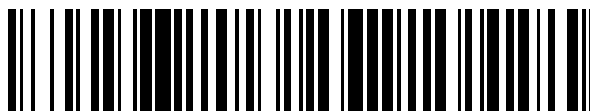


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 667 428**

51 Int. Cl.:

<b>H04L 1/00</b>	(2006.01) <b>H04W 88/10</b>	(2009.01)
<b>H04L 1/20</b>	(2006.01)	
<b>H04W 16/14</b>	(2009.01)	
<b>H04W 74/08</b>	(2009.01)	
<b>H04L 5/00</b>	(2006.01)	
<b>H04W 88/06</b>	(2009.01)	
<b>H04J 11/00</b>	(2006.01)	
<b>H04W 16/16</b>	(2009.01)	
<b>H04W 72/12</b>	(2009.01)	
<b>H04W 84/04</b>	(2009.01)	

12

### TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.09.2014 PCT/US2014/053926**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **12.03.2015 WO15034944**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.09.2014 E 14771684 (9)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.02.2018 EP 3042525**

54 Título: **Operaciones robustas entre tecnologías de acceso radio en el espectro sin licencia**

30 Prioridad:

**04.09.2013 US 201361873599 P**  
**02.09.2014 US 201414475033**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**10.05.2018**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SADEK, AHMED KAMEL**

74 Agente/Representante:

**FORTEA LAGUNA, Juan José**

**ES 2 667 428 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

Operaciones robustas entre tecnologías de acceso radio en el espectro sin licencia

## 5 INTRODUCCIÓN

[1] Los aspectos de la presente divulgación se refieren en general a las telecomunicaciones y, más concretamente, a la coexistencia entre tecnologías de acceso radio (RAT) inalámbricas y similares.

10 [2] Los sistemas de comunicación inalámbrica se despliegan ampliamente para proporcionar varios tipos de contenido de comunicación, tal como voz, datos, multimedia, etc. Los sistemas de comunicación inalámbrica típicos son sistemas de acceso múltiple capaces de admitir comunicación con múltiples usuarios compartiendo recursos disponibles del sistema (por ejemplo, ancho de banda, potencia de transmisión...). Ejemplos de dichos sistemas de acceso múltiple incluyen sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), 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) y otros. Estos sistemas a menudo se despliegan de conformidad con especificaciones tales como el Proyecto de Colaboración de Tercera Generación (3GPP), la Evolución a Largo Plazo (LTE) del 3GPP, la Banda Ultra-Ancha Móvil (UMB), la Evolución de datos optimizados (EV-DO), el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), etc.

20 [3] En redes celulares, las estaciones base de "macrocelas" proporcionan conectividad y cobertura a un gran número de usuarios en un área geográfica determinada. Un despliegue de red macro se planifica, diseña e implementa cuidadosamente para ofrecer una buena cobertura en la región geográfica. Sin embargo, incluso una planificación tan cuidadosa no puede adaptarse completamente a las características del canal, tales como el desvanecimiento, el multitrayecto, el enmascaramiento, etc., especialmente en entornos interiores. Por lo tanto, los usuarios de interiores a menudo se enfrentan a problemas de cobertura (por ejemplo, interrupciones de llamadas y degradación de la calidad) que dan como resultado una experiencia de usuario deficiente.

25 [4] Para mejorar la cobertura en interiores u otra cobertura geográfica específica, tal como para domicilios residenciales y edificios de oficinas, recientemente se han comenzado a desplegar estaciones base adicionales de "celdas pequeñas", típicamente de baja potencia, para complementar las redes de macrocelas convencionales. Las estaciones base de celdas pequeñas también pueden proporcionar un aumento de capacidad incremental, una experiencia de usuario más rica, etc.

30 [5] Recientemente, las operaciones de LTE de celdas pequeñas, por ejemplo, se han extendido al espectro de frecuencia sin licencia, tal como la banda de Infraestructura de información nacional sin licencia (U-NII) utilizada por las tecnologías de red de área local inalámbrica (WLAN). Esta extensión del funcionamiento de LTE de celdas pequeñas está diseñada para aumentar la eficiencia espectral y, por lo tanto, la capacidad del sistema LTE. Sin embargo, también puede invadir las operaciones de otras RAT que normalmente utilizan las mismas bandas sin licencia, especialmente las tecnologías IEEE 802.11x WLAN, generalmente denominadas "Wi-Fi".

35 [6] Una solución para la gestión de la interferencia para un entorno de coexistencia de este tipo es seleccionar un canal "limpio" para operaciones de LTE de celdas pequeñas que esté libre de interferencias desde/hacia dispositivos Wi-Fi. Sin embargo, es posible que no siempre haya disponible un canal limpio. Por lo tanto, sigue existiendo la necesidad de técnicas de coexistencia mejoradas para diversos dispositivos que funcionan en el espectro de frecuencia sin licencia cada vez más ocupado.

40 [7] El documento WO2012/135491A1 se refiere a técnicas de coexistencia para dispositivos de múltiples radios. El documento US2011/0205984A1 se refiere a la planificación de actividades de canal para múltiples RAT celulares en un aparato de comunicaciones.

45 [8] El documento US2010/0322287A1 se refiere a la mejora de la coexistencia entre radios que funcionan en bandas de frecuencia solapadas o adyacentes. El documento US8494580B1 se refiere a la coordinación del funcionamiento de dos transceptores inalámbricos adyacentes. El documento US2013/065533A1 se refiere a evitar la interferencia entre diferentes tecnologías de comunicación inalámbrica que utilizan bandas de frecuencia adyacentes o solapadas.

## SUMARIO

50 [9] La invención proporciona un procedimiento, un aparato y un medio legible por ordenador de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas.

55 [10] Se divulga un procedimiento de comunicación para mitigar la interferencia entre tecnologías de acceso radio (RAT) que comparten el espectro de funcionamiento en una banda de frecuencias de radio sin licencia. El procedimiento puede comprender, por ejemplo: identificar una próxima transmisión de señal asociada con una primera RAT, en el que la transmisión de señal está planificada para su transmisión en el espectro de

funcionamiento compartido durante un período de transmisión; clasificar la transmisión de señal con respecto a un estado de protección; y transmitir, basándose en el estado de protección, un mensaje de reserva de canal asociado con una segunda RAT para reservar al menos una parte del espectro de funcionamiento compartido durante al menos una parte del período de transmisión.

5

**[11]** También se divulga un aparato para la comunicación para mitigar la interferencia entre RAT que comparten el espectro de funcionamiento en una banda de frecuencias de radio sin licencia. El aparato puede comprender, por ejemplo, un procesador y un transceptor. El procesador puede estar configurado para identificar una próxima transmisión de señal asociada con una primera RAT, en el que la transmisión de señal está planificada para su transmisión en el espectro de funcionamiento compartido durante un período de transmisión, y clasificar la transmisión de señal con respecto a un estado de protección. El transceptor puede estar configurado para transmitir, basándose en el estado de protección, un mensaje de reserva de canal asociado con una segunda RAT para reservar al menos una parte del espectro de funcionamiento compartido durante al menos una parte del período de transmisión.

10

15

**[12]** También se divulga otro aparato para la comunicación para mitigar la interferencia entre RAT que comparten el espectro de funcionamiento en una banda de frecuencias de radio sin licencia. El aparato puede comprender, por ejemplo: medios para identificar una próxima transmisión de señal asociada con una primera RAT, en el que la transmisión de señal está planificada para su transmisión en el espectro de funcionamiento compartido durante un período de transmisión; medios para clasificar la transmisión de señal con respecto a un estado de protección; y medios para transmitir, basándose en el estado de protección, un mensaje de reserva de canal asociado con una segunda RAT para reservar al menos una parte del espectro de funcionamiento compartido durante al menos una parte del período de transmisión.

20

25

**[13]** También se divulga un medio legible por ordenador que comprende instrucciones, que, cuando se ejecutan mediante un procesador, hacen que el procesador realice operaciones para mitigar la interferencia entre RAT que comparten el espectro de funcionamiento en una banda de frecuencias de radio sin licencia. El medio legible por ordenador puede comprender, por ejemplo: instrucciones para identificar una próxima transmisión de señal asociada con una primera RAT, en el que la transmisión de señal está planificada para su transmisión en el espectro de funcionamiento compartido durante un período de transmisión; instrucciones para clasificar la transmisión de señal con respecto a un estado de protección; e instrucciones para transmitir, basándose en el estado de protección, un mensaje de reserva de canal asociado con una segunda RAT para reservar al menos una parte del espectro de funcionamiento compartido durante al menos una parte del período de transmisión.

30

35

## **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

**[14]** Los dibujos adjuntos se presentan para facilitar la descripción de varios aspectos de la divulgación y se proporcionan únicamente para la ilustración de los aspectos y no para la limitación de los mismos.

40

La FIG. 1 ilustra un sistema de comunicación inalámbrica de despliegue mixto de ejemplo que incluye estaciones base de macroceldas y estaciones base de celdas pequeñas.

La FIG. 2 es un diagrama de bloques que ilustra una estructura de trama de enlace descendente de ejemplo para comunicaciones LTE.

45

La FIG. 3 es un diagrama de bloques que ilustra una estructura de trama de enlace ascendente de ejemplo para comunicaciones LTE.

50

La FIG. 4 ilustra una estación base de celdas pequeñas de ejemplo con componentes de radio coubicados (por ejemplo, LTE y Wi-Fi) configurada para el funcionamiento en el espectro sin licencia.

La FIG. 5 ilustra un dispositivo de usuario de ejemplo con componentes de radio coubicados configurado para el funcionamiento en el espectro sin licencia y la comunicación de mediciones.

55

La FIG. 6 ilustra un escenario de ejemplo de dispositivos de RAT mixta que funcionan en la banda sin licencia.

La FIG. 7 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de comunicación de ejemplo para mitigar la interferencia entre RAT que comparten el espectro de funcionamiento en una banda de frecuencias de radio sin licencia.

60

La FIG. 8 es un diagrama de flujo que ilustra otro procedimiento de comunicación de ejemplo para mitigar la interferencia entre RAT que comparten el espectro de funcionamiento en una banda de frecuencias de radio sin licencia.

65

La FIG. 9 es un diagrama de flujo que ilustra otro procedimiento de comunicación de ejemplo para mitigar la interferencia entre RAT que comparten el espectro de funcionamiento en una banda de frecuencias de radio sin licencia.

5 La FIG. 10 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de ejemplo para mitigar la interferencia entre una pluralidad de dispositivos de usuario que funcionan en una banda de frecuencias de radio sin licencia.

10 La FIG. 11 es un diagrama de bloques simplificado de varios aspectos de muestra de componentes que se pueden emplear en nodos de comunicación y se pueden configurar para admitir la comunicación como se explica en el presente documento.

Las FIG. 12 a 15 son otros diagramas de bloques simplificados de varios aspectos de muestra de aparatos configurados para admitir la comunicación como se explica en el presente documento.

15 La FIG. 16 ilustra un entorno de sistema de comunicación de ejemplo en el que pueden incorporarse las explicaciones y estructuras del presente documento.

### DESCRIPCIÓN DETALLADA

20 **[15]** La presente divulgación se refiere en general a técnicas para el funcionamiento robusto de estaciones base y dispositivos de usuario en la banda sin licencia. Esto puede conseguirse protegiendo ciertas transmisiones y recepciones de acuerdo con una tecnología de acceso radio (RAT) (por ejemplo, señalización celular tal como Evolución a Largo Plazo (LTE)) de la interferencia debida a otra RAT nativa (por ejemplo, Wi-Fi) que comparte el mismo espectro de funcionamiento en la banda sin licencia. Por ejemplo, la estación base o el  
25 dispositivo de usuario puede proteger transmisiones importantes enviando un mensaje de reserva de canal definido para la RAT nativa a estaciones base vecinas (por ejemplo, puntos de acceso Wi-Fi), dispositivos de usuario vecinos (por ejemplo, estaciones de abonado (STA) Wi-Fi, etc.), para reservar el medio de comunicación y evitar que la RAT nativa transmita durante las transmisiones o recepciones de la señalización importante. Dichos mensajes de reserva de canal incluyen mensajes de Autoenvío de CTS (Clear-to-Send-to-Self, CTS2S),  
30 Petición de envío (Request-to-Send, RTS) y Libre para envío (Clear-to-Send, CTS) o similares. Dicho mecanismo de protección puede adaptarse dinámicamente para ajustarse a las condiciones de señalización actuales, tanto con respecto a la RAT protegida como a la RAT nativa interferente.

35 **[16]** La presente divulgación también se refiere a otras técnicas para el funcionamiento robusto de estaciones base y dispositivos de usuario en la banda sin licencia. Por ejemplo, en algunos aspectos, el funcionamiento robusto puede incluir acciones mediante una estación base para aumentar la potencia de transmisión o controlar el número de símbolos-tonos o símbolos OFDM utilizados para ciertas transmisiones, para aumentar la probabilidad de recepción correcta mediante dispositivos de usuario. En otros aspectos, pueden utilizarse filtros tales como los filtros de Kalman para mejorar las señales recibidas en la banda sin  
40 licencia. En otros aspectos adicionales, se divulgan técnicas para modificar circuitos de entrada preexistentes (por ejemplo, Wi-Fi) para su uso con otras RAT en la banda sin licencia, de una manera que ayuda a mitigar inconvenientes tradicionales tales como diferentes intervalos de potencia de transmisión.

45 **[17]** Se proporcionan aspectos más específicos de la divulgación en la siguiente descripción y en los dibujos relacionados dirigidos a diversos ejemplos proporcionados con fines ilustrativos. Pueden concebirse aspectos alternativos sin apartarse del alcance de la divulgación. Además, aspectos ampliamente conocidos de la divulgación pueden no describirse en detalle o pueden omitirse para no oscurecer los detalles importantes de la divulgación.

50 **[18]** Los expertos en la materia apreciarán que la información y las señales descritas a continuación pueden representarse usando cualquiera de una variedad de tecnologías y técnicas diferentes. Por ejemplo, datos, instrucciones, comandos, información, señales, bits, símbolos y chips a los que se puede hacer referencia en la siguiente descripción pueden representarse mediante voltajes, corrientes, ondas electromagnéticas, campos o partículas magnéticas, campos o partículas ópticas o cualquier combinación de los mismos, dependiendo en  
55 parte de la aplicación particular, en parte del diseño deseado, en parte de la tecnología correspondiente, etc.

**[19]** Además, muchos aspectos se describen en términos de secuencias de acciones a realizar mediante, por ejemplo, elementos de un dispositivo informático. Se reconocerá que diversas acciones descritas en el presente documento pueden realizarse mediante circuitos específicos (por ejemplo, circuitos integrados de aplicaciones específicas (ASIC)), mediante instrucciones de programa ejecutadas por uno o más procesadores, o mediante una combinación de ambos. Además, para cada uno de los aspectos descritos en el presente documento, la forma correspondiente de cualquiera de dichos aspectos puede implementarse como, por ejemplo, "lógica configurada para" llevar a cabo la acción descrita.

65 **[20]** La FIG. 1 ilustra un sistema de comunicación inalámbrica de despliegue mixto de ejemplo, en el que las estaciones base de celdas pequeñas se despliegan junto con y para complementar la cobertura de las

estaciones base de macroceldas. Como se utilizan en el presente documento, las celdas pequeñas generalmente se refieren a una clase de estaciones base de baja potencia que pueden incluir o de otro modo denominarse femtoceldas, picoceldas, microceldas, etc. Como se observa en la técnica anterior, pueden desplegarse para proporcionar señalización mejorada, crecimiento de capacidad incremental, experiencia de usuario más rica, etc.

**[21]** El sistema de comunicación inalámbrica 100 ilustrado es un sistema de acceso múltiple que está dividido en una pluralidad de celdas 102 y configurado para admitir comunicación para varios usuarios. La cobertura de comunicación en cada una de las celdas 102 se proporciona mediante una estación base 110 correspondiente, que interactúa con uno o más dispositivos de usuario 120 a través de conexiones de enlace descendente (DL) y/o de enlace ascendente (UL). En general, el DL corresponde a la comunicación desde una estación base a un dispositivo de usuario, mientras que el UL corresponde a la comunicación desde un dispositivo de usuario a una estación de base.

**[22]** Como se describirá con más detalle a continuación, estas diferentes entidades pueden configurarse de diversas formas de acuerdo con las explicaciones del presente documento para proporcionar o de otro modo admitir las técnicas de coexistencia en la banda sin licencia analizadas brevemente anteriormente. Por ejemplo, una o más de las estaciones base de celdas pequeñas 110 pueden incluir un módulo de gestión de banda sin licencia 112, mientras que uno o más de los dispositivos de usuario 120 pueden incluir un módulo de gestión de banda sin licencia 122.

**[23]** Como se usan en el presente documento, los términos "dispositivo de usuario" y "estación base" no pretenden ser específicos o de otro modo estar limitados a cualquier tecnología de acceso radio (RAT) particular, salvo que se indique lo contrario. En general, dichos dispositivos de usuario pueden ser cualquier dispositivo de comunicación inalámbrico (por ejemplo, un teléfono móvil, encaminador, ordenador personal, servidor, etc.) utilizado por un usuario para comunicarse sobre una red de comunicaciones, y pueden denominarse alternativamente en diferentes entornos de RAT como un terminal de acceso (AT), una estación móvil (MS), una estación de abonado (STA), un equipo de usuario (UE), etc. De manera similar, una estación base puede funcionar de acuerdo con una de varias RAT en comunicación con dispositivos de usuario dependiendo de la red en la que está desplegada, y puede denominarse alternativamente un punto de acceso (AP), un nodo de red, un nodo B, un nodo B evolucionado (eNB), etc. Además, en algunos sistemas, una estación base puede proporcionar meramente funciones de señalización de nodo de borde, mientras que en otros sistemas puede proporcionar funciones de control y/o gestión de red adicionales.

**[24]** Volviendo a la FIG. 1, las diferentes estaciones base 110 incluyen una estación base de macroceldas de ejemplo 110A y dos estaciones de base de celdas pequeñas de ejemplo 110B, 110C. La estación base de macroceldas 110A está configurada para proporcionar cobertura de comunicación dentro de un área de cobertura de macrocelda 102A, que puede cubrir unos pocos bloques dentro de un vecindario o varios kilómetros cuadrados en un entorno rural. Al mismo tiempo, las estaciones base de celdas pequeñas 110B, 110C están configuradas para proporcionar cobertura de comunicación dentro de las respectivas áreas de cobertura de celdas pequeñas 102B, 102C, existiendo diversos grados de solapamiento entre las diferentes áreas de cobertura. En algunos sistemas, cada celda se puede dividir adicionalmente en uno o más sectores (no mostrados).

**[25]** Pasando a las conexiones ilustradas en más detalle, el dispositivo de usuario 120A puede transmitir y recibir mensajes a través de un enlace inalámbrico con la estación base de macroceldas 110A, incluyendo el mensaje información relativa a diversos tipos de comunicación (por ejemplo, voz, datos, servicios multimedia, señalización de control asociada, etc.). El dispositivo de usuario 120B puede comunicarse de manera similar con la estación base de celdas pequeñas 110B a través de otro enlace inalámbrico, y el dispositivo de usuario 120C puede comunicarse de manera similar con la estación base de celdas pequeñas 110C a través de otro enlace inalámbrico. Además, en algunos escenarios, el dispositivo de usuario 120C, por ejemplo, también puede comunicarse con la estación base de macroceldas 110A a través de un enlace inalámbrico independiente además del enlace inalámbrico que mantiene con la estación base de celdas pequeñas 110C.

**[26]** Como se ilustra adicionalmente en la FIG. 1, la estación base de macroceldas 110A puede comunicarse con una red de área amplia o red externa correspondiente 130, a través de un enlace cableado o a través de un enlace inalámbrico, mientras que las estaciones base de celdas pequeñas 110B, 110C también pueden comunicarse de forma similar con la red 130, a través de sus propios enlaces cableados o inalámbricos. Por ejemplo, las estaciones base de celdas pequeñas 110B, 110C pueden comunicarse con la red 130 por medio de una conexión de protocolo de Internet (IP), tal como una línea de abonado digital (DSL, por ejemplo, incluyendo DSL asimétrica (ADSL), DSL de alta velocidad de datos (HDSL), DSL de muy alta velocidad (VDSL), etc.), un cable de TV que lleva tráfico IP, una conexión de banda ancha sobre línea eléctrica (BPL), un cable de fibra óptica (OF), un enlace de satélite, o algún otro enlace.

**[27]** La red 130 puede comprender cualquier tipo de grupo de ordenadores y/o dispositivos conectados electrónicamente, incluyendo, por ejemplo, Internet, Intranet, redes de área local (LAN), o redes de área amplia

(WAN). Además, la conectividad a la red puede ser, por ejemplo, mediante un módem remoto, Ethernet (IEEE 802.3), Token Ring (IEEE 802.5), Interfaz de Enlaces de Datos Distribuidos en Fibra (FDDI), Modo de Transferencia Asíncrona (ATM), Ethernet Inalámbrico (IEEE 802.11), Bluetooth (IEEE 802.15.1), o alguna otra conexión. Como se usa en el presente documento, la red 130 incluye variaciones de red tales como Internet público, una red privada dentro de Internet, una red segura dentro de Internet, una red privada, una red pública, una red de valor añadido, una intranet y similares. En ciertos sistemas, la red 130 puede comprender también una red privada virtual (VPN).

**[28]** Por consiguiente, se apreciará que la estación base de macroceldas 110A y/o una o ambas de las estaciones base de celdas pequeñas 110B, 110C pueden estar conectadas a la red 130 utilizando cualquiera de una multitud de dispositivos o procedimientos. Estas conexiones se pueden denominar la "red troncal" o "red de retorno" de la red, y en algunas implementaciones se pueden utilizar para gestionar y coordinar las comunicaciones entre la estación base de macroceldas 110A, la estación base de celdas pequeñas 110B y/o la estación base de celdas pequeñas 110C. De esta forma, cuando un dispositivo de usuario se mueve a través de dicho entorno de red de comunicación mixta que proporciona cobertura tanto de macrocelda como de celda pequeña, el dispositivo de usuario puede recibir servicio en ciertas ubicaciones mediante estaciones base de macroceldas, en otras ubicaciones mediante estaciones base de celdas pequeñas, y, en algunos escenarios, tanto mediante estaciones base de macroceldas como de celdas pequeñas.

**[29]** Con respecto a sus interfaces aéreas inalámbricas, cada estación base 110 puede funcionar de acuerdo con una de varias RAT dependiendo de la red en la que se despliega. Estas redes pueden incluir, por ejemplo, redes de acceso múltiple por división de código (CDMA), redes de acceso múltiple por división del tiempo (TDMA), redes de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), redes de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA), redes de FDMA de portadora única (SC-FDMA), etc. Los términos "red" y "sistema" se usan a menudo de forma intercambiable. Una red CDMA puede implementar una RAT, tal como el Acceso Radioeléctrico Terrestre Universal (UTRA), cdma2000, etc. UTRA incluye CDMA de Banda Ancha (W-CDMA) y Baja Velocidad de Chip (LCR). Cdma2000 abarca las normas IS-2000, IS-95 e IS-856. Una red TDMA puede implementar una RAT tal como el Sistema Global de Comunicaciones Móviles (GSM). Una red OFDMA puede implementar una RAT tal como UTRA Evolucionado (E-UTRA), IEEE 802.11, IEEE 802.16, IEEE 802.20, Flash-OFDM®, etc. UTRA, E-UTRA y GSM son parte del Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS). Evolución a Largo Plazo (LTE) es una versión de UMTS que usa E-UTRA. UTRA, E-UTRA, GSM, UMTS y LTE se describen en documentos de una organización denominada "Proyecto de Colaboración de Tercera Generación" (3GPP). cdma2000 se describe en documentos de una organización denominada "Proyecto de Colaboración de Tercera Generación 2" (3GPP2). Estos documentos están a disposición del público.

**[30]** Con fines ilustrativos, a continuación se describe una estructura de trama de enlace descendente y enlace ascendente de ejemplo para un esquema de señalización de LTE con referencia a las FIG. 2 - 3.

**[31]** La FIG. 2 es un diagrama de bloques que ilustra una estructura de trama de enlace descendente de ejemplo para comunicaciones LTE. En LTE, las estaciones base 110 de la FIG. 1 generalmente se denominan eNB y los dispositivos de usuario 120 generalmente se denominan UE. El cronograma de transmisión para el enlace descendente puede dividirse en unidades de tramas de radio. Cada trama de radio puede tener una duración predeterminada (por ejemplo, 10 milisegundos (ms)) y puede dividirse en 10 subtramas con índices de 0 a 9. Cada subtrama puede incluir dos ranuras. De este modo, cada trama de radio puede incluir 20 ranuras con índices de 0 a 19. Cada ranura puede incluir L períodos de símbolo, por ejemplo, 7 períodos de símbolo para un prefijo cíclico normal (como se muestra en la FIG. 2) o 6 períodos de símbolo para un prefijo cíclico extendido. Los 2L períodos de símbolos de cada subtrama pueden tener índices asignados de 0 a 2L-1. Los recursos de frecuencia y tiempo disponibles se pueden dividir en bloques de recursos. Cada bloque de recursos puede abarcar N subportadoras (por ejemplo, 12 subportadoras) en una ranura.

**[32]** En LTE, un eNB puede enviar una Señal de Sincronización Primaria (PSS) y una Señal de Sincronización Secundaria (SSS) para cada celda del eNB. La PSS y SSS pueden transmitirse en los períodos de símbolo 5 y 6, respectivamente, en cada una de las subtramas 0 y 5 de cada trama de radio con el prefijo cíclico normal, tal como se muestra en la FIG. 2. Las señales de sincronización pueden utilizarse mediante los UE para la detección y la adquisición de celdas. El eNB puede transmitir un canal físico de radiodifusión (PBCH) en los períodos de símbolo 0 a 3 en la ranura 1 de la subtrama 0. El PBCH puede transportar determinada información de sistema.

**[33]** Las señales de referencia se transmiten durante los períodos de símbolos primero y quinto de cada ranura cuando se utiliza el prefijo cíclico normal y durante los períodos de símbolos primero y cuarto cuando se utiliza el prefijo cíclico extendido. Por ejemplo, el eNB puede enviar una Señal de Referencia Específica de Celda (CRS) para cada celda del eNB en todas las portadoras componentes. La CRS puede enviarse en los símbolos 0 y 4 de cada ranura en el caso del prefijo cíclico normal, y en los símbolos 0 y 3 de cada ranura en el caso del prefijo cíclico extendido. La CRS puede ser usada por los UE para la desmodulación coherente de canales físicos, temporización y seguimiento de frecuencia, supervisión de enlaces de radio (RLM), potencia de señal de referencia recibida (RSRP) y mediciones de calidad de señal recibida de referencia (RSRQ), etc.

**[34]** El eNB puede enviar un canal físico indicador del formato de control (PCFICH) en el primer período de símbolos de cada subtrama, tal como se observa en la FIG. 2. 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 pequeño ancho de banda de sistema, por ejemplo, con menos de 10 bloques de recursos. En el ejemplo mostrado en la FIG. 2, M=3. El eNB puede enviar un canal físico indicador de HARQ (PHICH) y un canal físico de control de enlace descendente (PDCCH) en los primeros M períodos de símbolos de cada subtrama. El PDCCH y el PHICH también se incluyen en los primeros tres períodos de símbolo en el ejemplo que se muestra en la FIG. 2. El PHICH puede transportar información para dar soporte a la solicitud híbrida de repetición automática (HARQ). El PDCCH puede transportar información sobre la asignación de recursos para los UE e información de control para los canales de enlace descendente. El eNB puede enviar un canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH) en los períodos de símbolos restantes de cada subtrama. El PDSCH puede transportar datos para los UE planificados para la transmisión de datos en el enlace descendente. Las diversas señales y canales en LTE se describen en la especificación del 3GPP TS 36.211, titulada "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation" ["Acceso radioeléctrico terrestre universal evolucionado (E-UTRA); canales físicos y modulación"], que está disponible para el público.

**[35]** El eNB puede enviar la PSS, la SSS y el PBCH en la frecuencia central de 1,08 MHz del ancho de banda del sistema utilizado por el eNB. El eNB puede enviar el PCFICH y el PHICH en todo el ancho de banda del sistema en cada período de símbolos en el que se envían estos canales. El eNB puede enviar el PDCCH a grupos de UE en determinadas partes del ancho de banda del sistema. El eNB puede enviar el PDSCH a UE específicos en partes específicas del ancho de banda del sistema. El eNB 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.

**[36]** Una pluralidad de elementos de recursos puede estar disponible en cada período de símbolo. Cada elemento de recurso puede abarcar una subportadora en un período de símbolos y puede usarse para enviar un símbolo de modulación, que puede ser un valor real o complejo. Los recursos elementales no utilizados para una señal de referencia en cada período de símbolos pueden disponerse en grupos de recursos elementales (REG). Cada REG puede incluir cuatro elementos de recursos en un período de símbolos. El PCFICH puede ocupar cuatro REG, que pueden estar separados de manera aproximadamente igual por toda la frecuencia, en el período de símbolos 0. El PHICH puede ocupar tres REG, que pueden estar dispersos por toda 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 distribuirse en los períodos de símbolos 0, 1 y 2. El PDCCH puede ocupar 9, 18, 32 o 64 REG, que pueden seleccionarse entre los REG disponibles, en los M primeros períodos de símbolos. Solo pueden permitirse ciertas combinaciones de los REG para el PDCCH.

**[37]** Un UE puede conocer los REG específicos utilizados para el PHICH y el PCFICH. El UE puede buscar diferentes combinaciones de los REG para el PDCCH. El número de combinaciones a buscar es típicamente menor que el número de combinaciones permitidas para el PDCCH. Un eNB puede enviar el PDCCH al UE en cualquiera de las combinaciones que el UE buscará.

**[38]** La FIG. 3 es un diagrama de bloques que ilustra una estructura de trama de enlace ascendente de ejemplo para comunicaciones LTE. Los bloques de recursos (que pueden denominarse RB) disponibles para el UL se pueden dividir en una sección de datos y una sección de control. La sección de control puede formarse 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 pueden asignarse 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. El diseño en la FIG. 3 da como resultado que la sección de datos incluya subportadoras contiguas, lo que puede permitir que un único UE tenga asignadas todas las subportadoras contiguas de la sección de datos.

**[39]** Un UE puede tener asignados bloques de recursos en la sección de control para transmitir información de control a un eNB. El UE también puede tener asignados bloques de recursos en la sección de datos para transmitir datos al eNB. El UE puede transmitir información de control en un canal físico de control de enlace ascendente (PUCCH) en los bloques de recursos asignados en la sección de control. El UE puede transmitir solo datos o tanto datos como información de control en un canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH) en los bloques de recursos asignados en la sección de datos. Una transmisión de enlace ascendente puede abarcar ambas ranuras de una subtrama y puede saltar en frecuencia, como se muestra en la FIG. 3.

**[40]** Volviendo a la FIG. 1, los sistemas celulares tales como LTE normalmente se limitan a una o más bandas de frecuencia con licencia que se han reservado para dichas comunicaciones (por ejemplo, por una entidad gubernamental tal como la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) en Estados Unidos). Sin embargo, ciertos sistemas de comunicación, en particular los que emplean estaciones base de celdas pequeñas como en el diseño de la FIG. 1, tienen operaciones celulares extendidas en bandas de frecuencia sin licencia, tales como la banda de Infraestructura de Información Nacional sin Licencia (U-NII) utilizada por las tecnologías

de red de área local inalámbrica (WLAN). Con fines ilustrativos, la siguiente descripción puede referirse en algunos aspectos a un sistema LTE que funciona en una banda sin licencia a modo de ejemplo cuando sea apropiado, aunque se apreciará que dichas descripciones no pretenden excluir otras tecnologías de comunicación celular. LTE en una banda sin licencia también puede denominarse LTE/LTE Avanzada en espectro sin licencia, o simplemente LTE en el contexto que concierne. Con referencia a las FIG. 2 - 3 anteriores, PSS, SSS, CRS, PBCH, PUCCH y PUSCH en LTE en una banda sin licencia son de otro modo iguales o sustancialmente iguales que en la norma de LTE descrita en 3GPP TS 36.211, titulada "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation ["Acceso Radioeléctrico Terrestre Universal Evolucionado (E-UTRA); Canales físicos y modulación"], que está disponible públicamente.

**[41]** El espectro sin licencia puede emplearse mediante sistemas celulares de diferentes maneras. Por ejemplo, en algunos sistemas, el espectro sin licencia puede emplearse en una configuración autónoma, con todas las portadoras funcionando exclusivamente en una parte sin licencia del espectro inalámbrico (por ejemplo, LTE autónoma). En otros sistemas, el espectro sin licencia se puede emplear de una manera que es complementaria al funcionamiento en la banda con licencia utilizando una o más portadoras sin licencia que funcionan en la parte sin licencia del espectro inalámbrico junto con una portadora con licencia de anclaje que funciona en la parte con licencia del espectro inalámbrico (por ejemplo, LTE con enlace descendente suplementario (SDL)). En cualquier caso, la agregación de portadoras puede emplearse para gestionar las diferentes portadoras componentes, sirviendo una portadora como la celda primaria (CeldaP) para el usuario correspondiente (por ejemplo, una portadora con licencia de anclaje en LTE SDL o una designada de las portadoras sin licencia en LTE autónoma) y sirviendo las portadoras restantes como celdas secundarias (CeldasS) respectivas. De esta forma, la CeldaP puede proporcionar un par de portadoras de enlace descendente y enlace ascendente con dúplex por división de frecuencia (FDD) (con licencia o sin licencia), proporcionando cada CeldaS capacidad de enlace descendente adicional según se desee.

**[42]** La extensión del funcionamiento de celdas pequeñas en bandas de frecuencia sin licencia, tales como la banda U-NII (5 GHz) puede, por lo tanto, implementarse de diversas maneras y aumentar la capacidad de sistemas celulares tales como LTE. Sin embargo, como se ha analizado brevemente en la técnica anterior, también puede invadir las operaciones de otras RAT "nativas" que normalmente utilizan la misma banda sin licencia, principalmente tecnologías IEEE 802.11x WLAN, generalmente denominadas "Wi-Fi".

**[43]** En algunos diseños de estaciones base de celdas pequeñas y/o dispositivos de usuario, la estación base de celdas pequeñas y/o el dispositivo de usuario pueden incluir una radio de RAT nativa coubicada con su radio celular.

**[44]** La FIG. 4 ilustra una estación base de celdas pequeñas de ejemplo con componentes de radio coubicados configurada para el funcionamiento en el espectro sin licencia. La estación base de celdas pequeñas 400 puede corresponder, por ejemplo, a una de las estaciones base de celdas pequeñas 110B, 110C ilustradas en la FIG. 1. En este ejemplo, la estación base de celdas pequeñas 400 está configurada para proporcionar una interfaz aérea WLAN (por ejemplo, de acuerdo con un protocolo IEEE 802.11x) además de una interfaz aérea celular (por ejemplo, de acuerdo con un protocolo LTE). Con fines ilustrativos, la estación base de celdas pequeñas 400 se muestra incluyendo un componente/módulo de radio (por ejemplo, un transceptor) 802.11x 402 coubicado con un componente/módulo de radio (por ejemplo, un transceptor) LTE 404.

**[45]** Como se utiliza en el presente documento, el término coubicado (por ejemplo, radios, estaciones base, transceptores, etc.) puede incluir, de acuerdo con diversos aspectos, uno o más de, por ejemplo: componentes que están en la misma carcasa; componentes que reciben servicio del mismo procesador; componentes que están dentro de una distancia definida entre sí; y/o componentes que están conectados a través de una interfaz (por ejemplo, un conmutador Ethernet) en donde la interfaz cumple con los requisitos de latencia de cualquier comunicación entre componentes requerida (por ejemplo, mensajería). En algunos diseños, se pueden conseguir ciertas ventajas añadiendo un componente de radio de la RAT de la banda sin licencia nativa de interés a una estación base de celdas pequeñas celular dada sin que esa estación base proporcione necesariamente acceso de comunicación correspondiente a través de la RAT de la banda sin licencia nativa (por ejemplo, añadiendo un chip Wi-Fi o circuitos similares a una estación base de celdas pequeñas LTE). Si se desea, se puede emplear un circuito Wi-Fi de baja funcionalidad para reducir costes (por ejemplo, un receptor Wi-Fi que simplemente proporciona reconocimiento de bajo nivel o un transmisor Wi-Fi que simplemente proporciona transmisión de mensajes).

**[46]** Volviendo a la FIG. 4, la radio Wi-Fi 402 y la radio LTE 404 pueden realizar supervisión de uno o más canales (por ejemplo, en una frecuencia de portadora correspondiente) para realizar diversas mediciones del entorno o del canal de funcionamiento correspondientes (por ejemplo, CQI, RSSI, RSRP u otras mediciones RLM) utilizando los módulos correspondientes de escucha de red/vecinas (NL) 406 y 408, respectivamente, o cualquier(cualesquiera) otro(s) componente(s) adecuado(s).

**[47]** La estación base de celdas pequeñas 400 puede comunicarse con uno o más dispositivos de usuario a través de la radio Wi-Fi 402 y la radio LTE 404, ilustrados como una STA 450 y un UE 460, respectivamente. De



manera similar a la radio Wi-Fi 402 y la radio LTE 404, la STA 450 incluye un módulo de NL 452 correspondiente y el UE 460 incluye un módulo de NL 462 correspondiente para realizar diversas mediciones de entorno o canal de funcionamiento, de manera independiente o bien bajo la dirección de la radio Wi-Fi 402 y la radio LTE 404, respectivamente. En este sentido, las mediciones pueden almacenarse en la STA 450 y/o el UE 460, o comunicarse a la radio Wi-Fi 402 y la radio LTE 404, respectivamente, con o sin realización de un procesamiento previo mediante la STA 450 o el UE 460.

**[48]** Aunque la FIG. 4 muestra una única STA 450 y un único UE 460 con fines ilustrativos, se apreciará que la estación base de celdas pequeñas 400 puede comunicarse con múltiples STA y/o UE. Además, aunque la FIG. 4 ilustra un tipo de dispositivo de usuario que se comunica con la estación base de celdas pequeñas 400 a través de la radio Wi-Fi 402 (es decir, la STA 450) y otro tipo de dispositivo de usuario que se comunica con la estación base de celdas pequeñas 400 a través de la radio LTE 404 (es decir, el UE 460), se apreciará que un único dispositivo de usuario (por ejemplo, un teléfono inteligente) puede ser capaz de comunicarse con la estación base de celdas pequeñas 400 tanto a través de la radio Wi-Fi 402 como de la radio LTE 404, ya sea de manera simultánea o en instantes diferentes.

**[49]** Como se ilustra adicionalmente en la FIG. 4, la estación base de celdas pequeñas 400 también puede incluir una interfaz de red 410, que puede incluir diversos componentes para interconectarse con entidades de red correspondientes (por ejemplo, nodos de la Red de auto-organización (SON)), tales como un componente para interconectarse con una Wi-Fi SON 412 y/o un componente para interconectarse con una LTE SON 414. La estación base de celdas pequeñas 400 también puede incluir un ordenador central 420, que puede incluir uno o más controladores o procesadores de propósito general 422 y memoria 424 configurados para almacenar datos y/o instrucciones relacionadas. El ordenador central 420 puede realizar el procesamiento de acuerdo con la(s) RAT apropiada(s) utilizada(s) para la comunicación (por ejemplo, a través de una pila de protocolos Wi-Fi 426 y/o una pila de protocolos LTE 428), así como otras funciones para la estación base de celdas pequeñas 400. En particular, el ordenador central 420 puede incluir además una interfaz de RAT 430 (por ejemplo, un bus o similar) que permite que las radios 402 y 404 se comuniquen entre sí a través de diversos intercambios de mensajes.

**[50]** La FIG. 5 ilustra un dispositivo de usuario de ejemplo con componentes de radio cubricados configurado para el funcionamiento en el espectro sin licencia y la comunicación de mediciones. El dispositivo de usuario 500 puede corresponder, por ejemplo, a uno de los dispositivos de usuario 120 ilustrados en la FIG. 1. En este ejemplo, el dispositivo de usuario 500 está configurado para funcionar sobre una interfaz aérea WLAN (por ejemplo, de acuerdo con un protocolo IEEE 802.11x) como una STA 510 además de una interfaz aérea celular (por ejemplo, de acuerdo con un protocolo LTE) como un UE 512. Con fines ilustrativos, el dispositivo de usuario 500 se muestra incluyendo un componente/módulo de radio (por ejemplo, un transceptor) 802.11x Wi-Fi 502 cubricado con un componente/módulo de radio (por ejemplo, un transceptor) LTE 504. La radio Wi-Fi 502 y la radio LTE 504 pueden realizar supervisión de uno o más canales (por ejemplo, en una frecuencia de portadora correspondiente) para realizar diversas mediciones del entorno o del canal de funcionamiento correspondientes (por ejemplo, CQI, RSSI, RSRP u otras mediciones RLM) utilizando los módulos correspondientes de NL 506 y 508, respectivamente, o cualquier(cualesquiera) otro(s) componente(s) adecuado(s).

**[51]** El dispositivo de usuario 500 puede comunicarse con una estación base de celdas pequeñas correspondiente 560 a través de (i) un enlace Wi-Fi entre la radio Wi-Fi 502 y un AP 562 proporcionado por la estación base de celdas pequeñas 560 y (ii) un enlace LTE entre la radio LTE 504 y un eNB 564 proporcionado por la estación base de celdas pequeñas 560.

**[52]** Como se ilustra adicionalmente en la FIG. 5, el dispositivo de usuario 500 también puede incluir un ordenador central 520, que puede incluir uno o más controladores o procesadores de propósito general 522 y memoria 524 configurados para almacenar datos y/o instrucciones relacionadas. El ordenador central 520 puede realizar el procesamiento de acuerdo con la(s) RAT apropiada(s) utilizada(s) para la comunicación (por ejemplo, a través de una pila de protocolos Wi-Fi 526 y/o una pila de protocolos LTE 528), así como otras funciones para el dispositivo de usuario 500. En particular, el ordenador central 520 puede incluir además una interfaz de RAT 530 (por ejemplo, un bus o similar) que permite que las radios 502 y 504 se comuniquen entre sí a través de diversos intercambios de mensajes.

**[53]** En el presente documento se describen varias mejoras para facilitar más el uso de RAT celulares tales como LTE en bandas sin licencia compartidas con RAT nativas tales como Wi-Fi. El uso de LTE en la banda sin licencia puede ofrecer ventajas con respecto a Wi-Fi, incluyendo una mejor cobertura, capacidad, movilidad y calidad de servicio (QoS). Con respecto a la cobertura, LTE puede admitir mayores dispersiones del retardo de señal de transmisión. LTE puede funcionar a una menor tasa de relación de señal a interferencia más ruido (SINR) y de capa física (PHY). LTE puede proporcionar OFDMA y planificación selectiva en frecuencia. Con respecto a la capacidad, LTE puede proporcionar altas ganancias por reutilización espacial con división celular en comparación con el acceso múltiple por detección de portadora (CSMA) empleado en Wi-Fi. H-ARQ en LTE puede proporcionar robustez en un entorno con interferencia de ráfagas. LTE puede proporcionar una gestión de la interferencia estricta con la coordinación de interferencia entre celdas (ICIC) y el control de potencia en UL. Una robusta estructura de piloto en LTE permite una estimación de canal eficiente y anulación de interferencia.

Puede haber mayor flexibilidad y diversidad de interferencia con la agregación de portadoras. Con respecto a la movilidad y la QoS, las técnicas de SON pueden proporcionar una excelente movilidad y QoS para despliegues de red no planificados e hiperdensos. Otras RAT celulares pueden proporcionar ventajas similares sobre Wi-Fi y otras RAT nativas.

5

**[54]** La FIG. 6 ilustra un escenario de ejemplo de dispositivos de RAT mixta que funcionan en la banda sin licencia y destaca varios de los retos de la coexistencia. Como se muestra, el problema del nodo oculto puede presentar retos. Por ejemplo, un dispositivo que funciona en la banda sin licencia (por ejemplo, un dispositivo Wi-Fi tal como un AP 604B o la STA 606) oculto de un UE 602 puede interferir con el UE 602 (por ejemplo, en el UL). Una interferencia similar puede estar presente en el DL, afectando no solo a los datos sino también a la señalización de control y adquisición.

10

**[55]** Para combatir dichos escenarios de interferencia, de acuerdo con aspectos de la divulgación, se proporcionan procedimientos y técnicas para el funcionamiento robusto de dispositivos de usuario en la banda sin licencia. Por ejemplo, los procedimientos y técnicas pueden proporcionar un funcionamiento robusto en una CeldaP proporcionada por una estación base que funciona en un modo autónomo, donde la CeldaP utiliza una portadora componente (PCC) en la banda sin licencia. En un aspecto, un dispositivo de usuario que tiene radios LTE y Wi-Fi coubicadas, por ejemplo (por ejemplo, el dispositivo de usuario 500 ilustrado en la FIG. 5), puede activar una radio Wi-Fi coubicada de su STA correspondiente (por ejemplo, la radio Wi-Fi coubicada 502 de la STA 510), para enviar un mensaje de Autoenvío de CTS (CTS2S) u otro mensaje de reserva de canal (por ejemplo, Petición de envío (RTS) o Libre para envío (CTS)) antes de eventos importantes asociados con una radio LTE de su UE correspondiente (por ejemplo, la radio LTE 504 del UE 512). Dichos eventos importantes pueden incluir adquisición, RACH, un mensaje de radiolocalización, una indicación de una última transmisión HARQ, una Detección de canal limpio (CCA), una indicación de alineación de temporización, y mensajes de gestión del Bloque de Información del Sistema (SIB). Los eventos importantes también pueden incluir señalización asociada con la movilidad y el traspaso del UE. El mensaje CTS2S es un mecanismo utilizado en el protocolo de red inalámbrica IEEE 802.11 para reducir las colisiones de tramas introducidas por el problema del nodo oculto. Un dispositivo que desea transmitir datos puede transmitir por difusión un mensaje CTS2S. Otros nodos que reciben el mensaje CTS2S pueden abstenerse de transmitir datos durante un período de tiempo determinado.

15

20

25

30

**[56]** Como se ha analizado anteriormente con referencia a las radios coubicadas de las FIG. 4 - 5, para permitir la transmisión del mensaje CTS2S, el dispositivo de usuario puede incluir cadenas de transmisión y recepción o solo la cadena de transmisión (por ejemplo, un transmisor Wi-Fi que simplemente proporciona transmisión de mensajes). Incluir solo la cadena de transmisión puede reducir los costes y minimizar el consumo de la batería en el dispositivo. El activador de CTS2S puede basarse en mediciones de interferencia o en instrucciones de la red. Por ejemplo, el dispositivo de usuario puede activar el mensaje CTS2S si la interferencia es relativamente alta o está por encima de un umbral predefinido, o la red (por ejemplo, a través de la estación base) puede indicar al dispositivo de usuario que envíe el mensaje CTS2S antes de determinados mensajes importantes. Sin embargo, la transmisión del mensaje CTS2S puede no estar limitada a mensajes importantes, y puede utilizarse cada vez que el dispositivo de usuario determina que se necesita el CTS2S.

35

40

**[57]** El dispositivo de usuario puede configurarse por parte de un usuario, la red o una estación base para la transmisión del mensaje CTS2S. En un ejemplo, el dispositivo de usuario puede recibir parámetros de una estación base para configurar el dispositivo de usuario para la transmisión del mensaje CTS2S. Los parámetros pueden incluir uno o más de un periodo de tiempo para enviar el mensaje CTS2S, qué eventos (por ejemplo, eventos de alta prioridad) debe proteger el dispositivo del usuario, y una frecuencia de transmisión del mensaje CTS2S para evitar contaminar el medio del canal con transmisiones de CTS2S. De nuevo, los eventos que pueden configurarse pueden ser eventos de alta importancia o de alta prioridad.

45

50

**[58]** El dispositivo de usuario puede determinar la interferencia basándose en mediciones de STA de radio Wi-Fi coubicadas, el éxito de las adquisiciones previas del sistema y/u otros datos de historial. El activador de CTS2S puede ser estático o adaptarse dinámicamente para el funcionamiento (por ejemplo, basándose en mediciones de interferencia Wi-Fi). Además, el activador de CTS2S puede estar limitado a un subconjunto de canales para evitar un impacto indebido en los dispositivos y canales Wi-Fi existentes que pueden no estar causando la interferencia. El activador para el CTS2S en el dispositivo del usuario se puede basar en instrucciones/configuraciones de la estación base. Por ejemplo, la estación base puede tomar mediciones y estadísticas e informar al dispositivo de usuario si debe activar el mensaje CTS2S. El eNB puede incluir dichas instrucciones en los mensajes de información del sistema y de difusión (por ejemplo, mensajes SIB).

55

60

**[59]** La FIG. 7 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de comunicación de ejemplo para mitigar la interferencia entre RAT que comparten el espectro de funcionamiento en una banda de frecuencias de radio sin licencia. El procedimiento 700 puede realizarse, por ejemplo, mediante una estación base (por ejemplo, la estación base de celdas pequeñas 110C ilustrada en la FIG. 1), mediante un dispositivo de usuario (por ejemplo, el dispositivo de usuario 120C ilustrado en la FIG. 1), o mediante una combinación de los mismos con diferentes niveles o interacción.

65

[60] De acuerdo con las técnicas y descripciones anteriores, la estación base de celdas pequeñas o el dispositivo de usuario puede identificar ciertas transmisiones de señal próximas asociadas con una primera RAT (por ejemplo, LTE) que están planificadas para su transmisión en el espectro de funcionamiento compartido durante un período de transmisión (bloque 710). La estación base de celdas pequeñas o el dispositivo de usuario puede clasificar entonces la transmisión de señal con respecto a un estado de protección (bloque 720). La clasificación puede basarse en el tipo de información contenida en la transmisión de señal correspondiente a una clase protegida de transmisiones. Como se ha analizado con más detalle anteriormente, dicha clase protegida de transmisiones puede incluir, por ejemplo, señales de adquisición, señales RACH, una última transmisión HARQ, una CCA, un mensaje de radiolocalización, una indicación de alineación temporal, una señal de difusión que incluye un SIB, una indicación de movilidad y traspaso, etc. De esta manera, la estación base de celdas pequeñas o el dispositivo de usuario puede seleccionar ciertas transmisiones importantes para la protección contra la interferencia de otras RAT (por ejemplo, Wi-Fi) que comparten la banda sin licencia. Aunque puede ser poco práctico o incluso perjudicial proteger toda la señalización, la protección de ciertas clases de señales puede ser ventajosa y ayudar a garantizar el funcionamiento adecuado de ambas RAT.

[61] Volviendo a la FIG. 7, basándose en el estado de protección, la estación base de celdas pequeñas o el dispositivo de usuario puede transmitir un mensaje de reserva de canal asociado con una segunda RAT (por ejemplo, Wi-Fi) para reservar al menos una parte del espectro de funcionamiento compartido para al menos una parte del período de transmisión (bloque 730). La transmisión puede realizarse a través de un (segundo) transceptor correspondiente que funciona de acuerdo con la segunda RAT. El segundo transceptor puede estar coubicado con un primer transceptor que funciona de acuerdo con la primera RAT para enviar o recibir la transmisión de señal identificada. Como se ha analizado con más detalle anteriormente, en este sentido el segundo transceptor puede tener funcionalidad completa o ser simplemente una cadena de transmisión de baja funcionalidad. Ejemplos de mensajes de reserva de canal que se pueden utilizar para reservar el espectro de funcionamiento compartido incluyen mensajes CTS2S así como otros (por ejemplo, CTS/RTS) o similares, dependiendo de la RAT nativa que comparte el espectro de funcionamiento. Para evitar obstaculizar indebidamente el funcionamiento de la segunda RAT, el mensaje de reserva de canal puede transmitirse en un subconjunto de canales que representan menos que todos los canales definidos por la segunda RAT en la banda sin licencia (por ejemplo, solo en el canal o canales de la segunda RAT que se solapan en el espacio de frecuencia con el canal de funcionamiento de la primera RAT que se está protegiendo).

[62] En algunos diseños, el uso de mensajes de reserva de canal para proteger señales importantes se puede adaptar dinámicamente basándose en la utilización del espectro de funcionamiento compartido mediante la (segunda) RAT nativa (bloque opcional 740). Por ejemplo, la estación base de celdas pequeñas o el dispositivo de usuario puede supervisar adicionalmente, en el espectro de funcionamiento compartido, señalización que está asociada con la segunda RAT. La supervisión puede realizarse en una base continua, periódica o activada por eventos según se desee. Las mediciones de otras RAT se pueden obtener en la estación base de celdas pequeñas o en el dispositivo de usuario a través de sus propias mediciones (por ejemplo, a través de una radio Wi-Fi coubicada, tal como la radio Wi-Fi coubicada 402 de la estación base de celdas pequeñas 400 o la radio Wi-Fi coubicada 502 del dispositivo de usuario 500 que tiene una STA 510), o mediante un intercambio de mensajes entre ambas (por ejemplo, a través de varias señales de retroalimentación). Basándose en la señalización supervisada, la estación base de celdas pequeñas o el dispositivo de usuario puede determinar una métrica de utilización para la segunda RAT y adaptar la transmisión del mensaje de reserva de canal basándose en la métrica de utilización. Por lo tanto, en situaciones en las que la interferencia es relativamente baja, la estación base de celdas pequeñas puede ser capaz de abstenerse de reservar el canal para sí misma, y evitar así el bloqueo innecesario de operaciones de la otra RAT.

[63] Además, la adaptación puede basarse adicionalmente en la señal que se está protegiendo a sí misma. Por ejemplo, la adaptación puede basarse adicionalmente en una o más características esperadas o históricas de la próxima transmisión de señal asociada con la primera RAT. Ejemplos de dichas características esperadas o históricas incluyen una calidad del canal esperada para recibir la próxima transmisión de señal, una proximidad del receptor, un historial de éxito o fallo asociado con la recepción de señales anteriores, un historial de adquisición del sistema, una frecuencia del período de transmisión, etc. De esta forma, se puede proporcionar protección adicional, por ejemplo, para proteger señales que pueden ser débiles o tener un historial de fallos.

[64] Como se ha analizado anteriormente, el procedimiento 700 puede realizarse mediante una estación base (por ejemplo, la estación base de celdas pequeñas 110C ilustrada en la FIG. 1), mediante un dispositivo de usuario (por ejemplo, el dispositivo de usuario 120C ilustrado en la FIG. 1), o mediante una combinación de los mismos con diferentes niveles o interacción. En consecuencia, en un ejemplo, un dispositivo de usuario puede realizar la identificación (bloque 710), la clasificación (bloque 720) y la transmisión (bloque 730). En este caso, la identificación puede incluir, por ejemplo, la supervisión, en el dispositivo de usuario, de la información del sistema transmitida por una estación base, incluyendo la clasificación determinar el estado de protección basándose en la información del sistema. El estado de protección puede indicarse directamente mediante la información del sistema desde la estación base (por ejemplo, a través de un mensaje que indica al dispositivo del usuario que proteja ciertas señales), o deducirse indirectamente mediante el dispositivo de usuario a partir de la información

del sistema desde la estación base (por ejemplo, un mensaje que identifica un patrón de transmisión o transporta información de interferencia). En otro ejemplo, una estación base puede realizar la identificación (bloque 710), la clasificación (bloque 720) y la transmisión (bloque 730). En este caso, la identificación puede incluir, por ejemplo, consultar, en la estación base, la información del planificador relacionada con la próxima señalización, incluyendo la clasificación determinar el estado de protección basándose en la información del planificador.

**[65]** Volviendo a la FIG. 6, la interferencia puede afectar en particular a la coordinación y la sincronización entre el dispositivo de usuario 602 y su estación base 604A (por ejemplo, afectando a las señales PSS y SSS utilizadas para la sincronización). En respuesta, la estación base 604A puede configurarse para aumentar la potencia para transmitir señales de banda estrecha (incluyendo, por ejemplo, la PSS o la SSS). Promediar las señales (por ejemplo, a través del filtrado de Kalman o similar) también puede ayudar. La interferencia también puede afectar al rendimiento del PDCCH. En respuesta, la estación base 604A puede configurarse para basarse en la planificación de portadoras cruzadas para enviar concesiones en la PCC, de tal manera que se pueda reducir el impacto. Del mismo modo, el PBCH puede enviarse en la PCC para mayor robustez. La interferencia también puede afectar al rendimiento del PDSCH. La interferencia también puede afectar a diversas mediciones (por ejemplo, las tomadas por el dispositivo de usuario 602). Por ejemplo, la potencia recibida de la señal de referencia (RSRP) o la calidad recibida de la señal de referencia (RSRQ) pueden estar corruptas y/o no reflejar la interferencia de Wi-Fi correctamente. También puede aparecer un desajuste en el Indicador de calidad del canal (CQI) dado que la señal de referencia específica de la celda (CRS) puede no capturar toda la interferencia de Wi-Fi.

**[66]** En más detalle, la estación base puede aumentar la potencia de transmisión de la señalización de banda estrecha. Por ejemplo, las señales PSS/SSS/PBCH pueden aumentarse mediante la estación base (por ejemplo, LTE eNB). El aumento de la señal puede adaptarse basándose en patrones de CQI de dispositivos de usuario existentes, mediciones del módulo de escucha de red (NLM), estadísticas de fallo del radioenlace (RLF), tasas de error de paquete (PER) de PDSCH/PDCCH de dispositivos de usuario asociados y otras mediciones históricas o estadísticas.

**[67]** Además o como una alternativa, el número de símbolos OFDM utilizados para cierta señalización (por ejemplo, PDCCH) pueden controlarse basándose en mediciones similares. Por ejemplo, el número de símbolos OFDM puede aumentarse para añadir redundancia adicional y, por lo tanto, oportunidades de decodificación, para aumentar la robustez de dicha señalización.

**[68]** El PDSCH, por ejemplo, que también puede tener un ancho de banda permitido estrecho, puede aumentarse en potencia para UE que sufren una alta interferencia de Wi-Fi (sujeto a limitaciones de densidad espectral de potencia (PSD)). El control de la tasa se puede proporcionar de manera similar adaptando un objetivo de finalización y una asignación de CQI a MCS (esquema de modulación y codificación) basándose en estadísticas CQI y PER.

**[69]** En el PUSCH, la selección de canal de la PCC puede realizarse a partir de un grupo pequeño de canales, además de la asignación de banda estrecha, lo que puede ser suficiente para reducir el impacto de la interferencia de Wi-Fi.

**[70]** Durante la adquisición, la detección de la PSS y la SSS se puede mejorar aumentando la potencia de transmisión. La PSS y la SSS pueden ser señales de banda estrecha (por ejemplo, 1 MHz) y, por lo tanto, la estación base puede aumentar la potencia de transmisión hasta los límites de emisión de PSD (por ejemplo, 17 dBm/MHz en una banda alta). También pueden adaptarse basándose en NLM, el patrón CQI de dispositivos de usuario activos, estadísticas de RLF, etc. Por ejemplo, si una combinación de estas estadísticas indica una interferencia relativamente alta o una o más estadísticas son más altas que los umbrales predefinidos, entonces la potencia de transmisión se puede aumentar. Se puede añadir histéresis al diseño para determinar cuándo aumentar o reducir la potencia de transmisión, para evitar una oscilación indebida del sistema entre los niveles de potencia de transmisión. La potencia del ruido puede estimarse para una o más muestras y, a continuación, el proceso puede normalizar cada media trama con la potencia del ruido antes de la acumulación (lo que puede ser una función de tipo Kalman). Como se ha analizado con más detalle anteriormente, antes de que el dispositivo de usuario inicia el establecimiento de la conexión, la STA coubicada (por ejemplo, la STA coubicada 510 y su radio Wi-Fi 502) puede enviar de manera selectiva una secuencia de CTS2S para detener las transmisiones Wi-Fi cercanas. Un amplificador de bajo ruido (LNA) puede adaptarse basándose en mediciones en las pruebas de adquisición. Pueden realizarse mediciones de la interferencia de Wi-Fi y el ciclo de trabajo para ajustar correctamente la ganancia del LNA antes de que comience la adquisición.

**[71]** Además, el PBCH también puede ser un canal de banda estrecha (por ejemplo, 1 MHz) y, por lo tanto, la estación base puede aumentar la potencia de transmisión hasta los límites de emisión de PSD (por ejemplo, 17 dBm/MHz en una banda alta). El aumento de potencia puede adaptarse basándose en patrones de CQI de dispositivos de usuario existentes, mediciones de NL, estadísticas de RLF, PDSCH/PDCCH PER de dispositivos de usuario asociados, etc. Se puede configurar un intervalo de tiempo de transmisión (TTI) para proporcionar diversidad temporal. Por ejemplo, un TTI de 40 ms (4 ráfagas) puede proporcionar la diversidad temporal.

Pueden utilizarse estimaciones de ruido inverso en cada ráfaga en la combinación suave para evitar el uso de ráfagas de PBCH corruptas.

5 [72] Los canales de control pueden mejorarse a través de los procedimientos y técnicas divulgados. Para el control de DL, una estación base puede configurarse para controlar la potencia de transmisión del canal de control y el número de símbolos OFDM utilizados basándose en mediciones. El control puede adaptarse basándose en patrones CQI en la PCC, informes de mediciones, estadísticas de RLF, mediciones de NL, etc. El PUCCH puede ser una señal de banda estrecha y en un borde del canal, por lo tanto, el PUCCH puede no sufrir una interferencia significativa de las transmisiones Wi-Fi. El control de potencia del PUCCH puede encargarse del aumento de la interferencia sobre el ruido térmico (IoT) en la estación base debido a la interferencia de dispositivos Wi-Fi cercanos. El control de potencia de bucle cerrado del PUCCH puede proporcionar un sesgo adicional basado en mediciones de NL de la estación de base, PUCCH PER, etc.

15 [73] Para los canales de datos, el PDSCH se puede ajustar de la siguiente manera. Se puede realizar una asignación de ancho de banda estrecho y aumento de potencia para dispositivos de usuario que sufren una alta interferencia de Wi-Fi. El PDSCH puede planificarse en la SCC si la PCC se ve afectada. Con respecto al control de la tasa, el objetivo de finalización y la asignación de CQI a MCS pueden adaptarse basándose en estadísticas de CQI y PER. Como un ejemplo, en presencia de un emisor interferente cercano, el patrón de CQI puede mostrar una característica bimodal (CQI bueno y malo), y el ciclo de trabajo de la interferencia puede deducirse a partir de la frecuencia del CQI malo. Basándose en el CQI bueno, el CQI malo y el ciclo de trabajo de la interferencia, se puede cambiar el filtrado de bucle de velocidad del CQI recibido entonces.

20 [74] Para el PUSCH, la selección de canal de la PCC puede realizarse a partir de un grupo pequeño de canales, además de la asignación de banda estrecha, y esto puede ser suficiente para reducir el impacto de la interferencia de Wi-Fi.

25 [75] Para el RACH, los parámetros pueden adaptarse para aumentar la potencia. Por ejemplo, los parámetros contador\_transmisiones\_máx y paso\_rampa\_potencia pueden adaptarse basándose en la interferencia (por ejemplo, Wi-Fi). La estación base puede configurar una desviación de potencia y una rampa de potencia basándose en NL y la interferencia de Wi-Fi medidas en la estación base. La transmisión del PRACH de banda estrecha puede proporcionar ganancias de procesamiento adicionales. Los parámetros de adaptación pueden hacerse similares a los valores anteriores, y basarse en una métrica de calidad del canal. Se puede establecer un número máximo de transmisiones de Mensaje3 H-ARQ basándose en mediciones de NL. El dispositivo de usuario puede enviar de manera selectiva mensajes CTS2S antes de que comiencen los procedimientos de RACH y proteger el procedimiento de RACH.

30 [76] Para usuarios en modo inactivo, el dispositivo de usuario puede configurarse para activarse antes para una radiolocalización determinada y enviar una trama CTS2S para proteger el tiempo de radiolocalización.

35 [77] La FIG. 8 es un diagrama de flujo que ilustra otro procedimiento de comunicación de ejemplo para mitigar la interferencia entre RAT que comparten el espectro de funcionamiento en una banda de frecuencias de radio sin licencia. El procedimiento 800 puede realizarse, por ejemplo, mediante una estación base (por ejemplo, la estación base de celdas pequeñas 110C ilustrada en la FIG. 1).

40 [78] De acuerdo con las técnicas y descripciones anteriores, la estación base de celdas pequeñas puede determinar una métrica de interferencia entre RAT asociada con la señalización de banda estrecha de la estación base en la banda sin licencia (bloque 810). La determinación puede realizarse en una base continua, periódica o activada por eventos según se desee. La métrica de la interferencia entre RAT se puede utilizar para caracterizar la interferencia experimentada en la banda sin licencia por una primera RAT (por ejemplo, LTE) debido a las operaciones de espectro compartido de una segunda RAT (por ejemplo, Wi-Fi).

45 [79] La métrica de la interferencia entre RAT se puede determinar en consecuencia de diversas maneras, incluyendo de manera indirecta, mediante mediciones de señalización de la primera RAT, y de manera directa, mediante mediciones de la señalización de la segunda RAT (por ejemplo, mediante uno o más transceptores coubicados). Por ejemplo, como se ha analizado anteriormente, la métrica de interferencia entre RAT se puede determinar a partir de mediciones relativas a estadísticas de CQI, estadísticas de RLF o estadísticas de PER para transmisiones de acuerdo con la RAT asociada con la señalización de banda estrecha proporcionada por la estación base de celdas pequeñas (por ejemplo, señalización LTE proporcionada por una estación base de celdas pequeñas LTE). Como otro ejemplo, la métrica de interferencia entre RAT se puede determinar a partir de mediciones relacionadas con transmisiones de acuerdo con una RAT distinta de la asociada con la señalización de banda estrecha (por ejemplo, mediciones de actividad de un dispositivo Wi-Fi cercano). Las mediciones de otras RAT se pueden obtener en la estación base de celdas pequeñas a través de sus propias mediciones (por ejemplo, a través de una radio Wi-Fi coubicada, tal como la radio Wi-Fi coubicada 402 de la estación base de celdas pequeñas 400), o a través de mediciones recibidas de al menos un dispositivo de usuario asociado (por ejemplo, un dispositivo de usuario tal como el dispositivo de usuario 500 que tiene una STA 510 y una radio Wi-Fi

cubicada 502, que puede retroalimentar varias mediciones de señalización a la estación de base de celdas pequeñas 560).

**[80]** Volviendo a la FIG. 8, basándose en la métrica de la interferencia entre RAT determinada, la estación base de celdas pequeñas puede modificar un parámetro de transmisión relativo a una potencia de transmisión o un esquema de señalización para la señalización de banda estrecha (bloque 820). Por ejemplo, la estación base de celdas pequeñas puede aumentar la potencia de transmisión basándose en que la métrica de la interferencia entre RAT indica un alto nivel de interferencia (por ejemplo, por encima de un umbral). Además o como alternativa, la estación base de celdas pequeñas puede aumentar la redundancia del esquema de señalización (por ejemplo, utilizando más tramas OFDM) basándose en que la métrica de la interferencia entre RAT indica un alto nivel de interferencia (por ejemplo, por encima de un umbral). En cualquier caso, aumentar la potencia de transmisión y/o la redundancia de la señalización puede ayudar a proteger la señalización de banda estrecha de la interferencia y aumentar la robustez o la probabilidad de una transmisión correcta a dispositivos de usuario asociados.

**[81]** La estación base de celdas pequeñas puede entonces continuar transmitiendo una o más señales de banda estrecha posteriores en la banda sin licencia de acuerdo con el parámetro de transmisión modificado (bloque 830). Como se ha analizado con más detalle anteriormente, la señalización de banda estrecha que puede adaptarse de este modo al funcionamiento en la banda sin licencia incluye diversos canales de adquisición, control y datos. La adaptación de parámetros de transmisión es particularmente útil para señalizaciones más importantes, tales como aquellas señales asociadas con el funcionamiento de una CeldaP proporcionada por la estación base de celdas pequeñas cuando funciona en un modo autónomo en la banda sin licencia (es decir, cuando la PCC correspondiente está en la banda sin licencia y por lo tanto sujeta a interferencia entre RAT). Como un ejemplo, la señal de banda estrecha que se está protegiendo puede comprender una señal de adquisición correspondiente a una PSS, una SSS, un PBCH o similares. Como otro ejemplo, la señal de banda estrecha puede comprender una señal de control correspondiente a un PDCCH, PUCCH, PRACH o similar. Como otro ejemplo, la señal de banda estrecha puede comprender una señal de datos correspondiente a un PDSCH, un PUSCH o similar.

**[82]** Volviendo a la FIG. 6, en otro aspecto, pueden utilizarse filtros de Kalman para mejorar las señales recibidas en la banda sin licencia. El filtro de Kalman, también conocido como filtro de estimación cuadrático lineal, puede utilizar una serie de señales recibidas a lo largo del tiempo para producir una estimación más precisa de las señales. En la banda sin licencia, la interferencia puede no promediarse para producir señales mejoradas. Por ejemplo, en un grupo de cuatro señales recibidas en la banda sin licencia, dos de las señales pueden estar corruptas, de tal manera que promediar los valores puede no producir señales adecuadas. En este caso, puede ser beneficioso utilizar filtros de Kalman. Los filtros de tipo Kalman, al combinar las mismas señales a lo largo del tiempo, pueden evitar el uso de señales recibidas corruptas.

**[83]** La FIG. 9 es un diagrama de flujo que ilustra otro procedimiento de comunicación de ejemplo para mitigar la interferencia entre RAT que comparten el espectro de funcionamiento en una banda de frecuencias de radio sin licencia. El procedimiento 900 puede realizarse, por ejemplo, mediante una estación base (por ejemplo, la estación base de celdas pequeñas 110C ilustrada en la FIG. 1), mediante un dispositivo de usuario (por ejemplo, el dispositivo de usuario 120C ilustrado en la FIG. 1), o mediante una combinación de los mismos con diferentes niveles o interacción.

**[84]** De acuerdo con las técnicas y descripciones anteriores, la estación base de celdas pequeñas o el dispositivo de usuario puede recibir una pluralidad de señales que tienen el mismo contenido en la banda sin licencia a través de una primera RAT (por ejemplo, LTE) sujeta a interferencia de una segunda RAT (por ejemplo, Wi-Fi) (bloque 910). La pluralidad de señales pueden recibirse sobre un intervalo de tiempo. Para recuperar el contenido de la pluralidad de señales, la estación base de celdas pequeñas o el dispositivo de usuario puede filtrar (por ejemplo, utilizando el filtrado de Kalman) la pluralidad de señales en la banda sin licencia sobre el intervalo de tiempo (bloque 920). El filtrado puede incluir, por ejemplo, ponderar una señal corrupta entre la pluralidad de señales con un factor reducido en comparación con una señal no corrupta entre la pluralidad de señales.

**[85]** Haciendo de nuevo referencia a la FIG. 6, en otro aspecto más, la reutilización de frecuencias fraccional (FFR) del PUCCH puede proporcionar ventajas. En un escenario de FFR, una celda puede dividirse en dos o más regiones, tales como una región interna (que da servicio a dispositivos de usuario del centro de la celda) y una región externa (que da servicio a dispositivos de usuario del borde de la celda). Se pueden asignar diferentes bandas de frecuencia y/o bloques de recursos asociados con conjuntos de símbolos-tonos a cada región. Se pueden utilizar múltiples asignaciones de bloques de recursos, con algunos bloques de recursos dedicados a dispositivos de usuario del borde de la celda, y otras asignaciones de bloques de recursos dedicados a dispositivos de usuario del centro de la celda. Por ejemplo, esto se puede utilizar para compensar la compresión del rango dinámico de la potencia de transmisión del dispositivo del usuario, que puede ser inherente al circuito integrado (IC) de RF de Wi-Fi. La FFR en el PUCCH puede mejorar las transmisiones entre la estación

base y el dispositivo de usuario en caso de un rango dinámico bajo en la cadena de transmisión en el dispositivo del usuario debido a un Wi-Fi RFIC compartido.

**[86]** Por consiguiente, asignando diferentes bandas de frecuencia y/o bloques de recursos asociados con conjuntos respectivos de símbolos-tonos a dispositivos de usuario en diferentes regiones, que se ven afectados de forma desigual por la compresión del rango dinámico de la potencia de transmisión, una entrada de Wi-Fi RF puede utilizarse con mayor eficacia para la comunicación de otra RAT (por ejemplo, LTE) en la banda sin licencia en la que se puede evitar la interferencia típica causada por las limitaciones inherentes de la compresión del rango dinámico de la potencia de transmisión. En particular, la potencia de transmisión de UL relativamente alta de los usuarios del centro de la celda (a los que se impide el funcionamiento a potencias de transmisión inferiores, incluso aunque puedan ser sostenibles) puede aislarse de la potencia de transmisión de UL relativamente baja de los usuarios del borde de la celda, que de lo contrario no se detectarían en el receptor de la estación base. La reconfiguración de los circuitos de Wi-Fi RF para dispositivos LTE a utilizar en el funcionamiento en la banda sin licencia puede proporcionar una solución más rentable para el funcionamiento en la banda sin licencia que la fabricación de nuevo hardware específico para LTE, especialmente a la vista de las técnicas anteriores para mitigar posibles inconvenientes.

**[87]** La FIG. 10 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de ejemplo para mitigar la interferencia entre una pluralidad de dispositivos de usuario que funcionan en una banda de frecuencias de radio sin licencia. El procedimiento 1000 puede realizarse, por ejemplo, mediante una estación base (por ejemplo, la estación base de celdas pequeñas 110C ilustrada en la FIG. 1).

**[88]** De acuerdo con las técnicas y descripciones anteriores, la estación base de celdas pequeñas puede segregar la pluralidad de dispositivos de usuario en un primer grupo de dispositivos de usuario y un segundo grupo de dispositivos de usuario basándose en que la proximidad de cada dispositivo de usuario a la estación base de celdas pequeñas esté por encima o por debajo de un umbral (bloque 1010). Como se ha analizado anteriormente en más detalle, uno del primer o segundo grupos de dispositivos de usuario puede corresponder a usuarios del borde de la celda y el otro del primer o segundos grupos de dispositivos de usuario puede corresponder a usuarios del centro de la celda. Los usuarios del borde de la celda y del centro de la celda se verán afectados de forma desigual por las limitaciones de la potencia de transmisión, tales como las inherentes a la reconfiguración de los circuitos del transceptor de entrada de Wi-Fi para comunicaciones de LTE en la banda sin licencia.

**[89]** La estación base de celdas pequeñas puede entonces asignar (i) un primer conjunto de recursos de comunicación al primer grupo de dispositivos de usuario y (ii) un segundo conjunto de recursos de comunicación al segundo grupo de dispositivos de usuario (bloque 1020). Como se ha analizado adicionalmente anteriormente, el primer y segundo conjuntos de recursos de comunicación pueden comprender, por ejemplo, bandas de frecuencia o bloques de recursos asociados con símbolos-tonos respectivos. El primer y segundo conjuntos de recursos de comunicación pueden no solaparse para evitar la interferencia entre los dos grupos. De acuerdo con el primer y segundo conjuntos de recursos de comunicación, la estación base de celdas pequeñas puede recibir comunicaciones de enlace ascendente desde el primer y el segundo grupos de dispositivos de usuario, respectivamente (bloque 1030).

**[90]** De manera indirecta o directa (por ejemplo, cuando dicha información se conoce o de otro modo está disponible), la segregación (bloque 1010) puede basarse adicionalmente en un tipo de tecnología asociada con los circuitos del transceptor de entrada utilizados por cada dispositivo de usuario. El tipo de tecnología puede tener una limitación de potencia de transmisión que es diferente de un tipo de tecnología nativa con la que funciona la estación base de celdas pequeñas, que de nuevo puede afectar de forma diferente a diferentes dispositivos de usuario y provocar problemas de interferencia artificial. En particular, el tipo de tecnología nativa con el que funciona la estación base de celdas pequeñas puede corresponder a la tecnología LTE y al menos uno de la pluralidad de dispositivos de usuario puede funcionar de acuerdo con la tecnología LTE, pero a través de circuitos del transceptor de entrada asociados con tecnología Wi-Fi.

**[91]** La FIG. 11 ilustra varios componentes de muestra (representados por bloques correspondientes) que pueden incorporarse en un aparato 1102, un aparato 1104 y un aparato 1106 (que corresponden, por ejemplo, a un dispositivo de usuario, una estación base y una entidad de red, respectivamente) para admitir las operaciones de coexistencia como se explica en el presente documento. Se apreciará que estos componentes pueden implementarse en diferentes tipos de aparatos en diferentes implementaciones (por ejemplo, en un ASIC, en un SoC, etc.). Los componentes ilustrados también se pueden incorporar en otros aparatos en un sistema de comunicación. Por ejemplo, otros aparatos en un sistema pueden incluir componentes similares a los descritos para proporcionar una funcionalidad similar. Además, un aparato determinado puede contener uno o más de los componentes. Por ejemplo, un aparato puede incluir múltiples componentes de transceptor que permiten que el aparato funcione en múltiples portadoras y/o se comunique a través de diferentes tecnologías.

**[92]** Cada uno del aparato 1102 y el aparato 1104 incluyen al menos un dispositivo de comunicación inalámbrica (representado mediante los dispositivos de comunicación 1108 y 1114, y el dispositivo de

comunicación 1120 si el aparato 1104 es un retransmisor) para comunicarse con otros nodos a través de al menos una RAT designada. Cada dispositivo de comunicación 1108 incluye al menos un transmisor (representado mediante el transmisor 1110) para transmitir y codificar señales (por ejemplo, mensajes, indicaciones, información, etc.) y al menos un receptor (representado mediante el receptor 1112) para recibir y decodificar señales (por ejemplo, mensajes, indicaciones, información, pilotos, etc.). De forma similar, cada dispositivo de comunicación 1114 incluye al menos un transmisor (representado mediante el transmisor 1116) para transmitir señales (por ejemplo, mensajes, indicaciones, información, pilotos, etc.) y al menos un receptor (representado mediante el receptor 1118) para recibir señales (por ejemplo, mensajes, indicaciones, información, etc.). Si el aparato 1104 es una estación de retransmisión, cada dispositivo de comunicación 1120 puede incluir al menos un transmisor (representado mediante el transmisor 1122) para transmitir señales (por ejemplo, mensajes, indicaciones, información, pilotos, etc.) y al menos un receptor (representado mediante el receptor 1124) para recibir señales (por ejemplo, mensajes, indicaciones, información, etc.).

**[93]** Un transmisor y un receptor pueden comprender un dispositivo integrado (por ejemplo, incorporado como un circuito transmisor y un circuito receptor de un único dispositivo de comunicación) en algunas implementaciones, pueden comprender un dispositivo transmisor independiente y un dispositivo receptor independiente en algunas implementaciones, o pueden realizarse de otras maneras en otras implementaciones. Un dispositivo de comunicación inalámbrica (por ejemplo, uno de múltiples dispositivos de comunicación inalámbrica) del aparato 1104 también puede comprender un módulo de escucha de red (NLM) o similar para realizar diversas mediciones.

**[94]** El aparato 1106 (y el aparato 1104 si no es una estación de retransmisión) incluye al menos un dispositivo de comunicación (representado mediante el dispositivo de comunicación 1126 y, opcionalmente, 1120) para comunicarse con otros nodos. Por ejemplo, el dispositivo de comunicación 1126 puede comprender una interfaz de red que está configurada para comunicarse con una o más entidades de red a través de una red de retorno inalámbrica o cableada. En algunos aspectos, el dispositivo de comunicación 1126 puede implementarse como un transceptor configurado para admitir comunicación de señal inalámbrica o cableada. Esta comunicación puede implicar, por ejemplo, enviar y recibir: mensajes, parámetros u otros tipos de información. En consecuencia, en el ejemplo de la FIG. 11, se muestra que el dispositivo de comunicación 1126 comprende un transmisor 1128 y un receptor 1130. De forma similar, si el aparato 1104 no es una estación de retransmisión, el dispositivo de comunicación 1120 puede comprender una interfaz de red que está configurada para comunicarse con una o más entidades de red a través de una red de retorno inalámbrica o cableada. Como con el dispositivo de comunicación 1126, se muestra que el dispositivo de comunicación 1120 comprende un transmisor 1122 y un receptor 1124.

**[95]** Los aparatos 1102, 1104 y 1106 también incluyen otros componentes que pueden utilizarse junto con las operaciones de coexistencia como se explica en el presente documento. El aparato 1102 incluye un sistema de procesamiento 1132 para proporcionar funcionalidad relativa a, por ejemplo, operaciones del dispositivo de usuario para admitir la coexistencia como se explica en el presente documento y para proporcionar otras funcionalidades de procesamiento. El aparato 1104 incluye un sistema de procesamiento 1134 para proporcionar funcionalidad relativa a, por ejemplo, operaciones de la estación base para admitir la coexistencia como se explica en el presente documento y para proporcionar otras funcionalidades de procesamiento. El aparato 1106 incluye un sistema de procesamiento 1136 para proporcionar funcionalidad relativa a, por ejemplo, operaciones de red para admitir la coexistencia como se explica en el presente documento y para proporcionar otras funcionalidades de procesamiento. Los aparatos 1102, 1104 y 1106 incluyen componentes de memoria 1138, 1140 y 1142 (por ejemplo, cada uno incluyendo un dispositivo de memoria), respectivamente, para mantener información (por ejemplo, información indicativa de recursos reservados, umbrales, parámetros, etc.). Además, los aparatos 1102, 1104 y 1106 incluyen dispositivos de interfaz de usuario 1144, 1146 y 1148, respectivamente, para proporcionar indicaciones (por ejemplo, indicaciones sonoras y/o visuales) a un usuario y/o para recibir entrada de usuario (por ejemplo, después de la actuación del usuario de un dispositivo de detección tal como un teclado, una pantalla táctil, un micrófono, etc.).

**[96]** Por conveniencia, los aparatos 1102, 1104 y/o 1106 se muestran en la FIG. 11 incluyendo varios componentes que se pueden configurar de acuerdo con los diversos ejemplos descritos en el presente documento. Sin embargo, se apreciará que los bloques ilustrados pueden tener diferentes funcionalidades en diferentes diseños.

**[97]** Los componentes de la FIG. 11 pueden implementarse de varias formas. En algunas implementaciones, los componentes de la FIG. 11 pueden implementarse en uno o más circuitos tales como, por ejemplo, uno o más procesadores y/o uno o más ASIC (que pueden incluir uno o más procesadores). Aquí, cada circuito puede utilizar y/o incorporar al menos un componente de memoria para almacenar información o código ejecutable utilizado por el circuito para proporcionar esta funcionalidad. Por ejemplo, parte o toda la funcionalidad representada por los bloques 1108, 1132, 1138 y 1144 puede implementarse mediante un procesador y componente(s) de memoria del aparato 1102 (por ejemplo, mediante la ejecución de un código apropiado y/o mediante la configuración apropiada de los componentes de procesador). De forma similar, parte o toda la funcionalidad representada por los bloques 1114, 1120, 1134, 1140 y 1146 puede implementarse mediante un



procesador y componente(s) de memoria del aparato 1104 (por ejemplo, mediante la ejecución de un código apropiado y/o mediante la configuración apropiada de los componentes de procesador). Además, parte o toda la funcionalidad representada por los bloques 1126, 1136, 1142 y 1148 puede implementarse mediante un procesador y componente(s) de memoria del aparato 1106 (por ejemplo, mediante la ejecución de un código apropiado y/o mediante la configuración apropiada de los componentes de procesador).

**[98]** La FIG. 12 ilustra un aparato de dispositivo inalámbrico de ejemplo 1200 representado como una serie de módulos funcionales interrelacionados. Un módulo para identificar 1202 puede corresponder, al menos en algunos aspectos, a, por ejemplo, un sistema de procesamiento como el analizado en el presente documento. Un módulo para clasificar 1204 puede corresponder, al menos en algunos aspectos, a, por ejemplo, un sistema de procesamiento como el analizado en el presente documento. Un módulo para transmitir 1206 puede corresponder, al menos en algunos aspectos, a, por ejemplo, un dispositivo de comunicación como el analizado en el presente documento. Un módulo opcional para adaptar 1208 puede corresponder, al menos en algunos aspectos, a, por ejemplo, un sistema de procesamiento como el analizado en el presente documento.

**[99]** La FIG. 13 ilustra un aparato de dispositivo inalámbrico de ejemplo 1300 representado como una serie de módulos funcionales interrelacionados. Un módulo para determinar 1302 puede corresponder, al menos en algunos aspectos, a, por ejemplo, un sistema de procesamiento como el analizado en el presente documento. Un módulo para modificar 1304 puede corresponder, al menos en algunos aspectos, a, por ejemplo, un sistema de procesamiento como el analizado en el presente documento. Un módulo para transmitir 1306 puede corresponder, al menos en algunos aspectos, a, por ejemplo, un dispositivo de comunicación como el analizado en el presente documento.

**[100]** La FIG. 14 ilustra un aparato de dispositivo inalámbrico de ejemplo 1400 representado como una serie de módulos funcionales interrelacionados. Un módulo para recibir 1402 puede corresponder, al menos en algunos aspectos, a, por ejemplo, un dispositivo de comunicación como el analizado en el presente documento. Un módulo para filtrar 1404 puede corresponder, al menos en algunos aspectos, a, por ejemplo, un sistema de procesamiento como el analizado en el presente documento.

**[101]** La FIG. 15 ilustra un aparato de dispositivo inalámbrico de ejemplo 1500 representado como una serie de módulos funcionales interrelacionados. Un módulo para segregar 1502 puede corresponder, al menos en algunos aspectos, a, por ejemplo, un sistema de procesamiento como el analizado en el presente documento. Un módulo para asignar 1504 puede corresponder, al menos en algunos aspectos, a, por ejemplo, un sistema de procesamiento junto con un dispositivo de comunicación como el analizado en el presente documento. Un módulo para recibir 1506 puede corresponder, al menos en algunos aspectos, a, por ejemplo, un dispositivo de comunicación como el analizado en el presente documento.

**[102]** La funcionalidad de los módulos de las FIG. 12 a 15 puede implementarse de varias maneras conforme a las enseñanzas del presente documento. En algunos diseños, la funcionalidad de estos módulos se puede implementar como uno o más componentes eléctricos. En algunos diseños, la funcionalidad de estos bloques se puede implementar como un sistema de procesamiento que incluye uno o más componentes de procesador. En algunos diseños, la funcionalidad de estos módulos se puede implementar usando, por ejemplo, al menos una parte de uno o más circuitos integrados (por ejemplo, un ASIC). Como se ha analizado en el presente documento, un circuito integrado puede incluir un procesador, software, otros componentes relacionados, o alguna combinación de los mismos. Por lo tanto, la funcionalidad de diferentes módulos puede implementarse, por ejemplo, como subconjuntos diferentes de un circuito integrado, como subconjuntos diferentes de un conjunto de módulos de software, o una combinación de los mismos. Además, se apreciará que un subconjunto dado (por ejemplo, de un circuito integrado y/o de un conjunto de módulos de software) puede proporcionar al menos una parte de la funcionalidad para más de un módulo.

**[103]** Además, los componentes y funciones representados por las FIG. 12 a 15, así como otros componentes y funciones descritos en el presente documento, pueden implementarse usando cualquier medio adecuado. Dichos medios también pueden implementarse, al menos en parte, usando la estructura correspondiente tal como se explica en el presente documento. Por ejemplo, los componentes descritos anteriormente junto con los componentes del "módulo para" de las FIG. 12 a 15 también pueden corresponder a la funcionalidad de "medios para" designados de manera similar. Así pues, en algunos aspectos, uno o más de dichos medios pueden implementarse utilizando uno o más de los componentes de procesador, circuitos integrados u otra estructura adecuada como se explica en el presente documento.

**[104]** La FIG. 16 ilustra un entorno de sistema de comunicación de ejemplo en el que pueden incorporarse las explicaciones y estructuras de coexistencia del presente documento. El sistema de comunicación inalámbrica 1600, que se describirá al menos en parte como una red LTE con fines ilustrativos, incluye varios eNB 1610 y otras entidades de red. Cada uno de los eNB 1610 proporciona cobertura de comunicación para un área geográfica particular, tal como áreas de cobertura de macroceldas o de celdas pequeñas.

**[105]** En el ejemplo ilustrado, los eNB 1610A, 1610B y 1610C son eNB de macroceldas para las macroceldas 1602A, 1602B y 1602C, respectivamente. Las macroceldas 1602A, 1602B y 1602C pueden cubrir un área geográfica relativamente grande (por ejemplo, varios kilómetros de radio) y pueden permitir un acceso sin restricciones a UE con suscripción al servicio. El eNB 1610X es un eNB de celdas pequeñas particular denominado eNB de picoceldas para la picocelda 1602X. La picocelda 1602X puede cubrir un área geográfica relativamente pequeña y puede permitir un acceso sin restricciones a UE con suscripción al servicio. Los eNB 1610Y y 1610Z son celdas pequeñas particulares denominadas eNB de femtoceldas para las femtoceldas 1602Y y 1602Z, respectivamente. Las femtoceldas 1602Y y 1602Z pueden cubrir un área geográfica relativamente pequeña (por ejemplo, un hogar) y pueden permitir el acceso sin restricciones a UE (por ejemplo, cuando se hacen funcionar en un modo de acceso abierto) o el acceso restringido a UE que tienen una asociación con las femtoceldas (por ejemplo, UE en un grupo cerrado de abonados (CSG), UE para usuarios en el hogar, etc.), como se analiza con más detalle a continuación.

**[106]** La red inalámbrica 1600 también incluye una estación de retransmisión 1610R. Una estación de retransmisión es una estación que recibe una transmisión de datos y/u otra información desde una estación flujo arriba (por ejemplo, un eNB o un UE) y envía una transmisión de datos y/o de otra información a una estación flujo abajo (por ejemplo, un UE o un eNB). Una estación de retransmisión también puede ser un UE que retransmite transmisiones para otros UE (por ejemplo, un punto de concentración móvil). En el ejemplo mostrado en la FIG. 16, la estación de retransmisión 1610R se puede comunicar con el eNB 1610A y un UE 1620R con el fin de facilitar la comunicación entre el eNB 1610A y el UE 1620R. Una estación de retransmisión también puede denominarse eNB de retransmisión, repetidor, etc.

**[107]** La red inalámbrica 1600 es una red heterogénea en que incluye eNB de tipos diferentes, por ejemplo, macro eNB, pico eNB, femto eNB, retransmisores, etc. Como se ha analizado con más detalle anteriormente, estos tipos diferentes de eNB pueden tener niveles diferentes de potencia de transmisión, áreas de cobertura diferentes e impacto diferente en la interferencia en la red inalámbrica 1600. Por ejemplo, los macro eNB pueden tener un nivel de potencia de transmisión relativamente alto, mientras que los pico eNB, los femto eNB y los retransmisores pueden tener un nivel de potencia de transmisión inferior (por ejemplo, en un margen relativo, tal como una diferencia de 10 dBm o más).

**[108]** Volviendo a la FIG. 16, la red inalámbrica 1600 puede admitir un funcionamiento síncrono o asíncrono. En un funcionamiento síncrono, los eNB pueden tener una temporización de tramas similar, y las transmisiones desde diferentes eNB pueden estar aproximadamente alineadas en el tiempo. En un funcionamiento asíncrono, los eNB pueden tener temporización de tramas diferente, y las transmisiones desde diferentes eNB pueden no estar alineadas en el tiempo. Salvo que se indique lo contrario, las técnicas descritas en el presente documento se pueden utilizar tanto para el funcionamiento síncrono como para el funcionamiento asíncrono.

**[109]** Un controlador de red 1630 se puede acoplar a un conjunto de eNB y proporcionar coordinación y control para estos eNB. El controlador de red 1630 puede comunicarse con los eNB 1610 mediante una red de retorno. Los eNB 1610 también pueden comunicarse entre sí, por ejemplo, directa o indirectamente, a través de una red de retorno, inalámbrica o cableada.

**[110]** Como se muestra, los UE 1620 pueden estar dispersos por toda la red inalámbrica 1600, y cada UE puede ser estacionario o móvil, correspondiendo, por ejemplo, a un teléfono celular, un asistente digital personal (PDA), un módem inalámbrico, un dispositivo de comunicación inalámbrica, un dispositivo portátil, un ordenador portátil, un teléfono inalámbrico, una estación de bucle local inalámbrico (WLL) u otras entidades móviles. En la FIG. 16, una línea continua de doble flecha indica las transmisiones deseadas entre un UE y un eNB de servicio, que es un eNB designado para dar servicio al UE en el enlace descendente y/o en el enlace ascendente. Una línea discontinua de doble flecha indica las transmisiones potencialmente interferentes entre un UE y un eNB. Por ejemplo, el UE 1620Y puede estar cerca de los femto eNB 1610Y, 1610Z. Las transmisiones de enlace ascendente del UE 1620Y pueden interferir con los femto eNB 1610Y, 1610Z. Las transmisiones de enlace ascendente del UE 1620Y pueden interferir con los eNB 1610Y, 1610Z y degradar la calidad de recepción de otras señales de enlace ascendente a los femto eNB 1610Y, 1610Z.

**[111]** Los eNB de celdas pequeñas, tales como el eNB de picoceldas 1610X y los femto eNB 1610Y, 1610Z, pueden configurarse para admitir diferentes tipos de modos de acceso. Por ejemplo, en un modo de acceso abierto, un eNB de celdas pequeñas puede permitir que cualquier UE obtenga cualquier tipo de servicio a través de la celda pequeña. En un modo de acceso restringido (o cerrado), una celda pequeña puede permitir que solo los UE autorizados obtengan servicio a través de la celda pequeña. Por ejemplo, un eNB de celdas pequeñas puede permitir que solo los UE (por ejemplo, los denominados UE domésticos) que pertenezcan a un cierto grupo de abonados (por ejemplo, un CSG) obtengan servicio a través de la celda pequeña. En un modo de acceso híbrido, a los UE ajenos (por ejemplo, UE no domésticos, UE no CSG) se les puede dar acceso limitado a la celda pequeña. Por ejemplo, un macro UE que no pertenece al CSG de una celda pequeña puede tener acceso a la celda pequeña solo si hay suficientes recursos disponibles para todos los UE domésticos a los que la celda pequeña da servicio actualmente.

**[112]** A modo de ejemplo, el femto eNB 1610Y puede ser un femto eNB de acceso abierto sin asociaciones restringidas con UE. El femto eNB 1610Z puede ser un eNB de mayor potencia de transmisión desplegado inicialmente para proporcionar cobertura a un área. El femto eNB 1610Z se puede desplegar para cubrir una gran área de servicio. Al mismo tiempo, el femto eNB 1610Y puede ser un eNB de menor potencia de transmisión desplegado más tarde que el femto eNB 1610Z para proporcionar cobertura a un área de punto de concentración (por ejemplo, un estadio o palacio de deportes) para cargar tráfico desde uno o ambos del eNB 1610C y el eNB 1610Z.

**[113]** Debe entenderse que cualquier referencia a un elemento del presente documento a través de una designación tal como "primer", "segundo", etc., no limita, por lo general, la cantidad o el orden de esos elementos. En cambio, estas designaciones se pueden usar en el presente documento como un procedimiento conveniente para distinguir entre dos o más elementos o instancias de un elemento. Por tanto, una referencia a un primer y segundo elementos no significa que se puedan emplear solamente dos elementos o que el primer elemento deba preceder al segundo elemento de alguna manera. También, a menos que se indique lo contrario, un conjunto de elementos puede comprender uno o más elementos. Además, la terminología de la forma "al menos uno de A, B o C" o "uno o más de A, B o C" o "al menos uno del grupo que consiste en A, B y C" utilizada en la descripción o en las reivindicaciones significa "A o B o C o cualquier combinación de estos elementos". Por ejemplo, esta terminología puede incluir A, o B, o C, o A y B, o A y C, o A y B y C, o 2A, o 2B, o 2C, y así sucesivamente.

**[114]** A la vista de las descripciones y explicaciones anteriores, los expertos en la materia apreciarán, además, que los diversos bloques lógicos, módulos, circuitos y etapas de algoritmo ilustrativos descritos en relación con los aspectos divulgados en el presente documento pueden implementarse como hardware electrónico, software informático o combinaciones de ambos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y software, anteriormente se han descrito diversos componentes, bloques, módulos, circuitos y pasos ilustrativos, en general, en lo que respecta a su funcionalidad. Que dicha funcionalidad se implemente como hardware o software depende de la aplicación particular y de las restricciones de diseño impuestas al sistema global. Los expertos en la técnica pueden implementar la funcionalidad descrita de varias maneras para cada aplicación particular, pero no se debería interpretar que dichas decisiones de implementación suponen apartarse del alcance de la presente divulgación.

**[115]** En consecuencia, se apreciará, por ejemplo, que un aparato o cualquier componente de un aparato puede configurarse para (o puede funcionar o adaptarse para) proporcionar la funcionalidad que se explica en el presente documento. Esto se puede lograr, por ejemplo: produciendo (por ejemplo, fabricando) el aparato o componente para que proporcione la funcionalidad; programando el aparato o componente para que proporcione la funcionalidad; o mediante el uso de alguna otra técnica de implementación adecuada. Como un ejemplo, se puede fabricar un circuito integrado para proporcionar la funcionalidad requerida. Como otro ejemplo, se puede fabricar un circuito integrado para admitir la funcionalidad requerida y luego configurarse (por ejemplo, a través de la programación) para proporcionar la funcionalidad requerida. Como otro ejemplo más, un circuito de procesador puede ejecutar código para proporcionar la funcionalidad requerida.

**[116]** Además, los procedimientos, secuencias y/o algoritmos descritos en relación con los aspectos divulgados en el presente documento pueden realizarse directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador o en una combinación de los dos. Un módulo de software puede residir en una memoria RAM, una memoria flash, una memoria ROM, una memoria EPROM, una memoria EEPROM, registros, un disco duro, un disco extraíble, un CD-ROM o en cualquier otra forma de medio de almacenamiento conocida en la técnica. Un medio de almacenamiento a modo de ejemplo está acoplado al procesador de tal manera que el procesador pueda leer información del medio de almacenamiento y escribir información en el mismo. De forma alternativa, el medio de almacenamiento puede estar integrado en el procesador (por ejemplo, memoria caché).

**[117]** Por consiguiente, también se apreciará, por ejemplo, que ciertos aspectos de la divulgación pueden incluir un medio legible por ordenador que realiza un procedimiento para mitigar la interferencia entre tecnologías de acceso radio (RAT) que comparten el espectro de funcionamiento en una banda de frecuencias de radio sin licencia.

**[118]** Aunque la divulgación anterior muestra varios aspectos ilustrativos, debe observarse que pueden realizarse diversos cambios y modificaciones en los ejemplos ilustrados sin apartarse del alcance según se define en las reivindicaciones adjuntas. La presente divulgación no pretende limitarse solo a los ejemplos específicamente ilustrados. Por ejemplo, salvo que se indique lo contrario, las funciones, etapas y/o acciones de las reivindicaciones de procedimiento de acuerdo con los aspectos de la divulgación descritos en el presente documento no tienen que llevarse a cabo en un orden particular. Además, aunque ciertos aspectos pueden describirse o reivindicarse en singular, también se contempla el plural a no ser que se indique explícitamente la limitación al singular.

**REIVINDICACIONES**

- 5 **1.** Un procedimiento (700) de comunicación para mitigar la interferencia entre tecnologías de acceso radio, RAT, que comparten el espectro de funcionamiento en una banda de frecuencias de radio sin licencia, comprendiendo el procedimiento, en un aparato:
- 10 identificar (710) una próxima transmisión de señal asociada con una primera RAT, en la que la transmisión de señal está planificada para la transmisión en el espectro de funcionamiento compartido durante un período de transmisión;
- 15 determinar que un tipo de información contenida en la transmisión de señal se refiere a una clase de transmisión protegida, comprendiendo dicha clase de transmisión protegida al menos una de: señales de adquisición, señales del canal de acceso aleatorio, RACH, una última transmisión de petición de repetición automática híbrida, HARQ, una detección de canal limpio, CCA, un mensaje de radiolocalización, una indicación de alineación temporal, una señal de difusión que incluye un bloque de información del sistema SIB, una indicación de movilidad y traspaso, o una combinación de los mismos;
- 20 clasificar (720) la transmisión de señal como una transmisión protegida basándose en la determinación; y
- 25 transmitir (730) sobre el espectro de funcionamiento compartido, en respuesta a la clasificación, un mensaje de reserva de canal asociado con una segunda RAT para reservar al menos una parte del espectro de funcionamiento compartido durante al menos una parte del período de transmisión.
- 2.** El procedimiento, de acuerdo con la reivindicación 1, en el que:
- 30 la primera RAT comprende la tecnología de Evolución a Largo Plazo, LTE; y
- la segunda RAT comprende la tecnología Wi-Fi.
- 3.** El procedimiento, de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la transmisión se realiza a través de un segundo transceptor que funciona de acuerdo con la segunda RAT, estando el segundo transceptor coubicado con un primer transceptor que funciona de acuerdo con la primera RAT para enviar o recibir la transmisión de señal identificada.
- 35 **4.** El procedimiento, de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el mensaje de reserva de canal comprende al menos uno de un mensaje de Autoenvío de CTS, CTS2S, un mensaje de Petición de envío, RTS, o un mensaje de Libre para envío, CTS, definido por la segunda RAT.
- 40 **5.** El procedimiento, de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el mensaje de reserva de canal se transmite en un subconjunto de canales que representan menos que todos los canales definidos por la segunda RAT en la banda sin licencia.
- 45 **6.** El procedimiento, de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:
- supervisar, en el espectro de funcionamiento compartido, señalización que está asociada con la segunda RAT;
- 50 determinar una métrica de interferencia para la segunda RAT basándose en la señalización supervisada; y
- adaptar la transmisión del mensaje de reserva de canal basándose en la métrica de interferencia.
- 55 **7.** El procedimiento, de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la adaptación se basa adicionalmente en uno o más de: una calidad del canal esperada para recibir la próxima transmisión de señal, una proximidad del receptor, un historial de éxito o fallo asociado con la recepción de señales anteriores, un historial de adquisición del sistema, una frecuencia del período de transmisión, o una combinación de los mismos de la próxima transmisión de señal asociada con la primera RAT.
- 60 **8.** El procedimiento, de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la identificación, la clasificación y la transmisión se realizan mediante un dispositivo de usuario, y en el que:
- 65 la identificación comprende supervisar, en el dispositivo del usuario, la información del sistema transmitida por una estación base, y

la clasificación comprende determinar el estado de protección basándose en la información del sistema.

- 5       **9.** El procedimiento, de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el estado de protección se indica directamente mediante la información del sistema desde la estación base.
- 10       **10.** El procedimiento, de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el estado de protección se deduce indirectamente mediante el dispositivo de usuario a partir de la información del sistema de la estación de base.
- 15       **11.** El procedimiento, de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la identificación, la clasificación y la transmisión se realizan mediante una estación base, y en el que:  
la identificación comprende consultar, en la estación base, información del planificador relacionada con la próxima señalización, y  
la clasificación comprende determinar el estado de protección basándose en la información del planificador.
- 20       **12.** Un aparato (1200) para comunicación para mitigar la interferencia entre tecnologías de acceso radio, RAT, que comparten el espectro de funcionamiento en una banda de frecuencias de radio sin licencia, comprendiendo el aparato:  
medios (1202) para identificar una próxima transmisión de señal asociada con una primera RAT, en la que la transmisión de señal está planificada para la transmisión en el espectro de funcionamiento compartido durante un período de transmisión;  
medios para determinar que un tipo de información contenida en la transmisión de señal se refiere a una clase de transmisión protegida, comprendiendo dicha clase de transmisión protegida al menos una de: señales de adquisición, señales del canal de acceso aleatorio, RACH, una última transmisión de petición de repetición automática híbrida, HARQ, una detección de canal limpio, CCA, un mensaje de radiolocalización, una indicación de alineación temporal, una señal de difusión que incluye un bloque de información del sistema SIB, una indicación de movilidad y traspaso, o una combinación de los mismos;  
medios (1204) para clasificar la transmisión de señal como una transmisión protegida basándose en la determinación; y  
medios (1206) para transmitir sobre el espectro de funcionamiento compartido, en respuesta a la clasificación, un mensaje de reserva de canal asociado con una segunda RAT para reservar al menos una parte del espectro de funcionamiento compartido durante al menos una parte del período de transmisión.
- 45       **13.** Un medio legible por ordenador (1140) que comprende instrucciones que, cuando se ejecutan mediante un procesador (1134), hacen que el procesador (1134) realice operaciones de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.

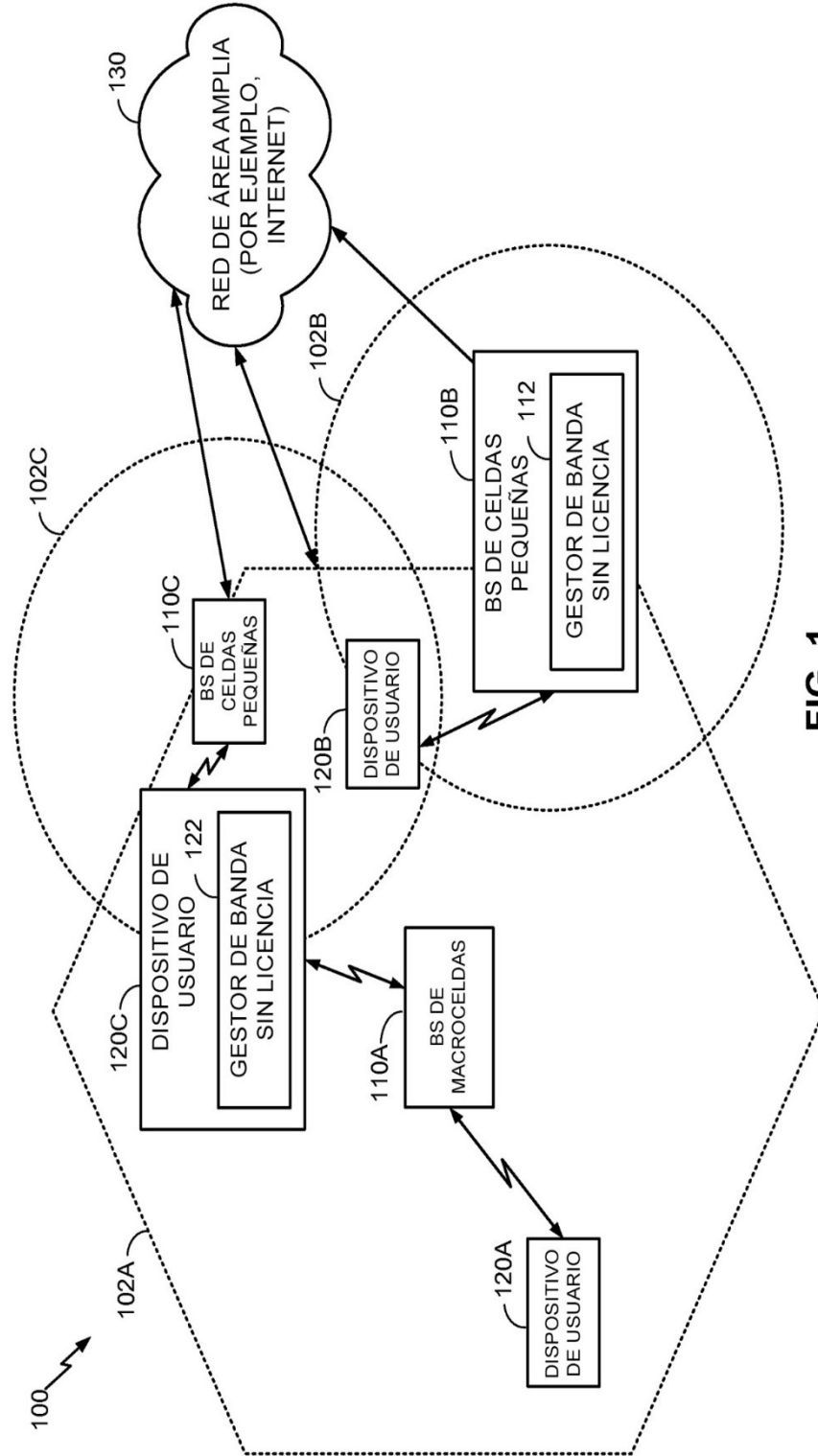
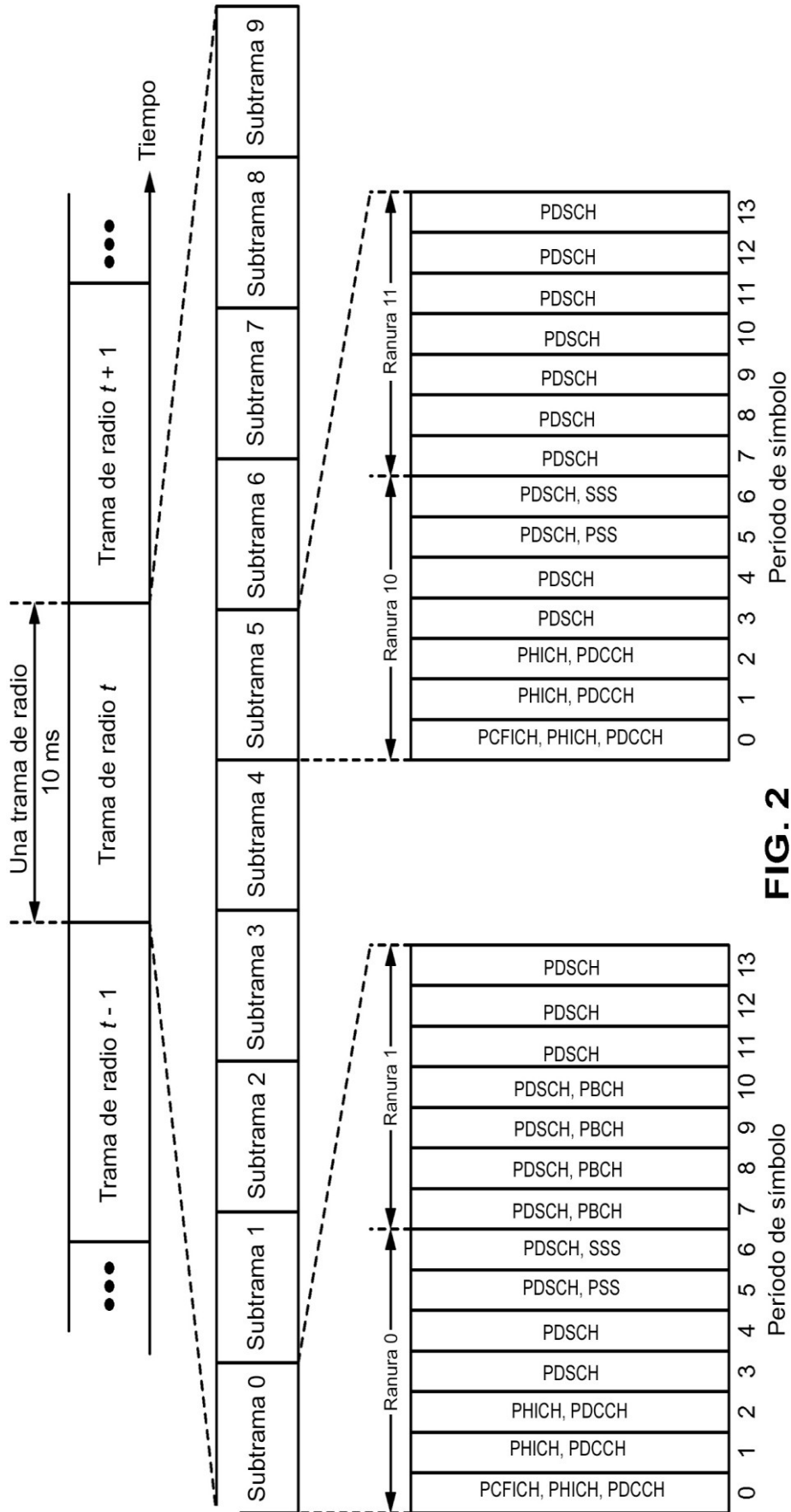


FIG. 1



**FIG. 2**

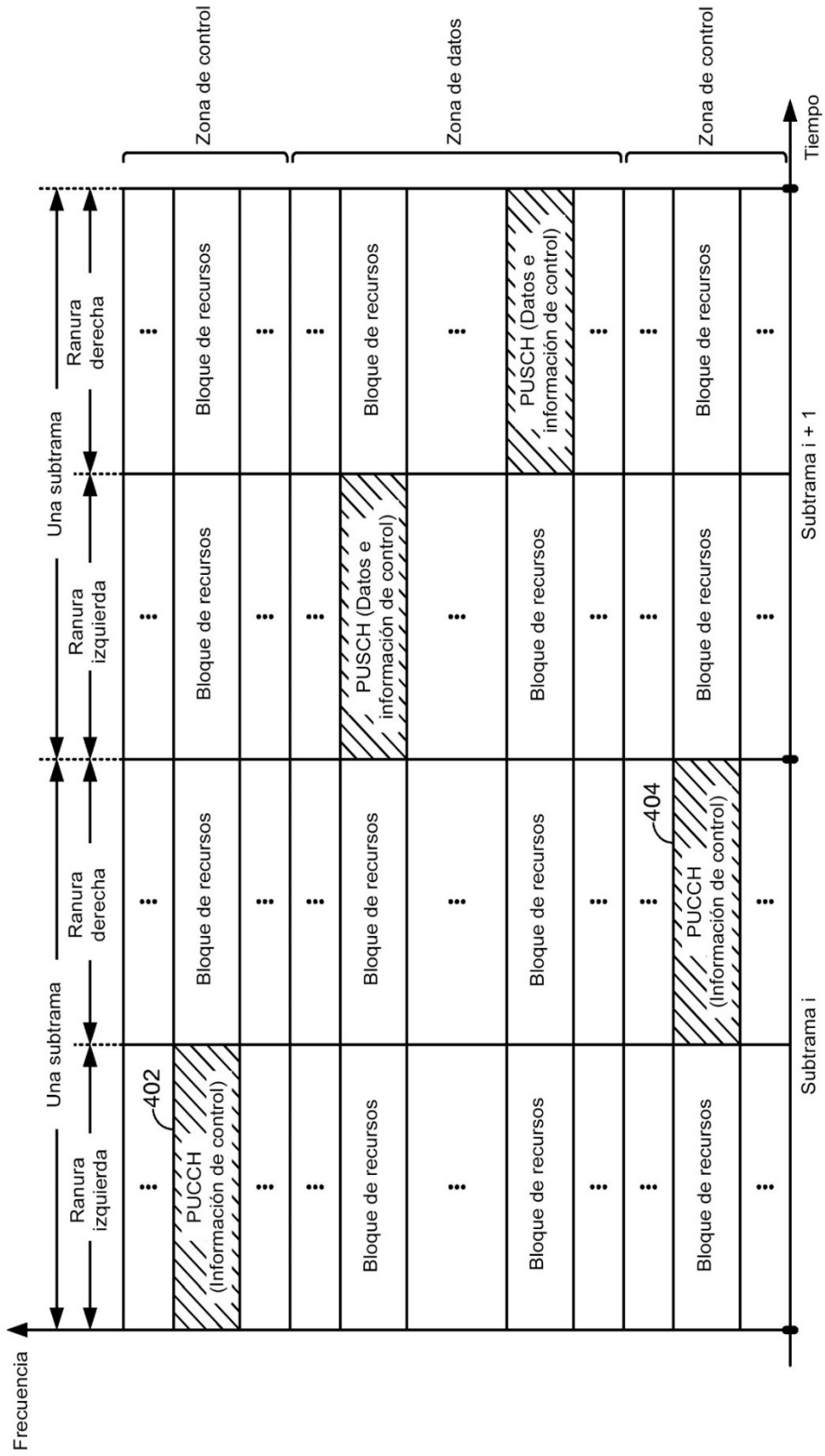


FIG. 3



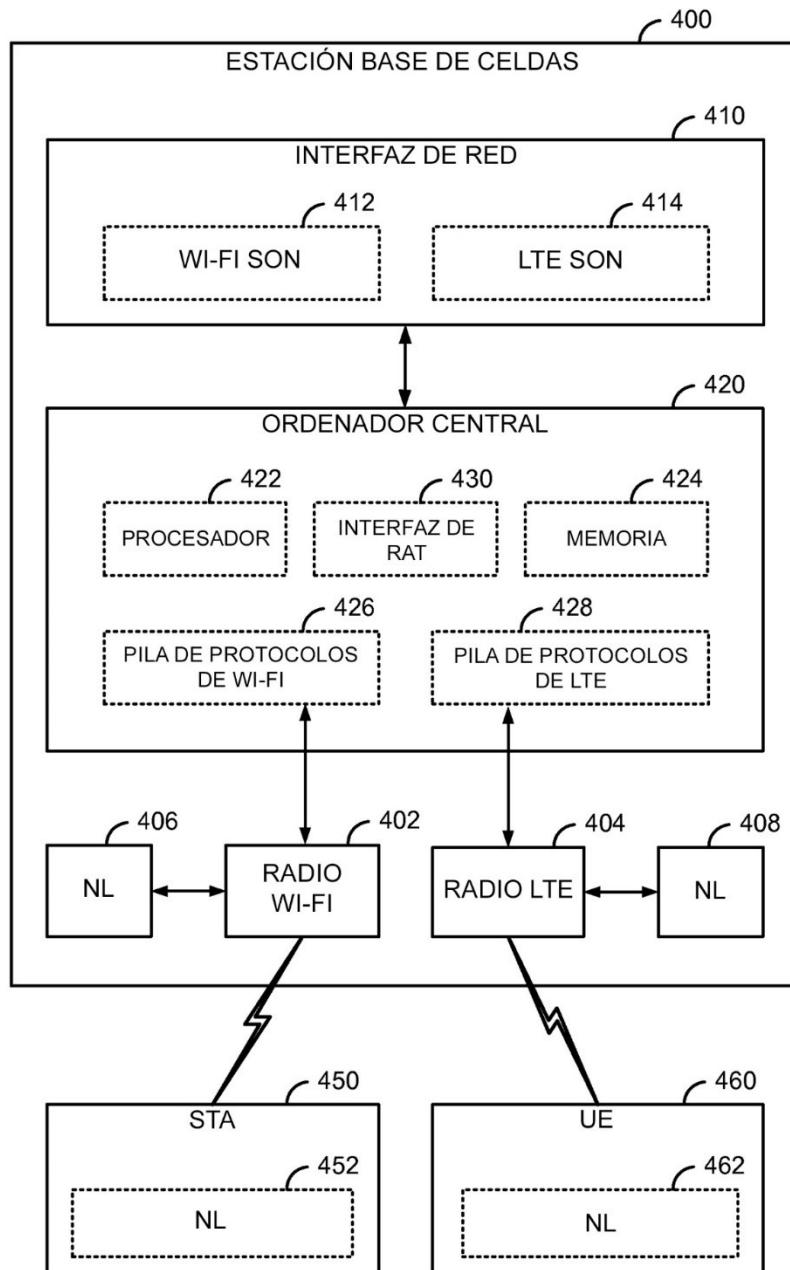


FIG. 4

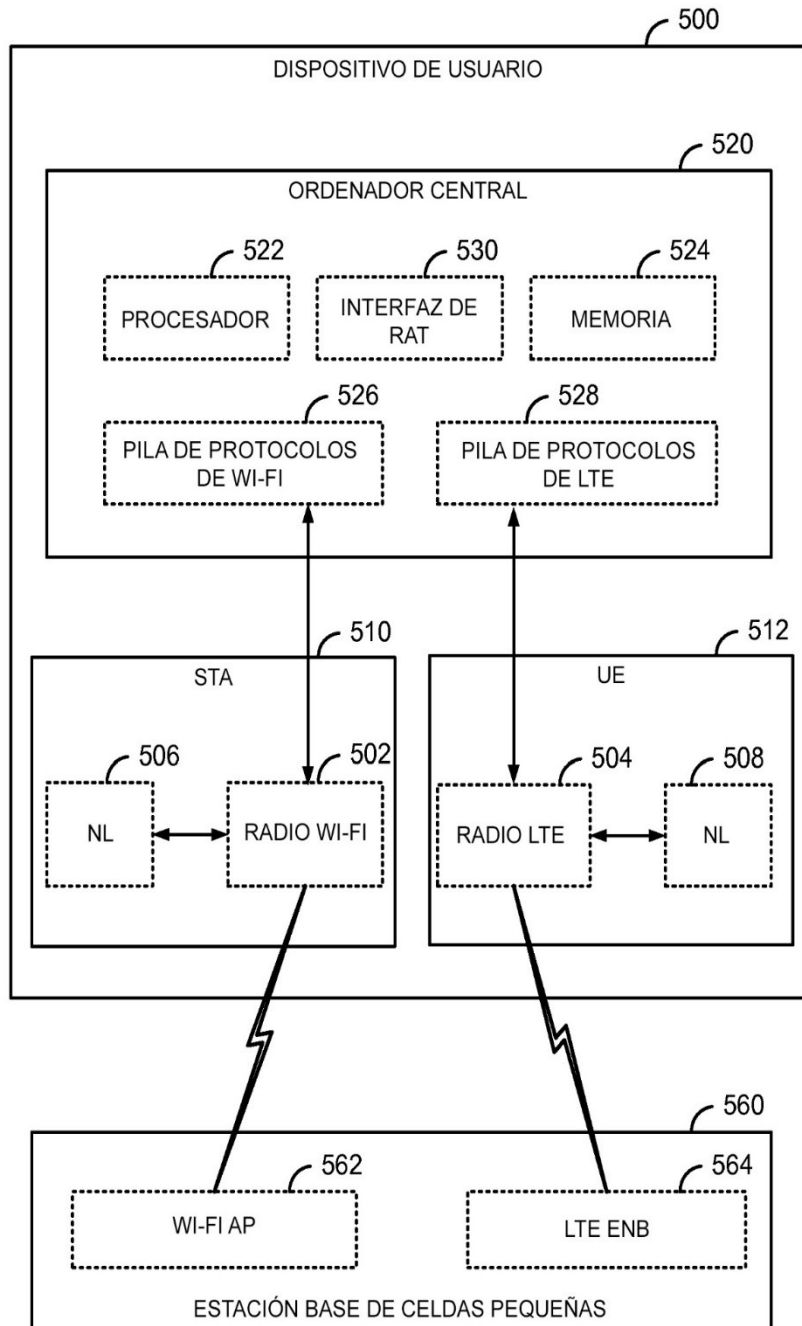
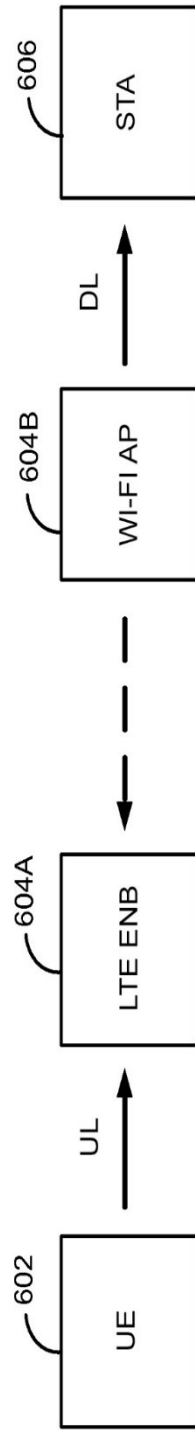


FIG. 5



**FIG. 6**

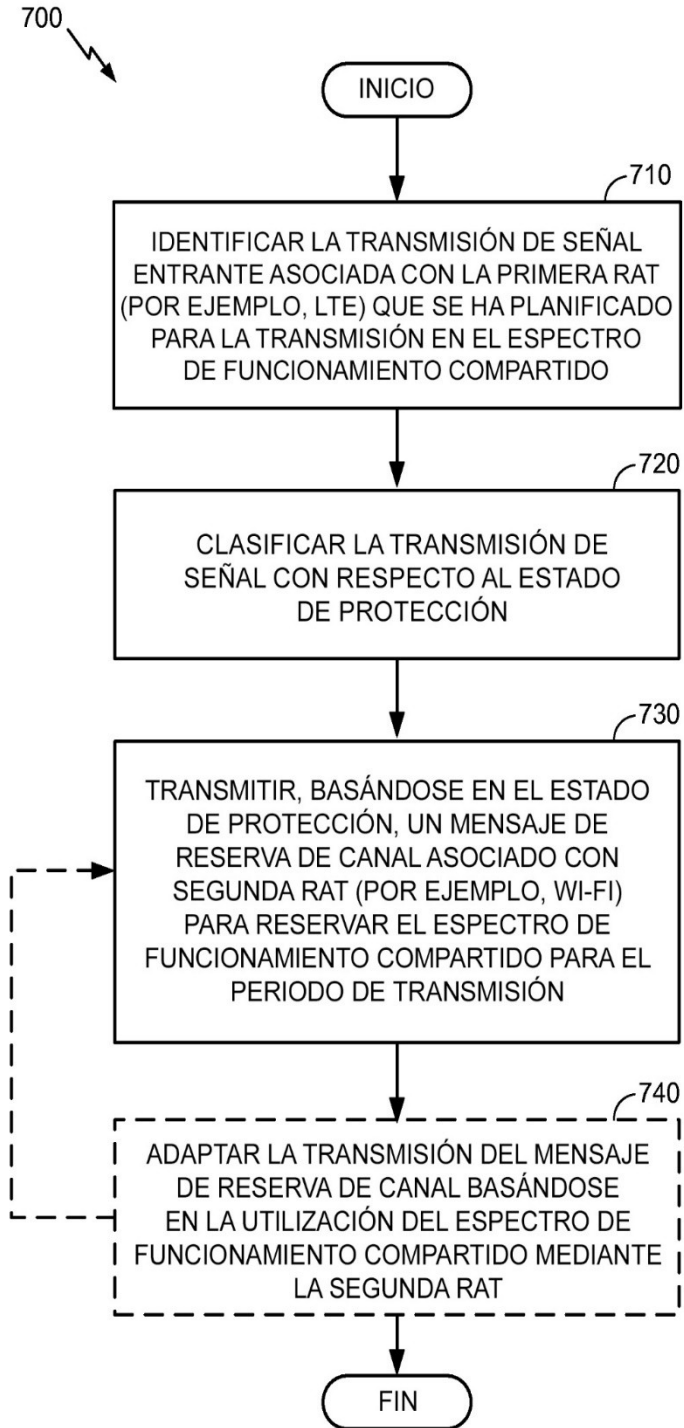
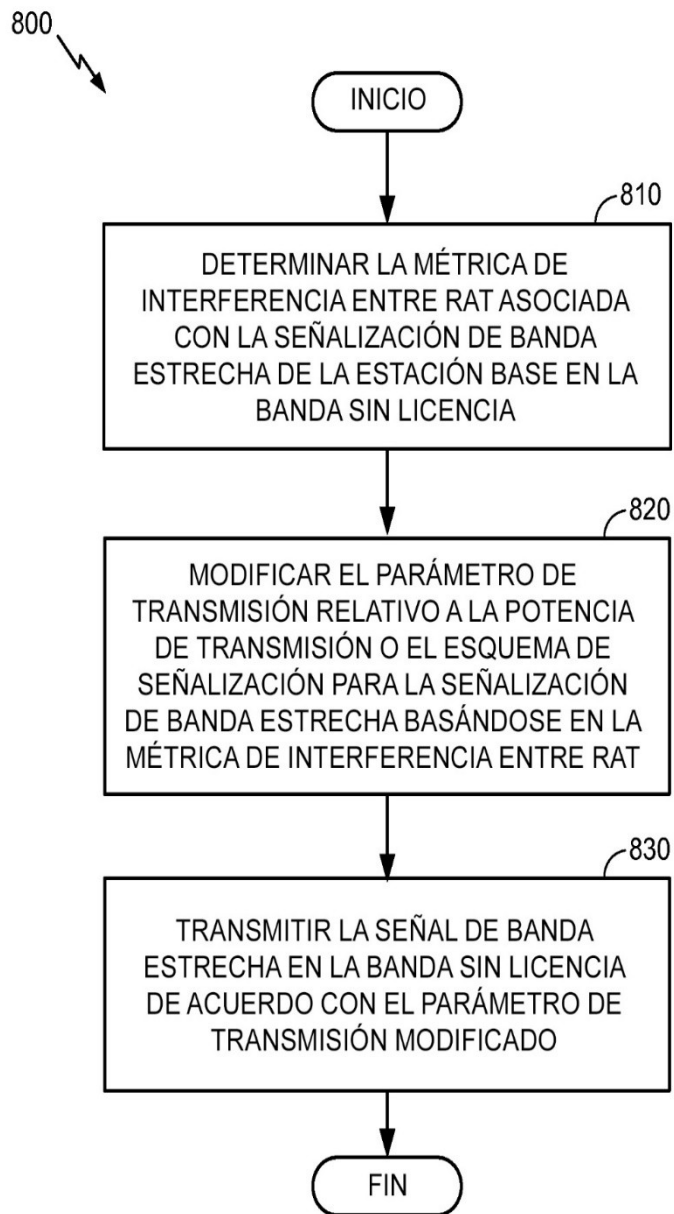
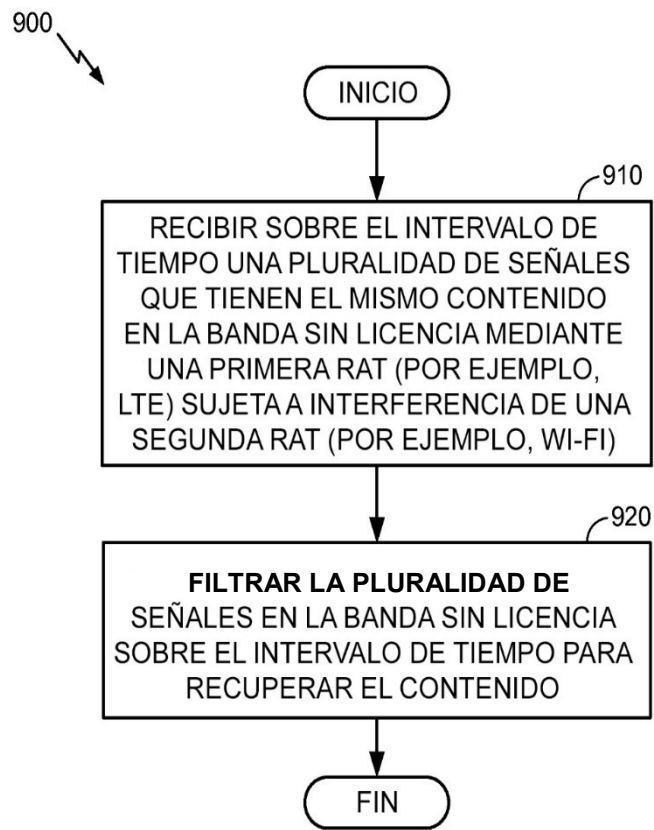


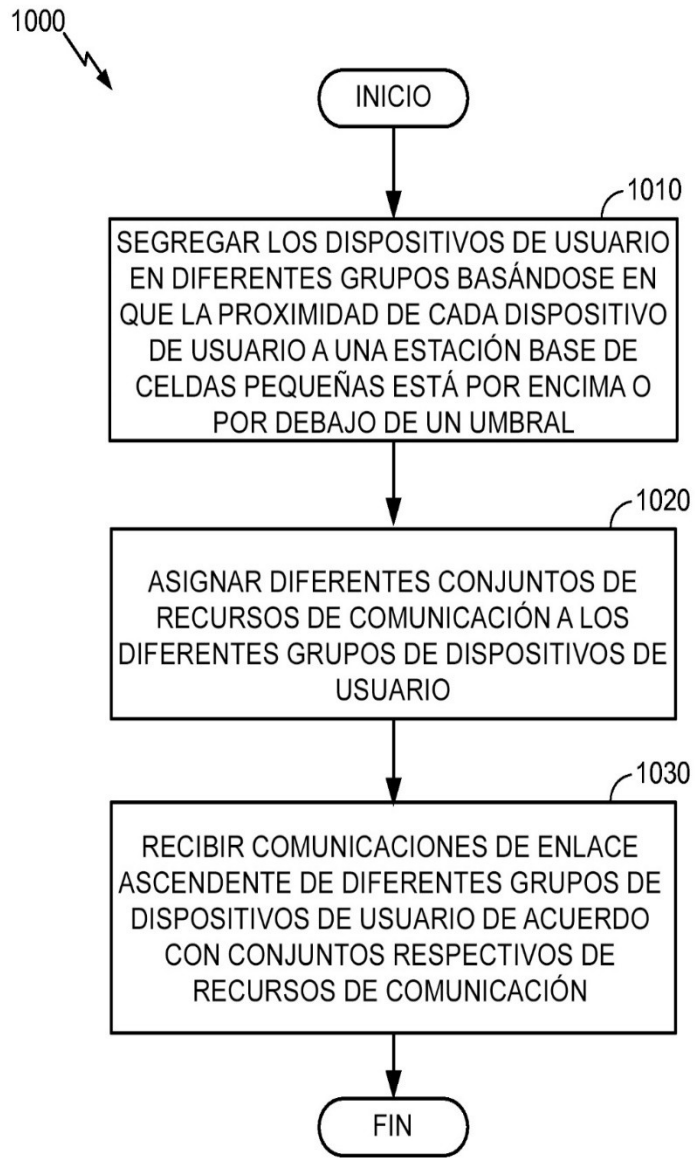
FIG. 7



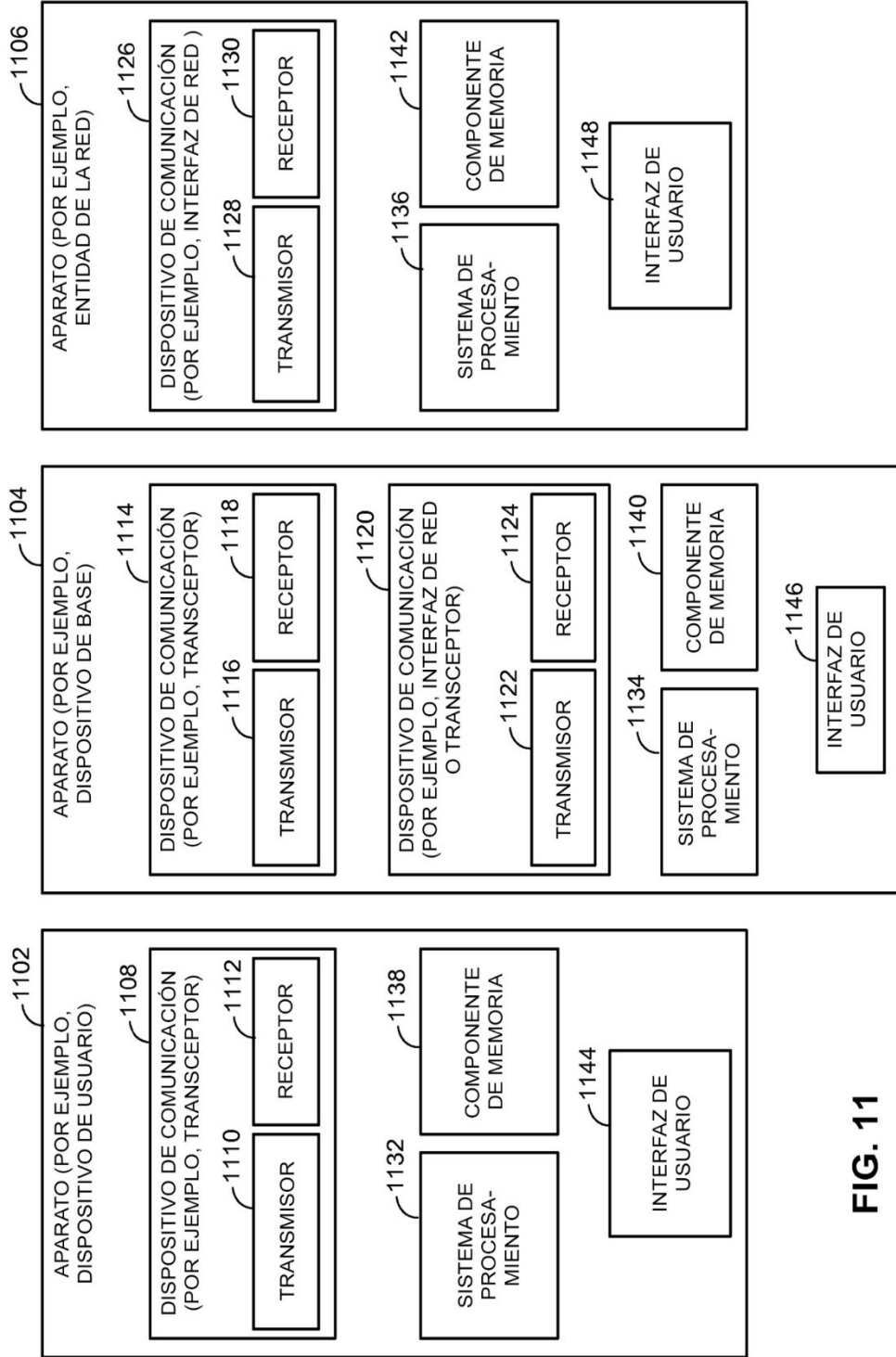
**FIG. 8**



**FIG. 9**



**FIG. 10**



**FIG. 11**



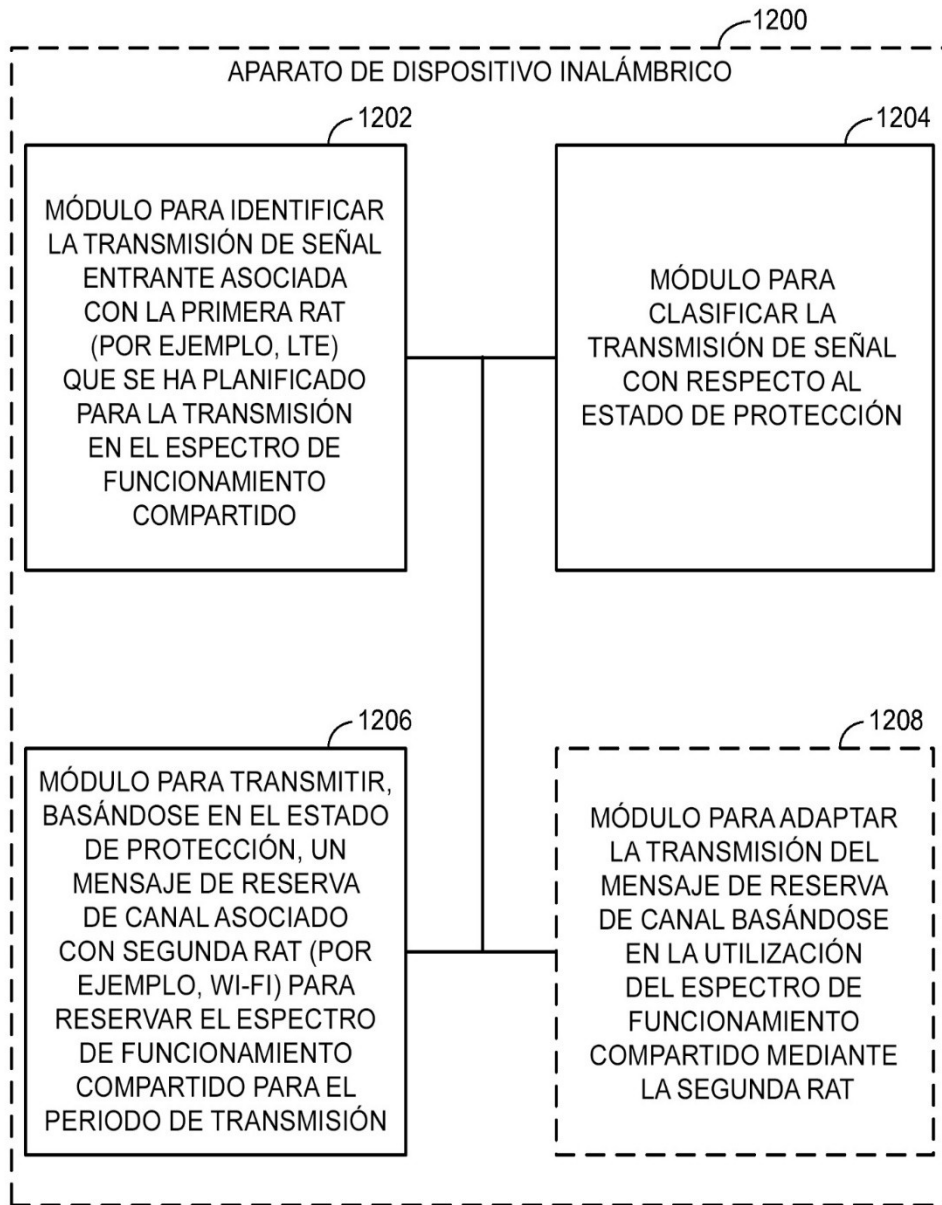


FIG. 12

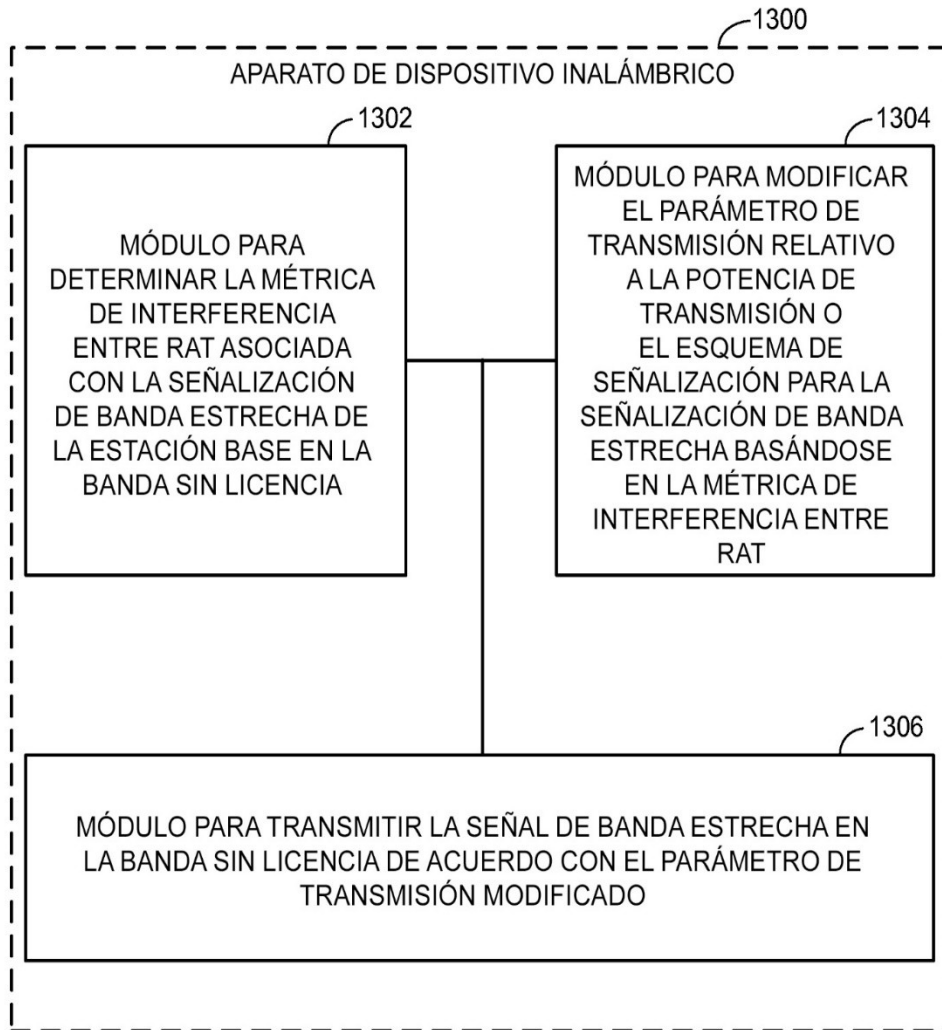
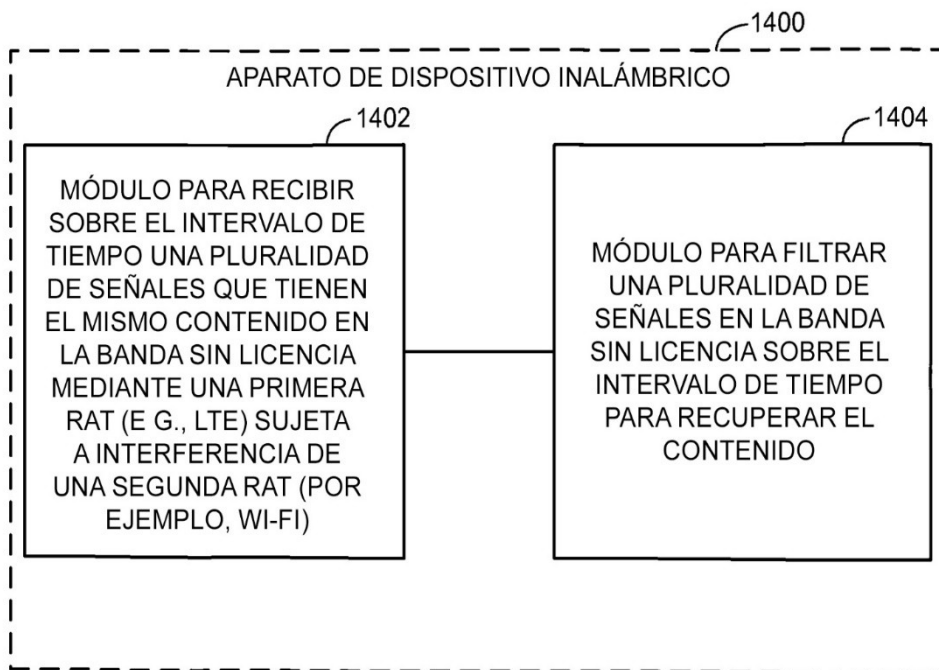


FIG. 13



**FIG. 14**

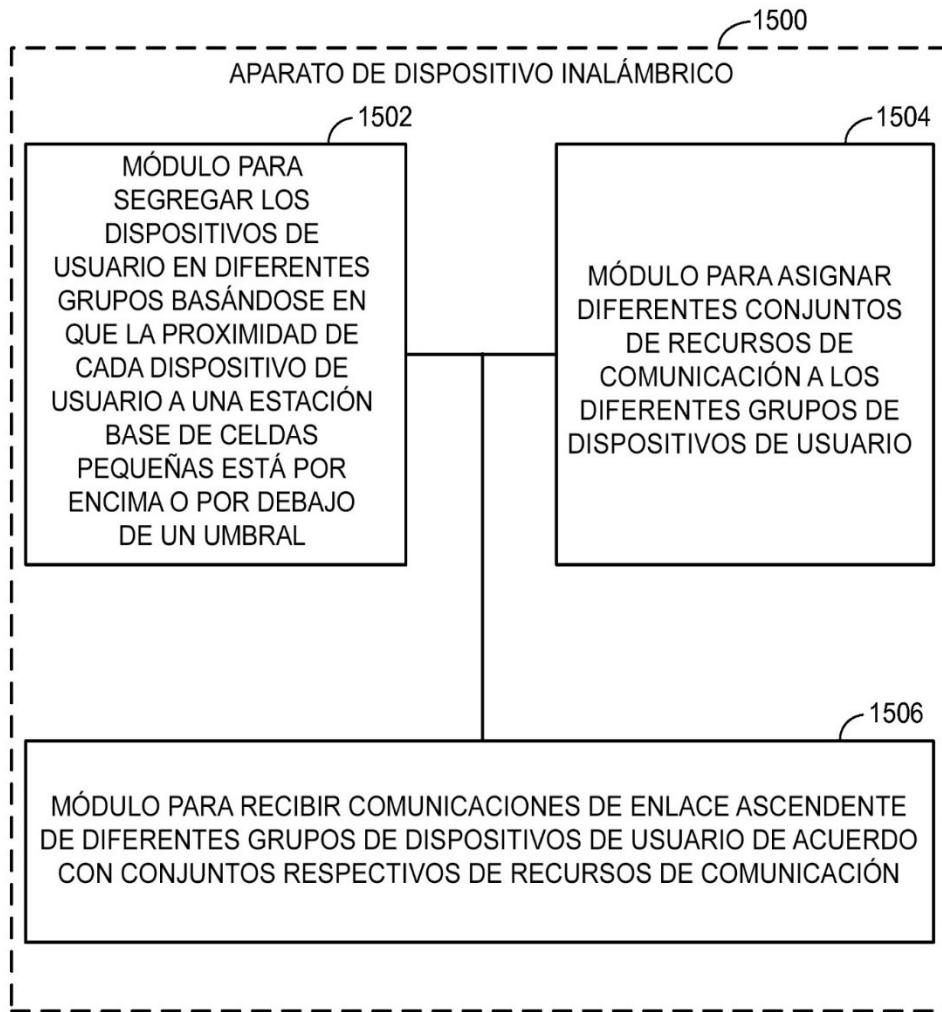


FIG. 15

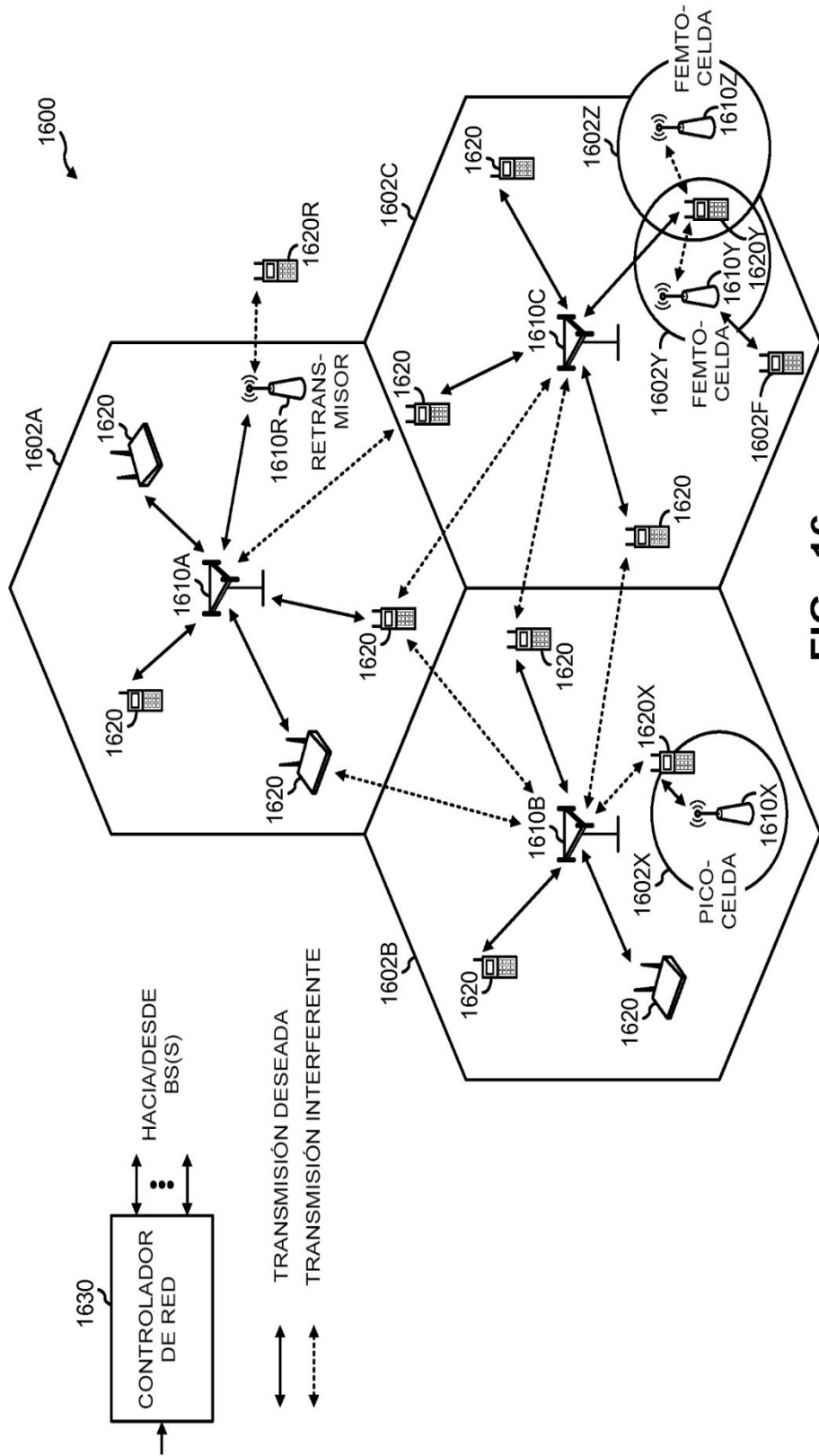


FIG. 16