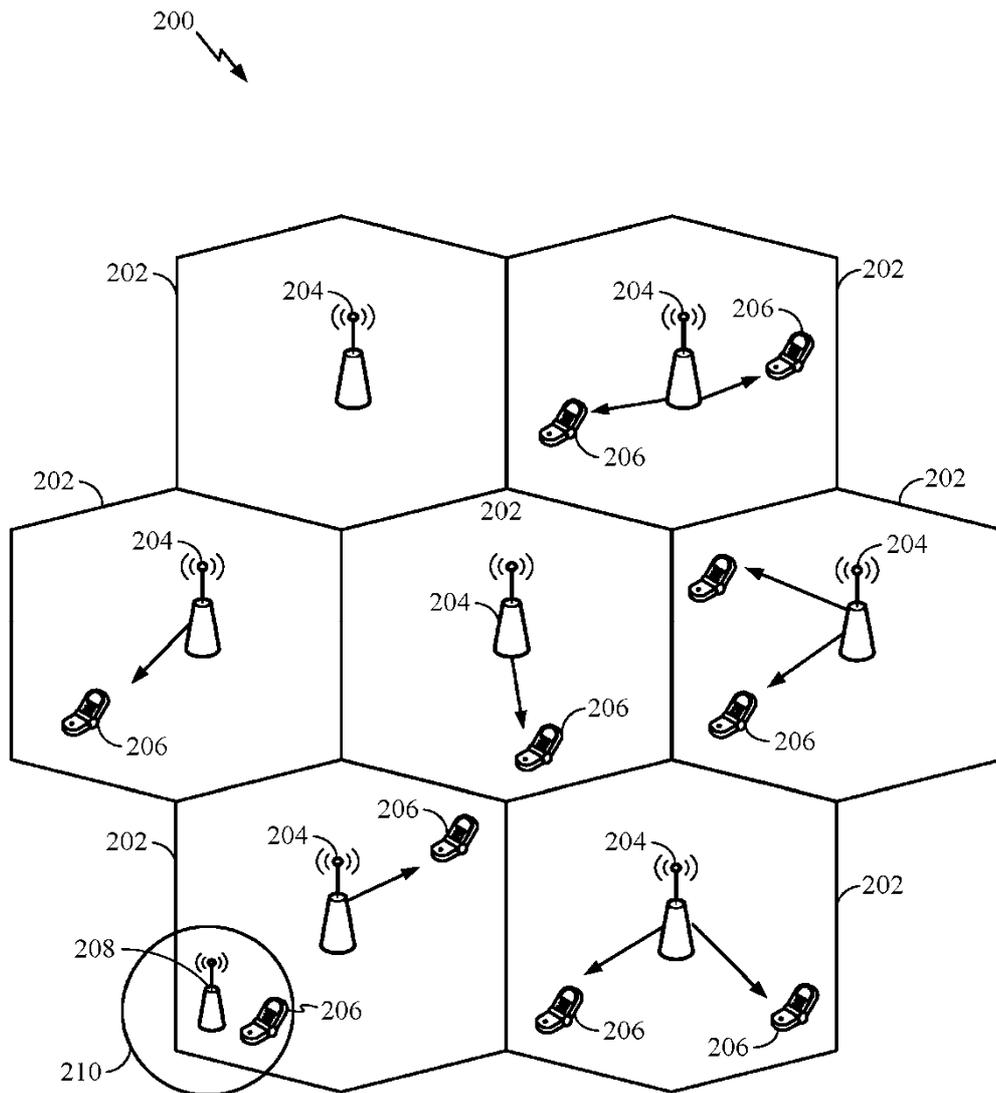


FIG. 2

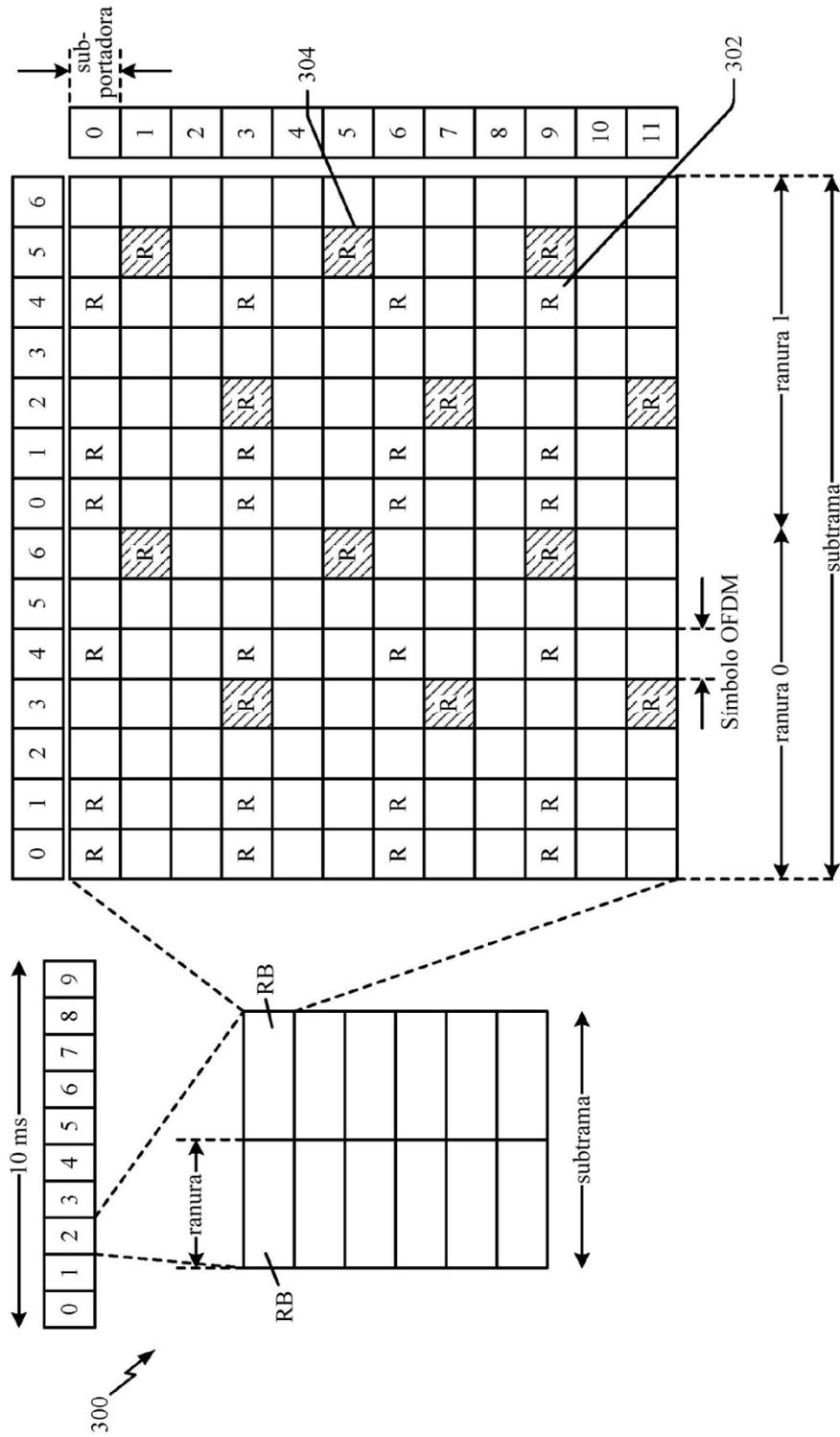


FIG. 3

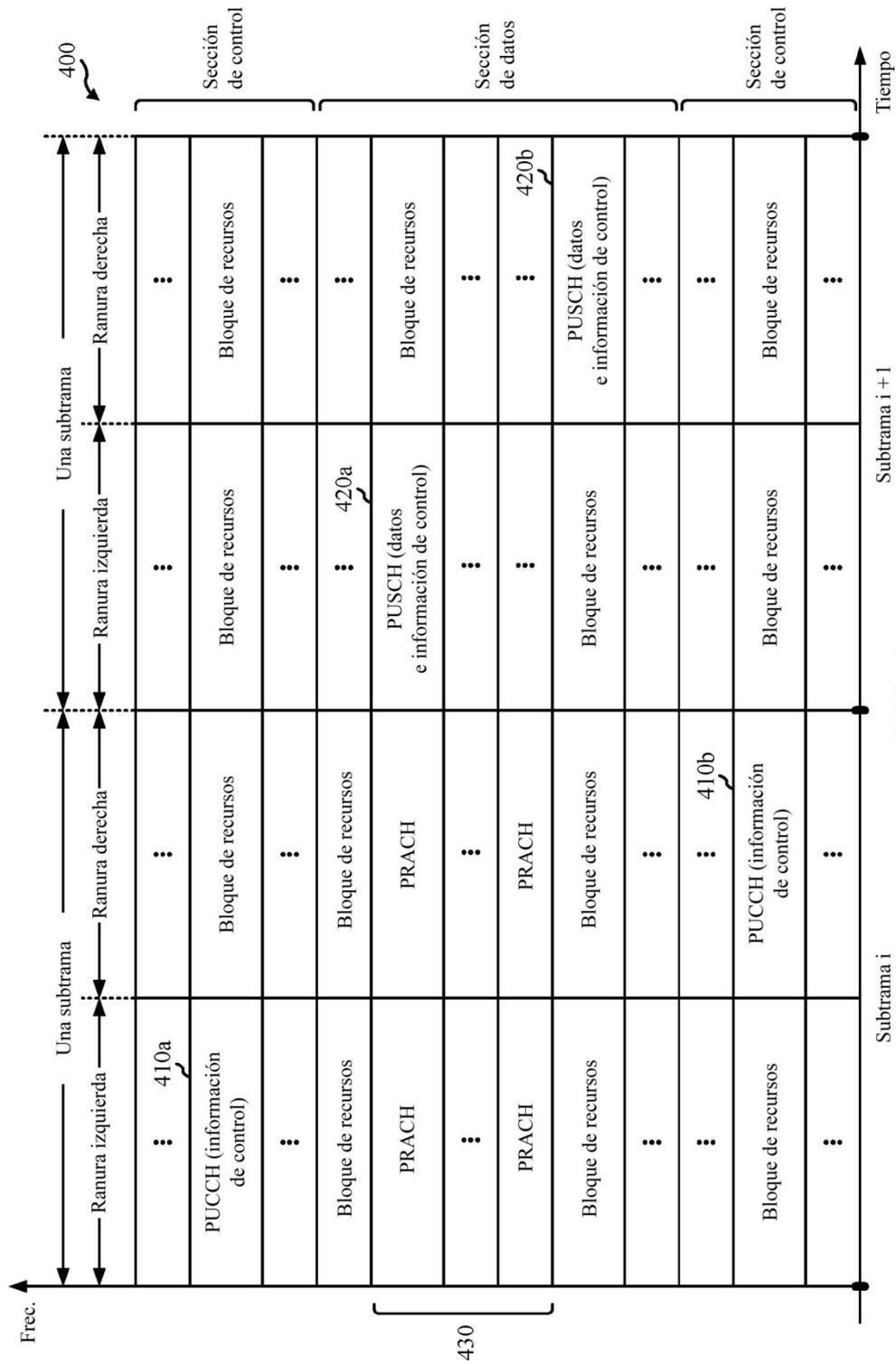


FIG. 4

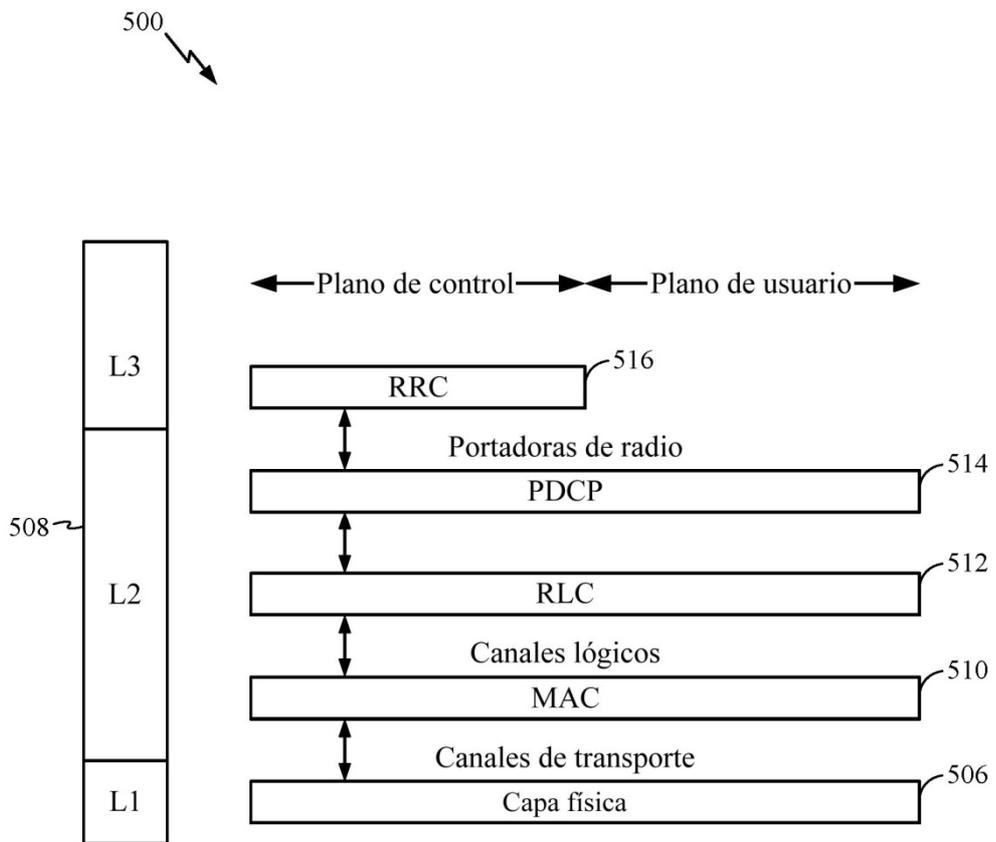


FIG. 5

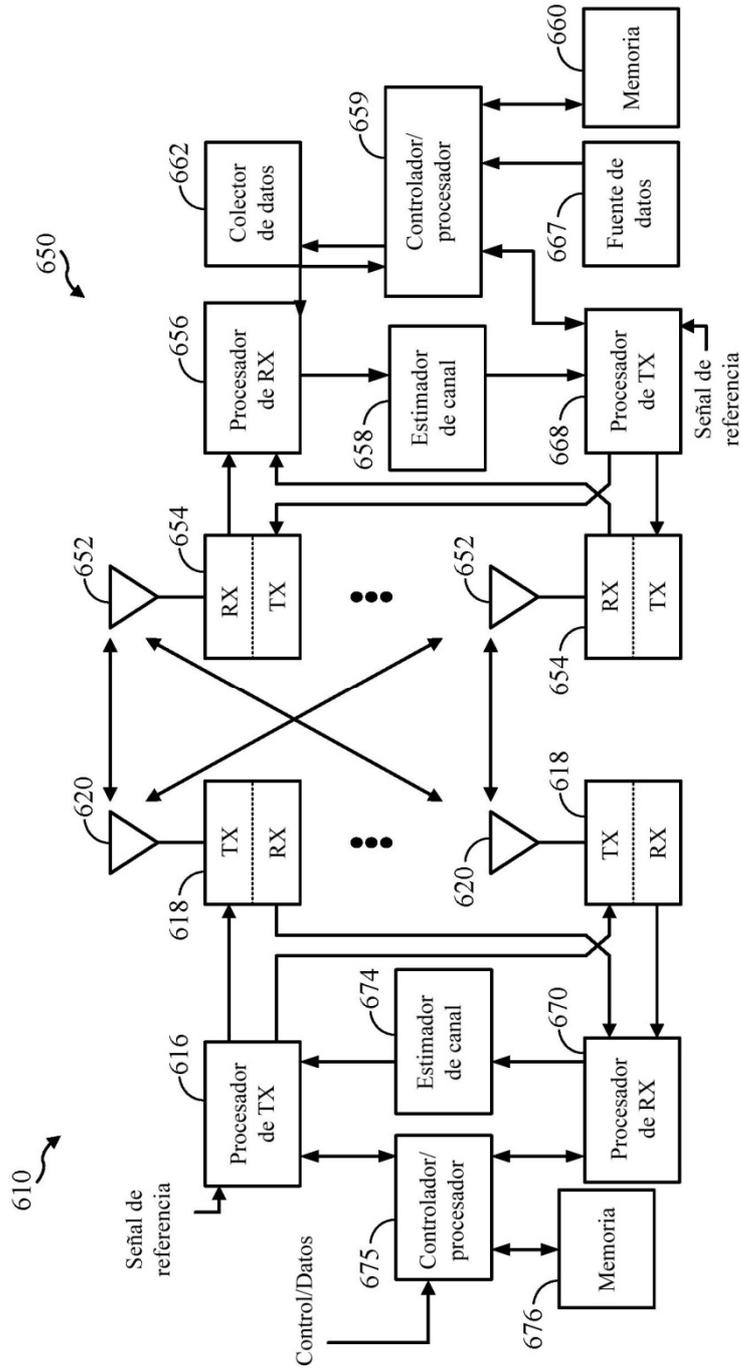


FIG. 6

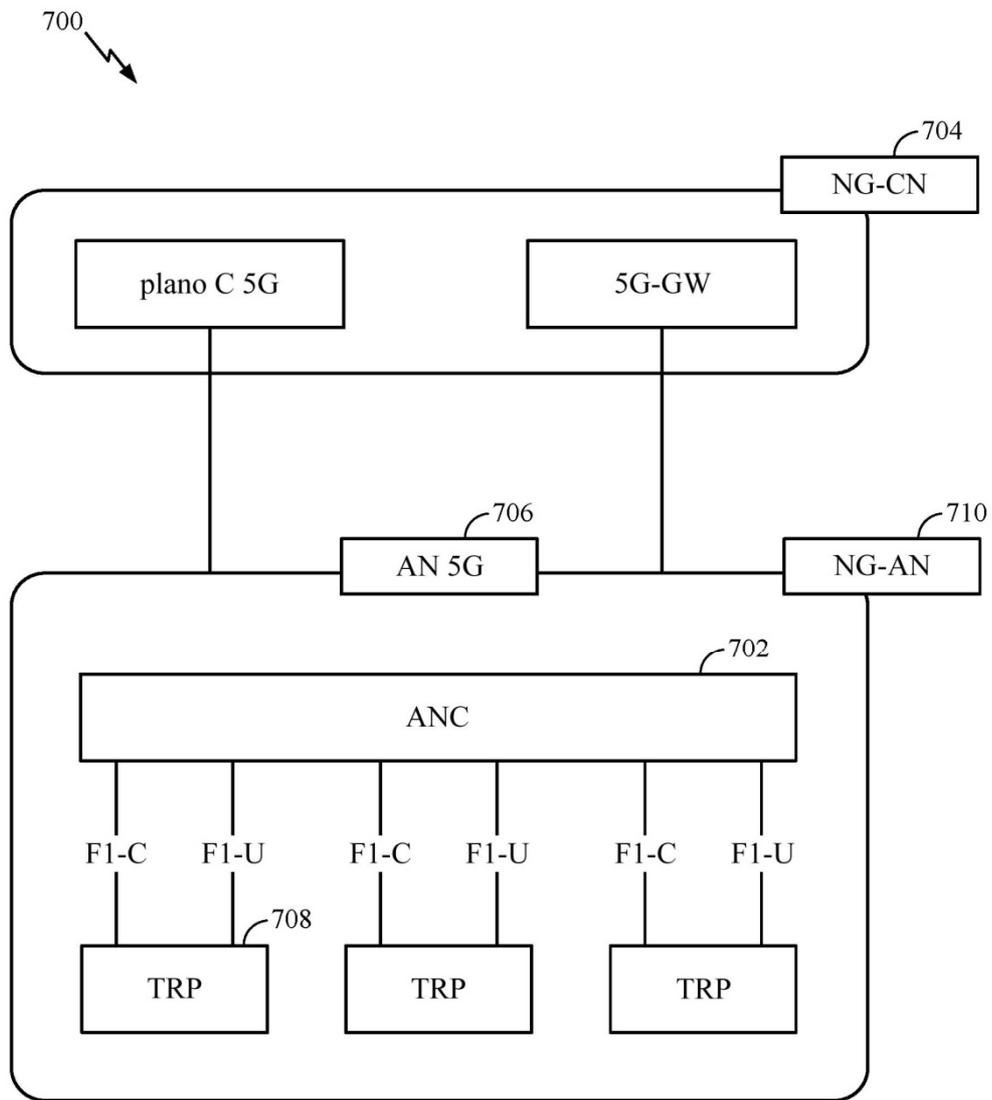


FIG. 7

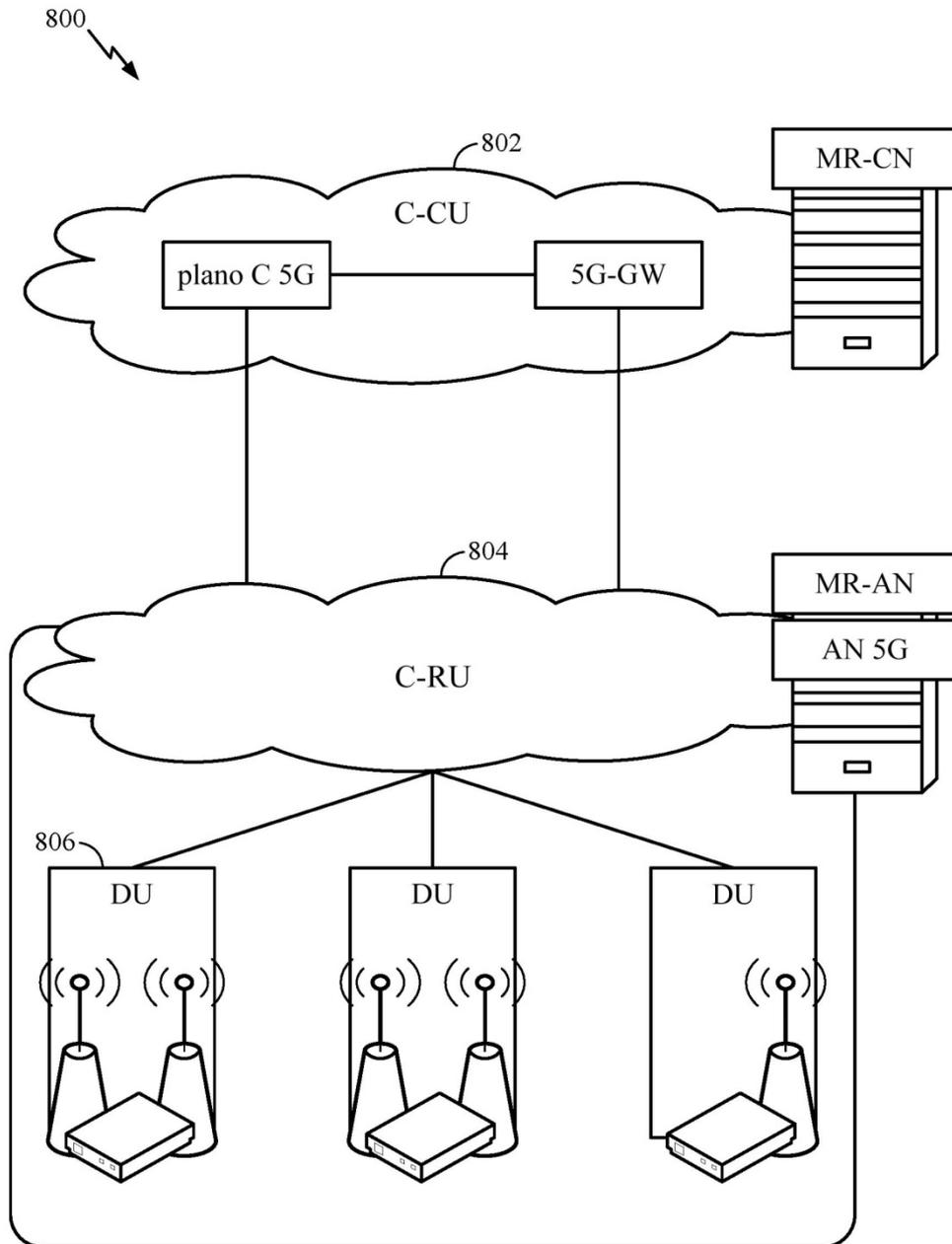


FIG. 8

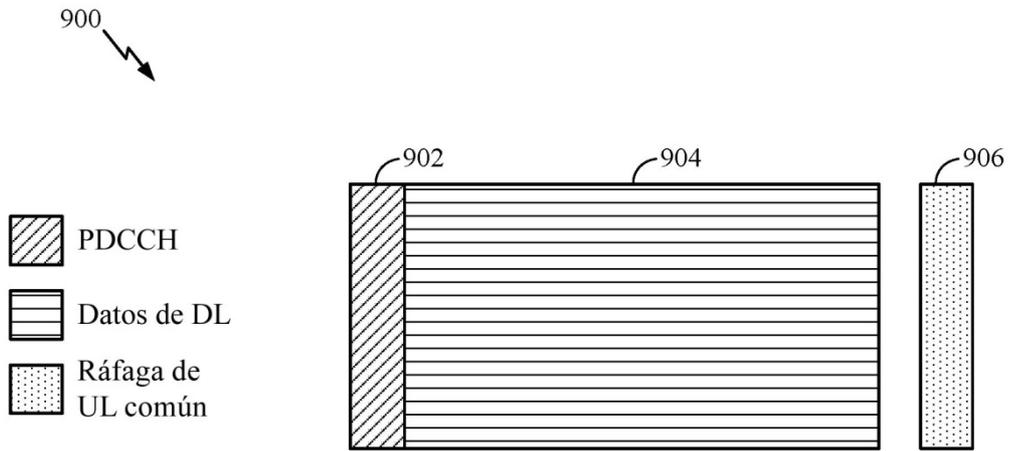


FIG. 9

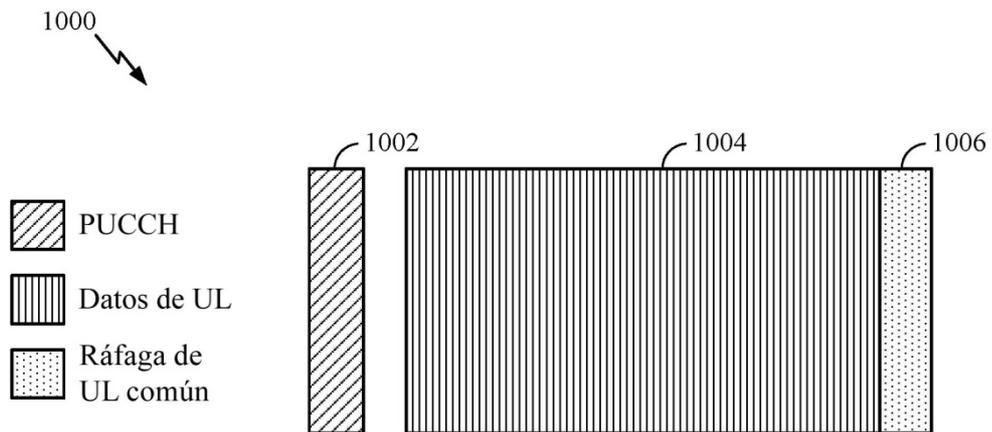


FIG. 10

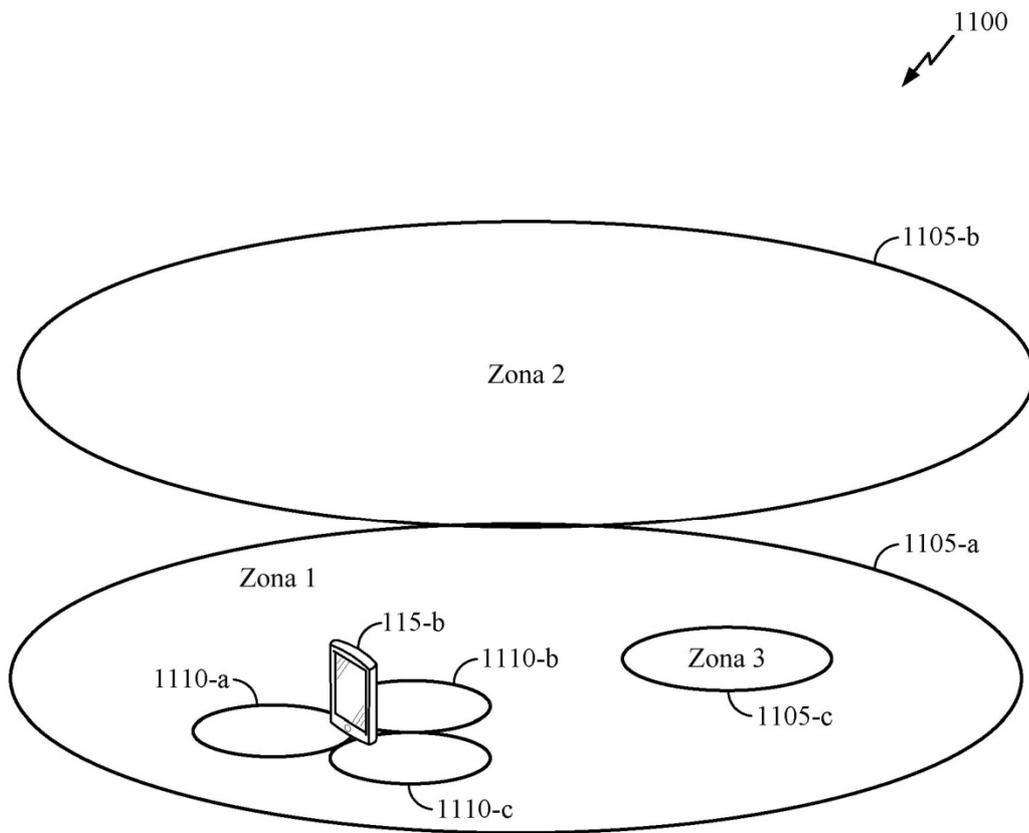


FIG. 11

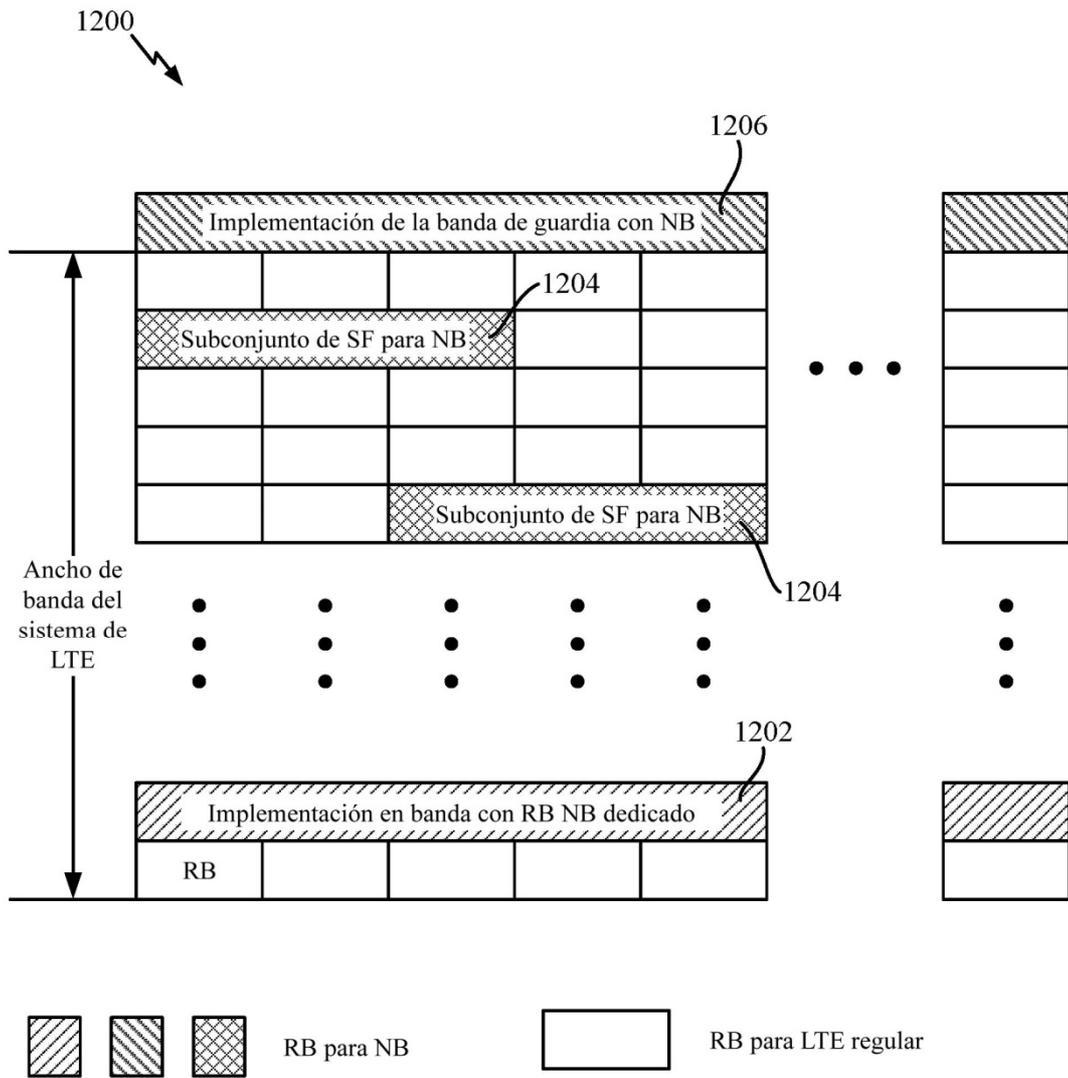


FIG. 12

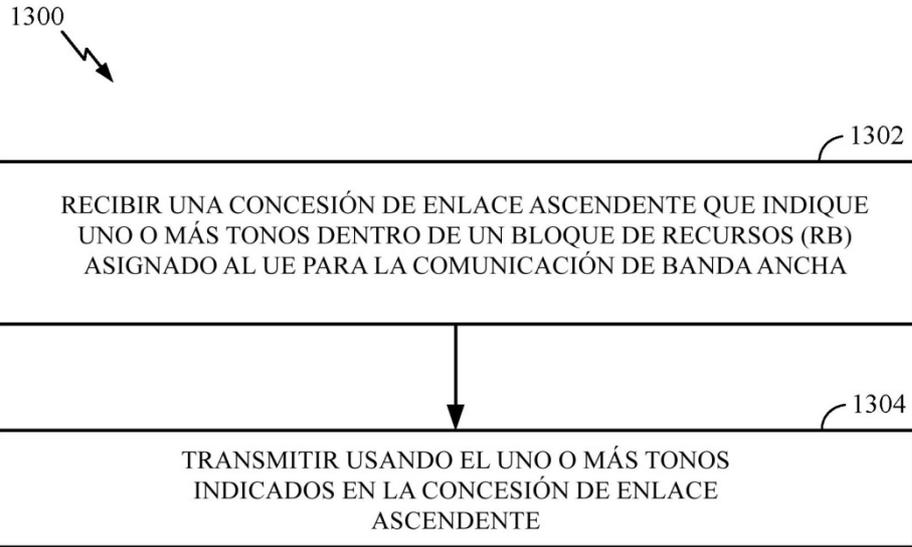


FIG. 13

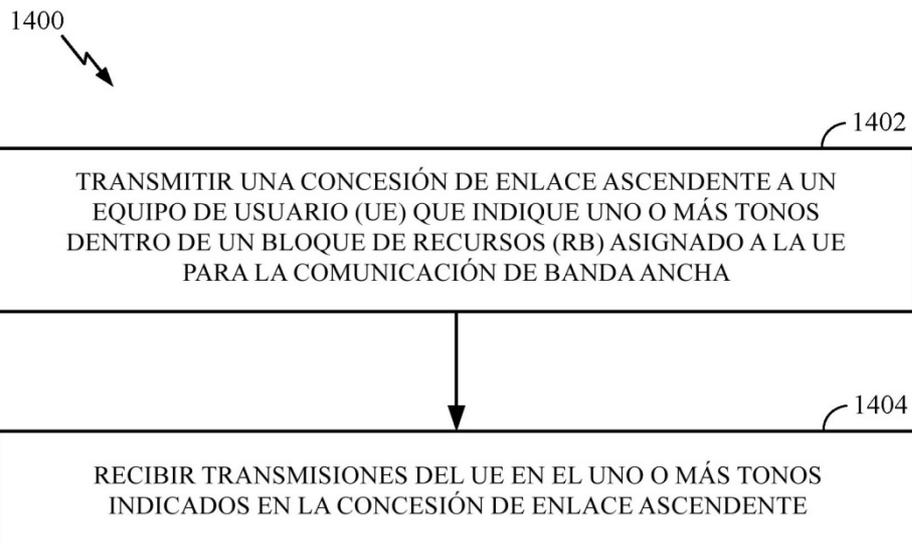


FIG. 14

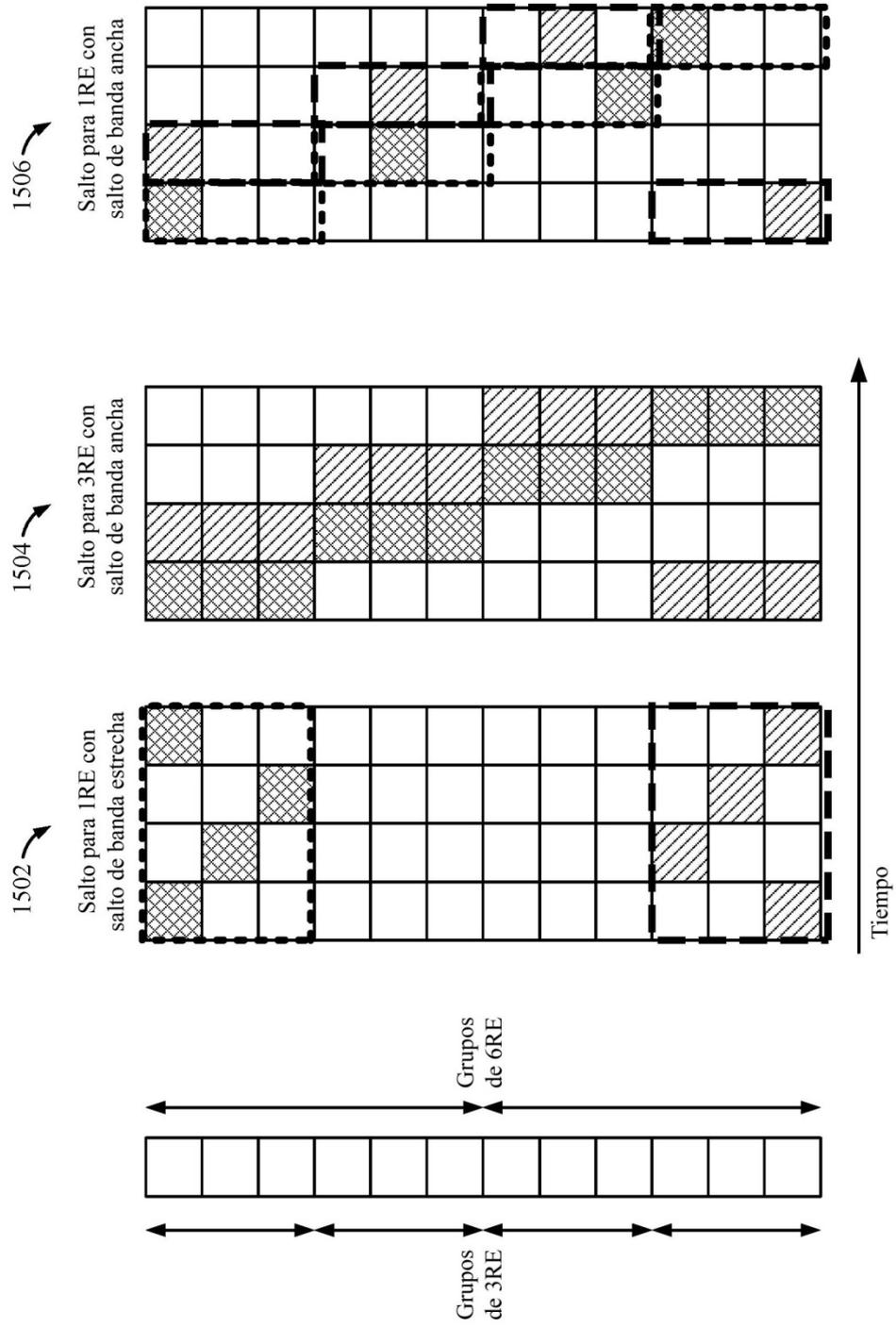


FIG. 15

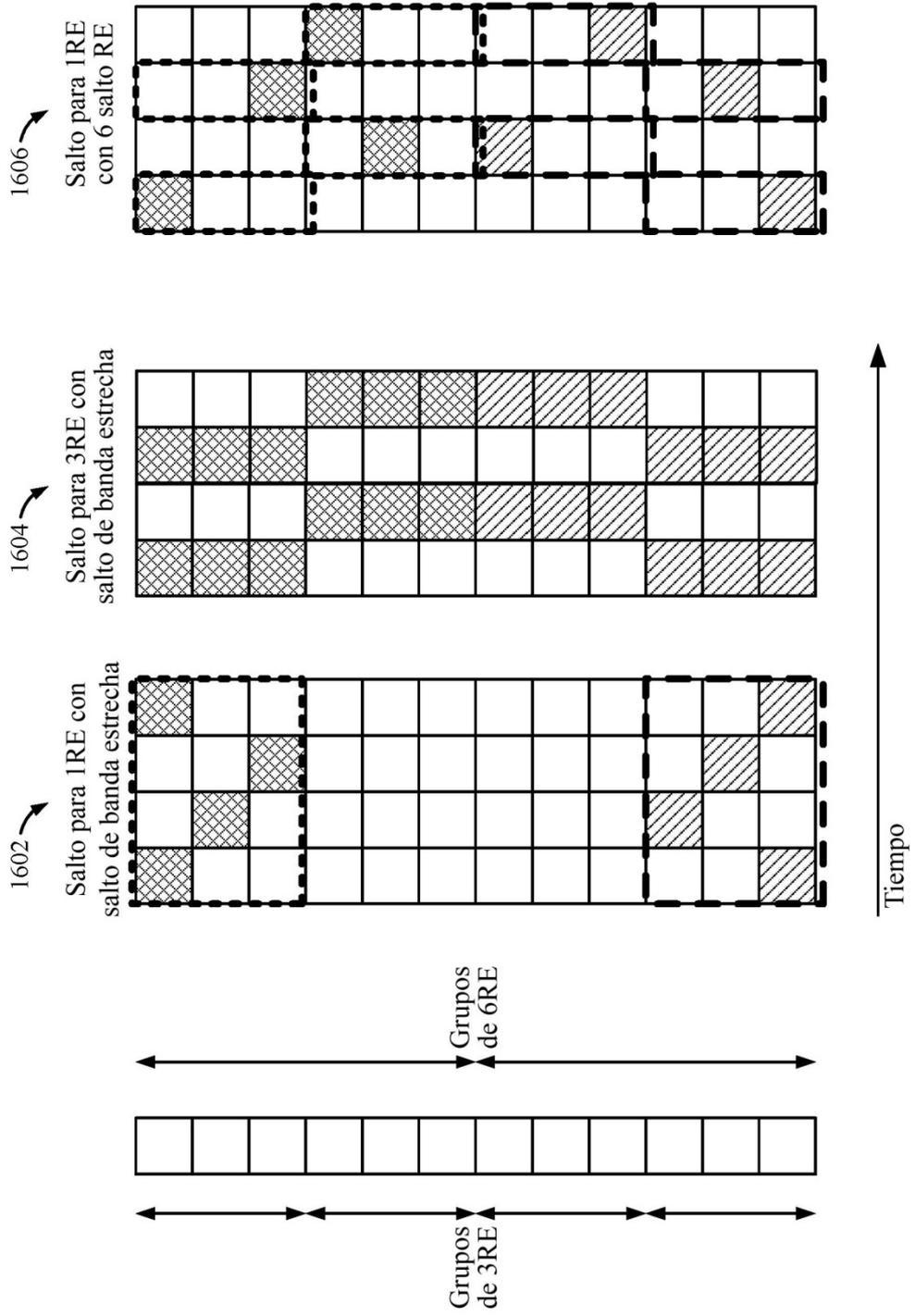


FIG. 16

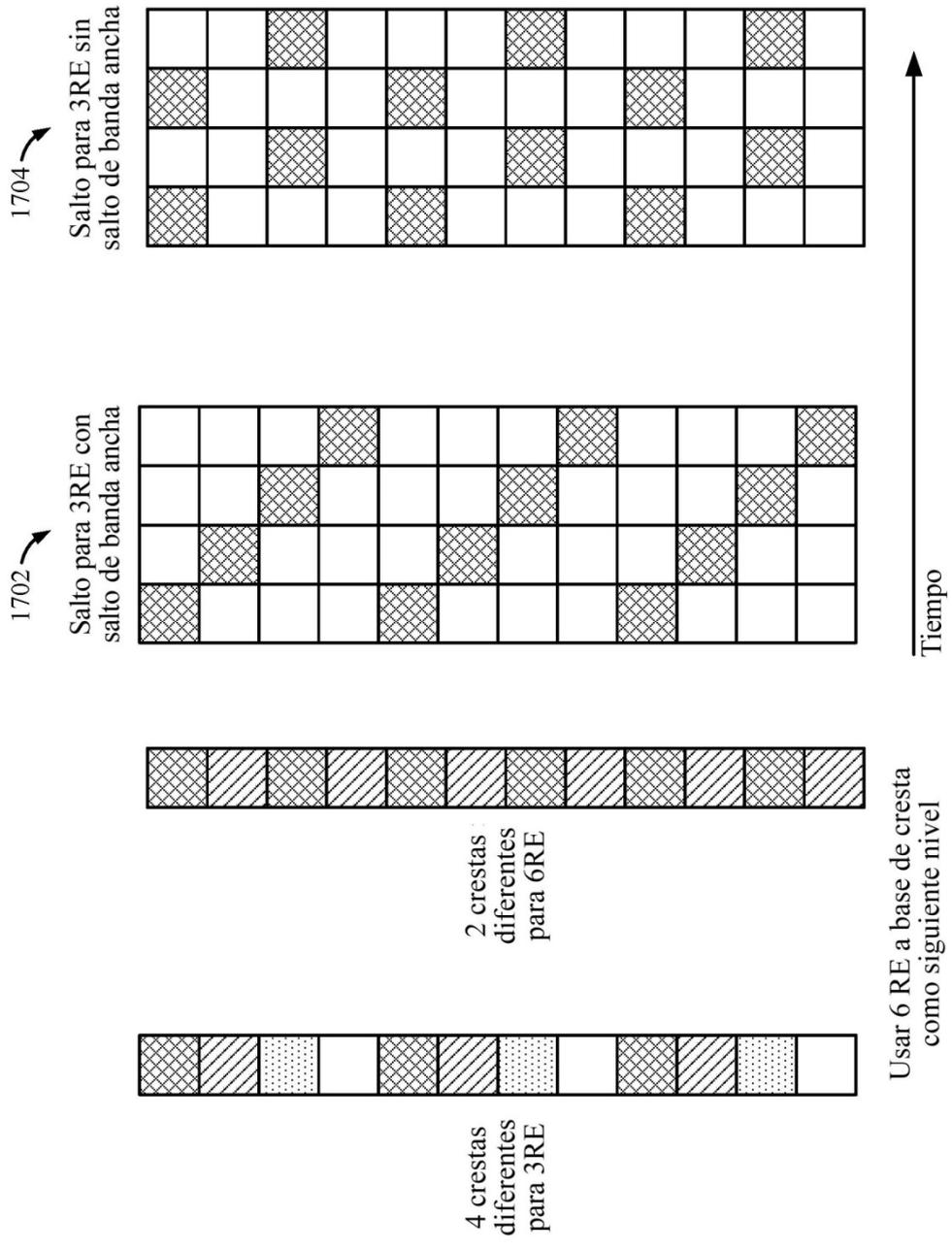


FIG. 17

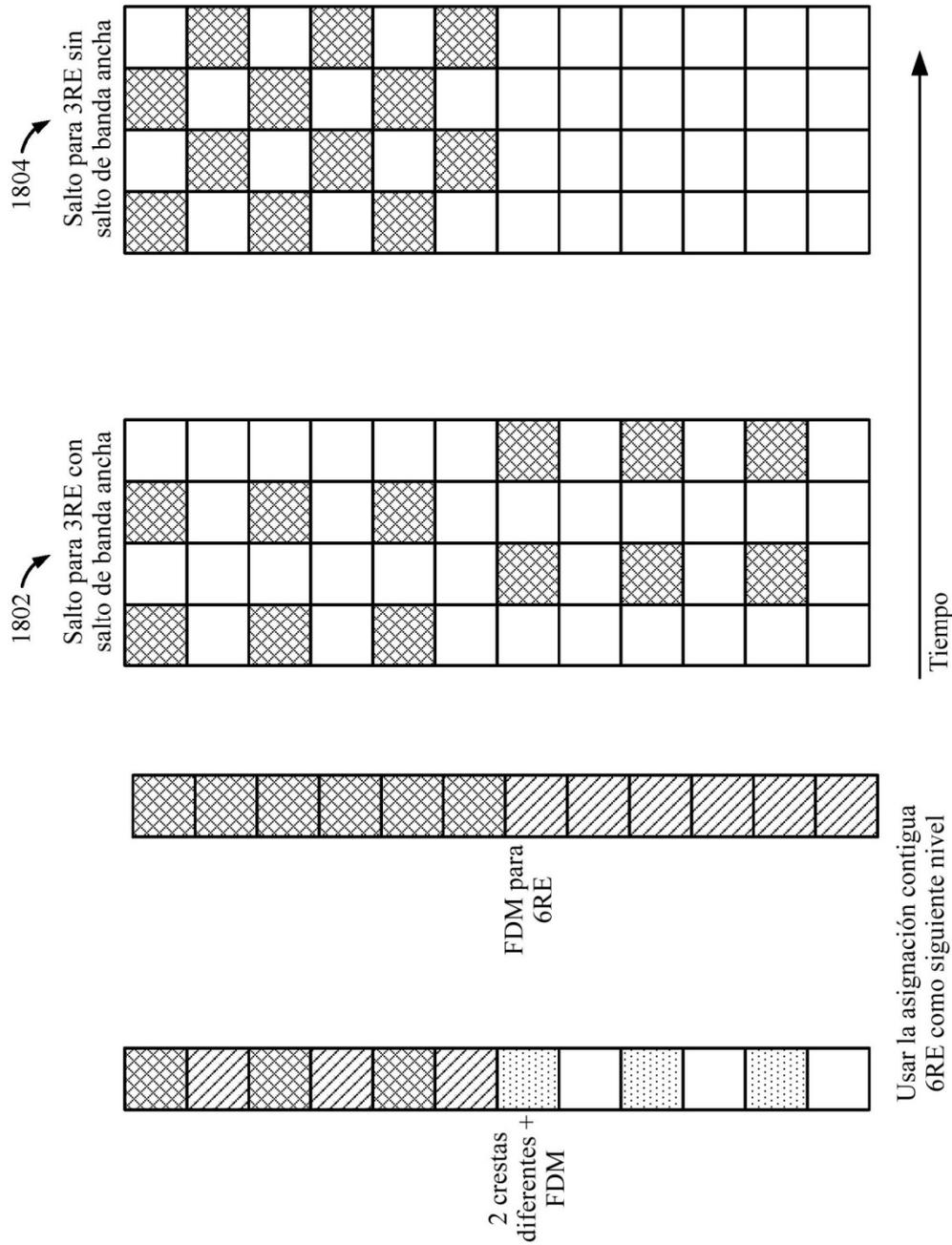


FIG. 18