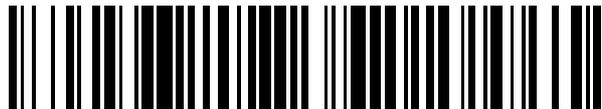


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 648 789**

51 Int. Cl.:

H04W 72/08	(2006.01)
H04W 74/08	(2006.01)
H04L 5/00	(2006.01)
H04L 5/14	(2006.01)
H04L 27/00	(2006.01)
H04L 27/26	(2006.01)
H04W 74/00	(2006.01)
H04W 88/06	(2006.01)
H04W 88/08	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.05.2014 PCT/US2014/038762**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **27.11.2014 WO14189909**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.05.2014 E 14737061 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.08.2017 EP 3000253**

54 Título: **Esquema de conmutación para comunicación inalámbrica en espectro sin licencia**

30 Prioridad:

20.05.2013 US 201361825459 P
19.05.2014 US 201414281615

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.01.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

BHUSHAN, NAGA;
MALLADI, DURGA PRASAD;
WEI, YONGBIN;
GAAL, PETER;
LUO, TAO;
JI, TINGFANG;
HORN, GAVIN BERNARD;
CHEN, WANSHI y
DAMNJANOVIC, ALEKSANDAR

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 648 789 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

Esquema de conmutación para comunicación inalámbrica en espectro sin licencia

5 REFERENCIAS CRUZADAS

ANTECEDENTES

10 [0001] Las redes de comunicaciones inalámbricas están ampliamente desplegadas para proporcionar diversos servicios de comunicaciones, tales como voz, vídeo, datos por paquetes, mensajería, radiodifusión y similares. Estas redes inalámbricas pueden ser redes de acceso múltiple capaces de dar soporte a múltiples usuarios compartiendo los recursos de la red disponibles.

15 [0002] Una red de comunicación inalámbrica puede incluir varias estaciones base o nodos B que pueden soportar una comunicación para varios equipos de usuario (UE). Un UE puede comunicarse con una estación base a través del enlace descendente y el enlace ascendente. El enlace descendente (o enlace directo) se refiere al enlace de comunicación desde la estación base hasta el UE, y el enlace ascendente (o enlace inverso) se refiere al enlace de comunicación desde el UE hasta la estación base.

20 [0003] A medida que las redes de comunicaciones inalámbricas se congestionan más, los operadores están empezando a buscar formas de aumentar la capacidad. Un enfoque puede ser utilizar redes de área local inalámbricas (WLAN) para descargar parte del tráfico y/o señalización. Las redes WLAN (o redes WiFi) son atractivas porque, a diferencia de las redes celulares que operan en un espectro con licencia, en general operan en un espectro sin licencia. Además, se está asignando un espectro cada vez mayor para el acceso sin licencia, haciendo más atractiva la opción de descarga de tráfico y/o señalización a las WLAN. Este enfoque, sin embargo, puede proporcionar una solución parcial al problema de congestión, ya que las WLAN tienden a utilizar el espectro de manera menos eficiente que las redes celulares. Además, las regulaciones y protocolos implicados en las WLAN son diferentes de los de las redes celulares. Por lo tanto, el espectro sin licencia puede seguir siendo una opción razonable para reducir la congestión si se puede utilizar de manera más eficiente y de acuerdo con los requisitos reglamentarios.

El documento WO2012/10148 describe un aparato y un procedimiento para la coexistencia de sistemas de radio en portadoras secundarias.

35 RESUMEN

[0004] Se describe un procedimiento, un aparato y un producto de programa informático en el que puede utilizarse un espectro sin licencia para comunicaciones 3GPP Long Term Evolution (LTE), de acuerdo con las reivindicaciones 1, 8, 15, respectivamente. Se pueden soportar varios escenarios de despliegue incluyendo un modo de enlace descendente suplementario en el que la capacidad de enlace descendente LTE en un espectro con licencia puede descargarse a un espectro sin licencia. Puede utilizarse un modo de agregación de portadora para descargar tanto la capacidad de enlace descendente como de enlace ascendente LTE desde un espectro con licencia a un espectro sin licencia. En un modo autónomo, las comunicaciones de enlace descendente y enlace ascendente LTE entre una estación base (por ejemplo, un nodo evolucionado B (eNB)) y un UE pueden tener lugar en un espectro sin licencia. Las estaciones base, así como los UE, pueden soportar uno o más de estos modos o similares. Se pueden utilizar señales de comunicaciones de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA) para comunicaciones de enlace descendente LTE en un espectro sin licencia, mientras que se pueden utilizar señales de comunicaciones de acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única (SC-FDMA) para comunicaciones de enlace ascendente LTE en un espectro sin licencia. El uso de LTE configurado para un espectro sin licencia puede denominarse LTE sin licencia o LTE-U.

[0005] En un primer conjunto de ejemplos ilustrativos, se describe un procedimiento para comunicaciones inalámbricas. En un ejemplo, el procedimiento incluye realizar una evaluación de canales despejados (CCA) para un espectro sin licencia en un intervalo de conmutación actual para determinar si el espectro sin licencia está disponible para una transmisión en un siguiente intervalo de transmisión y desactivar la conmutación de la transmisión en el espectro sin licencia durante el siguiente intervalo de transmisión cuando la determinación sea que el espectro sin licencia no está disponible. En algunos modos de realización, la transmisión incluye una transmisión de enlace descendente o una transmisión de enlace ascendente. En algunos modos de realización, el procedimiento incluye sincronizar el rendimiento de la CCA a través de una pluralidad de aparatos. En algunos modos de realización, la pluralidad de aparatos incluye una pluralidad de eNB. En algunos modos de realización, el procedimiento incluye sincronizar el rendimiento de la CCA a través de una pluralidad de eNB de diferentes operadores. En algunos modos de realización, la CCA se realiza durante una última sub-trama del intervalo de conmutación actual. En algunos modos de realización, la CCA se realiza durante una primera sub-trama del intervalo de conmutación actual.

65 [0006] En un segundo conjunto de ejemplos ilustrativos, se describe un aparato para comunicaciones inalámbricas. En un ejemplo, el aparato incluye medios para realizar una CCA para un espectro sin licencia en un intervalo de

conmutación actual para determinar si el espectro sin licencia está disponible para una transmisión en un siguiente intervalo de transmisión y medios para desactivar la conmutación de la transmisión en el espectro sin licencia durante el siguiente intervalo de transmisión cuando la determinación sea que el espectro sin licencia no está disponible. En algunos modos de realización, la transmisión incluye una transmisión de enlace descendente o una transmisión de enlace ascendente. En algunos modos de realización, el aparato incluye medios para sincronizar el funcionamiento de la CCA a través de una pluralidad de aparatos. En algunos modos de realización, la pluralidad de aparatos incluye una pluralidad de eNB. En algunos modos de realización, el aparato incluye medios para sincronizar el rendimiento de la CCA a través de una pluralidad de eNB de diferentes operadores. En algunos modos de realización, la CCA se realiza durante una última sub-trama del intervalo de conmutación actual. En algunos modos de realización, la CCA se realiza durante una primera sub-trama del intervalo de conmutación actual.

[0007] En un tercer conjunto de ejemplos ilustrativos, se describe otro aparato para comunicaciones inalámbricas. En un ejemplo, el aparato incluye un procesador, memoria en comunicación electrónica con el procesador, e instrucciones almacenadas en la memoria. Las instrucciones pueden ser ejecutables mediante el procesador para realizar CCA para un espectro sin licencia en un intervalo de conmutación actual para determinar si el espectro sin licencia está disponible para una transmisión en un siguiente intervalo de transmisión y desactivar la conmutación de la transmisión en el espectro sin licencia durante el siguiente intervalo de transmisión cuando la determinación es que el espectro sin licencia no está disponible. En algunos modos de realización, la transmisión incluye una transmisión de enlace descendente o una transmisión de enlace ascendente. En algunos modos de realización, las instrucciones son ejecutables mediante el procesador para sincronizar el rendimiento de la CCA a través de una pluralidad de aparatos. En algunos modos de realización, la pluralidad de aparatos incluye una pluralidad de eNB. En algunos modos de realización, las instrucciones son ejecutables mediante el procesador para sincronizar el rendimiento de la CCA a través de una pluralidad de eNB de diferentes operadores. En algunos modos de realización, la CCA se realiza durante una última sub-trama del intervalo de conmutación actual. En algunos modos de realización, la CCA se realiza durante una primera sub-trama del intervalo de conmutación actual.

[0008] En un cuarto conjunto de ejemplos ilustrativos, se describe un producto de programa informático para comunicaciones mediante un aparato de comunicaciones inalámbricas en un sistema de comunicaciones inalámbricas. En un ejemplo, el producto de programa informático incluye un medio no transitorio legible por ordenador que almacena instrucciones ejecutables mediante un procesador para hacer que el aparato de comunicaciones inalámbricas realice CCA para un espectro sin licencia en un intervalo de conmutación actual para determinar si el espectro sin licencia está disponible para una transmisión en un intervalo de transmisión siguiente y desactivar la conmutación de la transmisión en el espectro sin licencia durante el siguiente intervalo de transmisión cuando la determinación sea que el espectro sin licencia no está disponible. En algunos modos de realización, la transmisión incluye una transmisión de enlace descendente o una transmisión de enlace ascendente. En algunos modos de realización, las instrucciones son ejecutables mediante el procesador para hacer que el aparato de comunicaciones inalámbricas sincronice el rendimiento de la CCA a través de una pluralidad de aparatos. En algunos modos de realización, la pluralidad de aparatos incluye una pluralidad de eNB. En algunos modos de realización, las instrucciones son ejecutables mediante el procesador para hacer que el aparato de comunicaciones inalámbricas sincronice el rendimiento de la CCA a través de una pluralidad de eNB de diferentes operadores. En algunos modos de realización, la CCA se realiza durante una última sub-trama del intervalo de conmutación actual. En algunos modos de realización, la CCA se realiza durante una primera sub-trama del intervalo de conmutación actual.

[0009] Lo anterior ha explicado resumidamente, algo vagamente, las características y las ventajas técnicas de ejemplos de acuerdo con la divulgación con el fin de que pueda entenderse mejor la descripción detallada siguiente. A continuación se describirán características y ventajas adicionales. La concepción y los ejemplos específicos divulgados se pueden utilizar fácilmente como base para modificar o diseñar otras estructuras para llevar a cabo los mismos propósitos de la presente divulgación. Dichas construcciones equivalentes no se apartan del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Las características que se cree que son características de los conceptos divulgados en el presente documento, tanto en lo que respecta a su organización como al procedimiento de funcionamiento, junto con las ventajas asociadas, se comprenderán mejor a partir de la siguiente descripción cuando se consideren en relación con las figuras adjuntas. Cada una de las figuras se proporciona solo con fines de ilustración y descripción, y no como una definición de los límites de las reivindicaciones.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0010] Se puede lograr una mayor comprensión de la naturaleza y de las ventajas de la presente divulgación tomando como referencia los siguientes dibujos. En las figuras adjuntas, componentes o características similares pueden tener la misma etiqueta de referencia. Además, se pueden distinguir diversos componentes del mismo tipo añadiendo a la etiqueta de referencia un guion y una segunda etiqueta que distinga los componentes similares. Si solo se utiliza la primera etiqueta de referencia en la memoria descriptiva, la descripción se puede aplicar a cualquiera de los componentes similares que tenga la misma primera etiqueta de referencia, independientemente de la segunda etiqueta de referencia.

La FIG. 1 muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de un sistema de comunicaciones inalámbricas, de

acuerdo con varios modos de realización;

- 5 La FIG. 2A muestra un diagrama que ilustra ejemplos de escenarios de despliegue para usar LTE en un espectro sin licencia de acuerdo con varios modos de realización;
- La FIG. 2B muestra un diagrama que ilustra otro ejemplo de un escenario de despliegue para usar LTE en un espectro sin licencia de acuerdo con varios modos de realización;
- 10 La FIG. 3 muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de agregación de portadora cuando se utiliza LTE simultáneamente en espectro con licencia y sin licencia de acuerdo con varios modos de realización;
- La FIG. 4A es un diagrama de flujo de un ejemplo de un procedimiento para el uso simultáneo de LTE en espectro con licencia y sin licencia en una estación base de acuerdo con varios modos de realización;
- 15 La FIG. 4B es un diagrama de flujo de otro ejemplo de un procedimiento para el uso simultáneo de LTE en espectro con licencia y sin licencia en una estación base de acuerdo con varios modos de realización;
- La FIG. 5A es un diagrama de flujo de un ejemplo de un procedimiento para el uso simultáneo de LTE en espectro con licencia y sin licencia en un UE de acuerdo con varios modos de realización;
- 20 La FIG. 5B es un diagrama de flujo de otro ejemplo de un procedimiento para el uso simultáneo de LTE en espectro con licencia y sin licencia en un UE de acuerdo con varios modos de realización;
- La FIG. 6A muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de una estructura de conmutación periódica alineada con una estructura de trama periódica de acuerdo con varios modos de realización;
- 25 La FIG. 6B muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de una estructura de conmutación periódica que es la mitad de una estructura de trama periódica de acuerdo con varios modos de realización;
- 30 La FIG. 6C muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de una estructura de conmutación periódica que es dos veces una estructura de trama periódica de acuerdo con varios modos de realización;
- La FIG. 6D muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de una estructura de conmutación periódica que es más pequeña que una estructura de trama periódica de acuerdo con varios modos de realización;
- 35 La FIG. 7A muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de una forma de onda de estructura de conmutación periódica de acuerdo con varios modos de realización;
- La FIG. 7B muestra un diagrama que ilustra otro ejemplo de una forma de onda de estructura de conmutación periódica de acuerdo con varios modos de realización;
- 40 La FIG. 8 es un diagrama de flujo de un ejemplo de un procedimiento para sincronizar una estructura de conmutación periódica con una estructura de trama periódica de acuerdo con varios modos de realización;
- 45 La FIG. 9A muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de una sub-trama S' en una estructura de conmutación periódica de acuerdo con varios modos de realización;
- La FIG. 9B muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de opciones de colocación para ranuras de evaluación de canales despejados (CCA) en una sub-trama S' de acuerdo con varios modos de realización;
- 50 La FIG. 9C muestra un diagrama que ilustra otro ejemplo de una sub-trama S' en una estructura de conmutación periódica de acuerdo con varios modos de realización;
- La FIG. 9D muestra un diagrama que ilustra otro ejemplo de una sub-trama S' en una estructura de conmutación periódica de acuerdo con varios modos de realización;
- 55 La FIG. 10A muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de conmutación cuando la evaluación del uso del canal ocurre al final de un intervalo de conmutación previo de acuerdo con varios modos de realización;
- 60 La FIG. 10B muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de conmutación cuando la evaluación del uso del canal ocurre al comienzo de un intervalo de conmutación previo de acuerdo con varios modos de realización;
- La FIG. 10C muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de conmutación en respuesta a la actividad de transmisión WiFi de acuerdo con varios modos de realización;
- 65 La FIG. 10D muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de una forma de onda de estructura de conmutación

periódica con 14 símbolos de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) de acuerdo con varios modos de realización;

5 La FIG. 10E muestra un diagrama que ilustra otro ejemplo de una forma de onda de estructura de conmutación periódica con 14 símbolos OFDM de acuerdo con varios modos de realización;

La FIG. 10F muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de una forma de onda de estructura de conmutación periódica con dos sub-tramas de acuerdo con varios modos de realización;

10 La FIG. 10G muestra un diagrama que ilustra otro ejemplo de una forma de onda de estructura de conmutación periódica con dos sub-tramas de acuerdo con varios modos de realización;

La FIG. 11 es un diagrama de flujo de un ejemplo de un procedimiento para conmutar una estructura periódica de acuerdo con varios modos de realización;

15 La FIG. 12A es un diagrama de flujo de un ejemplo de un procedimiento para sincronizar ranuras CAA a través de múltiples estaciones base de acuerdo con varios modos de realización;

20 La FIG. 12B es un diagrama de flujo de otro ejemplo de un procedimiento para sincronizar ranuras CAA a través de múltiples estaciones base de acuerdo con varios modos de realización;

La FIG. 13A es un diagrama de flujo de un ejemplo de un procedimiento para realizar CAA cuando las ranuras CCA se sincronizan a través de múltiples estaciones base de acuerdo con varios modos de realización;

25 La FIG. 13B es un diagrama de flujo de otro ejemplo de un procedimiento para realizar CAA cuando las ranuras CCA se sincronizan a través de múltiples estaciones base de acuerdo con varios modos de realización;

La FIG. 14A muestra un diagrama que ilustra un ejemplo del uso de señales de baliza de uso de canal (CUBS) para reservar un canal en un espectro sin licencia de acuerdo con varios modos de realización;

30 La FIG. 14B muestra un diagrama que ilustra otro ejemplo del uso de CUBS para reservar un canal en un espectro sin licencia de acuerdo con varios modos de realización;

35 La FIG. 14C muestra un diagrama que ilustra otro ejemplo del uso de CUBS para reservar un canal en un espectro sin licencia de acuerdo con varios modos de realización;

La FIG. 15 es un diagrama de flujo de un ejemplo de un procedimiento para transmitir señales para reservar un espectro sin licencia de acuerdo con varios modos de realización;

40 La FIG. 16 muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de información de realimentación que se envía en un espectro con licencia para dirigir señales transmitidas en un espectro sin licencia de acuerdo con varios modos de realización;

45 La FIG. 17A es un diagrama de flujo de un ejemplo de un procedimiento para recibir información de realimentación a través de un enlace ascendente de portadora de componentes principales (PCC) en un espectro con licencia de acuerdo con varios modos de realización;

50 La FIG. 17B es un diagrama de flujo de un ejemplo de un procedimiento para transmitir información de realimentación a través de un enlace ascendente de PCC en un espectro con licencia de acuerdo con varios modos de realización;

La FIG. 18A muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de radiodifusión de señales de baliza LTE-U en un espectro sin licencia de acuerdo con varios modos de realización;

55 La FIG. 18B muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de una carga útil en una señal de baliza LTE-U de acuerdo con varios modos de realización;

La FIG. 19A es un diagrama de flujo de un ejemplo de un procedimiento para radiodifundir señales de baliza LTE-U en un espectro sin licencia de acuerdo con varios modos de realización;

60 La FIG. 19B es un diagrama de flujo de otro ejemplo de un procedimiento para radiodifundir señales de baliza LTE-U en un espectro sin licencia de acuerdo con varios modos de realización;

65 La FIG. 20 muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de señales de solicitud de envío (RTS) y de despejado para envío (CTS) en un espectro sin licencia de acuerdo con varios modos de realización;

La FIG. 21 es un diagrama de flujo de un ejemplo de un procedimiento para transmitir señales RTS y recibir señales CTS en un espectro sin licencia de acuerdo con varios modos de realización;

5 La FIG. 22A muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de señales virtuales CTS (V-CTS) en un espectro con licencia de acuerdo con varios modos de realización;

La FIG. 22B muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de una señal virtual RTS (V-RTS) y señales V-CTS virtuales en un espectro con licencia de acuerdo con varios modos de realización;

10 La FIG. 23 es un diagrama de flujo de un ejemplo de un procedimiento para transmitir una señal RTS o una señal V-RTS de acuerdo con varios modos de realización;

La FIG. 24 es un diagrama de flujo de un ejemplo de un procedimiento para recibir señales V-CTS en respuesta a una señal RTS o una señal V-RTS de acuerdo con varios modos de realización;

15 La FIG. 25 muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de sub-tramas normales y robustas en un espectro sin licencia de acuerdo con varios modos de realización;

20 La FIG. 26 es un diagrama de flujo de un ejemplo de un procedimiento para transmitir sub-tramas normales o robustas en un espectro sin licencia basándose en la actividad de transmisión pasada de acuerdo con varios modos de realización;

25 La FIG. 27 muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de señales de canal de control de enlace ascendente físico (PUCCH) y señales de canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH) para un espectro sin licencia de acuerdo con varios modos de realización;

La FIG. 28 es un diagrama de flujo de un ejemplo de un procedimiento para generar señales PUCCH y/o PUSCH para un espectro sin licencia de acuerdo con varios modos de realización;

30 La FIG. 29 muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de conmutación basada en carga en un espectro sin licencia de acuerdo con varios modos de realización;

La FIG. 30 muestra un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de una arquitectura de UE de acuerdo con varios modos de realización;

35 La FIG. 31 muestra un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de una arquitectura de estación base de acuerdo con varios modos de realización; y

40 La FIG. 32 muestra un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de un sistema de comunicaciones de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) de acuerdo con varios modos de realización.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

45 **[0011]** Se describen varios sistemas, procedimientos y aparatos en los que el espectro sin licencia se usa para comunicaciones LTE. Pueden soportarse varios escenarios de despliegue incluyendo un modo de enlace descendente suplementario en el que el tráfico de enlace descendente LTE puede descargarse a un espectro sin licencia. Se puede usar un modo de agregación de portadora para descargar tanto el tráfico de enlace descendente como de enlace ascendente LTE desde un espectro con licencia a un espectro sin licencia. En un modo autónomo, las comunicaciones de enlace descendente y enlace ascendente LTE entre una estación base (por ejemplo, un eNB) y un UE pueden ocurrir en un espectro sin licencia. LTE y otras estaciones base y UE pueden soportar uno o más de estos modos de funcionamiento o similares. Las señales de comunicaciones OFDMA pueden utilizarse para comunicaciones de enlace descendente LTE en un espectro sin licencia, mientras que las señales de comunicaciones SC-FDMA pueden usarse para comunicaciones de enlace ascendente LTE en un espectro sin licencia.

55 **[0012]** Los operadores han considerado hasta ahora WiFi como el mecanismo principal para utilizar el espectro sin licencia para reducir los crecientes niveles de congestión en las redes celulares. Sin embargo, un nuevo tipo de portadora (NCT) basado en LTE en un espectro sin licencia (LTE-U) puede ser compatible con el WiFi con grado de portadora, convirtiendo a LTE-U en una alternativa a WiFi. LTE-U puede aprovechar los conceptos LTE y puede introducir algunas modificaciones en los aspectos de capa física (PHY) y control de acceso a medios (MAC) de la red o dispositivos de red para proporcionar un funcionamiento eficiente en el espectro sin licencia y cumplir con los requisitos reglamentarios. El espectro sin licencia puede oscilar entre 600 Megahertz (MHz) y 6 Gigahertz (GHz), por ejemplo. En algunos escenarios, LTE-U puede funcionar significativamente mejor que WiFi. Por ejemplo, en un despliegue de LTE-U (para operadores únicos o múltiples), o cuando hay despliegues de LTE-U de células pequeñas densas, LTE-U puede funcionar significativamente mejor que WiFi. LTE-U también puede funcionar mejor que WiFi en otros escenarios, como cuando LTE-U se mezcla con WiFi (para operadores únicos o múltiples).

[0013] Para un único proveedor de servicios (SP), una red de LTE-U en un espectro sin licencia puede estar configurado para ser síncrona con una red LTE en un espectro con licencia. En algunos modos de realización, algunas o todas las redes LTEU desplegadas en un canal dado por múltiples SP pueden también configurarse para ser síncronas a través de los múltiples SP. Un enfoque para incorporar ambas características anteriores puede implicar el uso de un desplazamiento de temporización constante entre LTE y LTE-U para un SP dado. En algunos modos de realización, algunas o todas las redes LTE-U desplegadas en un canal dado por múltiples SP pueden configurarse para ser asíncronas a través de los múltiples SP. Una red LTE-U puede proporcionar servicios de unidifusión y/o multidifusión de acuerdo con las necesidades de la SP. Además, una red LTE-U puede funcionar en un modo de arranque en el que las células LTE actúan como anclaje y proporcionan información relevante de las células LTE-U (por ejemplo, temporización de trama de radio, configuración de canal común, número de trama del sistema o SFN, etc.). En este modo, puede haber un estrecho inter-funcionamiento entre LTE y LTE-U. Por ejemplo, el modo de arranque puede soportar el enlace descendente suplementario y los modos de agregación de portadora descritos anteriormente. Las capas PHY-MAC de la red LTE-U pueden funcionar en un modo autónomo en el que la red LTE-U funciona independientemente de una red LTE. En este caso, puede haber un inter-funcionamiento libre entre LTE y LTE-U basado en la agregación a nivel RLC con células LTE / LTE-U colocadas, o flujo múltiple a través de múltiples células y/o estaciones base, por ejemplo.

[0014] Las técnicas descritas en el presente documento no se limitan a LTE, y también se pueden usar para varios sistemas de comunicación inalámbrica, tales como CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA y otros sistemas. Los términos "sistema" y "red" se utilizan con frecuencia indistintamente. Un sistema CDMA puede implementar una tecnología de radio tal como CDMA2000, Acceso Radioeléctrico Terrestre Universal (UTRA), etc. CDMA2000 incluye las normas IS-2000, IS-95 e IS-856. Las versiones 0 y A de IS-2000 se denominan comúnmente CDMA2000 1X, 1X, etc. IS-856 (TIA-856) se denomina comúnmente CDMA2000 1xEV-DO, Datos por Paquetes de Alta Velocidad (HRPD), etc. UTRA incluye CDMA de Banda Ancha (WCDMA) y otras variantes de CDMA. Un sistema TDMA puede implementar una tecnología de radio tal como el Sistema Global de Comunicaciones Móviles (GSM). Un sistema OFDMA puede implementar una tecnología de radio tal como una Banda Ancha Ultra-móvil (UMB), UTRA Evolucionado (E-UTRA), IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, Flash-OFDM, etc. UTRA y E-UTRA forman parte del Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS). LTE y LTE Avanzada (LTE-A) son nuevas versiones de UMTS que utilizan E-UTRA, UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE, LTE-A y GSM se describen en documentos de una organización llamada "Proyecto de Colaboración de Tercera Generación" (3GPP). CDMA2000 y UMB se describen en documentos de una organización llamada "Proyecto de Asociación de Tercera Generación 2" (3GPP2). Las técnicas descritas en el presente documento se pueden utilizar para los sistemas y tecnologías de radio que se han mencionado anteriormente, así como otros sistemas y tecnologías de radio. Sin embargo, la descripción a continuación, describe un sistema LTE para fines de ejemplo, y se usa terminología de LTE en gran parte de la descripción a continuación, aunque las técnicas son aplicables más allá de las aplicaciones LTE. En esta descripción, las comunicaciones LTE-Advanced (LTE-A) se consideran un subconjunto de las comunicaciones LTE y, por lo tanto, las referencias a las comunicaciones LTE abarcan las comunicaciones LTE-A.

[0015] La siguiente descripción proporciona ejemplos, y no limita el alcance, la aplicabilidad ni la configuración establecidas en las reivindicaciones. Se pueden hacer cambios en la función y disposición de los elementos analizados sin alejarse del alcance de la divulgación. Diversos modos de realización pueden omitir, sustituir o añadir diversos procedimientos o componentes según resulte apropiado. Por ejemplo, los procedimientos descritos se pueden realizar en un orden diferente del descrito, y se pueden añadir, omitir o combinar diversas etapas. Además, las características descritas con respecto a determinados modos de realización se pueden combinar en otros modos de realización.

[0016] Haciendo referencia en primer lugar a la FIG. 1, un diagrama ilustra un ejemplo de un sistema de comunicaciones inalámbricas o red 100. El sistema 100 incluye estaciones base (o células) 105, dispositivos de comunicación 115 y red central 130. Las estaciones base 105 se pueden comunicar con los dispositivos de comunicación 115 bajo el control de un controlador de estación base (no mostrado), que puede formar parte de la red central 130 o de las estaciones base 105 en diversos modos de realización. Las estaciones base 105 pueden comunicar información de control y/o datos de usuario con la red central 130 a través de unos enlaces de retroceso 132. En unos modos de realización, las estaciones base 105 se pueden comunicar, directa o indirectamente, entre sí a través de unos enlaces de retroceso 134, que pueden ser enlaces de comunicación por cable o inalámbricos. El sistema 100 puede soportar el funcionamiento con múltiples portadoras (señales de forma de onda de diferentes frecuencias). Los transmisores multiportadora pueden transmitir señales moduladas simultáneamente en las múltiples portadoras. Por ejemplo, cada enlace de comunicación 125 puede ser una señal multiportadora modulada de acuerdo con las diversas tecnologías de radio descritas anteriormente. Cada señal modulada se puede enviar en una portadora diferente y puede transportar información de control (por ejemplo, señales de referencia, canales de control, etc.), información suplementaria, datos etc.

[0017] Las estaciones base 105 se pueden comunicar de forma inalámbrica con los dispositivos 115 a través de una o más antenas de estación base. Cada uno de los emplazamientos de estación base 105 puede proporcionar cobertura de comunicación para un área geográfica respectiva 110. En algunos modos de realización, las estaciones base 105 se puede denominar estación transceptora base, estación base de radio, punto de acceso, transceptor de

radio, conjunto de servicios básico (BSS), conjunto de servicios extendido (ESS), nodo B, eNodoB (eNB), nodo B doméstico, eNodoB doméstico, o alguna otra terminología adecuada. El área de cobertura 110 para una estación base se puede dividir en sectores que constituyen solo una parte del área de cobertura (no mostrada). El sistema 100 puede incluir estaciones base 105 de diferentes tipos (por ejemplo, macro, micro y/o pico estaciones base).

5 Puede haber áreas de cobertura solapadas para diferentes tecnologías.

[0018] En algunos modos de realización, el sistema 100 puede ser una red LTE / LTE-A que soporta uno o más modos LTE-U de funcionamiento o escenarios de despliegue. En otros modos de realización, el sistema 100 puede soportar comunicaciones inalámbricas que utilizan un espectro sin licencia y una tecnología de acceso diferente de LTE-U, o un espectro con licencia y una tecnología de acceso diferente de LTE / LTE-A. Los términos nodo B (eNB) evolucionado y equipo de usuario (UE) se pueden utilizar en general para describir las estaciones base 105 y los dispositivos 115, respectivamente. El sistema 100 puede ser una red LTE/LTE-A/LTEU heterogénea en la que diferentes tipos de eNB proporcionan cobertura para diversas regiones geográficas. Por ejemplo, cada eNB 105 puede proporcionar cobertura de comunicación para una macrocélula, una picocélula, una femtocélula y/u otros tipos de célula. Las células pequeñas, tales como picocélulas pico, femtocélulas y/u otros tipos de células pueden incluir nodos de baja potencia o LPNs. Una macrocélula cubre en general un área geográfica relativamente grande (*por ejemplo*, un radio de varios kilómetros) y puede permitir el acceso no restringido mediante UE con suscripciones de servicio con el proveedor de red. Una picocélula cubriría en general un área geográfica relativamente más pequeña y puede permitir el acceso no restringido mediante UE con suscripciones de servicio con el proveedor de red. Una femtocélula también cubriría en general un área geográfica relativamente pequeña (*por ejemplo*, un hogar) y, además del acceso no restringido, también puede proporcionar el acceso restringido mediante UE que tengan una asociación con la femtocélula (*por ejemplo*, UE en un grupo cerrado de abonados (CSG), UE para usuarios en el hogar, y similares). Un eNB para una macrocélula puede denominarse macro eNB. Un eNB para una picocélula puede denominarse pico eNB. Y un eNB para una femtocélula puede denominarse femto eNB o eNB doméstico (HeNB). Un eNB puede soportar una o varias (*por ejemplo*, dos, tres, cuatro, etc.) células.

10
15
20
25

[0019] La red central 130 se puede comunicar con los eNB 105 a través de un enlace de retroceso 132 (*por ejemplo*, S1, etc.). Los eNB 105 también se pueden comunicar entre sí, *por ejemplo*, directa o indirectamente a través de los enlaces de retroceso 134 (*por ejemplo*, X2, etc.) y/o a través de los enlaces de retroceso 132 (*por ejemplo*, a través de la red central 130). El sistema 100 puede soportar un funcionamiento síncrono o asíncrono. Para un funcionamiento síncrono, los eNB pueden tener una temporización de tramas y/o conmutación similar, y las transmisiones desde diferentes eNB pueden estar aproximadamente alineadas en el tiempo. Para un funcionamiento asíncrono, los eNB pueden tener una temporización de tramas y/o conmutación diferente, y las transmisiones desde diferentes eNB pueden no estar alineadas en el tiempo. Las técnicas descritas en el presente documento se pueden utilizar en el funcionamiento síncrono o asíncrono.

30
35

[0020] Los UE 115 pueden dispersarse por todo el sistema 100, y cada UE puede ser fijo o móvil. Un UE 115 también puede ser denominado por los expertos en la técnica estación móvil, estación de abonado, unidad móvil, unidad de abonado, unidad inalámbrica, unidad remota, dispositivo móvil, dispositivo inalámbrico, dispositivo de comunicaciones inalámbricas, dispositivo remoto, estación de abonado móvil, terminal de acceso, terminal móvil, terminal inalámbrico, terminal remoto, microteléfono, agente de usuario, cliente móvil, cliente o de alguna otra manera adecuada. Un UE 115 puede ser un teléfono móvil, un asistente digital personal (PDA), un módem inalámbrico, un dispositivo de comunicaciones inalámbricas, un dispositivo manual, una tableta, un ordenador portátil, un teléfono inalámbrico, una estación de bucle local inalámbrico (WLL), o similares. Un UE se puede también comunicar con macro eNB, pico eNB, femto eNB, retransmisores, etc.

40
45

[0021] Los enlaces de comunicaciones 125 mostrados en el sistema 100 pueden incluir transmisiones de enlace ascendente (UL) desde un dispositivo móvil 115 a una estación base 105, y/o transmisiones de enlace descendente (DL) desde una estación base 105 a un dispositivo móvil 115. Las transmisiones de enlace descendente también se pueden denominar transmisiones de enlace directo, mientras que las transmisiones de enlace ascendente también se pueden denominar transmisiones de enlace inverso. Las transmisiones de enlace descendente pueden realizarse usando un espectro con licencia (*por ejemplo*, LTE), un espectro sin licencia (*por ejemplo*, LTE-U) o ambos (LTE / LTE-U). De forma similar, las transmisiones de enlace ascendente pueden realizarse utilizando un espectro con licencia (*por ejemplo*, LTE), un espectro sin licencia (*por ejemplo*, LTE-U) o ambos (LTE / LTE-U).

50
55

[0022] En algunos modos de realización del sistema 100, pueden soportarse diversos escenarios de despliegue para LTE-U incluyendo un modo de enlace descendente suplementario en el que la capacidad de enlace descendente LTE en un espectro con licencia puede descargarse a un espectro sin licencia, un modo de agregación de portadora en el que puede descargarse tanto la capacidad de enlace descendente como de enlace ascendente LTE de un espectro con licencia a un espectro sin licencia, y un modo autónomo en el que las comunicaciones de enlace descendente y enlace ascendente LTE entre una estación base (*por ejemplo*, eNB) y un UE pueden tener lugar en un espectro sin licencia. Las estaciones base 105, así como los UE 115, pueden soportar uno o más de estos modos de funcionamiento o similares. Las señales de comunicaciones OFDMA pueden utilizarse en los enlaces de comunicaciones 125 para transmisiones de enlace descendente LTE en un espectro sin licencia, mientras que las señales de comunicaciones SC-FDMA pueden usarse en los enlaces de comunicaciones 125 para transmisiones de enlace ascendente LTE en un espectro sin licencia. A continuación se proporcionan detalles

60
65

adicionales sobre la implementación de escenarios de despliegue de LTE-U o modos de funcionamiento en un sistema tal como el sistema 100, así como otras características y funciones relacionadas con el funcionamiento de LTE-U, con referencia a las FIGs. 2A-32.

5 **[0023]** Volviendo a continuación a la **FIG. 2A**, un diagrama 200 muestra ejemplos de un modo de enlace descendente suplementario y un modo de agregación de portadora para una red LTE que soporta LTEU. El diagrama 200 puede ser un ejemplo de partes del sistema 100 de la FIG. 1. Además, la estación base 105-a puede ser un ejemplo de las estaciones base 105 de la FIG. 1, mientras que los UE 115-a pueden ser ejemplos de los UE 115 de la FIG. 1.

10 **[0024]** En el ejemplo de un modo de enlace descendente suplementario mostrado en el diagrama 200, la estación base 105-a puede transmitir señales de comunicaciones OFDMA a un UE 115-a usando un enlace descendente 205. El enlace descendente 205 puede estar asociado con una frecuencia F1 en un espectro sin licencia. La estación base 105-a puede transmitir señales de comunicaciones OFDMA al mismo UE 115-a usando un enlace bidireccional 210 y puede recibir señales de comunicaciones SC-FDMA desde ese UE 115-a usando el enlace bidireccional 210. El enlace bidireccional 210 puede estar asociado con una frecuencia F4 en un espectro con licencia. El enlace descendente 205 en el espectro sin licencia y el enlace bidireccional 210 en el espectro con licencia pueden funcionar simultáneamente. El enlace descendente 205 puede proporcionar una descarga de capacidad de enlace descendente para la estación base 105-a. En algunos modos de realización, el enlace descendente 205 puede usarse para servicios de unidifusión (por ejemplo, dirigidos a un UE) o servicios de multidifusión (por ejemplo, dirigidos a varios UE). Este escenario puede ocurrir con cualquier proveedor de servicios (*por ejemplo*, un operador de red móvil tradicional o MNO) que utiliza un espectro con licencia y necesita reducir parte de la congestión de tráfico y/o señalización en el espectro con licencia.

25 **[0025]** En un ejemplo de un modo de agregación de portadora mostrado en el diagrama 200, la estación base 105-a puede transmitir señales de comunicación OFDMA a un UE 115-a usando un enlace bidireccional 215 y puede recibir señales de comunicaciones SC-FDMA del mismo UE 115-a mediante el enlace bidireccional 215. El enlace bidireccional 215 puede estar asociado con la frecuencia F1 en el espectro sin licencia. La estación base 105-a también puede transmitir señales de comunicaciones OFDMA al mismo UE 115-a usando un enlace bidireccional 220 y puede recibir señales de comunicaciones SC-FDMA desde el mismo UE 115-a usando el enlace bidireccional 220. El enlace bidireccional 220 puede estar asociado con una frecuencia F2 en un espectro con licencia. El enlace bidireccional 215 puede proporcionar una descarga de capacidad de enlace descendente y de enlace ascendente para la estación base 105-a. Al igual que el enlace descendente suplementario descrito anteriormente, este escenario puede ocurrir con cualquier proveedor de servicios (*por ejemplo*, MNO) que utilice un espectro con licencia y necesite reducir parte de la congestión de tráfico y/o de señalización.

40 **[0026]** En otro ejemplo de un modo de agregación de portadora mostrado en el diagrama 200, la estación base 105-a puede transmitir señales de comunicación OFDMA a un UE 115-a a través de un enlace bidireccional 225 y puede recibir señales de comunicaciones SC-FDMA del mismo UE 115-a mediante el enlace bidireccional 225. El enlace bidireccional 215 puede estar asociado con la frecuencia F3 en un espectro sin licencia. La estación base 105-a también puede transmitir señales de comunicaciones OFDMA al mismo UE 115-a usando un enlace bidireccional 230 y puede recibir señales de comunicaciones SC-FDMA desde el mismo UE 115-a usando el enlace bidireccional 230. El enlace bidireccional 230 puede estar asociado con la frecuencia F2 en el espectro con licencia. El enlace bidireccional 225 puede proporcionar una descarga de capacidad de enlace descendente y de enlace ascendente para la estación base 105-a. Este ejemplo y los proporcionados anteriormente se presentan con fines ilustrativos y puede haber otros modos similares de escenarios de funcionamiento o despliegue que combinen LTE y LTE-U para la descarga de capacidad.

50 **[0027]** Como se describió anteriormente, el proveedor de servicios típico que puede beneficiarse de la descarga de capacidad ofrecida por el uso de LTE-U (LTE en un espectro sin licencia) es un MNO tradicional con espectro con licencia LTE. Para estos proveedores de servicios, una configuración operativa puede incluir un modo de arranque (por ejemplo, enlace descendente suplementario, agregación de portadora) que utiliza la portadora de componentes principales LTE (PCC) en el espectro con licencia y la portadora de componentes secundarios LTE-U (SCC) en el espectro sin licencia.

55 **[0028]** En el modo de enlace descendente suplementario, el control para LTE-U puede transportarse por el enlace ascendente LTE (*por ejemplo*, la parte de enlace ascendente del enlace bidireccional 210). Una de las razones para proporcionar descarga de capacidad de enlace descendente es porque la demanda de datos es en gran medida impulsada por el consumo de enlace descendente. Además, en este modo, puede no haber un impacto regulador ya que el UE no está transmitiendo en el espectro sin licencia. En algunos modos de realización, puede no ser necesario implementar requisitos de escucha antes de hablar (LBT) o de acceso múltiple por detección de portadora (CSMA) en el UE. Sin embargo, LBT puede implementarse en la estación base (por ejemplo, eNB), por ejemplo, usando una evaluación de canales despejados (CCA) periódica (*por ejemplo*, cada 10 milisegundos) y/o un mecanismo de aceptación y abandono alineado a un límite de la trama de radio.

65 **[0029]** En el modo de agregación de portadora, los datos y de control pueden comunicarse en LTE (*por ejemplo*,

enlaces bidireccionales 210, 220, y 230) mientras que los datos pueden comunicarse en LTE-U (*por ejemplo*, enlaces bidireccionales 215 y 225). Los mecanismos de agregación de portadora soportados cuando se usa LTE-U pueden caer bajo una agregación de portadora híbrida de duplexación por división de frecuencia - duplexación por división por tiempo (FDD-TDD) o una agregación de portadora TDD-TDD con diferente simetría a través de portadoras de componentes.

[0030] La FIG. 2B muestra un diagrama 200-a que ilustra un ejemplo de un modo autónomo para LTE-U. El diagrama 200-a puede ser un ejemplo de partes del sistema 100 de la FIG. 1. Además, la estación base 105-b puede ser un ejemplo de las estaciones base 105 de la FIG. 1 y la estación base 105-a de la FIG. 2A, mientras que UE 115-b puede ser un ejemplo de los UE 115 de la FIG. 1 y/o los UE 115-a de la FIG. 2A.

[0031] En el ejemplo de un modo autónomo mostrado en el diagrama 200-a, la estación base 105-b puede transmitir señales de comunicaciones OFDMA al UE 115-b utilizando un enlace bidireccional 240 y pueden recibir señales de comunicaciones SC-FDMA desde el UE 115-b mediante el enlace bidireccional 240. El enlace bidireccional 240 puede estar asociado con la frecuencia F3 en un espectro sin licencia descrito anteriormente con referencia a la FIG. 2A. El modo autónomo se puede utilizar en escenarios de acceso inalámbrico no tradicionales, como escenarios de acceso en estadios (*por ejemplo*, unidifusión, multidifusión). El proveedor de servicios típico para este modo de funcionamiento puede ser un propietario del estadio, una compañía de cable, un anfitrión de eventos, un hotel, una empresa y/o una gran corporación que no tiene espectro con licencia. Para estos proveedores de servicios, una configuración operativa para el modo autónomo puede usar el PCC LTE-U en el espectro sin licencia. Además, LBT se puede implementar tanto en la estación base como en el UE.

[0032] Volviendo a continuación a la FIG. 3, un diagrama 300 ilustra un ejemplo de agregación de portadora cuando se utiliza LTE simultáneamente en espectro con licencia y sin licencia de acuerdo con varios modos de realización. El esquema de agregación de portadora en el diagrama 300 puede corresponder a la agregación de portadora FDD-TDD híbrida descrita anteriormente con referencia a la FIG. 2A. Este tipo de agregación de portadora puede utilizarse en al menos partes del sistema 100 de la FIG. 1. Además, este tipo de agregación de portadora puede utilizarse en las estaciones base 105 y 105-a de la FIG. 1 y la FIG. 2A, respectivamente, y/o en los UE 115 y 115-a de la FIG. 1 y la FIG. 2A, respectivamente.

[0033] En este ejemplo, un FDD (FDD-LTE) se puede realizar en conexión con LTE en el enlace descendente, una primera TDD (TDD1) se puede realizar en conexión con LTEU, un segundo TDD (TDD2) se puede realizar en conexión con LTE, y otro FDD (FDD-LTE) se puede realizar en conexión con LTE en el enlace ascendente. TDD1 da como resultado una relación DL:UL de 6:4, mientras que la relación para TDD2 es 7:3. En la escala de tiempo, las diferentes relaciones DL:UL efectivas son 3:1, 1:3, 2:2, 3:1, 2:2 y 3:1. Este ejemplo se presenta con fines ilustrativos y puede haber otros esquemas de agregación de portadora que combinen las operaciones de LTE y LTE-U.

[0034] La FIG. 4A muestra un diagrama de flujo de un procedimiento 400 para el uso simultáneo de LTE en espectro con licencia y sin licencia mediante un primer nodo inalámbrico (*por ejemplo*, una estación base o eNB) de acuerdo con varios modos de realización. El procedimiento 400 puede implementarse usando, *por ejemplo*, las estaciones base o eNB 105, 105-a y 105-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B respectivamente; y/o el sistema 100 de la FIG. 1 y las partes del sistema 200 y/o 200-a de la FIG. 2A y la FIG. 2B. En una implementación, una de las estaciones base o eNB 105 puede ejecutar uno o más conjuntos de códigos para controlar los elementos funcionales de las estaciones base o eNB 105 para realizar las funciones descritas a continuación.

[0035] En el bloque 405, una primera señal de comunicaciones OFDMA puede transmitirse a un segundo nodo inalámbrico (*por ejemplo*, UE 115) en un espectro con licencia. En el bloque 410, se puede transmitir una segunda señal de comunicaciones OFDMA al segundo nodo inalámbrico en un espectro sin licencia simultáneamente con la transmisión de la primera señal de comunicaciones OFDMA. En algunos modos de realización, la primera y segunda señales de comunicaciones OFDMA pueden ser transmitidas desde al menos una estación base o eNB.

[0036] En algunos modos de realización del procedimiento 400, la transmisión de la segunda señal de comunicaciones OFDMA en el espectro sin licencia puede sincronizarse en el tiempo con la transmisión de la primera señal de comunicaciones OFDMA en el espectro con licencia, con un desplazamiento fijo entre una estructura de trama de la primera señal de comunicaciones OFDMA y una estructura de trama de la segunda señal de comunicaciones OFDMA. En algunos modos de realización, el desplazamiento fijo puede ser cero o sustancialmente cero.

[0037] En algunos modos de realización del procedimiento 400, una primera señal de comunicaciones SC-FDMA puede recibirse desde el segundo nodo inalámbrico en un espectro con licencia simultáneamente con la transmisión de la primera y segunda señales de comunicación OFDMA. La primera señal de comunicaciones SC-FDMA recibida desde el segundo nodo inalámbrico en el espectro con licencia puede transportar información de señalización u otra información de control relacionada con la segunda señal de comunicaciones OFDMA transmitida en el espectro sin licencia. El procedimiento puede incluir recibir, junto con la transmisión de la primera y segunda señales de comunicaciones OFDMA, una segunda señal de comunicaciones SC-FDMA desde el segundo nodo inalámbrico en un espectro sin licencia. El procedimiento puede incluir recibir, simultáneamente con la transmisión de la primera y

segunda señales de comunicaciones OFDMA, una primera señal de comunicaciones SC-FDMA procedente de un espectro con licencia y una segunda señal de comunicaciones SC-FDMA procedente del UE en un espectro sin licencia. En algunos modos de realización, cada una de la primera y segunda señales de comunicaciones OFDMA puede incluir una señal LTE.

5 **[0038]** La FIG. 4B muestra un diagrama de flujo de un procedimiento 400-a para uso simultáneo de LTE en espectro con licencia y sin licencia por parte de un primer nodo inalámbrico (*por ejemplo*, una estación base o eNB) de acuerdo con varios modos de realización. El procedimiento 400-a, como el procedimiento 400 anterior, puede implementarse usando, por ejemplo, las estaciones base o eNB 105, 105-a y 105-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B respectivamente; y /o el sistema 100 de la FIG. 1 y las partes del sistema 200 y/o 200-a de la FIG. 2A y la FIG. 2B. En una implementación, una de las estaciones base o eNB 105 puede ejecutar uno o más conjuntos de códigos para controlar los elementos funcionales de la estación base o eNB 105 para realizar las funciones descritas a continuación.

15 **[0039]** En el bloque 415, una primera señal de comunicaciones SC-FDMA puede recibirse desde un segundo nodo inalámbrico (*por ejemplo*, UE 115) en un espectro con licencia.

[0040] En el bloque 420, una segunda señal de comunicaciones SC-FDMA puede recibirse desde el segundo nodo inalámbrico en un espectro sin licencia simultáneamente con la recepción de la primera señal de comunicaciones OFDMA. En algunos modos de realización, la primera y segunda señales de comunicaciones SC-FDMA pueden recibirse de al menos un UE. En algunos modos de realización, cada una de la primera y segunda señales de comunicaciones SC-FDMA puede incluir una señal LTE.

25 **[0041]** La FIG. 5A muestra un diagrama de flujo de un procedimiento 500 para uso simultáneo de LTE en espectro con licencia y sin licencia por parte de un primer nodo inalámbrico (*por ejemplo*, un UE) de acuerdo con varios modos de realización. El procedimiento 500 se puede implementar usando, por ejemplo, los UE 115, 115-a y 115-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B respectivamente; y /o el sistema 100 de la FIG. 1 y las partes del sistema 200 y/o 200-a de la FIG. 2A y la FIG. 2B. En una implementación, uno de los UE 115 puede ejecutar uno o más conjuntos de códigos para controlar los elementos funcionales del UE 115 para realizar las funciones descritas a continuación.

30 **[0042]** En el bloque 505, una primera señal de comunicaciones OFDMA puede recibirse desde un segundo nodo inalámbrico (*por ejemplo*, una estación base o eNB 105) en un espectro con licencia.

35 **[0043]** En el bloque 510, una segunda señal de comunicaciones OFDMA pueden recibirse desde el segundo nodo inalámbrico en un espectro sin licencia simultáneamente con la recepción de la primera señal de comunicaciones OFDMA. En algunos modos de realización, la primera y segunda señales de comunicaciones OFDMA pueden recibirse en un UE.

40 **[0044]** En algunos modos de realización del procedimiento 500, una primera señal de comunicaciones SC-FDMA puede transmitirse al segundo nodo inalámbrico en un espectro con licencia simultáneamente con la recepción de la primera y segunda señales de comunicaciones OFDMA. La primera señal de comunicaciones SC-FDMA recibida transmitida al segundo nodo inalámbrico en el espectro con licencia puede transportar información de señalización u otra información de control relacionada con la segunda señal OFDMA recibida en el espectro sin licencia. El procedimiento puede incluir transmitir, simultáneamente con la recepción de la primera y segunda señales de comunicaciones OFDMA, una segunda señal de comunicaciones SC-FDMA al segundo nodo inalámbrico en un espectro sin licencia. El procedimiento puede incluir transmitir, simultáneamente con la recepción de la primera y segunda señales de comunicaciones OFDMA, una primera señal de comunicaciones SC-FDMA al segundo nodo inalámbrico en un espectro con licencia y una segunda señal de comunicaciones SC-FDMA al segundo nodo inalámbrico en un espectro sin licencia. Cada una de la primera y segunda señales de comunicaciones OFDMA puede incluir una señal LTE.

55 **[0045]** La FIG. 5B muestra un diagrama de flujo de un procedimiento 500-a para el uso simultáneo de LTE en espectro con licencia y sin licencia por parte de un primer nodo inalámbrico (*por ejemplo*, un UE) de acuerdo con varios modos de realización. El procedimiento 500-a, como el procedimiento 500 anterior, puede implementarse utilizando, por ejemplo, los UE 115, 115-a y 115-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B respectivamente; y /o el sistema 100 de la FIG. 1 y las partes del sistema 200 y/o 200-a de la FIG. 2A y la FIG. 2B. En una implementación, uno de los UE 115 puede ejecutar uno o más conjuntos de códigos para controlar los elementos funcionales del UE 115 para realizar las funciones descritas a continuación.

60 **[0046]** En el bloque 515, una primera señal de comunicaciones SC-FDMA puede transmitirse a un segundo nodo inalámbrico (*por ejemplo*, una estación base o eNB 105) en un espectro con licencia.

65 **[0047]** En el bloque 520, una segunda señal de comunicaciones SC-FDMA puede transmitirse al segundo nodo inalámbrico en un espectro sin licencia simultáneamente con la transmisión de la primera señal de comunicaciones SC-FDMA. En algunos modos de realización, la primera y segunda señales de comunicaciones SC-FDMA pueden ser transmitidas desde un UE. En algunos modos de realización, cada una de la primera y segunda señales de

comunicaciones SC-FDMA puede incluir una señal LTE.

[0048] En algunos modos de realización, un dispositivo de transmisión tal como una estación base, eNB 105, UE 115 (o un transmisor de un dispositivo de transmisión) puede usar un intervalo de conmutación para obtener acceso a un canal del espectro sin licencia. El intervalo de conmutación puede definir la aplicación de un protocolo basado en contención, tal como un protocolo de escucha antes de hablar (LBT) basado en el protocolo LBT especificado en ETSI (EN 301 893). Cuando se utiliza un intervalo de conmutación que define la aplicación de un protocolo LBT, el intervalo de conmutación puede indicar cuándo un dispositivo de transmisión necesita realizar una evaluación de canales despejados (CCA). El resultado de la CCA indica al dispositivo de transmisión si está disponible o en uso un canal del espectro sin licencia. Cuando la CCA indica que el canal está disponible (*por ejemplo*, "despejado" para su uso), el intervalo de conmutación puede permitir que el dispositivo de transmisión utilice el canal de forma típica durante un periodo de tiempo predefinido. Cuando la CCA indica que el canal no está disponible (*por ejemplo*, en uso o reservado), el intervalo de conmutación puede impedir que el dispositivo de transmisión utilice el canal durante un período de tiempo.

[0049] En algunos casos, puede ser útil para un dispositivo de transmisión generar un intervalo de conmutación sobre una base periódica y sincronizar al menos un límite del intervalo de conmutación con al menos un límite de una estructura de trama periódica. Por ejemplo, puede ser útil generar un intervalo de conmutación periódica para un enlace descendente en un espectro sin licencia y sincronizar al menos un límite del intervalo de conmutación periódica con al menos un límite de una estructura de trama periódica asociada con el enlace descendente. Ejemplos de dicha sincronización se ilustran en las FIGs. 6A, 6B, 6C y 6D.

[0050] La FIG. 6A ilustra un primer ejemplo 600 de un intervalo de conmutación periódica 605 para transmisiones (enlace ascendente y/o enlace descendente) en un espectro sin licencia. El intervalo de conmutación periódica 605 puede ser utilizado por un eNB que soporta LTE-U (LTE-U eNB). Ejemplos de dicho eNB pueden ser las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B, respectivamente. El intervalo de conmutación 605 puede utilizarse con el sistema 100 de la FIG. 1 y con partes del sistema 200 y/o 200-a mostradas en la FIG. 2A y la FIG. 2B.

[0051] A modo de ejemplo, la duración del intervalo de conmutación periódica 605 se demuestra que es igual a (o aproximadamente igual a) la duración de la estructura de trama periódica 610. En algunos modos de realización, la estructura de trama periódica 610 puede estar asociada con una portadora de componente principal (PCC) de un enlace descendente. En algunos modos de realización, "aproximadamente igual" significa que la duración del intervalo de conmutación periódica 605 está dentro de una duración de prefijo cíclico (CP) de la duración de la estructura de trama periódica 610.

[0052] Al menos un límite del intervalo de conmutación periódica 605 puede sincronizarse con al menos un límite de la estructura de trama periódica 610. En algunos casos, el intervalo de conmutación periódica 605 puede tener límites que están alineados con los límites de trama de la estructura de trama periódica 610. En otros casos, el intervalo de conmutación periódica 605 puede tener límites que están sincronizados con, pero desplazados desde, los límites de trama de la estructura de trama periódica 610. Por ejemplo, los límites del intervalo de conmutación periódica 605 pueden estar alineados con los límites de sub-trama de la estructura de trama periódica 610, o con los límites intermedios de sub-trama (*por ejemplo*, los puntos medios de sub-tramas particulares) de la estructura de trama periódica 610.

[0053] En algunos casos, cada estructura de trama periódica 610 puede incluir una trama de radio LTE (*por ejemplo*, una trama de radio LTE (N-1), una trama de radio LTE (N), o un de trama de radio LTE (N+1)). Cada trama de radio LTE puede tener una duración de diez milisegundos, y el intervalo de conmutación periódica 605 también puede tener una duración de diez milisegundos. En estos casos, los límites del intervalo de conmutación periódica 605 pueden sincronizarse con los límites (*por ejemplo*, límites de trama, límites de sub-trama o límites intermedios de sub-trama) de una de las tramas de radio LTE (*por ejemplo*, la trama de radio LTE (N)).

[0054] La FIG. 6B ilustra un segundo ejemplo 600-a de un intervalo de conmutación periódica 605-a para transmisiones (enlace ascendente y/o enlace descendente) en un espectro sin licencia. El intervalo de conmutación periódica 605-a puede ser utilizado por un eNB que soporta LTE-U (LTE-U eNB). Ejemplos de dicho eNB pueden ser las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B, respectivamente. El intervalo de conmutación 605 puede utilizarse con el sistema 100 de la FIG. 1 y con partes del sistema 200 y/o 200-a mostradas en la FIG. 2A y la FIG. 2B.

[0055] A modo de ejemplo, la duración del intervalo de conmutación periódica 605-A se demuestra que es un sub-múltiplo de (o un sub-múltiplo aproximado de) la duración de la estructura de trama periódica 610. En algunos modos de realización, un "submúltiplo aproximado de" significa que la duración del intervalo de conmutación periódica 605-a está dentro de una duración de prefijo cíclico (CP) de la duración de un submúltiplo de (*por ejemplo*, la mitad) de la estructura de trama periódica 610.

[0056] Al menos un límite del intervalo de conmutación periódica 605-A puede sincronizarse con al menos un límite

de la estructura de trama periódica 610. En algunos casos, el intervalo de conmutación periódica 605-a puede tener un límite delantero o de trasero que está alineado con un límite de trama delantero o trasero de la estructura de trama periódica 610. En otros casos, el intervalo de conmutación periódica 605-a puede tener límites que están sincronizados con, pero desplazados desde, cada uno de los límites de trama de la estructura de trama periódica 610. Por ejemplo, los límites del intervalo de conmutación periódica 605-a pueden estar alineados con los límites de sub-trama de la estructura de trama periódica 610, o con los límites intermedios de sub-trama (por ejemplo, los puntos medios de sub-tramas particulares) de la estructura de trama periódica 610.

[0057] En algunos casos, cada estructura de trama periódica 610 puede incluir una trama de radio LTE (*por ejemplo*, una trama de radio LTE (N-1), una trama de radio LTE (N), o un de trama de radio LTE (N+1)). Cada trama de radio LTE puede tener una duración de diez milisegundos, y el intervalo de conmutación periódica 605-a puede tener una duración de cinco milisegundos. En estos casos, los límites del intervalo de conmutación periódica 605-a pueden sincronizarse con los límites (por ejemplo, límites de trama, límites de sub-trama o límites intermedios de sub-trama) de una de las tramas de radio LTE (*por ejemplo*, trama de radio LTE (N)). El intervalo de conmutación periódica 605-a puede entonces repetirse, por ejemplo, cada estructura de trama periódica 610, más de una vez cada estructura de trama periódica 610 (*por ejemplo*, dos veces) o una vez cada N-ésima estructura de trama periódica 610 (*por ejemplo*, para N = 2, 3, ...).

[0058] La FIG. 6C ilustra un tercer ejemplo 600-b de un intervalo de conmutación periódica 605-b para transmisiones (enlace ascendente y/o enlace descendente) en un espectro sin licencia. El intervalo de conmutación periódica 605-b puede ser utilizado por un eNB que soporta LTE-U (LTE-U eNB). Ejemplos de dicho eNB pueden ser las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B, respectivamente. El intervalo de conmutación 605 puede utilizarse con el sistema 100 de la FIG. 1 y con partes del sistema 200 y/o 200-a mostradas en la FIG. 2A y la FIG. 2B.

[0059] A modo de ejemplo, la duración del intervalo de conmutación periódica 605-b se demuestra que es un múltiplo entero de (o un múltiplo entero aproximado de) la duración de la estructura de trama periódica 610. En algunos modos de realización, un "múltiplo entero aproximado de" significa que la duración del intervalo de conmutación periódica 605-b está dentro de una duración de prefijo cíclico (CP) de un múltiplo entero de (por ejemplo, el doble de) la duración de la estructura de trama periódica 610.

[0060] Al menos un límite del intervalo de conmutación periódica 605-b puede sincronizarse con al menos un límite de la estructura de trama periódica 610. En algunos casos, el intervalo de conmutación periódica 605-b puede tener un límite delantero y un límite trasero que están alineados con los respectivos límites de trama delantero o trasero de la estructura de trama periódica 610. En otros casos, el intervalo de conmutación periódica 605-b puede tener límites que están sincronizados con, pero desplazados desde, los límites de trama de la estructura de trama periódica 610. Por ejemplo, los límites del intervalo de conmutación periódica 605-b pueden estar alineados con los límites de sub-trama de la estructura de trama periódica 610, o con los límites intermedios de sub-trama (por ejemplo, los puntos medios de sub-tramas particulares) de la estructura de trama periódica 610.

[0061] En algunos casos, cada estructura de trama periódica 610 puede incluir una trama de radio LTE (*por ejemplo*, una trama de radio LTE (N-1), una trama de radio LTE (N), o un de trama de radio LTE (N+1)). Cada trama de radio LTE puede tener una duración de diez milisegundos, y el intervalo de conmutación periódica 605-b puede tener una duración de veinte milisegundos. En estos casos, los límites del intervalo de conmutación periódica 605-b pueden sincronizarse con los límites (por ejemplo, límites de trama, límites de sub-trama o límites intermedios de sub-trama) de una o dos de las tramas de radio LTE (*por ejemplo*, trama de radio LTE (N) y trama de radio LTE (N+1)).

[0062] La FIG. 6D ilustra un cuarto ejemplo 600-c de un intervalo de conmutación periódica 605-c para transmisiones (enlace ascendente y/o enlace descendente) en un espectro sin licencia. El intervalo de conmutación periódica 605-c puede ser utilizado por un eNB que soporta LTE-U (LTE-U eNB). Ejemplos de dicho eNB pueden ser las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B, respectivamente. El intervalo de conmutación 605 puede utilizarse con el sistema 100 de la FIG. 1 y con partes del sistema 200 y/o 200-a mostradas en la FIG. 2A y la FIG. 2B.

[0063] A modo de ejemplo, la duración del intervalo de conmutación periódica 605-C se muestra para ser un sub-múltiplo de (o un sub-múltiplo aproximado de) la duración de la estructura de trama periódica 610. El submúltiplo puede ser un décimo de la duración de la estructura de trama periódica 610.

[0064] Al menos un límite del intervalo de conmutación periódica 605-c puede sincronizarse con al menos un límite de la estructura de trama periódica 610. En algunos casos, el intervalo de conmutación periódica 605-c puede tener un límite delantero o trasero que está alineado con un límite de trama delantero o trasero de la estructura de trama periódica 610. En otros casos, el intervalo de conmutación periódica 605-c puede tener límites que están sincronizados con, pero desplazados desde, cada uno de los límites de trama de la estructura de trama periódica 610. Por ejemplo, los límites del intervalo de conmutación periódica 605-c pueden estar alineados con los límites de sub-trama de la estructura de trama periódica 610, o con los límites intermedios de sub-trama (*por ejemplo*, los puntos medios de sub-tramas particulares) de la estructura de trama periódica 610.

[0065] En algunos casos, cada estructura de trama periódica 610 puede incluir una trama de radio LTE (*por ejemplo*, una trama de radio LTE (N-1), una trama de radio LTE (N), o una de trama de radio LTE (N+1)). Cada trama de radio LTE puede tener una duración de diez milisegundos, y el intervalo de conmutación periódica 605-c puede tener una duración de un milisegundo (*por ejemplo*, la duración de una sub-trama). En estos casos, los límites del intervalo de conmutación periódica 605-c pueden sincronizarse con los límites (*por ejemplo*, límites de trama, límites de sub-trama o límites intermedios de sub-trama) de una de las tramas de radio LTE (*por ejemplo*, trama de radio LTE (N)). El intervalo de conmutación periódica 605-c puede entonces repetirse, *por ejemplo*, cada estructura de trama periódica 610, más de una vez cada estructura de trama periódica 610, o una vez cada N-ésima estructura de trama periódica 610 (*por ejemplo*, para N = 2, 3,...).

[0066] La FIG. 7A ilustra un quinto ejemplo 700 de un intervalo de conmutación periódica 605-d-1 para transmisiones (enlace ascendente y/o enlace descendente) en un espectro sin licencia. El intervalo de conmutación periódica 605-d-1 puede ser utilizado por un eNB que soporta LTE-U (LTE-U eNB). Ejemplos de dicho eNB pueden ser las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B, respectivamente. El intervalo de conmutación 605-d-1 puede utilizarse con el sistema 100 de la FIG. 1 y con partes del sistema 200 y/o 200-a mostradas en la FIG. 2A y la FIG. 2B.

[0067] A modo de ejemplo, la duración del intervalo de conmutación periódica 605-d-1 se demuestra que es igual a (o aproximadamente igual a) la duración de una estructura de trama periódica 610-a. En algunos modos de realización, la estructura de trama periódica 610-a puede estar asociada con una portadora de componente principal (PCC) de un enlace descendente. Los límites del intervalo de conmutación periódica 605-d-1 pueden sincronizarse con (*por ejemplo*, alineados con) los límites de la estructura de trama periódica 610-a.

[0068] La estructura de trama periódica 610-a puede incluir una trama de radio LTE que tiene diez sub-tramas (*por ejemplo*, SF0, SF1,..., SF9). Las sub-tramas SF0 a SF8 pueden ser sub-tramas 710 de enlace descendente (D), y la sub-trama SF9 puede ser una sub-trama especial (S') 715. Las sub-tramas 710 y/o 715 D y/o S' pueden definir colectivamente un tiempo de ocupación de canal de la trama de radio LTE, y al menos parte de la sub-trama S' 715 puede definir un tiempo de inactividad de canal. En la norma LTE actual, una trama de radio LTE puede tener un tiempo de ocupación de canal máximo (tiempo de activación) entre uno y 9,5 milisegundos, y un tiempo de inactividad de canal mínimo (tiempo de inactivación) de un cinco por ciento del tiempo de ocupación de canal (*por ejemplo*, un mínimo de 50 microsegundos). Para asegurar el cumplimiento de la norma LTE, el intervalo de conmutación periódica 605-d puede cumplir estos requisitos de la norma LTE proporcionando un periodo de protección de 0,5 milisegundos (*es decir*, tiempo de desactivación) como parte de la sub-trama S' 715.

[0069] Debido a que la sub-trama S' 715 tiene una duración de un milisegundo, puede incluir una o más ranuras CCA 720 (*por ejemplo*, intervalos de tiempo) en las que los dispositivos de transmisión contendientes para un canal particular de un espectro sin licencia pueden realizar sus CCA. Cuando una CCA de un dispositivo de transmisión indica que el canal está disponible, pero la CCA del dispositivo se completa antes del final del intervalo de conmutación periódica 605-d-1, el dispositivo puede transmitir una o más señales para reservar el canal hasta el final del intervalo de conmutación periódica 605-d-1. La una o más señales pueden incluir, en algunos casos, señales de piloto de uso de canal (CUPS) o señales de baliza de uso de canal (CUBS) 730. Las CUBS 730 se describen en detalle más adelante en esta descripción, pero pueden usarse tanto para la sincronización de canales como para la reserva de canales. Es decir, un dispositivo que realiza una CCA para el canal después de que otro dispositivo comience a transmitir CUBS en el canal puede detectar la energía de las CUBS 730 y determinar que el canal no está disponible actualmente.

[0070] Tras la finalización exitosa de un dispositivo de transmisión de una CCA para un canal y/o la transmisión de CUBS 730 sobre un canal, el dispositivo de transmisión puede usar el canal para un máximo de un periodo de tiempo predeterminado (*por ejemplo*, un intervalo de conmutación o una trama de radio LTE) para transmitir una forma de onda (*por ejemplo*, una forma de onda basada en LTE 740).

[0071] La FIG. 7B ilustra un sexto ejemplo 705 de un intervalo de conmutación periódica 605-d-2 para transmisiones (enlace ascendente y/o enlace descendente) en un espectro sin licencia. El intervalo de conmutación periódica 605-d-2 puede ser utilizado por un eNB o UE que soporta LTE-U (LTE-U eNB o LTE-U UE). Ejemplos de dicho eNB pueden ser las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B, respectivamente, y ejemplos de tal UE pueden ser los UE 115, 115-a y 115-b de la FIG. 1. El intervalo de conmutación 605-d-2 puede usarse con el sistema 100 de la FIG. 1 y con partes del sistema 200 y/o 200-a mostradas en la FIG. 2A y la FIG. 2B.

[0072] A modo de ejemplo, la duración del intervalo de conmutación periódica 605-d-2 se demuestra que es igual a (o aproximadamente igual a) la duración de una estructura de trama periódica 610-a. En algunos modos de realización, la estructura de trama periódica 610-a puede estar asociada con una portadora de componente principal (PCC) de un enlace descendente. Los límites del intervalo de conmutación periódica 605-d-2 pueden estar sincronizados con (*por ejemplo*, alineados con) los límites de la estructura de trama periódica 610-a.

[0073] La estructura de trama periódica 610-b puede incluir una trama de radio LTE que tiene diez sub-tramas (*por*

ejemplo, SF0, SF1,..., SF9). Las sub-tramas SF0 a SF4 pueden ser sub-tramas 710 de enlace descendente (D); la sub-trama SF5 puede ser una sub-trama especial (S) 735; las sub-tramas SF6 a SF8 pueden ser sub-tramas 745 de enlace ascendente (U); y la sub-trama SF9 puede ser una sub-trama especial (S') 715. Las sub-tramas 710, 735, 745 y/o 715 D, S, U y/o S' pueden definir colectivamente un tiempo de ocupación de canal de la trama de radio LTE y al menos parte de la sub-trama S 735 y/o la sub-trama S' 715 puede definir un tiempo de inactividad de canal. En la norma LTE actual, una trama de radio LTE puede tener un tiempo de ocupación de canal máximo (tiempo de activación) entre uno y 9,5 milisegundos, y un tiempo de inactividad de canal mínimo (tiempo de inactivación) de un cinco por ciento del tiempo de ocupación de canal (*por ejemplo*, un mínimo de 50 microsegundos). Para asegurar el cumplimiento de la norma LTE, el intervalo de conmutación periódica 605-d-2 puede cumplir estos requisitos de la norma LTE proporcionando un período de protección de 0,5 milisegundos o un período de silencio (*es decir*, tiempo de desactivación) como parte de la sub-trama S 735 y/o la sub-trama S' 715.

[0074] Debido a que la sub-trama S' 715 tiene una duración de un milisegundo, puede incluir una o más ranuras CCA 720 (*por ejemplo*, intervalos de tiempo) en las que los dispositivos de transmisión contendientes para un canal particular de un espectro sin licencia pueden realizar sus CCA. Cuando la CCA de un dispositivo de transmisión indica que el canal está disponible, pero la CCA del dispositivo se completa antes del final del intervalo de conmutación periódica 605-d-2, el dispositivo puede transmitir una o más señales para reservar el canal hasta el final del intervalo de conmutación periódica 605-d-2. La una o más señales pueden en algunos casos incluir CUPS o CUBS 730. Las CUBS 730 se describen en detalle más adelante en esta descripción, pero pueden usarse tanto para la sincronización de canales como para la reserva de canales. Es decir, un dispositivo que realiza una CCA para el canal después de que otro dispositivo comience a transmitir CUBS en el canal puede detectar la energía de las CUBS 730 y determinar que el canal no está disponible actualmente.

[0075] Tras la finalización exitosa de un dispositivo de transmisión de una CCA para un canal y/o la transmisión de CUBS 730 sobre un canal, el dispositivo de transmisión puede usar el canal para un máximo de un período de tiempo predeterminado (*por ejemplo*, un intervalo de conmutación o una trama de radio LTE) para transmitir una forma de onda (*por ejemplo*, una forma de onda basada en LTE 740).

[0076] Cuando se reserva un canal de espectro sin licencia, por ejemplo, por parte de una estación base o eNB para un intervalo de conmutación o trama de radio LTE, la estación base o eNB puede en algunos casos reservar el canal para el uso de Multiplexación de Dominio Temporal (TDM). En estos ejemplos, la estación base o eNB puede transmitir datos en una serie de sub-tramas D (*por ejemplo*, sub-tramas SF0 a SF4) y luego permitir que un UE con el que se comunique realice una CCA 750 (*por ejemplo*, CCA de enlace ascendente) en una sub-trama S (*por ejemplo*, sub-trama SF5). Cuando la CCA 750 es exitosa, el UE puede transmitir datos a la estación base o eNB en un número de sub-tramas U (*por ejemplo*, sub-tramas SF6 a SF8).

[0077] Cuando un intervalo de conmutación define una aplicación del protocolo LBT especificado en ETSI (EN 301 893), el intervalo de conmutación puede tomar la forma de un intervalo de conmutación de equipo basado fijo LBT (LBT-FBE) o un intervalo de conmutación de equipo basado en carga LBT (LBT-LBE). Un intervalo de conmutación LBT-FBE puede tener una temporización fija / periódica y no puede ser directamente influenciado por la demanda de tráfico (*por ejemplo*, su temporización puede cambiarse a través de la reconfiguración). Por el contrario, un intervalo de conmutación LBT-LBE puede no tener una temporización fija (*es decir*, ser asíncrono) y puede estar en gran medida influenciado por la demanda de tráfico. Las FIGs. 6A, 6B, 6C, 6D y 7 ilustran cada una un ejemplo de un intervalo de conmutación periódica 605, cuyo intervalo de conmutación periódica 605 puede ser un intervalo de conmutación LBT-FBE. Una ventaja potencial del intervalo de conmutación periódica 605 descrito con referencia a la FIG. 6A es que puede conservar la estructura de trama de radio LTE de diez milisegundos definida en la especificación LTE actual. Sin embargo, cuando la duración de un intervalo de conmutación es menor que la duración de una trama de radio LTE (*por ejemplo*, como se ha descrito con referencia a la FIG. 6B o 6D), las ventajas de preservar la estructura de trama de radio LTE ya no existen y un intervalo de conmutación LBT-LBE puede ser ventajoso. Una ventaja potencial de usar un intervalo de conmutación LBT-LBE es que puede retener la estructura de sub-trama de canales LTE PHY, sin ningún símbolo que falle al principio o al final del intervalo de conmutación. Sin embargo, una desventaja potencial de usar un intervalo de conmutación LBT-LBE es no poder sincronizar el uso de un intervalo de conmutación entre los diferentes eNB de un operador LTE-U (*por ejemplo*, porque cada eNB usa un tiempo de retroceso aleatorio para una CCA extendida).

[0078] La FIG. 8 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de un procedimiento 800 para comunicaciones inalámbricas. Por motivos de claridad, el procedimiento 800 se describe a continuación con referencia a uno de los eNB 105 o UE 115 mostrados en las FIGs. 1, 2A, y/o 2B. En una implementación, uno de los eNB 105 o UE 115 puede ejecutar uno o más conjuntos de códigos para controlar los elementos funcionales de los eNB 105 o UE 115 para realizar las funciones descritas a continuación.

[0079] En el bloque 805, puede generarse un intervalo de conmutación periódica para un enlace descendente en un espectro sin licencia.

[0080] En el bloque 810, al menos un límite del intervalo de conmutación periódica puede sincronizarse con al menos un límite de una estructura de trama periódica asociada a un PCC del enlace descendente. En algunos

modos de realización, el PCC puede incluir una portadora en un espectro con licencia.

[0081] En algunos modos de realización, el intervalo de conmutación periódica puede incluir una trama de LBT y/o la estructura de trama periódica puede incluir una trama de radio LTE.

[0082] En algunos modos de realización, la duración del intervalo de conmutación periódica puede ser un múltiplo entero de la duración de la estructura de trama periódica. Ejemplos de tal modo de realización se describen, *supra*, con referencia a las FIGs. 6A y 6C. En otros modos de realización, la duración del intervalo de conmutación periódica puede ser un submúltiplo de la duración de la estructura de trama periódica. Ejemplos de tal modo de realización se describen, *supra*, con referencia a las FIGs. 6B y 6D.

[0083] Por lo tanto, el procedimiento 800 se puede utilizar para comunicaciones inalámbricas. Cabe señalar que el procedimiento 800 es solo una implementación y que las operaciones del procedimiento 800 se pueden reorganizar o modificar de otra manera, de modo que puede haber otras implementaciones.

[0084] Las FIGs. 9A, 9B, 9C y 9D ilustran los ejemplos 900, 900-a, 920, 950 de cómo puede implementarse un protocolo basado en contención tal como LBT dentro de una sub-trama S' 725-a de un intervalo de conmutación, tal como una sub-trama S' del intervalo de conmutación de diez milisegundos 605-d-1 o 605-d-2 descrito con referencia a la FIG. 7A o 7B. El protocolo basado en contención puede usarse, por ejemplo, con las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B, respectivamente. El protocolo basado en contención se puede usar con el sistema 100 de la FIG. 1 y con partes del sistema 200 y/o 200-a mostradas en la FIG. 2A y la FIG. 2B.

[0085] Con referencia ahora a las FIGs. 9A y 9B, se muestra un ejemplo 900/900-a de una sub-trama S' 725-a-1 que tiene un período de protección 905 y un período de CCA 910. A modo de ejemplo, cada uno de los períodos de protección 905 y el período de CCA 910 puede tener una duración de 0,5 milisegundos e incluir siete posiciones de símbolo OFDM 915. Como se muestra en la FIG. 9B, cada una de las posiciones de símbolo OFDM 915 en el período de CCA 910 puede transformarse en una ranura CCA 720-a en un eNB seleccionando la posición de símbolo OFDM 915 para realizar CCA. En algunos casos, las posiciones de símbolo OFDM 915 iguales o diferentes pueden seleccionarse pseudo-aleatoriamente mediante unos de múltiples eNB, proporcionando de este modo una especie de variabilidad de tiempo de CCA. Los eNB pueden ser operados por un solo operador LTE-U o por diferentes operadores LTE-U. Una posición de símbolo OFDM 915 puede seleccionarse pseudo-aleatoriamente porque puede configurarse un eNB para seleccionar diferentes posiciones de símbolo OFDM en momentos diferentes, dando así a cada uno de los múltiples eNB una oportunidad para seleccionar la posición de símbolo OFDM 915 que se produce antes a tiempo. Esto puede ser ventajoso porque el primer eNB en realizar una CCA exitosa tiene la oportunidad de reservar un canal o canales correspondientes de un espectro sin licencia y la selección pseudo-aleatoria de eNB de una posición de símbolo OFDM 915 para realizar CCA asegura que tiene el misma oportunidad de realizar una CCA exitosa que cualquier otro eNB. En el caso de eNB operados por un solo operador LTEU, los eNB pueden en algunos casos ser configurados para seleccionar la misma ranura CCA 720-a.

[0086] La FIG. 9C muestra un ejemplo 920 de una sub-trama S' 725-a-2 que tiene un período de protección 905 y un período de CCA 910. A modo de ejemplo, cada uno de los períodos de protección 905 puede tener una duración de 0,5 milisegundos e incluir siete posiciones de símbolo OFDM. El período de CCA 910 puede incluir una posición de símbolo OFDM o una fracción de una posición de símbolo OFDM, que puede incluir una o más ranuras CCA, cada una de las cuales tiene una duración inferior o igual a una posición de símbolo OFDM. El período de CCA 910 puede estar seguido por un período CUBS 930. El período de protección 905 puede estar precedido por una sub-trama D reducida 925. En algunos ejemplos, todos los nodos inalámbricos (*por ejemplo*, todas las estaciones base o eNB) asociados con un operador o red pública terrestre móvil (PLMN) pueden realizar una CCA al mismo tiempo durante el período de CCA 910. La sub-trama S' 725-a-2 mostrada en la FIG. 9C puede ser útil en escenarios en los que un operador opera asincrónicamente con respecto a otros operadores con los que compite por el acceso a un espectro sin licencia.

[0087] La FIG. 9D muestra un ejemplo 950 de una sub-trama S' 725-a-3 que tiene una sub-trama D reducida 925, un período de CCA 910 y un período CUBS 930. El período de CCA 910 puede incluir una posición de símbolo OFDM o una fracción de una posición de símbolo OFDM, que puede incluir una o más ranuras CCA, cada una de las cuales tiene una duración inferior o igual a una posición de símbolo OFDM. El período de CCA 910 puede estar seguido por un período CUBS 930. En algunos ejemplos, todos los nodos inalámbricos (*por ejemplo*, todas las estaciones base o eNB) asociados con un operador o red pública terrestre móvil (PLMN) pueden realizar una CCA al mismo tiempo durante el período de CCA 910. La sub-trama S' 725-a-3 mostrada en la FIG. 9D puede ser útil en escenarios en los que un operador opera asincrónicamente con respecto a otros operadores con los que compite por el acceso a un espectro sin licencia y donde la sub-trama S' 725-a-3 se usa en un contexto TDM, tal como con el intervalo de conmutación 605-d-2. Cuando se usa en un contexto de TDM, puede proporcionarse un período de silencio en una sub-trama S de una trama de la cual la sub-trama S' 725-a-3 forma parte.

[0088] Las FIGs. 10A y 10B proporcionan ejemplos de cómo una sub-trama S' tal como la sub-trama S' 725-a descrita con referencia a la FIG. 9A y/o 9B puede usarse conjuntamente con un intervalo de conmutación actual 605. A modo de ejemplo, los intervalos de conmutación actuales 605-e, 605-g mostrados en las FIGs. 10A y 10B pueden

ser ejemplos del intervalo de conmutación de diez milisegundos 605-d descrito con referencia a la FIG. 7. El uso de sub-tramas S' en conjunción con un intervalo de conmutación actual puede ser manejado, por ejemplo, por las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B, respectivamente. El uso de sub-tramas S' en conjunción con un intervalo de conmutación actual puede ser manejado puede ser el sistema 100 de la FIG. 1 y con partes del sistema 200 y/o 200-a mostradas en la FIG. 2A y/o la FIG. 2B.

[0089] La FIG. 10A proporciona un ejemplo 1000 en el que una sub-trama S' está incluida como una última sub-trama del intervalo de conmutación actual 605-e. De este modo, el período de protección 905-a y el período de CCA 910-a de la sub-trama S' ocurren al final del intervalo de conmutación actual 605-e, justo antes de un límite de salida del intervalo de conmutación actual 605-e y el inicio de un siguiente intervalo de transmisión 605-f. La conmutación del siguiente intervalo de transmisión 605-f puede activarse o desactivarse para una transmisión de enlace descendente de cada uno de un número de dispositivos de transmisión, dependiendo de si una CCA realizada por el dispositivo de transmisión indica que el espectro sin licencia está disponible o no disponible durante el siguiente intervalo de transmisión 605-f. En algunos casos, el siguiente intervalo de transmisión 605-f puede ser también un intervalo de conmutación siguiente.

[0090] La FIG. 10B proporciona un ejemplo 1000-a en el que una sub-trama S' está incluida como una primera sub-trama del intervalo de conmutación actual 605-g. Por lo tanto, el período de protección 905-b y el período de CCA 910-b de la sub-trama S' ocurren al comienzo del intervalo de conmutación actual 605-g, justo después de un límite delantero del intervalo de conmutación actual 605-g. El la conmutación del siguiente intervalo de transmisión 605-h puede activarse o desactivarse para una transmisión de enlace descendente de cada uno de un número de dispositivos de transmisión, dependiendo de si una CCA realizada por el dispositivo de transmisión indica que el espectro sin licencia está disponible o no disponible durante el siguiente intervalo de transmisión 605-f. En algunos casos, el siguiente intervalo de transmisión 605-h puede ser también un intervalo de conmutación siguiente.

[0091] La FIG. 10C proporciona un ejemplo 1000-b de cómo la realización de CCA para un espectro sin licencia (o un canal del espectro sin licencia) puede sincronizarse a través de múltiples eNB 105. A modo de ejemplo, los múltiples eNB 105 pueden incluir un LTE-U eNB1 y un LTE-U eNB2. El rendimiento de las CCA puede ser proporcionado, por ejemplo, por las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B, respectivamente. El rendimiento de las CCA puede utilizarse en el sistema 100 de la FIG. 1 y con partes del sistema 200 y/o 200-a mostradas en la FIG. 2A y/o la FIG. 2B.

[0092] Debido a la sincronización entre el eNB1 y el eNB2, una sub-trama S' 725-b dentro de un intervalo de conmutación actual del eNB1 se puede sincronizar con una sub-trama S' 725-c dentro de un intervalo de conmutación actual del eNB2. Además, y debido a procesos sincronizados de selección de ranura CCA pseudo-aleatoria implementados por cada eNB, el eNB2 puede seleccionar una ranura CCA 720-c que tiene lugar en un momento diferente (por ejemplo, posición de símbolo OFDM diferente) que la ranura CCA 720-b seleccionada por eNB1. Por ejemplo, el eNB1 puede seleccionar una ranura CCA 720-b alineada con la quinta posición de símbolo OFDM de los períodos de CCA alineados de las sub-tramas S' 725-b y 725-c, y el eNB2 puede seleccionar una ranura CCA 720-c alineada con la tercera posición de símbolo OFDM de los períodos de CCA alineados.

[0093] Un intervalo de transmisión siguiente a las sub-tramas S' sincronizadas 725-b y 725-c puede comenzar después de los períodos de CCA de las sub-tramas S' 725-b y 725-c y comenzar con una sub-trama D, como se muestra. Debido a que la ranura CCA 720-c del eNB2 está programada en primer lugar en el tiempo, el eNB2 tiene la posibilidad de reservar el siguiente intervalo de transmisión antes de que el eNB1 tenga la oportunidad de reservar el siguiente intervalo de transmisión. Sin embargo, debido al proceso de selección de ranura CCA pseudo-aleatoria implementado por cada uno de eNB1 y eNB2, se puede proporcionar al eNB1 la primera oportunidad de reservar un intervalo de transmisión posterior (por ejemplo, porque su intervalo CCA puede ocurrir en un momento anterior a la ranura CCA del eNB2 en un intervalo de conmutación posterior).

[0094] A modo de ejemplo, la FIG. 10C muestra que hay una actividad de transmisión WiFi (Tx) que coincide con una parte de los períodos de CCA alineados de las sub-tramas S' 725-b y 725-c. Debido a la temporización de la ranura CCA 720-c seleccionada por el eNB2, el eNB2 puede determinar como resultado de llevar a cabo su CCA que el espectro sin licencia no está disponible y puede desactivar la conmutación de una transmisión de enlace descendente 1005-a en el espectro sin licencia durante el siguiente intervalo de transmisión. Por lo tanto, se puede bloquear una transmisión de enlace descendente del eNB2 como resultado de la actividad WiFi Tx que se produce durante la ejecución de la CCA de eNB2.

[0095] Durante la ranura CCA 720-b, el eNB1 puede realizar su CCA. Debido a la temporización de la ranura CCA 720-b seleccionada por el eNB1, el eNB1 puede determinar como resultado de la realización de su CCA que el espectro sin licencia está disponible (por ejemplo, porque la actividad WiFi Tx no ocurre durante la ranura CCA 720-b, y porque el eNB2 no pudo reservar el siguiente intervalo de transmisión en un momento anterior). El eNB1 puede por lo tanto reservar el siguiente intervalo de transmisión y activar la conmutación de una transmisión de enlace descendente 1005 en el espectro sin licencia durante el siguiente intervalo de transmisión. Los procedimientos para reservar el espectro sin licencia (o un canal del espectro sin licencia) se describen con detalle más adelante en esta descripción.

[0096] Las FIGs. 9A, 9B, 10A, 10B y 10C proporcionan ejemplos de cómo se puede seleccionar una ranura CCA 720 en el contexto de un intervalo de conmutación de diez milisegundos, tal como el intervalo de conmutación 605-d descrito con referencia a la FIG. 7. En contraste, las FIGs. 10D, 10E, 10F y 10G proporcionan ejemplos de cómo se puede seleccionar una ranura CCA 720 en el contexto de un intervalo de conmutación de uno o dos milisegundos. Un intervalo de conmutación de diez milisegundos puede proporcionar ventajas tales como una sobrecarga de intervalo de conmutación bajo en presencia de baja actividad WiFi y una capacidad para retener el diseño de canal PHY basado en sub-trama de canales LTE existentes. Sin embargo, puede tener la desventaja de un tiempo de inactividad de canal largo (*por ejemplo*, 0,5+ milisegundos, dependiendo del retardo de CCA inducido por la variabilidad de CCA), que puede proporcionar a un nodo WiFi con una ventana de contención corta una oportunidad de transmisión (por ejemplo, una oportunidad de transmisión durante el período de protección 905 descrito con referencia a las FIGs. 9A o 9B). También puede tener la desventaja de retrasar una transmisión de enlace descendente al menos diez milisegundos cuando una CCA no tiene éxito. Un intervalo de conmutación de, por ejemplo, uno o dos milisegundos puede conducir a una mayor sobrecarga de intervalo de conmutación, y puede requerir cambios más extensos en el diseño de canal LTE PHY para soportar duraciones de transmisión inferiores a milisegundos. Sin embargo, un intervalo de conmutación de quizás uno o dos milisegundos puede reducir o eliminar las desventajas antes mencionadas asociadas con un intervalo de conmutación de 10 milisegundos.

[0097] La FIG. 10D proporciona un ejemplo 1000-c de un intervalo de conmutación de un milisegundo 605-i. Un intervalo de conmutación de un milisegundo puede ser utilizado por las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B, respectivamente. El intervalo de conmutación de un milisegundo puede usarse en el sistema 100 de la FIG. 1 y con partes del sistema 200 y/o 200-a mostradas en la FIG. 2A y/o la FIG. 2B.

[0098] La especificación de LTE actual requiere un tiempo de ocupación de canal (tiempo de activación) \geq un milisegundo, y un tiempo de inactividad de canal \geq cinco por ciento del tiempo de ocupación de canal. Por lo tanto, la especificación LTE actual establece una duración mínima del intervalo de activación de 1,05 milisegundos. Sin embargo, si la especificación LTE pudiera relajarse para requerir un tiempo mínimo de ocupación del canal de quizá 0,95 milisegundos, entonces sería posible un intervalo de conmutación de un milisegundo.

[0099] Como se muestra en la FIG. 10D, un intervalo de conmutación 605-i de un milisegundo puede incluir 14 símbolos OFDM (o posiciones de símbolo). Cuando se realiza una CCA exitosa durante una ranura CCA 720-d que precede al intervalo de conmutación 605-i, puede producirse una transmisión de enlace descendente durante los primeros 13 símbolos OFDM del intervalo de conmutación 605-i. Dicha transmisión de enlace descendente puede tener una duración (o tiempo de ocupación del canal) de 929 microsegundos. De acuerdo con la norma LTE actual, un tiempo de ocupación del canal de 929 microsegundos requeriría un tiempo de inactividad del canal 905-a de 48 microsegundos, lo cual es menor que la duración de 71,4 microsegundos de un símbolo OFDM. Como resultado, el tiempo de inactividad de canal 905-a de 48 microsegundos, así como una o más ranuras CCA 720-D, se pueden proporcionar durante la 14^a posición del símbolo OFDM. En algunos casos, dos ranuras CCA 720-d que tienen una duración total de 20 microsegundos se pueden proporcionar durante la 14^a posición del símbolo OFDM, lo cual permite una cierta cantidad de (variabilidad de) aleatorización de CCA. De nota, cada ranura CCA 720-d en el ejemplo 1000-c tiene una duración de menos de un símbolo OFDM.

[0100] Debido a que las ranuras CCA 720-d están situadas en el extremo del intervalo de conmutación de un milisegundo 605-i o la sub-trama mostrada en la FIG. 10D, el intervalo de conmutación 605-i es compatible con una señal de referencia común (CRS). Se muestra un ejemplo 1000-d de un intervalo de conmutación de un milisegundo 605-j que es compatible con una señal de referencia específica de UE (UERS) en la FIG. 10E. Similar al intervalo de conmutación 605-i, el intervalo de conmutación 605-j incluye 14 símbolos OFDM. Sin embargo, las ranuras de tiempo de inactividad de canal 905-b y CCA 720-e se proporcionan en la primera posición de símbolo OFDM. Una CCA exitosa realizada durante una ranura CCA 720-e del intervalo de conmutación actual 605-j permite por lo tanto reservar el espectro sin licencia y permite realizar una transmisión de enlace descendente en el intervalo de conmutación actual. Por consiguiente, el siguiente intervalo de transmisión se incluye dentro del intervalo de conmutación actual.

[0101] La FIG. 10F proporciona un ejemplo 1000-e de un intervalo de conmutación de dos milisegundos 605-k. Un intervalo de conmutación de dos milisegundos puede ser utilizado por las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B, respectivamente. El intervalo de conmutación de dos milisegundos se puede utilizar en el sistema 100 de la FIG. 1 y con partes del sistema 200 y/o 200-a mostradas en la FIG. 2A y/o la FIG. 2B.

[0102] En contraste con los intervalos de conmutación de un milisegundo 605-i y 605-j, el intervalo de conmutación de dos milisegundos 605-k cumple con los requisitos actuales de especificación LTE para el máximo tiempo de ocupación del canal y el mínimo tiempo de inactividad del canal.

[0103] Como se muestra, el intervalo de conmutación 605-k puede incluir una sub-trama D 710-a y una sub-trama S' 725-d. Sin embargo, la sub-trama S' está configurada de manera algo diferente que las sub-tramas S' descritas anteriormente. Más particularmente, las primeras 12 posiciones de símbolo OFDM de la sub-trama S' así como las 14 posiciones de símbolo OFDM de la sub-trama D anterior, se pueden utilizar para una transmisión de enlace

descendente al realizar una CCA exitosa durante una ranura CCA 720-f anterior al intervalo de conmutación 605-k. Por lo tanto, el tiempo de ocupación del canal puede ser de 1.857 milisegundos, lo cual requiere un tiempo de inactividad del canal 905-c de 96 microsegundos. Por consiguiente, el tiempo de inactividad del canal 905-c puede ocupar la 13^a posición del símbolo OFDM de la sub-trama S' y parte de la 14^a posición del símbolo OFDM de la sub-trama S'. Sin embargo, la duración restante de la 14^a posición del símbolo OFDM puede ser llenada, al menos en parte, por varias ranuras CCA 720-f. En algunos casos, el número de ranuras CCA 720-f puede ser de tres ranuras CCA 720-f, lo cual proporciona una cantidad ligeramente mayor de (variabilidad de) aleatorización de CCA que los intervalos de conmutación de un milisegundo descritos con referencia a las FIGs. 10D y 10E.

10 **[0104]** Debido a que las ranuras CCA 720-f están situadas en el extremo del intervalo de conmutación de dos milisegundos 605-k mostrado en la FIG. 10F, el intervalo de conmutación 605-k es compatible con CRS. Un ejemplo 1000-f de un intervalo de conmutación de dos milisegundos 605-1 que es compatible con UERS se muestra en la FIG. 10G. Similar al intervalo de conmutación 605-k, el intervalo de conmutación 605-1 incluye una sub-trama D 725-e y una sub-trama S' 710-b. Sin embargo, el orden temporal de las sub-tramas se invierte, con la sub-trama S' 710-b ocurriendo en primer lugar en el tiempo y la sub-trama D 725-e ocurriendo más tarde en el tiempo. Además, las ranuras de tiempo de inactividad de canal 905-d y CCA 720-g se proporcionan en la primera posición de símbolo OFDM de la sub-trama S' 710-b. Una CCA exitosa realizado durante una ranura CCA 720 g del intervalo de conmutación actual 605-1 permite, de este modo, reservar el espectro sin licencia y permite realizar una transmisión de enlace descendente en el intervalo de conmutación actual. Por consiguiente, el siguiente intervalo de transmisión se incluye dentro del intervalo de conmutación actual.

15 **[0105]** La FIG. 11 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de un procedimiento 1100 para comunicaciones inalámbricas. Por motivos de claridad, el procedimiento 1100 se describe a continuación con referencia a uno de los eNB 105 mostrados en las FIGs. 1, 2A, y/o 2B. En una implementación, uno de los eNBs 105 puede ejecutar uno o más conjuntos de códigos para controlar los elementos funcionales del eNB 105 para realizar las funciones descritas a continuación.

20 **[0106]** En el bloque 1105, se realiza una CCA para otro espectro sin licencia en un intervalo de conmutación actual para determinar si el espectro sin licencia está disponible para una transmisión de enlace descendente en un intervalo de transmisión siguiente. Realizar la CCA para el espectro sin licencia puede en algunos casos implicar la realización de la CCA para uno o más canales del espectro sin licencia. En algunos casos, el siguiente intervalo de transmisión puede ser un intervalo de conmutación siguiente. En otros casos, el siguiente intervalo de transmisión puede incluirse dentro del intervalo de conmutación actual. En otros casos, como los casos en los que se utiliza un intervalo de conmutación LBTLE asíncrono, el siguiente intervalo de transmisión puede seguir el intervalo de conmutación actual, pero no formar parte de un intervalo de conmutación siguiente.

25 **[0107]** En el bloque 1110, y cuando se hace una determinación de que el espectro sin licencia no está disponible, se puede desactivar la conmutación de una transmisión de enlace descendente en el espectro sin licencia durante el siguiente intervalo de transmisión. De lo contrario, cuando se hace una determinación de que el espectro sin licencia está disponible, se puede desactivar la conmutación de una transmisión de enlace descendente en el espectro sin licencia durante el siguiente intervalo de transmisión.

30 **[0108]** En algunos modos de realización del procedimiento 1100, la CCA se puede realizar durante una primera sub-trama o primera o segunda posición de símbolo OFDM del intervalo de conmutación actual. En otros modos de realización del procedimiento 1100, la CCA puede realizarse durante una última sub-trama o última posición de símbolo OFDM del intervalo de conmutación actual.

35 **[0109]** En algunos modos de realización del procedimiento 1100, el rendimiento de la CCA puede estar sincronizado a través de múltiples eNB, incluyendo múltiples eNB operados por un solo operador LTE-U o por diferentes operadores LTE-U.

40 **[0110]** Por lo tanto, el procedimiento 1100 se puede utilizar para comunicaciones inalámbricas. Cabe señalar que el procedimiento 1100 es solo una implementación y que las operaciones del procedimiento 1100 se pueden reorganizar o modificar de otra manera, de modo que puede haber otras implementaciones.

45 **[0111]** La FIG. 12A es un diagrama de flujo que ilustra otro ejemplo de un procedimiento 1200 para comunicaciones inalámbricas. Por motivos de claridad, el procedimiento 1200 se describe a continuación con referencia a uno de los eNB 105 mostrados en las FIGs. 1, 2A, y/o 2B. En una implementación, uno de los eNBs 105 puede ejecutar uno o más conjuntos de códigos para controlar los elementos funcionales del eNB 105 para realizar las funciones descritas a continuación.

50 **[0112]** En el bloque 1205, las ranuras CCA pueden sincronizarse a través de múltiples estaciones base (por ejemplo, LTE-U eNB 105) para determinar una disponibilidad de un espectro sin licencia (o al menos un canal de espectro sin licencia) para transmisiones de enlace descendente en un próximo intervalo de transmisión.

55 **[0113]** En algunos modos de realización, las ranuras CCA pueden estar situadas en una primera sub-trama o una

primera o segunda posición de símbolo OFDM de un intervalo de conmutación actual. En otros modos de realización, las ranuras CCA pueden estar situadas en una última sub-trama o última posición de símbolo OFDM de un intervalo de conmutación actual.

5 **[0114]** En algunos modos de realización, tales como modos de realización en los que un intervalo de conmutación tiene una duración de diez milisegundos, el intervalo entre el comienzo de ranuras CCA adyacentes puede ser de aproximadamente la duración de un símbolo OFDM. Para los propósitos de esta descripción, "aproximadamente la duración del símbolo OFDM" incluye igual a la duración de un símbolo OFDM. Un ejemplo en el que el intervalo entre el comienzo de las ranuras CCA adyacentes puede ser aproximadamente la duración de un símbolo OFDM se muestra en la FIG. 9B.

10 **[0115]** Por lo tanto, el procedimiento 1200 se puede utilizar para comunicaciones inalámbricas. Cabe señalar que el procedimiento 1200 es solo una implementación y que las operaciones del procedimiento 1200 se pueden reorganizar o modificar de otra manera, de modo que puede haber otras implementaciones.

15 **[0116]** La FIG. 12B es un diagrama de flujo que ilustra otro ejemplo de un procedimiento 1200-a para comunicaciones inalámbricas. Por motivos de claridad, el procedimiento 1200-a se describe a continuación con referencia a uno de los eNB 105 mostrados en las FIGs. 1, 2A, y/o 2B. En una implementación, uno de los eNBs 105 puede ejecutar uno o más conjuntos de códigos para controlar los elementos funcionales del eNB 105 para realizar las funciones descritas a continuación.

20 **[0117]** En el bloque 1215, las ranuras CCA pueden sincronizarse a través de múltiples estaciones base (por ejemplo, LTE-U eNB 105) para determinar una disponibilidad de un espectro sin licencia (o al menos un canal de espectro sin licencia) para transmisiones de enlace descendente en un próximo intervalo de transmisión.

25 **[0118]** En algunos modos de realización, las ranuras CCA pueden estar situadas en una primera sub-trama o una primera o segunda posición de símbolo OFDM de un intervalo de conmutación actual. En otros modos de realización, las ranuras CCA pueden estar situadas en una última sub-trama o última posición de símbolo OFDM de un intervalo de conmutación actual.

30 **[0119]** En algunos modos de realización, tales como modos de realización en los que un intervalo de conmutación tiene una duración de diez milisegundos, el intervalo entre el comienzo de ranuras CCA adyacentes puede ser de aproximadamente la duración de un símbolo OFDM. Un ejemplo en el que el intervalo entre el comienzo de las ranuras CCA adyacentes puede ser aproximadamente una duración de un símbolo OFDM se muestra en la FIG. 9B.

35 **[0120]** En el bloque 1220, una de las ranuras CCA se identifica como una ranura CCA en la que determinar la disponibilidad de espectro sin licencia. La una de las ranuras CCA puede identificarse basándose al menos en parte en una secuencia de selección pseudo-aleatoria impulsada por una semilla de aleatorización.

40 **[0121]** En algunos modos de realización, al menos un subconjunto de las estaciones base múltiples pueden usar la misma semilla de aleatorización para su de generación de secuencias pseudo-aleatori. El subconjunto puede estar asociado con un despliegue de estaciones base por parte de un solo operador.

45 **[0122]** Por lo tanto, el procedimiento 1200-a puede proporcionar comunicaciones inalámbricas. Cabe señalar que el procedimiento 1200-a es solo una implementación y que las operaciones del procedimiento 1200-a se pueden reorganizar o modificar de otra manera, de modo que puede haber otras implementaciones.

50 **[0123]** La FIG. 13A es un diagrama de flujo que ilustra otro ejemplo de un procedimiento 1300 para comunicaciones inalámbricas. Por motivos de claridad, el procedimiento 1300 se describe a continuación con referencia a uno de los eNB 105 mostrados en las FIGs. 1, 2A, y/o 2B. En una implementación, uno de los eNBs 105 puede ejecutar uno o más conjuntos de códigos para controlar los elementos funcionales del eNB 105 para realizar las funciones descritas a continuación.

55 **[0124]** En el bloque 1305, una CCA se puede realizar durante una de las múltiples ranuras CCA sincronizadas a través de múltiples eNB 105 (por ejemplo, LTE-U eNB) para determinar una disponibilidad de un espectro sin licencia (o al menos un canal del espectro sin licencia) para transmisiones de enlace descendente en un intervalo de transmisión siguiente.

60 **[0125]** En algunos modos de realización, diferentes eNB pueden utilizar unas diferentes de las múltiples ranuras CCA para realizar CCA durante un intervalo de conmutación. En otros modos de realización, dos o más eNB pueden usar la misma ranura CCA para realizar CCA durante un intervalo de conmutación (por ejemplo, cuando existe coordinación entre un subconjunto de eNB, tal como coordinación entre los eNB desplegados por un solo operador).

65 **[0126]** Por lo tanto, el procedimiento 1300 se puede utilizar para comunicaciones inalámbricas. Cabe señalar que el procedimiento 1300 es solo una implementación y que las operaciones del procedimiento 1300 se pueden reorganizar o modificar de otra manera, de modo que puede haber otras implementaciones.

[0127] La FIG. 13B es un diagrama de flujo que ilustra otro ejemplo de un procedimiento 1300-a para comunicaciones inalámbricas. Por motivos de claridad, el procedimiento 1300-a se describe a continuación con referencia a uno de los eNB 105 mostrados en las FIGs. 1, 2A, y/o 2B. En una implementación, uno de los eNBs 105 puede ejecutar uno o más conjuntos de códigos para controlar los elementos funcionales del eNB 105 para realizar las funciones descritas a continuación.

[0128] En el bloque 1315, una ranura CCA puede identificarse (*por ejemplo*, mediante un eNB) entre varias ranuras CCA sincronizadas a través de múltiples eNB 105 (*por ejemplo*, LTE-U eNB). La ranura puede identificarse basándose al menos en parte en una secuencia de selección pseudo-aleatoria generada a partir de una semilla de aleatorización. En un modo de realización alternativo, la ranura puede identificarse basándose, al menos en parte, en información de coordinación intercambiada entre al menos un subconjunto de los eNB sobre una red de retroceso, tal como la red de retroceso 132 o 134 descrita con referencia a la FIG. 1.

[0129] En el bloque 1320, una CCA se puede realizar durante la ranura CCA identificada para determinar una disponibilidad de un espectro sin licencia (o al menos un canal de espectro sin licencia) para transmisiones de enlace descendente en un intervalo de transmisión siguiente.

[0130] En algunos modos de realización, diferentes eNB pueden identificar unas diferentes de múltiples ranuras CCA para realizar CCA durante un intervalo de conmutación. En otros modos de realización, dos o más eNB pueden identificar la misma ranura CCA para realizar CCA durante un intervalo de conmutación.

[0131] Por lo tanto, el procedimiento 1300-a puede proporcionar comunicaciones inalámbricas. Cabe señalar que el procedimiento 1300-a es solo una implementación y que las operaciones del procedimiento 1300-a se pueden reorganizar o modificar de otra manera, de modo que puede haber otras implementaciones.

[0132] La FIG. 14A proporciona otro ejemplo 1400 de cómo la realización de CCA para un espectro sin licencia (o un canal del espectro sin licencia) puede sincronizarse a través de múltiples eNB 105. Ejemplos de los eNB 105 pueden ser las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B, respectivamente. El rendimiento de las CCA puede estar sincronizado en algunos ejemplos a través de los eNB 105 utilizados en el sistema 100 de la FIG. 1 o con partes del sistema 100 mostradas en la FIG. 2A y la FIG. 2B.

[0133] La FIG. 14A también muestra cómo el espectro sin licencia puede ser reservado por uno o más de los eNB 105 después de una CCA exitosa. A modo de ejemplo, los múltiples eNB 105 pueden incluir un LTE-U eNB1, un LTE-U eNB2 y un LTE-U eNB3.

[0134] Como se muestra, los límites de los intervalos de conmutación actuales de cada eNB (*por ejemplo*, eNB1, eNB2, y eNB3) pueden estar sincronizados, proporcionando de este modo sincronización de las sub-tramas S' 725-f, 725-g, 725-h de los eNB. Un período de CCA de cada sub-trama S' puede incluir múltiples ranuras CCA 720. Debido a un proceso de selección de ranura CCA pseudo-aleatoria sincronizada implementado por cada eNB, el eNB2 puede seleccionar una ranura CCA 720-i que ocurre en un momento diferente (*por ejemplo*, diferente posición de símbolo OFDM) que la ranura CCA 720-h seleccionada por eNB1. *Por ejemplo*, el eNB1 puede seleccionar una ranura CCA 720-h alineada con la quinta posición de símbolo OFDM de los períodos de CCA alineados de las sub-tramas S' 725-f y 725-g, y el eNB2 puede seleccionar una ranura CCA 720-i alineada con la tercera posición de símbolo OFDM de los períodos de CCA alineados. Sin embargo, cuando el eNB3 es desplegado por el mismo operador que el eNB1, el eNB3 puede sincronizar la temporización de su ranura CCA 720-j con la temporización de la ranura CCA 720-h seleccionada para eNB1. El operador que despliega tanto el eNB1 como el eNB3 puede entonces determinar a qué eNB se le permite el acceso al espectro sin licencia o coordinar el acceso simultáneo al espectro sin licencia en virtud de transmisiones ortogonales y/u otros mecanismos de transmisión.

[0135] Un intervalo de transmisión siguiente a las sub-tramas S' sincronizadas 725-f, 725-g, 725-h puede comenzar después de los períodos de CCA de las sub-tramas S' 725-f, 725-g, 725-h y comenzar con una sub-trama D, como se muestra. Debido a que la ranura CCA 720-i del eNB2 está programada en primer lugar en el tiempo, el eNB2 tiene la posibilidad de reservar el siguiente intervalo de transmisión antes de que eNB1 y eNB3 tengan la posibilidad de reservar el siguiente intervalo de transmisión. Sin embargo, debido al proceso de selección de ranura CCA pseudo-aleatoria implementado por cada uno de eNB1, eNB2 y eNB3, se puede proporcionar al eNB1 o eNB3 la primera oportunidad de reservar un intervalo de transmisión posterior.

[0136] A modo de ejemplo, la FIG. 14A muestra que hay una actividad de transmisión WiFi (Tx) que coincide con una parte de los períodos de CCA alineados de las sub-tramas S' 725-f, 725-g, 725-h. Debido a la temporización de la ranura CCA 720-i seleccionada por el eNB2, el eNB2 puede determinar como resultado de realizar su CCA que el espectro sin licencia no está disponible y puede desactivar la conmutación de la transmisión de enlace descendente 1005-c en el espectro sin licencia durante el siguiente intervalo de transmisión. Por lo tanto, se puede bloquear una transmisión de enlace descendente del eNB2 como resultado de la actividad WiFi Tx que se produce durante la ejecución de la CCA de eNB2.

- 5 **[0137]** Durante las ranuras CCA 720-h y 720-j, cada uno de eNB1 y eNB3 puede realizar su respectiva CCA. Debido a la sincronización de las ranuras CCA 720-h, 720-j seleccionadas por el eNB1 y el eNB3, cada uno de los eNB1 y eNB3 puede determinar como resultado de realizar su CCA que el espectro sin licencia está disponible (por ejemplo, porque la actividad WiFi Tx no ocurre durante las ranuras CCA 720-h, 720-i y porque el eNB2 no pudo reservar el siguiente intervalo de transmisión en un momento anterior). Por lo tanto, el eNB1 y el eNB3 pueden reservar el siguiente intervalo de transmisión y activar la conmutación de una transmisión de enlace descendente 1005-b, 1005-d en el espectro sin licencia durante el siguiente intervalo de transmisión.
- 10 **[0138]** Un eNB puede reservar el siguiente intervalo de transmisión mediante la transmisión de una o más señales antes del intervalo de transmisión para reservar el espectro sin licencia durante el siguiente intervalo de transmisión. Por ejemplo, después de determinar que el espectro sin licencia está disponible (*por ejemplo*, realizando una CCA exitosa), el eNB1 puede llenar cada una de las ranuras CCA después de su realización de una CCA exitosa con CUBS 1010-a. Las CUBS 1010-a pueden incluir una o más señales que son detectables por otros dispositivos para permitir que los otros dispositivos conozcan el espectro sin licencia (o al menos un canal del mismo) ha sido reservado para su uso por otro dispositivo (*por ejemplo*, por el eNB1). Las CUBS 1010-a pueden ser detectadas tanto por dispositivos LTE como WiFi. A diferencia de la mayoría de las señales LTE, que comienzan en un límite de sub-trama, las CUBS 1010-a pueden comenzar en un límite de símbolo OFDM.
- 20 **[0139]** En algunos casos, las CUBS 1010-a pueden incluir una señal de marcador de posición transmitida con el fin de reservar el espectro sin licencia. En otros casos, las CUBS 1010-a pueden incluir, por ejemplo, al menos una señal piloto para una o ambas de sincronización de tiempo-frecuencia y estimación de calidad de canal en el espectro sin licencia. La(s) señal(es) piloto pueden ser utilizadas por uno o más UE 115 para realizar mediciones de calidad de canal en diferentes elementos de recurso, de manera que una calidad de canal pueda comunicarse al eNB 1. El eNB1 puede entonces recibir el informe de calidad de canal desde el UE 115 en respuesta a las CUBS 25 1010-a y asignar elementos de recursos para transmisiones desde el eNB1 al UE 115 para proporcionar reutilización de recursos fraccionarios entre múltiples UE 115 para evitar interferencia entre los múltiples UE 115.
- 30 **[0140]** En algunos modos de realización, las CUBS 1010-a se pueden transmitir de manera repetitiva, con la transmisión de cada señal empezando en un límite de una de las múltiples ranuras CCA.
- 35 **[0141]** En algunos modos de realización, se puede asegurar que se transmita al menos una posición de símbolo OFDM que pueda tener CUBS después de una CCAM exitosa, para facilitar la sincronización de tiempo / frecuencia entre una transmisión LTE-U eNB y un UE de recepción.
- 40 **[0142]** En algunos modos de realización, y cuando hay una duración de más de dos símbolos OFDM entre una CCA exitosa y el inicio de un intervalo de transmisión siguiente, la tercera y las posteriores transmisiones de CUBS pueden modificarse para llevar datos de enlace descendente e información de control desde el LTE-U eNB de transmisión a un UE de recepción.
- 45 **[0143]** En algunos modos de realización, las CUBS 1010-a pueden modelarse después de la estructura de ranura de tiempo piloto de enlace descendente (DwPTS) definida en la especificación de LTE actual.
- 50 **[0144]** En algunos modos de realización, las CUBS 1010-a pueden incluir una forma de onda de banda ancha que lleva una secuencia de firma determinada por el ID de despliegue de la transmisión LTE-U eNB. La secuencia de la firma puede ser una secuencia conocida que tiene bajo contenido de información y, por lo tanto, es compatible con IC para los nodos receptores LTE-U. La forma de onda de banda ancha puede en algunos casos ser transmitida a plena potencia de transmisión, para superar las limitaciones de densidad espectral de potencia de transmisión (Tx-PSD) y de ancho de banda mínimo (min-BW), así como silenciar otros nodos (*por ejemplo*, nodos WiFi).
- 55 **[0145]** El eNB3 puede llenar asimismo cada una de las ranuras CCA después de su realización de una CCA con éxito con las CUBS 1010-b, y puede recibir un informe de calidad de canal de uno diferente de los UE 115.
- 60 **[0146]** La FIG. 14B proporciona otro ejemplo 1400-a de cómo el rendimiento de las CCA para un espectro sin licencia (o un canal del espectro sin licencia) puede sincronizarse a través de varios eNB 105. Ejemplos de los eNB 105 pueden ser las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B, respectivamente. El rendimiento de las CCA puede estar sincronizado en algunos ejemplos a través de los eNB 105 utilizados en el sistema 100 de la FIG. 1 o con partes del sistema 100 mostradas en la FIG. 2A y la FIG. 2B.
- 65 **[0147]** La FIG. 14B también muestra cómo el espectro sin licencia puede ser reservado por uno de los eNB 105 después de una CCA exitosa. A modo de ejemplo, los múltiples eNB 105 pueden incluir un LTE-U eNB1, un LTE-U eNB2 y un LTE-U eNB4.
- [0148]** Como se muestra, los límites de los intervalos de conmutación actuales de cada eNB (*por ejemplo*, eNB1, eNB2, y eNB4) pueden estar sincronizados, proporcionando de este modo sincronización de las sub-tramas S' 725-F, 725-g, 725-i de los eNB. Un período de CCA de cada sub-trama S' puede incluir múltiples ranuras CCA 720. Debido a un proceso de selección de ranura CCA pseudo-aleatoria sincronizada implementado por cada eNB, el

eNB2 puede seleccionar una ranura CCA 720-i que ocurre en un momento diferente (*por ejemplo*, diferente posición de símbolo OFDM) que la ranura CCA 720-h seleccionada por eNB1. Por ejemplo, el eNB1 puede seleccionar una ranura CCA 720 h alineada con la quinta posición de símbolo OFDM de los períodos de CCA alineados de las sub-tramas S' 725-f y 725-g, y el eNB2 puede seleccionar una ranura CCA 720-i alineada con la tercera posición de símbolo OFDM de los períodos de CCA alineados. Del mismo modo, el eNB4 puede seleccionar una ranura CCA 720-k que se produce en un tiempo diferente que las ranuras CCA 720-h, 720-i seleccionadas por cada uno de los eNB1 y eNB2 (*por ejemplo*, porque el eNB4 no puede ser desplegado por el mismo operador que el eNB1, como fue el caso con el eNB3 descrito con referencia a la FIG. 14A). Por ejemplo, el eNB4 puede seleccionar una ranura CCA 720-k alineada con la sexta posición de símbolo OFDM de los períodos de CCA alineados.

[0149] Un intervalo de transmisión siguiente a las sub-tramas S' sincronizadas 725-f, 725-g, 725-i puede comenzar después de los períodos de CCA de las sub-tramas S' 725-f, 725-G, 725-i y comenzar con una sub-trama D, como se muestra. Debido a que la ranura CCA 720-i del eNB2 está programada en primer lugar en el tiempo, el eNB2 tiene una posibilidad de reservar el siguiente intervalo de transmisión antes de que eNB1 y el eNB4 tengan una posibilidad de reservar el siguiente intervalo de transmisión. Sin embargo, debido al proceso de selección de ranura CCA pseudo-aleatoria implementado por cada uno de los eNB1, eNB2 y eNB4, se puede proporcionar al eNB1 o al eNB4 la primera oportunidad de reservar un intervalo de transmisión posterior.

[0150] A modo de ejemplo, la FIG. 14B muestra que hay una actividad de transmisión WiFi (Tx) que coincide con una parte de los períodos de CCA alineados de las sub-tramas S' 725-f, 725-g, 725-i. Sin embargo, debido a que la actividad de WiFi Tx no coincide con la temporización de la ranura CCA 720-i seleccionada por el eNB2, el eNB2 puede determinar como resultado de realizar su CCA que el espectro sin licencia está disponible y puede activar la conmutación de una transmisión de enlace descendente 1005-c en el espectro sin licencia durante el siguiente intervalo de transmisión. Además, y después de su CCA exitosa, el eNB2 puede llenar las ranuras CCA posteriores con CUBS 1010-c, reservando así el siguiente intervalo de transmisión para su propio uso.

[0151] Durante las ranuras CCA 720-h y 720-k, cada uno del eNB1 y el eNB4 puede realizar su respectiva CCA. Sin embargo, debido a que el eNB2 ya ha comenzado a transmitir CUBS 1010-c, el eNB1 y el eNB4 determinan que el espectro sin licencia no está disponible. Dicho de otra manera, el eNB 1 y el eNB4 se bloquean del espectro sin licencia en virtud de que el eNB2 ya ha reservado el espectro sin licencia.

[0152] La FIG. 14C proporciona otro ejemplo 1400-b de cómo la realización de CCA para un espectro sin licencia (o un canal del espectro sin licencia) puede sincronizarse a través de múltiples eNB 105. Ejemplos de los eNB 105 pueden ser las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B, respectivamente. El rendimiento de las CCA puede estar sincronizado en algunos ejemplos a través de los eNB 506 utilizados en el sistema 100 de la FIG. 1 o con partes del sistema 100 mostradas en la FIG. 2A y la FIG. 2B.

[0153] La FIG. 14C también muestra cómo el espectro sin licencia puede ser reservado por uno de los eNB 105 después de una CCA exitosa. A modo de ejemplo, los múltiples eNB 105 pueden incluir un LTE-U eNB1, un LTE-U eNB2 y un LTE-U eNB4.

[0154] Como se muestra, los límites de los intervalos de conmutación actuales de cada eNB (*por ejemplo*, eNB1, eNB2, y eNB4) pueden estar sincronizados, proporcionando de este modo sincronización de las sub-tramas S' 725-F, 725-g, 725-i de los eNB. Un período de CCA de cada sub-trama S' puede incluir múltiples ranuras CCA 720. Debido a un proceso de selección de ranura CCA pseudo-aleatoria sincronizada implementado por cada eNB, el eNB2 puede seleccionar una ranura CCA 720-i que ocurre en un momento diferente (*por ejemplo*, diferente posición de símbolo OFDM) que la ranura CCA 720-h seleccionada por eNB1. Por ejemplo, el eNB1 puede seleccionar una ranura CCA 720 h alineada con la quinta posición de símbolo OFDM de los períodos de CCA alineados de las sub-tramas S' 725-f y 725-g, y el eNB2 puede seleccionar una ranura CCA 720-i alineada con la tercera posición de símbolo OFDM de los períodos de CCA alineados. Del mismo modo, el eNB4 puede seleccionar una ranura CCA 720-k que se produce en un tiempo diferente que las ranuras CCA 720-h, 720-i seleccionadas por cada uno de los eNB1 y eNB2 (*por ejemplo*, porque el eNB3 tal vez no pueda ser desplegado por el mismo operador que el eNB1, como fue el caso en el ejemplo descrito con referencia a la FIG. 14A). Por ejemplo, el eNB4 puede seleccionar una ranura CCA 720-k alineada con la sexta posición de símbolo OFDM de los períodos de CCA alineados.

[0155] Un intervalo de transmisión siguiente a las sub-tramas S' sincronizadas 725-f, 725-g, 725-i puede comenzar después de los períodos de CCA de las sub-tramas S' 725-f, 725-G, 725-i y comenzar con una sub-trama D, como se muestra. Debido a que la ranura CCA 720-i del eNB2 está programada en primer lugar en el tiempo, el eNB2 tiene una posibilidad de reservar el siguiente intervalo de transmisión antes de que eNB1 y el eNB4 tengan una posibilidad de reservar el siguiente intervalo de transmisión. Sin embargo, debido al proceso de selección de ranura CCA pseudo-aleatoria implementado por cada uno de los eNB1, eNB2 y eNB4, se puede proporcionar al eNB1 o al eNB4 la primera oportunidad de reservar un intervalo de transmisión posterior.

[0156] A modo de ejemplo, la FIG. 14C muestra que hay una actividad de transmisión WiFi (Tx) que coincide con una parte de los períodos de CCA alineados de las sub-tramas S' 725-f, 725-g, 725-i. Debido a la temporización de la ranura CCA 720-i seleccionada por el eNB2, el eNB2 puede determinar como resultado de realizar su CCA que el

espectro sin licencia no está disponible y puede desactivar la conmutación de una transmisión de enlace descendente 1005-c en el espectro sin licencia durante el siguiente intervalo de transmisión. Por lo tanto, se puede bloquear una transmisión de enlace descendente del eNB2 como resultado de la actividad WiFi Tx que se produce durante la ejecución de la CCA de eNB2.

5 **[0157]** Durante la ranura CCA 720-h, el eNB1 puede cumplir su CCA y determinar que el espectro sin licencia está disponible (por ejemplo, porque la actividad WiFi Tx no se produce durante la ranura CCA 720-h, y porque el eNB2 no era capaz de reservar el siguiente intervalo de transmisión en un momento anterior). Por lo tanto, el eNB1 puede reservar el siguiente intervalo de transmisión y activar la conmutación de una transmisión de enlace descendente 1005-b en el espectro sin licencia durante el siguiente intervalo de transmisión. Además, y después de su CCA exitosa, el eNB1 puede llenar las ranuras CCA posteriores con CUBS 1010-d, reservando con ello el siguiente intervalo de transmisión para su propio uso.

15 **[0158]** Durante la ranura CCA 720-k, el eNB4 puede realizar su CCA y detectar las CUBS 1010-d. Como resultado, el eNB4 puede determinar que el espectro sin licencia no está disponible y desactivar la conmutación de la transmisión de enlace descendente 1005-d en el espectro sin licencia. Dicho de otra manera, el eNB4 se bloquea del espectro sin licencia en virtud de que el eNB1 ya ha reservado el espectro sin licencia.

20 **[0159]** En las FIGs. 14A, 14B y 14C, las CUBS 1010 se transmiten antes de un siguiente intervalo de transmisión, para reservar espectro sin licencia para un uso de LTE-U eNB durante el siguiente intervalo de transmisión. Sin embargo, en algunos modos de realización, las CUBS 1010 pueden transmitirse al comienzo de un intervalo de transmisión activo para proporcionar, por ejemplo, sincronización tiempo / frecuencia para una LTE-U eNB y UE que estén en comunicación durante el intervalo de transmisión activo.

25 **[0160]** En algunos modos de realización, las CUBS pueden transmitirse durante menos de la duración de un símbolo OFDM. Las transmisiones de CUBS durante menos de un símbolo OFDM pueden denominarse CUBS parciales (PCUBS). A modo de ejemplo, y en el contexto de los intervalos de conmutación de uno o dos milisegundos descritos con referencia a las FIGs. 10D, 10E, 10F y 10G, las PCUBS pueden transmitirse entre la realización de una CCA exitosa y el comienzo de un siguiente límite de símbolo OFDM. En algunos modos de realización, las PCUBS se pueden obtener a partir de un símbolo completo CUBS fallando tres de cada cuatro tonos y truncando las CUBS a una duración deseada. Como alternativa, las PCUBS pueden estar formadas por un preámbulo y cabecera de procedimiento de convergencia de capa física (PLCP) basado en la norma IEEE 802.11g/n (que puede silenciar al menos los nodos WiFi compatibles con las normas).

35 **[0161]** La FIG. 15 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de un procedimiento 1500 para comunicaciones inalámbricas. Por motivos de claridad, el procedimiento 1500 se describe a continuación con referencia a uno de los eNB 105 mostrados en las FIGs. 1, 2A, y/o 2B. En una implementación, uno de los eNBs 105 puede ejecutar uno o más conjuntos de códigos para controlar los elementos funcionales del eNB 105 para realizar las funciones descritas a continuación.

40 **[0162]** En el bloque 1505, una CCA se puede realizar durante una de las múltiples ranuras CCA sincronizadas a través de múltiples eNB 105 (*por ejemplo*, LTE-U eNB) para determinar una disponibilidad de un espectro sin licencia (o al menos un canal del espectro sin licencia) para transmisiones de enlace descendente en un intervalo de transmisión siguiente.

45 **[0163]** En algunos modos de realización, diferentes eNB pueden utilizar unas diferentes de las múltiples ranuras CCA para realizar CCA durante un intervalo de conmutación. En otros modos de realización, dos o más eNB pueden usar la misma ranura CCA para realizar CCA durante un intervalo de conmutación (*por ejemplo*, cuando existe coordinación entre un subconjunto de eNB, tal como coordinación entre los eNB desplegados por un solo operador).

50 **[0164]** En el bloque 1510, y cuando el espectro sin licencia está disponible (*por ejemplo*, cuando se determina mediante la realización de una CCA exitosa que el espectro sin licencia está disponible), una o más señales pueden transmitirse antes de que el siguiente intervalo de transmisión reserve el espectro sin licencia durante el siguiente nivel de transmisión. En algunos casos, la una o más señales pueden incluir CUBS 1010, como se describe con referencia a las FIGs. 14A, 14B y/o 14C.

55 **[0165]** En algunos modos de realización, la una o más señales transmitidas antes del siguiente intervalo de transmisión pueden incluir al menos una señal piloto para una o ambas de la sincronización de tiempo - frecuencia y la estimación de calidad de canal en el espectro sin licencia. La o las señales piloto pueden ser utilizadas por uno o más UE 115 para realizar mediciones de calidad de canal en diferentes elementos de recurso, de manera que una calidad de canal pueda ser comunicada al eNB 105 que ha transmitido la una o más señales. El eNB 105 puede entonces recibir el informe de calidad de canal desde el UE 115 en respuesta a la señal o señales piloto y asignar elementos de recursos para transmisiones desde el eNB 105 al UE 115 para proporcionar reutilización de recursos fraccionarios entre múltiples UE 115 para evitar interferencia entre los múltiples UE 115.

65 **[0166]** Por lo tanto, el procedimiento 1500 se puede utilizar para comunicaciones inalámbricas. Cabe señalar que el

procedimiento 1500 es solo una implementación y que las operaciones del procedimiento 1500 se pueden reorganizar o modificar de otra manera, de modo que puede haber otras implementaciones.

5 **[0167]** Al conmutar el acceso a un espectro sin licencia, los intervalos de conmutación pueden hacer que un LTE-U eNB esté en silencio durante varias tramas de radio LTE. Debido a esto, un LTE-U eNB que se basa en la comunicación de LTE convencional de información de realimentación (por ejemplo, información de estado de canal (CSI)) puede no tener información de indicador de calidad de canal (CQI) actualizada antes de programar una transmisión de enlace descendente. Un LTE-U eNB que se basa en la comunicación de LTE convencional de información de realimentación también puede fallar al recibir solicitudes de repetición automáticas híbridas (HARQ) de manera oportuna. Por lo tanto, se pueden utilizar mecanismos que tienen en cuenta los intervalos de conmutación de un espectro sin licencia y comunican CSI y HARQ en intervalos de transmisión con desactivación de conmutación de un enlace descendente en el espectro sin licencia, para mejorar el procesamiento de CQI y HARQ de LTE-U eNB. Ejemplos de tales mecanismos se describen con referencia a las FIGs. 16, 17A y 17B.

15 **[0168]** La FIG. 16 es un diagrama 1600 que ilustra comunicaciones entre un eNB 105-c y un UE 115-c. El eNB 105-c puede ser un ejemplo de las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B, respectivamente. El UE115-c puede ser un ejemplo de los UE 115, 115-a y 115-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B, respectivamente. El eNB 105-c y el UE 115-c pueden usarse en el sistema 100 of FIG. 1 y con partes del sistema 100 mostradas en la FIG. 2A y la FIG. 2B.

20 **[0169]** El eNB 105-C puede comunicarse con el UE 115-c a través de un enlace descendente 1610 en un espectro sin licencia, y el UE 115-c puede comunicarse con el eNB 105-c a través de un enlace ascendente de soporte de componente principal (PCC) 1605 en un espectro con licencia. El UE 115-c puede transmitir información de realimentación al eNB 105-c a través del enlace ascendente PCC 1605, y el eNB 105-c puede recibir la información de realimentación desde el UE 115-c a través del enlace ascendente PCC 1605. En algunos casos, la información de realimentación puede dirigirse (o pertenecer a) señales transmitidas desde el eNB 105-c al UE 115-c a través del enlace descendente 1610. La transmisión de información de realimentación para el espectro sin licencia a través del espectro con licencia puede mejorar la fiabilidad de la información de realimentación para el espectro sin licencia.

30 **[0170]** La información de realimentación puede incluir en algunos casos la información de realimentación para al menos un intervalo de transmisión conmutado desde el enlace descendente 1610.

35 **[0171]** En algunos modos de realización, la información de realimentación puede incluir información de estado de canal (CSI), tal como CSI para el enlace descendente 1610. Durante al menos un intervalo de transmisión durante el cual el eNB 105-c desactivó la conmutación de transmisiones para el enlace descendente 1610, el CSI puede incluir CSI a largo plazo. Sin embargo, durante al menos un intervalo de transmisión durante el cual el eNB 105-c activó la conmutación de transmisiones para el enlace descendente, el CSI puede incluir CSI a corto plazo. El CSI a largo plazo puede incluir, por ejemplo, información de gestión de recursos de radio (RRM) que captura los detalles del entorno de interferencia de canal (*por ejemplo*, información que identifica cada fuente de interferencia dominante, ya sea WiFi, estación (STA) y/o LTE-U eNB, por ejemplo, información que identifica la intensidad media y/o las características espaciales de cada señal de interferencia, *etc.*). El CSI a corto plazo puede incluir, por ejemplo, un CQI, un indicador de rango (RI) y/o un indicador de matriz de pre-codificación. En algunos casos, el CSI puede ser enviado desde un UE 115 a un eNB 115, a través del enlace ascendente PCC 1605, en una segunda sub-trama después del inicio de las transmisiones de enlace descendente en un intervalo de transmisión actual en el espectro sin licencia.

45 **[0172]** En algunos modos de realización, la información de realimentación puede incluir información de realimentación HARQ, tal como información de realimentación HARQ para el enlace descendente 1610. En un ejemplo de transmisión HARQ, HARQ puede ignorar los intervalos de transmisión en los que las conmutaciones de las transmisiones de enlace descendente se desactivaron. En otro ejemplo de transmisión HARQ, puede utilizarse HARQ para intervalos de transmisión en los que las conmutaciones de transmisiones de enlace descendente están activadas y puede utilizarse una solicitud de repetición automatizada simple (ARQ) para intervalos de transmisión en los que las conmutaciones de las transmisiones de enlace descendente se desactivaron. Ambos ejemplos pueden mantener la funcionalidad HARQ casi completa en el contexto de un solo despliegue de LTE-U sin interferencia WiFi. Sin embargo, en presencia de interferencia WiFi o de múltiples despliegues de LTE-U (*por ejemplo*, despliegues de diferentes operadores), el segundo ejemplo puede ser forzado a utilizar predominantemente ARQ, en cuyo caso el CSI puede convertirse en la herramienta principal para la adaptación de enlaces. El HARQ asíncrono puede transmitirse de una manera que no se vea afectada por la conmutación del espectro sin licencia.

60 **[0173]** Cuando una transmisión de enlace descendente no es confirmada (NAK'd), puede hacerse una retransmisión HARQ de mejor esfuerzo a través del enlace descendente 1610. Sin embargo, después de un período de tiempo de espera, el paquete NAK'd puede ser recuperado a través de retransmisiones de control de enlace de radio (RLC) a través del enlace descendente 1610 o un enlace descendente PCC.

65 **[0174]** El eNB 105-c puede en algunos casos usar tanto el CSI a largo plazo como el CSI a corto plazo para seleccionar un esquema de modulación y codificación (MCS) para el enlace descendente 1610 en el espectro sin

licencia. El HARQ puede usarse entonces para afinar la eficiencia espectral servida del enlace descendente 1610 en tiempo real.

- 5 **[0175] La FIG. 17A** es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de otro procedimiento 1700 para comunicaciones inalámbricas. Por motivos de claridad, el procedimiento 1700 se describe a continuación con referencia a uno de los eNB 105 mostrados en las FIGs. 1, 2A, y/o 2B. En una implementación, uno de los eNBs 105 puede ejecutar uno o más conjuntos de códigos para controlar los elementos funcionales del eNB 105 para realizar las funciones descritas a continuación.
- 10 **[0176]** En el bloque 1705, se recibe información de realimentación (*por ejemplo*, por parte de un eNB 105) de un UE 115 a través de un enlace ascendente PCC en un espectro con licencia. La información de realimentación puede incluir información que se dirige (o pertenece a) señales transmitidas al UE 115 a través de un enlace descendente en un espectro sin licencia.
- 15 **[0177]** La información de realimentación puede incluir en algunos casos la información de realimentación para al menos un intervalo de transmisión conmutado desde el enlace descendente 1610.
- 20 **[0178]** En algunos modos de realización, la información de realimentación puede incluir información de estado de canal (CSI), tal como CSI para el enlace descendente 1610. Durante al menos un intervalo de transmisión durante el cual el eNB 105-c desactivó la conmutación de transmisiones para el enlace descendente 1610, el CSI puede incluir CSI a largo plazo. Sin embargo, durante al menos un intervalo de transmisión durante el cual el eNB 105-c activó la conmutación de transmisiones para el enlace descendente, el CSI puede incluir CSI a corto plazo. El CSI a largo plazo puede incluir, por ejemplo, información de gestión de recursos de radio (RRM) que captura los detalles del entorno de interferencia de canal (*por ejemplo*, información que identifica cada fuente de interferencia dominante, ya sea WiFi, estación (STA) y/o LTE-U eNB, por ejemplo, información que identifica la intensidad media y/o las características espaciales de cada señal de interferencia, etc.). El CSI a corto plazo puede incluir, por ejemplo, un CQI, un indicador de rango (RI) y/o un indicador de matriz de pre-codificación. En algunos casos, el CSI puede ser enviado desde un UE 115 a un eNB 115, a través del enlace ascendente PCC 1605, en una segunda sub-trama después del inicio de las transmisiones de enlace descendente en un intervalo de transmisión actual en el espectro sin licencia.
- 25 **[0179]** En algunos modos de realización, la información de realimentación puede incluir información de realimentación HARQ, tal como información de realimentación HARQ para el enlace descendente 1610. En un ejemplo de transmisión HARQ, HARQ puede ignorar los intervalos de transmisión en los que las conmutaciones de las transmisiones de enlace descendente se desactivaron. En otro ejemplo de transmisión HARQ, puede utilizarse HARQ para intervalos de transmisión en los que las conmutaciones de transmisiones de enlace descendente están activadas y puede utilizarse una solicitud de repetición automatizada simple (ARQ) para intervalos de transmisión en los que las conmutaciones de las transmisiones de enlace descendente se desactivaron. Ambos ejemplos pueden mantener la funcionalidad HARQ casi completa en el contexto de un solo despliegue de LTE-U sin interferencia WiFi.
- 30 Sin embargo, en presencia de interferencia WiFi o de múltiples despliegues de LTE-U (por ejemplo, despliegues de diferentes operadores), el segundo ejemplo puede ser forzado a utilizar predominantemente ARQ, en cuyo caso el CSI puede convertirse en la herramienta principal para la adaptación de enlaces. El HARQ asíncrono puede transmitirse de una manera que no se vea afectada por la conmutación del espectro sin licencia.
- 35 **[0180]** Cuando una transmisión de enlace descendente no es confirmada (NAK'd), puede hacerse una retransmisión HARQ de mejor esfuerzo a través del enlace descendente 1610. Sin embargo, después de un período de tiempo de espera, el paquete NAK'd puede ser recuperado a través de retransmisiones de control de enlace de radio (RLC) a través del enlace descendente 1610 o un enlace descendente PCC.
- 40 **[0181]** El eNB 105-c puede en algunos casos usar tanto el CSI a largo plazo como el CSI a corto plazo para seleccionar un esquema de modulación y codificación (MCS) para el enlace descendente 1610 en el espectro sin licencia. El HARQ puede usarse entonces para afinar la eficiencia espectral servida del enlace descendente 1610 en tiempo real.
- 45 **[0182]** Por lo tanto, el procedimiento 1700 se puede utilizar para comunicaciones inalámbricas. Cabe señalar que el procedimiento 1700 es solo una implementación y que las operaciones del procedimiento 1700 se pueden reorganizar o modificar de otra manera, de modo que puede haber otras implementaciones.
- 50 **[0183] La FIG. 17B** es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de un procedimiento 1700-a para comunicaciones inalámbricas. Por motivos de claridad, el procedimiento 1700-a se describe a continuación con referencia a uno de los UE 115 mostrados en las FIGs. 1, 2A, y/o 2B. En una implementación, uno de los UE 115 puede ejecutar uno o más conjuntos de códigos para controlar los elementos funcionales del UE 115 para realizar las funciones descritas a continuación.
- 55 **[0184]** En el bloque 1715, la información de realimentación puede transmitirse (*por ejemplo*, desde un UE 115) a un eNB 105 a través de un enlace ascendente PCC en un espectro con licencia. La información de realimentación

puede incluir información que se dirige (o pertenece a) señales transmitidas al UE 115 a través de un enlace descendente en un espectro sin licencia.

5 **[0185]** La información de realimentación puede incluir en algunos casos la información de realimentación para al menos un intervalo de transmisión conmutado desde el enlace descendente 1610.

10 **[0186]** En algunos modos de realización, la información de realimentación puede incluir información de estado de canal (CSI), tal como CSI para el enlace descendente 1610. Durante al menos un intervalo de transmisión durante el cual el eNB 105-c desactivó la conmutación de transmisiones para el enlace descendente 1610, el CSI puede incluir CSI a largo plazo. Sin embargo, durante al menos un intervalo de transmisión durante el cual el eNB 105-c activó la conmutación de transmisiones para el enlace descendente, el CSI puede incluir CSI a corto plazo. El CSI a largo plazo puede incluir, por ejemplo, información de gestión de recursos de radio (RRM) que captura los detalles del entorno de interferencia de canal (*por ejemplo*, información que identifica cada fuente de interferencia dominante, ya sea WiFi, estación (STA) y/o LTE-U eNB, por ejemplo, información que identifica la intensidad media y/o las características espaciales de cada señal de interferencia, etc.). El CSI a corto plazo puede incluir, por ejemplo, un CQI, un indicador de rango (RI) y/o un indicador de matriz de pre-codificación. En algunos casos, el CSI puede ser enviado desde un UE 115 a un eNB 115, a través del enlace ascendente PCC 1605, en una segunda sub-trama después del inicio de las transmisiones de enlace descendente en un intervalo de transmisión actual en el espectro sin licencia.

20 **[0187]** En algunos modos de realización, la información de realimentación puede incluir información de realimentación HARQ, tal como información de realimentación HARQ para el enlace descendente 1610. En un ejemplo de transmisión HARQ, HARQ puede ignorar los intervalos de transmisión en los que las conmutaciones de las transmisiones de enlace descendente se desactivaron. En otro ejemplo de transmisión HARQ, puede utilizarse HARQ para intervalos de transmisión en los que las conmutaciones de transmisiones de enlace descendente están activadas y puede utilizarse una solicitud de repetición automatizada simple (ARQ) para intervalos de transmisión en los que las conmutaciones de las transmisiones de enlace descendente se desactivaron. Ambos ejemplos pueden mantener la funcionalidad HARQ casi completa en el contexto de un solo despliegue de LTE-U sin interferencia WiFi. Sin embargo, en presencia de interferencia WiFi o de múltiples despliegues de LTE-U (*por ejemplo*, despliegues de diferentes operadores), el segundo ejemplo puede ser forzado a utilizar predominantemente ARQ, en cuyo caso el CSI puede convertirse en la herramienta principal para la adaptación de enlaces. El HARQ asíncrono puede transmitirse de una manera que no se vea afectada por la conmutación del espectro sin licencia.

30 **[0188]** Cuando una transmisión de enlace descendente no es confirmada (NAK'd), puede hacerse una retransmisión HARQ de mejor esfuerzo a través del enlace descendente 1610. Sin embargo, después de un período de tiempo de espera, el paquete NAK'd puede ser recuperado a través de retransmisiones de control de enlace de radio (RLC) a través del enlace descendente 1610 o un enlace descendente PCC.

35 **[0189]** El eNB 105-c puede en algunos casos usar tanto el CSI a largo plazo como el CSI a corto plazo para seleccionar un esquema de modulación y codificación (MCS) para el enlace descendente 1610 en el espectro sin licencia. El HARQ puede usarse entonces para afinar la eficiencia espectral servida del enlace descendente 1610 en tiempo real.

40 **[0190]** Por lo tanto, el procedimiento 1700-a puede proporcionar comunicaciones inalámbricas. Cabe señalar que el procedimiento 1700-a es solo una implementación y que las operaciones del procedimiento 1700-a se pueden reorganizar o modificar de otra manera, de modo que puede haber otras implementaciones.

45 **[0191]** Volviendo a continuación a la **FIG. 18A**, un diagrama 1800 ilustra un ejemplo de radiodifusión de señal de baliza LTE-U en un espectro sin licencia de acuerdo con varios modos de realización. La señal de baliza LTE-U (o balizas de descubrimiento) 1805 puede ser transmitida o radiodifundida por un eNB que soporta LTE-U. Ejemplos de dicho eNB pueden ser las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B, respectivamente. La radiodifusión puede realizarse en conexión con un sistema o red como el sistema 100 de la FIG. 1 y las partes del sistema 100 de la FIG. 2A y la FIG. 2B.

50 **[0192]** Las transmisiones se pueden producir cuando el eNB está en un estado activo o cuando el eNB está en un estado latente o inactivo. Las señales de baliza 1805 se pueden transmitir a un ciclo de trabajo bajo (*por ejemplo*, 1 o 2 sub-tramas cada 100 milisegundos) y pueden extenderse hasta aproximadamente 5 megahercios (MHz) en ancho de banda. Debido a su bajo ciclo de trabajo, las señales de baliza 1805 pueden transmitirse sin necesidad de un esquema de escucha antes de hablar (LBT). Por consiguiente, las señales de baliza 1805 pueden ser transmitidas (*por ejemplo*, radiodifundidas) en momentos predeterminados. En el ejemplo mostrado en la FIG. 18A, las señales de baliza 1805 se pueden transmitir al menos en los momentos t_0 , t_1 , t_2 y t_3 . La temporización de estas transmisiones puede ser periódica. En algunos casos, tal vez no sea necesario que las transmisiones sean periódicas siempre que los tiempos estén programados (*por ejemplo*, predeterminados) y la programación pueda ser conocida por los dispositivos o entidades que escuchan las señales de baliza 1805. Las señales de baliza 1805 pueden ser utilizadas por otros eNB y/o por UE (*por ejemplo*, UE 115) para el descubrimiento de eNB latente / activo y para el seguimiento de tiempo - frecuencia aproximado.

[0193] La FIG. 18B muestra un diagrama 1800-a que ilustra un ejemplo de una carga útil en una señal de baliza LTE de acuerdo con varios modos de realización. La señal de baliza 1805-a mostrada en la FIG. 18B puede ser un ejemplo de las señales de baliza 1805 de la FIG. 18A. Por consiguiente, la señal de baliza 1805-a puede ser transmitida o radiodifundida por un eNB que soporta LTE-U (LTE-U eNB). Ejemplos de dicho eNB pueden ser las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B, respectivamente.

[0194] Una carga útil de la señal de baliza 1805-a puede incluir múltiples campos de información o atributos asociados con un eNB. Por ejemplo, la señal de baliza 1805-a puede incluir uno o más de un campo 1810 de señal de sincronización principal (PSS), un campo 1815 de señal de sincronización secundaria (SSS), un campo 1820 de señal de referencia específica de célula (CRS), un campo 1825 de canal de radiodifusión física (PBCH), un campo 1830 de bloques de información de sistema (SIB), un campo 1835 de identificación de grupo de abonados cerrado (CSG-ID), un campo 1840 de identificador de red móvil terrestre pública (ID de PLMN), un campo 1845 de ID de célula global (GCI), un campo 1850 de semilla de aleatorización de evaluación de canales despejados (CCA-RS), un campo 1855 de configuración de canal de acceso aleatorio (RACH), una versión light o lite de un campo 1860 de SIB (SIB-lite) y un campo 1865 de ID de despliegue. En algunos modos de realización, el campo SIB-lite 1860 puede incluir el campo 1845 de GCI y el campo 1835 de CSG-ID. El campo 1845 de GCI puede incluir el campo 1840 de ID de PLMN. El contenido de carga útil mostrado en la FIG. 18B no necesita ser exhaustivo. Se puede incluir otra información o atributos asociados con un eNB para permitir el uso de comunicaciones basadas en LTE en un espectro sin licencia. Por ejemplo, la carga útil de la señal de baliza 1805-a puede incluir una configuración de estructura de conmutación periódica para uso en activación / desactivación de conmutación de un siguiente intervalo de conmutación o transmisión. Además, algunos de los campos mostrados no necesitan ser transmitidos en algunos casos y algunos de los campos pueden combinarse.

[0195] La combinación de la información en el campo 1840 de ID de PLMN y en el campo 1835 de CSG-ID puede usarse para identificar una configuración de despliegue de LTE-U (*por ejemplo*, una configuración de despliegue de eNB) para el despliegue de LTE-U (*por ejemplo*, un despliegue de eNB) asociado con un eNB dado. Por ejemplo, los LTE-U eNB desplegados por diferentes operadores celulares pueden tener ID de PLMN diferentes. Algunos ID de PLMN pueden estar reservados para el despliegue de LTE-U que no sea de operador. Por ejemplo, un LTE-U eNB desplegado por un no operador / empresa puede usar un ID de PLMN reservado junto con un CSG-ID único.

[0196] La FIG. 19A muestra un diagrama de flujo de un procedimiento 1900 para radiodifundir señales de baliza LTE en un espectro sin licencia de acuerdo con varios modos de realización. El procedimiento 1900 puede implementarse usando, por ejemplo, las estaciones base o eNB 105, 105-a y 105-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B respectivamente; y /o el sistema 100 de la FIG. 1 y las partes del sistema 100 de la FIG. 2A y la FIG. 2B. En una implementación, uno de los eNBs 105 puede ejecutar uno o más conjuntos de códigos para controlar los elementos funcionales del eNB 105 para realizar las funciones descritas a continuación.

[0197] En el bloque 1905, las señales de baliza (*por ejemplo*, las señales de baliza 1805) puede radiodifundirse en un espectro sin licencia en momentos predeterminados desde un eNB, donde las señales de baliza incluyen señales de enlace descendente que identifican el eNB y al menos un atributo asociado del eNB. Las señales de baliza pueden en algunos casos ser recibidas en un UE (o en una pluralidad de UE). En algunos modos de realización, un UE puede utilizar las señales de baliza para realizar un ajuste de temporización aproximado para comunicarse en el espectro sin licencia en el UE.

[0198] En algunos modos de realización del procedimiento 1900, el al menos un atributo asociado del eNB puede incluir al menos un atributo del eNB. En algunos modos de realización, el al menos un atributo asociado del eNB puede incluir una configuración de despliegue de eNB para un despliegue de eNB con el que está asociado el eNB. En algunos modos de realización, el al menos un atributo asociado del eNB puede incluir una configuración de despliegue de eNB para un despliegue de eNB con el que está asociado el eNB, en el que las señales de enlace descendente de eNB en el despliegue de eNB son sincronizadas y transmitidas simultáneamente por los eNB del despliegue de eNB en el espectro sin licencia y en un espectro con licencia. En algunos modos de realización, los eNB en el despliegue de eNB son desplegados por un mismo operador.

[0199] En algunos modos de realización del procedimiento 1900, el al menos un atributo asociado del eNB puede incluir una configuración de RACH asociada con el eNB. En estos modos de realización, las señales de baliza también pueden incluir un mensaje de búsqueda para al menos un UE. Al recibir una radiodifusión de señal de baliza en el espectro sin licencia, un UE puede responder al mensaje de búsqueda utilizando la configuración RACH.

[0200] En algunos modos de realización del procedimiento 1900, la radiodifusión de las señales de baliza incluye la radiodifusión de las señales de baliza en un ciclo de trabajo por debajo del 5 % (*por ejemplo*, 1-2 %), con un intervalo máximo de radiodifusión de aproximadamente una vez cada 50 milisegundos. En algunos modos de realización, las señales de baliza incluyen uno o más de un PSS, un SSS, un CRS, un PBCH, un GCI, un CSG-ID, un ID de PLMN, un ID de despliegue, una configuración de estructura de conmutación periódica, una CCARS, una configuración RACH, un SIB y un SIB-lite. Las señales de baliza pueden incluir información que identifica el eNB como activo o latente.

- 5 **[0201]** La FIG. 19B muestra un diagrama de flujo de un procedimiento 1900-a para radiodifundir señales de baliza LTE en un espectro sin licencia de acuerdo con varios modos de realización. El procedimiento 1900-a, como el procedimiento 1900 anterior, puede implementarse usando, por ejemplo, las estaciones base o eNB 105, 105-a y 105-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B respectivamente; y /o el sistema 100 de la FIG. 1 y las partes del sistema 100 de la FIG. 2A y la FIG. 2B. En una implementación, uno de los eNBs 105 puede ejecutar uno o más conjuntos de códigos para controlar los elementos funcionales del eNB 105 para realizar las funciones descritas a continuación.
- 10 **[0202]** En el bloque 1915, se identifica un despliegue de eNB en el que señales de enlace descendente desde los eNB desplegados están sincronizadas y se transmiten simultáneamente por los eNB desplegados en un espectro sin licencia y en un espectro con licencia.
- 15 **[0203]** En el bloque 1920, las señales de baliza (*por ejemplo*, las señales de baliza 1805) pueden radiodifundirse en un espectro sin licencia en momentos predeterminados desde uno o más de los eNB desplegados, donde las señales de baliza incluyen el despliegue de eNB identificado.
- 20 **[0204]** Volviendo a continuación a la FIG. 20, se muestra un diagrama 2000 que ilustra un ejemplo de señales de solicitud de envío (RTS) y despejado para envío (CTS) en un espectro sin licencia de acuerdo con varios modos de realización. Las señales RTS pueden transmitirse por un eNB que soporta LTEU (LTE-U eNB). Ejemplos de dicho eNB pueden ser las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B, respectivamente. Las señales CTS pueden ser transmitidas por un UE que soporta LTE-U (LTE-U UE). Ejemplos de tal UE pueden ser los UE 115, 115-a y 115-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B, respectivamente.
- 25 **[0205]** Una señal RTS 2005 (o RTS 2005) puede generarse y transmitirse después de una CCA 720-1 durante una sub-trama 725-j en un intervalo de conmutación actual. La sub-trama 725-j puede ser un ejemplo de la sub-trama 9 (S') 725 de la FIG. 7. Es decir, la sub-trama 725-j puede ser una última sub-trama en el intervalo de conmutación actual. La RTS 2005 se puede transmitir cuando la CCA 720-1 tiene éxito en el medio del intervalo de sub-trama. Un LTE-U eNB puede utilizar la transmisión de la RTS 2005 para mantener el canal hasta el siguiente límite de sub-trama (o más allá).
- 30 **[0206]** La RTS 2005 puede ser compatible con RTS como se define para las normas IEEE 802.11 (*por ejemplo*, WiFi). Un campo de dirección de transmisor (TA) de la RTS 2005 puede incluir el MAC ID del LTE-U eNB de transmisión. Desde el MAC ID, otros nodos LTE-U (*por ejemplo*, LTE-U eNB) del mismo despliegue pueden reconocer esto como un "compatible con RTS" y no pasar a silencio (en lugar de eso, a continuación pueden venir los procedimientos de LTE-U MAC / coordinación de interferencia de inter-células mejorada (eICIC)). Puede utilizarse un campo de vector de asignación de red (NAV) para reservar intervalos de tiempo, según se define en las normas IEEE 802.11. Por ejemplo, un campo NAV puede reservar al menos una sub-trama siguiente (período de 1 milisegundos). Sin embargo, más típicamente, un campo NAV puede reservar al menos las 5 sub-tramas siguientes (hasta un máximo consistente con escucha antes de hablar). Un campo de dirección de receptor (RA) de la RTS 2005 puede contener múltiples numerales de identificador temporal de red de radio celular (C-RNTI) para un conjunto de UE que reciben servicio del LTE-U eNB.
- 35 **[0207]** Una señal RTS como la RTS 2005 puede usarse antes de una concesión de UL para proteger la posterior transmisión de UL. En un despliegue independiente, tal como el descrito anteriormente con respecto a la FIG. 2B, también se puede enviar una señal RTS antes de una transmisión de canal compartido de enlace descendente físico (PDSCH) para proteger la sub-trama UL posterior, donde la realimentación HARQ (ACK / NACK) puede ser enviada por un UE (en el mismo canal de espectro sin licencia). En respuesta a una señal RTS, al menos los UE a los que se hace referencia en el campo RA de la señal RTS pueden responder enviando una señal CTS si son capaces de recibir datos / señalización desde el eNB. Otros UE que reciben servicio del LTE-U eNB que pueden desear enviar una solicitud de programación (SR) o un informe de CSI pendiente también pueden responder con una señal CTS. A diferencia de WiFi, la CTS enviado por los LTE-U UE contiene el MAC ID del eNB que da servicio en su campo TA. Se puede determinar un campo NAV en la CTS a partir de la señal RTS correspondiente.
- 45 **[0208]** Volviendo a la FIG. 20, los UE nombrados / que reciben servicio del eNB de transmisión pueden enviar una señal CTS común 2010 (o CTS 2010), un intervalo de espacio entre tramas corto (SIFS) después de la RTS 2005. La CTS 2010 común permite a los UE captar el canal lo más rápidamente posible. En la duración restante de la sub-trama 9, antes del siguiente límite de sub-trama (con sub-trama 10), los UE identificados por la RTS 2005 pueden enviar señales CTS individuales 2015 (o CTSs 2015) escalonadas en el tiempo. El escalonamiento puede depender del orden en el que los UE se identifican en el campo RA de la RTS 2005. Un campo TA en cada uno de los CTS individuales 2015 puede llevar un numeral de su identidad completa. Los CTS individuales 2015 indican al eNB que los UE están preparados para recibir datos / concesión. El uso de CTSs individuales 2015 permite un mejor diseño de programación, un uso más eficiente del canal usando FDMA entre múltiples UE. Después de la sub-trama 9, que incluye la RTS 2005, la CTS 2010 común y las CTS 2015 individuales, una siguiente sub-trama 710-a (sub-trama 10) puede incluir transmisiones de PDSCH 2020, 2020-a y 2020-b.
- 50
55
60
65

- 5 **[0209]** La FIG. 21 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento 2100 para transmitir señales RTS y recibir señales CTS en un espectro sin licencia de acuerdo con varios modos de realización. El procedimiento 2100 puede implementarse usando, por ejemplo, las estaciones base o eNB 105, 105-a y 105-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B respectivamente; y /o el sistema 100 de la FIG. 1 y las partes del sistema 100 de la FIG. 2A y la FIG. 2B. En una implementación, uno de los eNBs 105 puede ejecutar uno o más conjuntos de códigos para controlar los elementos funcionales del eNB 105 para realizar las funciones descritas a continuación.
- 10 **[0210]** En el bloque 2105, la evaluación de canales despejados (CCA) se puede realizar para determinar la disponibilidad de espectro sin licencia.
- [0211]** En el bloque 2110, una señal RTS (*por ejemplo*, RTS 2005) se puede transmitir a un conjunto de UE utilizando el espectro sin licencia cuando se realiza una determinación de que el espectro sin licencia está disponible (*por ejemplo*, CCA es exitoso).
- 15 **[0212]** En el bloque 2115, una señal común CTS (*por ejemplo*, CTS 2010) y una señal CTS individual (*por ejemplo*, CTS 2015) pueden recibirse desde uno o más de los UE en respuesta a la señal RTS.
- 20 **[0213]** La señal RTS puede recibirse en los UE en el conjunto de UE en el espectro sin licencia, y la señal CTS común y una señal CTS individual respectiva puede transmitirse desde cada UE, en el espectro sin licencia, en respuesta a la RTS señal.
- 25 **[0214]** En algunos modos de realización del procedimiento 2100, la transmisión de la señal RTS incluye transmitir la señal RTS antes de una concesión de enlace ascendente para proteger una transmisión de enlace ascendente posterior en el espectro sin licencia, a partir del conjunto de UE. La señal RTS puede incluir un MAC ID de una fuente (*por ejemplo*, eNB) de la señal RTS. El MAC ID de la fuente puede incluir un identificador MAC de 48 bits, por ejemplo. La señal RTS puede incluir una versión de numeral del MAC ID de los UE en el conjunto.
- 30 **[0215]** En algunos modos de realización del procedimiento 2100, la señal CTS común puede ser recibida por un SIFS después de la transmisión de la señal RTS y la señal CTS común puede incluir un MAC ID de la fuente de la señal RTS. Cada una de las señales CTS individuales recibidas puede incluir un MAC ID de la fuente de la señal RTS y un MAC ID del UE que transmite la señal CTS individual. Las señales CTS individuales pueden ser recibidas en tiempos escalonados.
- 35 **[0216]** En algunos modos de realización del procedimiento 2100, la CCA se puede realizar durante una sub-trama de un intervalo de conmutación actual, la señal RTS se puede transmitir después de la CCA, y las señales CTS individuales y CTS común pueden recibirse antes de un fin de la sub-trama. En algunos modos de realización, un tiempo asociado con la CCA y un tiempo asociado con la posterior transmisión de la señal RTS puede estar escalonado aleatoriamente entre diferentes eNB para evitar colisiones en dispositivos que reciben la señal RTS. Además, un tiempo asociado con la CCA y un tiempo asociado con la posterior transmisión de la señal RTS pueden estar mutuamente escalonados para evitar colisiones en dispositivos que reciben la señal RTS, estando basada la conmutación al menos en la coordinación de señalización intercambiada entre eNB.
- 40 **[0217]** Volviendo a continuación a la FIG. 22A, se muestra un diagrama 2200 que ilustra un ejemplo de señales virtuales CTS (V-CTS) en un espectro con licencia de acuerdo con varios modos de realización. Las señales V-CTS pueden ser transmitidas por UE que soportan LTE-U (LTE-U UE). Ejemplos de dichos UE pueden ser los UE 115, 115-a, 115-b, y de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B, respectivamente.
- 45 **[0218]** Después de un intervalo de espacio entre tramas DCF (DIFS), que puede incluir una CCA (*por ejemplo*, 4 milisegundos) que ocurre siempre que el medio se libera, un eNB (*por ejemplo*, la estación base 105) puede enviar una señal RTS 2205 (o RTS 2205) en un espectro sin licencia dirigido a todos los UE (*por ejemplo*, UE₁, ..., UE_n) de interés con NAV. Después de un intervalo SIFS, el eNB envía una CTS-a-uno mismo en el espectro sin licencia. El eNB puede programar inmediatamente el tráfico de enlace descendente basándose en el conocimiento actual para el resto del sub-trama y continuar la programación y ACK 2230. La programación puede realizarse utilizando el canal de control de enlace descendente físico (PDCCCH) y el PDSCCH en las señales 2220 y 2225. Los UE dirigidos por la
- 50 **[0218]** Después de un intervalo de espacio entre tramas DCF (DIFS), que puede incluir una CCA (*por ejemplo*, 4 milisegundos) que ocurre siempre que el medio se libera, un eNB (*por ejemplo*, la estación base 105) puede enviar una señal RTS 2205 (o RTS 2205) en un espectro sin licencia dirigido a todos los UE (*por ejemplo*, UE₁, ..., UE_n) de interés con NAV. Después de un intervalo SIFS, el eNB envía una CTS-a-uno mismo en el espectro sin licencia. El eNB puede programar inmediatamente el tráfico de enlace descendente basándose en el conocimiento actual para el resto del sub-trama y continuar la programación y ACK 2230. La programación puede realizarse utilizando el canal de control de enlace descendente físico (PDCCCH) y el PDSCCH en las señales 2220 y 2225. Los UE dirigidos por la
- 55 RTS 2205 pueden enviar de nuevo, en un espectro con licencia, señales V-CTS 2215 (o V-CTSs 2215) con mediciones actualizadas (*por ejemplo*, mediciones RTS / CTS) para que el eNB mejore la programación futura. En este escenario, la señalización de CTS tiene lugar virtualmente o fuera de banda (fuera del espectro sin licencia) al utilizar simultáneamente el espectro con licencia en LTE-U.
- 60 **[0219]** Volviendo a continuación a la FIG. 22B, se muestra un diagrama 2200-a que ilustra un ejemplo de señales virtuales RTS (V-RTS) en un espectro con licencia de acuerdo con varios modos de realización. Las señales V-RTS pueden ser transmitidas por eNB que soportan LTE-U (LTE-U eNB). Ejemplos de tales eNB pueden ser las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B, respectivamente.
- 65 **[0220]** Después de un intervalo DIFS, que puede incluir una CCA (*por ejemplo*, 4 milisegundos) que ocurre cada vez que los medios se liberan, un eNB (*por ejemplo*, la estación base 105) puede sondear los UE de interés (*por*

ejemplo, UE₁,..., UE_n) en una célula principal (PCell) cuando se detecta que los medios o el canal es libre o disponible. El eNB solo tiene que enviar una señal CTS-a-sí misma 2210 (o CTS a sí misma 2210) en un espectro sin licencia para ahorrar gastos generales. El eNB envía una señal V-RTS 2235 (o VRTS 2235) usando un espectro con licencia y los UE dirigidos por el V-RTS 2235 pueden responder enviando cada uno un V-CTS 2215-a también en el espectro con licencia. En este escenario, toda la señalización necesaria para RTS y CTS tiene lugar de forma virtual o fuera de banda (fuera del espectro sin licencia) mediante la utilización simultánea del espectro con licencia en LTE-U. Al igual que el escenario de la FIG. 22A, el eNB puede proceder a enviar información de programación usando las señales 2220 y 2225 (*por ejemplo*, PDCCH y PDSCH).

10 **[0221] La FIG. 23** muestra un diagrama de flujo de un procedimiento 2300 para transmitir una señal RTS o una señal V-RTS de acuerdo con varios modos de realización. El procedimiento 2300 puede implementarse usando, por ejemplo, las estaciones base o eNB 105, 105-a y 105-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B respectivamente; y /o el sistema 100 de la FIG. 1 y las partes del sistema 100 de la FIG. 2A y la FIG. 2B. En una implementación, uno de los eNBs 105 puede ejecutar uno o más conjuntos de códigos para controlar los elementos funcionales del eNB 105 para realizar las funciones descritas a continuación.

15 **[0222]** En el bloque 2305, una señal RTS (*por ejemplo*, RTS 2205) puede ser transmitida en un espectro sin licencia o una señal VRTS (*por ejemplo*, RTS 2235) puede ser transmitida en un espectro con licencia, dirigida a una conjunto de UE (*por ejemplo*, UE₁,..., UE_n).

20 **[0223]** En el bloque 2310, una señal CTS a sí misma puede ser transmitida en un espectro sin licencia junto con la transmisión de la señal V-RTS.

25 **[0224]** La señal RTS o la señal V-RTS pueden ser recibidas en los UE en el conjunto de UE en el espectro sin licencia.

30 **[0225]** En algunos modos de realización del procedimiento 2300, una señal V-CTS pueden ser recibidas en el espectro con licencia para cada uno de los UE en el conjunto en respuesta a la señal RTS o la señal V-RTS. La señal V-CTS puede incluir mediciones realizadas por el UE respectivo para su uso en la programación futura. En algunos modos de realización, el tráfico puede programarse después de recibir las señales V-CTS basadas en el conocimiento actual del canal para el resto de una sub-trama. La señal RTS puede transmitirse en la portadora de componente principal de enlace descendente.

35 **[0226] La FIG. 24** muestra un diagrama de flujo de un procedimiento 2400 para recibir señales V-CTS en respuesta a una señal RTS o una señal V-RTS de acuerdo con varios modos de realización. El procedimiento 2400 puede implementarse usando, por ejemplo, las estaciones base o eNB 105, 105-a y 105-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B respectivamente; y /o el sistema 100 de la FIG. 1 y las partes del sistema 100 de la FIG. 2A y la FIG. 2B. En una implementación, uno de los eNBs 105 puede ejecutar uno o más conjuntos de códigos para controlar los elementos funcionales del eNB 105 para realizar las funciones descritas a continuación.

40 **[0227]** En el bloque 2405, una señal RTS (*por ejemplo*, RTS 2205) puede ser transmitida en un espectro sin licencia o una señal VRTS (*por ejemplo*, RTS 2235) puede ser transmitida en un espectro con licencia, dirigida a una conjunto de UE (*por ejemplo*, UE₁,..., UE_n).

45 **[0228]** En el bloque 2410, una señal CTS a sí misma puede ser transmitida en un espectro sin licencia junto con la transmisión de la señal V-RTS.

50 **[0229]** En el bloque 2415, una señal V-CTS puede ser recibida en el espectro con licencia desde cada uno de los UE en el conjunto en respuesta a la señal RTS o la señal V-RTS.

[0230] En el bloque 2420, el tráfico se puede programar después de recibir las señales V-CTS basadas en el conocimiento del canal actual para un resto de una sub-trama.

55 **[0231]** La señal RTS o la señal V-RTS pueden ser recibidas en los UE en el conjunto de UE en el espectro sin licencia, y la señal V-CTS puede ser transmitida desde cada UE, en el espectro sin licencia, en respuesta a la RTS o la señal V-RTS.

60 **[0232]** Volviendo a continuación a la FIG. 25, se muestra un diagrama 2500 que ilustra ejemplos de sub-tramas normales y robustas en un espectro sin licencia de acuerdo con varios modos de realización. Las sub-tramas normales y robustas pueden ser transmitidas por eNB que soportan LTE-U (LTE-U eNB). Ejemplos de tales eNB pueden ser las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B, respectivamente. Las sub-tramas normales y robustas pueden ser utilizadas por UE que soporten LTE-U (LTE-U UE). Ejemplos de tales UE pueden ser los UE 115, 115-a, y 115-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B, respectivamente.

65 **[0233]** Se muestra una sub-trama de tipo de portadora de legado (LCT) normal 2505. Las sub-tramas LCT normales 2505 pueden usarse para formas de onda LCT y pueden llevar PDCCH y CRS multiplexados por división de tiempo

(TDM). También se muestra una sub-trama de tipo portadora nueva (NCT) normal 2515. Pueden usarse sub-tramas NCT normales 2514 para formas de onda NCT, pero pueden no incluir TDM PDCCH y CRS. En su lugar, un UE puede usar señales de referencia de información de estado de canal (CSI-RS) para realimentación y UE-RS para desmodulación. Además de las sub-tramas LCT y NCT normales, la FIG. 25 muestra una sub-trama LCT robusta 2510 y una sub-trama NCT robusta 2520. Las sub-tramas robustas pueden diferir de las normales, ya que pueden incluir pilotos adicionales (por ejemplo, pilotos comunes, eCRS) en comparación con sub-tramas normales, que pueden usarse para facilitar el seguimiento de tiempo-frecuencia y la estimación de canal en el UE después de un largo período de desactivación de conmutación de las transmisiones LTE DL.

10 **[0234]** Para formas de onda de LCT conmutada, pueden transmitirse sub-tramas SYNC (*por ejemplo*, sub-tramas que llevan PSS, SSS, (posiblemente) PBCH, además de otros subcanales LTE) en una sub-trama índice = 0 (mod 5). Las sub-tramas LCT robustas 2510 pueden ser transmitidas durante las primeras X sub-tramas después de un período de desactivación de conmutación que es mayor que Y sub-tramas. Los parámetros X e Y pueden variar en función de la estructura de las sub-tramas y de las reglas de uso, por ejemplo. Las sub-tramas LCT normales 2505
15 pueden ser transmitidas en todos los demás períodos de desactivación de conmutación.

[0235] Para formas de onda de NCT conmutada, las sub-tramas SYNC pueden transmitirse en un índice de sub-trama = 0 (mod 5). Las sub-tramas NCT robustas 2520 pueden ser transmitidas durante las primeras X sub-tramas después de un período de desactivación de conmutación que es mayor que Y sub-tramas. Los parámetros X e Y
20 pueden variar en función de la estructura de las sub-tramas y de las reglas de uso, por ejemplo. Las sub-tramas NCT normales 2515 pueden ser transmitidas en todos los demás períodos de desactivación de conmutación.

[0236] La FIG. 26 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento 2600 para transmitir sub-tramas normales o robustas en un espectro sin licencia de acuerdo con varios modos de realización. El procedimiento 2600 puede implementarse usando, por ejemplo, las estaciones base o eNB 105, 105-a y 105-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B respectivamente; y/o el sistema 100 de la FIG. 1 y las partes del sistema 100 de la FIG. 2A y la FIG. 2B.
25

[0237] En el bloque 2605, la actividad de transmisión pasada en un espectro sin licencia puede compararse con un umbral de actividad (*por ejemplo*, un número de períodos de activación de conmutación en el espectro sin licencia durante un período de tiempo, una duración de un número de períodos de activación de conmutación en el espectro sin licencia durante un período de tiempo, y/o un número de sub-tramas SYNC transmitidas en el espectro sin licencia durante un período de tiempo).
30

[0238] En el bloque 2610, un primer tipo de sub-trama (*por ejemplo*, sub-tramas LCT / NCT normales) puede ser transmitida en el espectro sin licencia durante una siguiente transmisión activa cuando la actividad de transmisión pasada es mayor que el umbral de actividad.
35

[0239] En el bloque 2615, un segundo tipo de sub-trama (*por ejemplo*, sub-tramas LCT / NCT robustas) puede ser transmitida en el espectro sin licencia durante una siguiente transmisión activa cuando la actividad de transmisión pasada es menor que el umbral de actividad. El segundo tipo de sub-trama puede incluir un tipo de sub-trama más robusto que el primer tipo de sub-trama.
40

[0240] En algunos modos de realización del procedimiento 2600, el primer tipo de sub-trama puede incluir una sub-trama LCT. En algunos modos de realización, el primer tipo de sub-trama puede incluir una sub-trama de NCT. En algunos modos de realización, el segundo tipo de sub-trama puede incluir una sub-trama LCT con pilotos comunes adicionales para seguimiento y estimación de canal. En algunos modos de realización, el segundo tipo de sub-trama puede incluir una sub-trama NCT con pilotos comunes adicionales para seguimiento y estimación de canal. El procedimiento puede incluir la transmisión del primer tipo de sub-trama en el espectro sin licencia después de que se identifica un número predeterminado de transmisiones del segundo tipo de sub-trama.
45
50

[0241] Volviendo a continuación a la FIG. 27, se muestra un diagrama 2700 que ilustra ejemplos de señales de canal de control de enlace ascendente físico (PUCCH) y señales de canal compartido de enlace ascendente físico (PUSCH) para un espectro sin licencia de acuerdo con varios modos de realización. Las señales PUCCH y PUSCH pueden ser manejadas por eNB que soporten LTE-U (LTE-U eNB). Ejemplos de tales eNB pueden ser las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B, respectivamente. Las señales PUCCH y PUSCH pueden ser manejadas por UE que soporten LTE-U (LTE-U UE). Ejemplos de tales UE pueden ser los UE 115, 115-a, y 115-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B, respectivamente.
55

[0242] Las señales PUCCH y PUSCH se basan típicamente en formas de onda de multiplexación por división de frecuencia localizada (LFDM) que ocupan un conjunto de subportadoras, donde se envía un símbolo de modulación diferente para cada subportadora o se realiza alguna precodificación antes de enviar la forma de onda de dominio de frecuencia. Cuando se usan estas formas de onda, pequeñas cantidades de datos disponibles para ser enviados dan como resultado que una pequeña parte del espectro sea ocupada. Debido a limitaciones en la densidad espectral de potencia de transmisión (TX-PSD), cuando se ocupa una pequeña parte del ancho de banda, se transmite una pequeña cantidad de potencia. Para alejarse de eso, puede ser necesario ocupar prácticamente toda la forma de onda. Pero si la mayor parte de la forma de onda está ocupada y no deja subportadoras no utilizadas,
60
65

puede no ser posible multiplexar diferentes usuarios para una cantidad dada de ancho de banda. Un enfoque para abordar este problema es que cada transmisor intercale sus señales de modo que ocupen cada 1 de cada N^a subportadora (*por ejemplo*, 1 de cada 10, 1 de cada 12), dejando así muchas subportadoras en el medio desocupadas. Este enfoque puede aumentar la ocupación nominal de ancho de banda para permitir el envío de la forma de onda con una potencia más alta (pero aún con PSD lo suficientemente bajo para cumplir con las regulaciones). Pueden utilizarse señales de multiplexación por división de frecuencia intercalada (IFDM) y de multiplexación por división de frecuencia ortogonal intercalada (I-OFDM) que ocupan 1 de cada N^a subportadora con el fin de enviar señales confinadas a esas subportadoras. En la FIG. 25, se muestran formas de onda IFDM para generar señales PUCCH 2705 y señales PUSCH 2710 para su transmisión en un espectro sin licencia. De forma similar, se muestran las formas de onda I-OFDM para generar señales PUCCH 2715 y señales PUSCH 2720 para su transmisión en un espectro sin licencia.

[0243] La FIG. 28 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento 2800 para generar señales PUCCH y/o PUSCH para un espectro sin licencia de acuerdo con varios modos de realización. El procedimiento 2800 puede implementarse usando, por ejemplo, las estaciones base o eNB 105, 105-a y 105-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B, respectivamente; los UE 115, 115-a, y 115-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B respectivamente; y /o el sistema 100 de la FIG. 1 y las partes del sistema 100 de la FIG. 2A y la FIG. 2B. En una implementación, uno de los eNB 105 o uno de los UE 115 puede ejecutar uno o más conjuntos de códigos para controlar los elementos funcionales de los eNB 105 o UE 115 para realizar las funciones descritas a continuación.

[0244] En el bloque 2805, una o ambas de las señales de PUCCH y las señales PUSCH pueden generarse basándose en las señales intercaladas que aumentan la ocupación de ancho de banda nominal en un espectro sin licencia.

[0245] En el bloque 2810, las señales generadas pueden ser transmitidas (*por ejemplo*, por un eNB) en el espectro sin licencia. En algunos modos de realización, las señales intercaladas pueden incluir señales IFDM. En algunos modos de realización, las señales intercaladas pueden incluir señales I-OFDM.

[0246] Una o ambas de las señales generadas pueden ser recibidas en el espectro sin licencia por, por ejemplo, un UE.

[0247] Volviendo a continuación a la FIG. 29, se muestra un diagrama 2900 que ilustra un ejemplo de conmutación basada en carga en un espectro sin licencia de acuerdo con varios modos de realización. La conmutación basada en carga puede ser realizada por eNB que soportan LTE-U (LTE-U eNB). Ejemplos de tales eNB pueden ser las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la FIG. 1, la FIG. 2A y la FIG. 2B, respectivamente.

[0248] Las técnicas de escucha antes de hablar (LBT) descritas anteriormente se pueden usar en equipos basados en trama (FBE). Sin embargo, también están disponibles otras técnicas LBT que están basadas en equipos basados en carga (LBE). Las técnicas de LBT/FBE se basan en parte en la conmutación que preserva la estructura de trama de radio de 10 milisegundos de LTE. El uso de estructuras de conmutación más cortas (1 milisegundo, 2 milisegundos), al tiempo que permite la conmutación periódica, tiende a no conservar la estructura de trama LTE. El uso de LBT-LBE puede proporcionar el beneficio potencial de retener la estructura de sub-trama de los canales LTE PHY sin necesidad de fallo de símbolos al principio o al final. Sin embargo, la reutilización de tiempo entre los diferentes nodos LTE-U ya no puede estar asegurada en el mismo despliegue, porque cada eNB utiliza su propio tiempo aleatorio de retroceso para la CCA extendida. Por lo tanto, para LBT-LBE, la CCA puede ser similar a la CCA para LBT/FBE, pero la CCA extendida (que no se utiliza en LBT-FBE), puede basarse en la selección aleatoria de un entero N (*por ejemplo*, $1 \leq N \leq q$), y la espera de duraciones N CCA donde el canal está libre.

[0249] La transmisión en diferentes sub-tramas (SF) en una secuencia de sub-trama transmitida en un canal de espectro sin licencia puede basarse en los resultados de CCA extendidas y de CCA. La CCA extendida puede basarse en un parámetro $4 \leq q \leq 32$, cuyo valor es anunciado por el proveedor. Cuando el canal ha tenido una interrupción larga, tal vez sea necesario realizar la CCA. Si la CCA encuentra un canal despejado, entonces puede ser posible comenzar a transmitir de inmediato. Si no es así, la CCA extendida se puede realizar antes de la transmisión. Una vez que la transmisión comienza, puede continuar durante un máximo de $(13/32) \times q$ msc (referido como el tiempo máximo de ocupación del canal), antes de que sea necesario realizar otra CCA extendida. Después de una recepción exitosa (desde otro nodo), la transmisión ACK / NACK puede comenzar inmediatamente (sin CCA, siempre que la última CCA exitosa / CCA extendida se haya realizado menos que un tiempo máximo de ocupación del canal anterior).

[0250] Volviendo al ejemplo de la FIG. 29, el tiempo de CCA puede ajustarse a 25 ms y $q = 24$, de manera que el tiempo máximo de ocupación del canal sea de aproximadamente 9,75 milisegundos. El tiempo de inactividad mínimo para CCA extendida está aproximadamente entre 25 ms y 0,6 milisegundos. Pueden usarse CUBS para llenar el espacio como se ha descrito anteriormente. En este ejemplo, la CCA 720-m extendida se realiza en la sub-trama (SF) 8 en una secuencia 2905. El tiempo máximo de ocupación del canal es tal que no es necesario realizar una CCA 720-m extendida siguiente hasta SF18. Las transmisiones de enlace descendente LTE pueden tener lugar durante los SF 9-12 como resultado de que el canal esté libre después de la primera CCA extendida 720-m. Puesto

que existe un espacio de transmisión después de SF 12, se puede realizar una CCA 720-n en SF 15 para transmisiones adicionales dentro del tiempo máximo de ocupación del canal. Como resultado de la CCA 720-n, las transmisiones LTE pueden tener lugar en los SF 16 y 17. Como se ha indicado anteriormente, puede ocurrir un segundo CCA 720-m extendido después del tiempo máximo de ocupación del canal, que en este ejemplo ocasiona transmisiones LTE adicionales en los SF 22-25.

[0251] Con referencia a la **FIG. 30**, se muestra un diagrama 3000 que ilustra un UE 115-d configurado para LTE-U. El UE 115-d puede tener varias otras configuraciones y puede estar incluido o ser parte de un ordenador personal (*por ejemplo*, un ordenador portátil, un netbook, una tableta, *etc.*), un teléfono móvil, una PDA, una grabadora de video digital (DVR), un dispositivo de Internet, una consola de juego, un libro electrónico, *etc.* El UE 115-d puede tener una fuente de alimentación interna (no mostrada), tal como una pequeña batería, para facilitar el funcionamiento móvil. La estación UE 115-d puede ser un ejemplo de los UE 115, 115-a, 115-b y 115-c de la FIG. 1, la FIG. 2A, la FIG. 2B y la FIG. 16, respectivamente. El UE 115-d se puede configurar para implementar al menos algunas de las características y funciones descritas anteriormente con respecto a las FIGs. 1-29.

[0252] El UE 115-d puede incluir un módulo de procesador 3010, un módulo de memoria 3020, un módulo de transceptor 3040, las antenas 3050, y un módulo de modos de UE 3060. Cada uno de estos componentes puede estar en comunicación entre sí, directa o indirectamente, por uno o más buses 3005.

[0253] El módulo de memoria 3020 puede incluir una memoria de acceso aleatorio (RAM) y una memoria de solo lectura (ROM). El módulo de memoria 3020 puede almacenar un código de software (SW) ejecutable por ordenador. legible por ordenador 3025 que contiene instrucciones que están configuradas para, cuando se ejecutan, hacer que el módulo de procesador 3010 realice diversas funciones descritas en el presente documento para usar comunicaciones basadas en LTE en un espectro sin licencia. De forma alternativa, el código de software 3025 puede no ejecutarse directamente mediante el módulo de procesador 3010 pero puede configurarse para hacer que el ordenador (*por ejemplo*, al compilarse y ejecutarse) realice las funciones descritas en el presente documento.

[0254] El módulo de procesador 3010 puede incluir un dispositivo de hardware inteligente, *por ejemplo*, una unidad de procesamiento central (CPU), un microcontrolador, un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), *etc.* El módulo de procesador 3010 puede procesar la información recibida a través del módulo de transceptor 3040 y/o para ser enviada al módulo de transceptor 3040 para su transmisión a través de las antenas 3050. El módulo de procesador 3010 puede manipular, solo o en relación con el módulo de modos de UE 3060, diversos aspectos de utilización de comunicaciones basadas en LTE en un espectro sin licencia.

[0255] El módulo de transceptor 3040 puede estar configurado para comunicarse bidireccionalmente con estaciones base (*por ejemplo*, estaciones base 105). El módulo de transceptor 3040 se puede implementar como uno o más módulos de transmisor y uno o más módulos de receptor independientes. El módulo de transceptor 3040 puede soportar comunicaciones en un espectro con licencia (*por ejemplo*, LTE) y en un espectro sin licencia (*por ejemplo*, LTE-U). El módulo de transceptor 3040 puede incluir un módem configurado para modular los paquetes y proporcionar los paquetes modulados a las antenas 3050 para la transmisión, y para desmodular los paquetes recibidos desde las antenas 3050. Aunque el UE 115-d puede incluir una sola antena, puede haber modos de realización en los que el UE 115-d puede incluir múltiples antenas 3050.

[0256] De acuerdo con la arquitectura de la FIG. 30, el UE 115-d puede incluir además un módulo de gestión de comunicaciones 3030. El módulo de gestión de comunicaciones 3030 puede gestionar comunicaciones con varios puntos de acceso. El módulo de gestión de comunicaciones 3030 puede ser un componente del UE 115-d en comunicación con algunos o todos los otros componentes del UE 115-d por uno o más buses 3005. Como alternativa, la funcionalidad del módulo de gestión de comunicaciones 3030 se puede implementar como un componente del módulo de transceptor 3040, como un producto de programa informático, y/o como uno o más elementos de controlador del módulo de procesador 3010.

[0257] El módulo de modos de UE 3060 se puede configurar para realizar y/o controlar algunos o todos los aspectos o funciones descritos en las FIGs. 1-29 relacionados con el uso de comunicaciones basadas en LTE en un espectro sin licencia. Por ejemplo, el módulo de modos de UE 3060 puede estar configurado para soportar un modo de enlace descendente suplementario, un modo de agregación de portadora y/o un modo de funcionamiento autónomo en un espectro sin licencia. El módulo de modos de UE 3060 puede incluir un módulo LTE 3061 configurado para manejar comunicaciones LTE, un módulo sin licencia LTE 3062 configurado para manejar comunicaciones LTE-U y un módulo sin licencia 3063 configurado para manejar comunicaciones distintas de LTE-U en un espectro sin licencia. El módulo de modos de UE 3060, o partes del mismo, puede ser un procesador. Además, una parte o la totalidad de la funcionalidad del módulo de modos de UE 3060 puede ser realizada por el módulo de procesador 3010 y/o en conexión con el procesador 3010.

[0258] Con referencia a la **FIG. 31**, se muestra un diagrama 3100 que ilustra una estación base o eNB 105-d configurado para LTE-U. En algunos modos de realización, la estación base 105-d puede ser un ejemplo de las estaciones base 105, 105-a, 105-b y 105-c de la FIG. 1, la FIG. 2A, la FIG. 2B y la FIG. 16, respectivamente. La estación base 105-d se puede configurar para implementar al menos algunas de las características y funciones

descritas anteriormente con respecto a las FIGs. 1-29. La estación base 105-d puede incluir un módulo de procesador 3110, un módulo de memoria 3120, un módulo de transceptor 3130, antenas 3140 y un módulo de modos de estación base 3190. La estación base 105-d también puede incluir uno o ambos de un módulo de comunicaciones de estación base 3160 y un módulo de comunicaciones de red 3170. Cada uno de estos componentes puede estar en comunicación entre sí, directa o indirectamente, por uno o más buses 3105.

[0259] El módulo de memoria 3120 puede incluir RAM y ROM. El módulo de memoria 3120 puede también almacenar un código de software (SW) ejecutable por ordenador, legible por ordenador 3125 que contiene instrucciones que están configuradas para, cuando se ejecutan, hacer que el módulo de procesador 3110 realice diversas funciones descritas en el presente documento para usar comunicaciones basadas en LTE en un espectro sin licencia. Como alternativa, el código de software 3125 puede no ser ejecutable directamente por el módulo de procesador 3110 sino configurarse para hacer que el ordenador, *por ejemplo*, al compilarse y ejecutarse, realice las funciones descritas en el presente documento.

[0260] El módulo de procesador 3110 puede incluir un dispositivo de hardware inteligente, *por ejemplo*, una CPU, un microcontrolador, un ASIC, *etc.* El módulo de procesador 3110 puede procesar la información recibida a través del módulo de transceptor 3130, el módulo de comunicaciones de la estación base 3160, y/o el módulo de comunicaciones de red 3170. El módulo de procesador 3110 también puede procesar información para ser enviada al módulo de transceptor 3130 para transmisión a través de las antenas 3140, al módulo de comunicaciones de estación base 3160 y/o al módulo de comunicaciones de red 3170. El módulo de procesador 3110 puede manejar, solo o en conexión con el módulo de modos de estación base 3190, diversos aspectos del uso de comunicaciones basadas en LTE en un espectro sin licencia.

[0261] El módulo de transceptor 3130 puede incluir un módem configurado para modular los paquetes y proporcionar los paquetes modulados a las antenas 3140 para la transmisión, y para desmodular los paquetes recibidos desde las antenas 3140. El módulo de transceptor 3130 se puede implementar como uno o más módulos de transmisor y uno o más módulos de receptor independientes. El módulo de transceptor 3130 puede soportar comunicaciones en un espectro con licencia (*por ejemplo*, LTE) y en un espectro sin licencia (*por ejemplo*, LTE-U). El módulo de transceptor 3130 puede estar configurado para comunicarse bidireccionalmente, mediante las antenas 3140, con uno o más UE 115 como se ilustra en la FIG. 1, la FIG. 2A, la FIG. 2B y la FIG. 16, *por ejemplo*. La estación base 105-d puede incluir típicamente múltiples antenas 3140 (*por ejemplo*, un conjunto de antenas). La estación base 105-d puede comunicarse con una red central 130-a a través del módulo de comunicaciones de red 3170. La red central 130-a puede ser un ejemplo de la red central 130 de la FIG. 1. La estación base 105-d puede comunicarse con otras estaciones base, tales como la estación base 105-e y la estación base 105-f, utilizando el módulo de comunicaciones de la estación base 3160.

[0262] De acuerdo con la arquitectura de la FIG. 31, la estación base 105-d puede además incluir un módulo de gestión de comunicaciones 3150. El módulo de gestión de comunicaciones 3150 puede gestionar comunicaciones con estaciones y/u otros dispositivos. El módulo de gestión de comunicaciones 3150 puede estar en comunicación con algunos o todos los otros componentes de la estación base 105-d mediante el bus o los buses 3105. Como alternativa, la funcionalidad del módulo de gestión de comunicaciones 3150 se puede implementar como un componente del módulo de transceptor 3130, como un producto de programa informático, y/o como uno o más elementos de controlador del módulo de procesador 3110.

[0263] El módulo de modos de estación base 3190 se puede configurar para realizar y/o controlar algunos o todos los aspectos o funciones descritos en las FIGs. 1-29 relacionados con el uso de comunicaciones basadas en LTE en un espectro sin licencia. Por ejemplo, el módulo de modos de estación base 3190 puede configurarse para soportar un modo de enlace descendente suplementario, un modo de agregación de portadora y/o un modo de funcionamiento autónomo en un espectro sin licencia. El módulo de modos de estación base 3190 puede incluir un módulo LTE 3191 configurado para manejar comunicaciones LTE, un módulo sin licencia LTE 3192 configurado para manejar comunicaciones LTE-U y un módulo sin licencia 3193 configurado para manejar comunicaciones distintas de LTE-U en un espectro sin licencia. El módulo de modos de estación base 3190, o partes del mismo, puede ser un procesador. Además, una parte o la totalidad de la funcionalidad del módulo de modos de estación base 3190 puede ser realizada por el módulo de procesador 3110 y/o en conexión con el procesador 3110.

[0264] Volviendo a continuación a la FIG. 32, se muestra un diagrama de bloques de un sistema de comunicación de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) 3200 que incluye una estación base 105-g y un equipo de usuario o UE 115-e. La estación base 105-g y el UE 115-e pueden soportar comunicaciones basadas en LTE utilizando un espectro sin licencia (LTE-U). La estación base 105-g puede ser un ejemplo de las estaciones base 105, 105-a, 105-b y 105-c de la FIG. 1, la FIG. 2A, la FIG. 2B y la FIG. 16, mientras que el UE 115-e puede ser un ejemplo de los UE 115, 115-a, 115-b y 115-c de la FIG. 1, la FIG. 2A, la FIG. 2B y la FIG. 16. El sistema 3200 puede ilustrar aspectos del sistema 100 de la FIG. 1 y aspectos de las partes del sistema 100 mostradas en la FIG. 2A y la FIG. 2B.

[0265] La estación base 105-g pueden estar equipados con antenas 3234 a 3234-x, y el UE 115-e pueden estar equipado con antenas 3252 a 3252-n. En el sistema 3200, la estación base 105-g puede ser capaz de enviar datos a través de múltiples enlaces de comunicación al mismo tiempo. Cada enlace de comunicación puede denominarse

una "capa" y el "rango" del enlace de comunicación puede indicar el número de capas utilizadas para la comunicación. Por ejemplo, en un sistema MIMO 2x2 en el que la estación base 800 transmite dos "capas", el rango del enlace de comunicación entre la estación base 105-g y el UE 115-e es dos.

5 **[0266]** En la estación base 105-g, un procesador de transmisión (Tx) 3220 puede recibir datos de una fuente de datos. El procesador de transmisión 3220 puede procesar los datos. El procesador de transmisión 3220 también puede generar símbolos de referencia, y una señal de referencia específica de célula. Un procesador de transmisión (Tx) MIMO 3230 puede realizar un procesamiento espacial (e.g., precodificación) en símbolos de datos, símbolos de control, y/o símbolos de referencia, cuando sea aplicable, y puede proporcionar flujos de símbolos de salida a los
10 moduladores de transmisión 3232-a a 3232-x. Cada modulador 3232 puede procesar un flujo de símbolos de salida respectivo (*por ejemplo*, para OFDM, etc.) para obtener un flujo de muestras de salida. Cada modulador 3232 puede procesar adicionalmente (*por ejemplo*, convertir a analógico, amplificar, filtrar y convertir de forma ascendente) el flujo de muestra de salida para obtener una señal de enlace descendente (DL). En un ejemplo, las señales DL de los moduladores 3232-a a 3232-x pueden transmitirse a través de las antenas 3234-a a 3234-x, respectivamente.

15 **[0267]** En el UE 115-e, las antenas 3252-a a 3252-n pueden recibir las señales DL de la estación base 105-g y pueden proporcionar las señales recibidas a los desmoduladores 3254-a a 3254-n, respectivamente. Cada desmodulador 3254 puede acondicionar (*por ejemplo*, filtrar, amplificar, convertir de forma descendente y digitalizar) una señal recibida respectiva para obtener muestras de entrada. Cada desmodulador 3254 puede procesar además las muestras de entrada (*por ejemplo*, para OFDM, etc.) para obtener símbolos recibidos. Un detector MIMO 3256 puede obtener símbolos recibidos de todos los desmoduladores 3254-a a 3254-n, realizar una detección MIMO en los símbolos recibidos cuando sea aplicable, y proporcionar los símbolos detectados. Un procesador de recepción (Rx) 3258 puede procesar (*por ejemplo*, desmodular, desintercalar y descodificar) los símbolos detectados, proporcionar los datos descodificados para el UE 115-e a una salida de datos, y proporcionar información de control descodificada a un procesador 3280, o una memoria 3282. El procesador 3280 puede incluir un módulo o función 3281 que puede realizar diversas funciones relacionadas con el uso de comunicaciones basadas en LTE en un espectro sin licencia. Por ejemplo, el módulo o función 3281 puede realizar algunas o todas las funciones descritas anteriormente con referencia a las FIGs. 1-29.

20 **[0268]** En el enlace ascendente (UL), en el UE 115-e, un procesador de transmisión (Tx) 3264 puede recibir y procesar datos desde una fuente de datos. El procesador de transmisión 3264 también puede generar símbolos de referencia para una señal de referencia. Los símbolos del procesador de transmisión 3264 pueden ser precodificados por un procesador MIMO de transmisión (Tx) 3266 si es aplicable, procesados adicionalmente por los desmoduladores 3254-a a 3254-n (*por ejemplo*, para SC-FDMA, etc.) y ser transmitidos a la estación base 105-g de acuerdo con los parámetros de transmisión recibidos desde la estación base 105-g. En la estación base 105-g, las señales UL del UE 115-e pueden ser recibidas por las antenas 3234, procesadas por los desmoduladores 3232, detectadas por un detector MIMO 3236 si es aplicable, y procesadas posteriormente por un procesador de recepción. El procesador de recepción (Rx) puede proporcionar datos descodificados a una salida de datos y al procesador 3240. El procesador 3240 puede incluir un módulo o función 3241 que puede realizar diversos aspectos relacionados con el uso de comunicaciones basadas en LTE en un espectro sin licencia. Por ejemplo, el módulo o función 3241 puede realizar algunas o todas las funciones descritas anteriormente con referencia a las FIGs. 1-29.

35 **[0269]** Los componentes de la estación base 105-g pueden implementarse, individual o colectivamente, con uno o más circuitos integrados de aplicación específica (ASIC) adaptados para realizar parte o todas las funciones aplicables en hardware. Cada uno de los módulos señalados puede ser un medio para realizar una o más funciones relacionadas con el funcionamiento del sistema 3200. De forma similar, los componentes del UE 115-e pueden implementarse, individual o colectivamente, con uno o más circuitos integrados de aplicación específica (ASIC) adaptados para realizar parte o todas las funciones aplicables en hardware. Cada uno de los componentes señalados puede ser un medio para realizar una o más funciones relacionadas con el funcionamiento del sistema 3200.
50

[0270] Cabe señalar que los diversos procedimientos descritos en diagramas de flujo son solo una implementación y que las operaciones de estos procedimientos se pueden reorganizar o modificar de otra manera, de modo que pueden ser posibles otras implementaciones.
55

[0271] La descripción detallada expuesta anteriormente en relación con los dibujos adjuntos describe modos de realización de ejemplo y no representa los únicos modos de realización que se pueden implementar o que pertenecen al alcance de las reivindicaciones. La expresión "a modo de ejemplo" usada a lo largo de esta descripción se refiere a "que sirve como ejemplo, instancia o ilustración", y no "preferido" o "ventajoso con respecto a otros modos de realización". La descripción detallada incluye detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión de las técnicas descritas. Sin embargo, estas técnicas se pueden poner en práctica sin estos detalles específicos. En algunos casos, estructuras y dispositivos bien conocidos se muestran en forma de diagrama de bloques para no complicar los conceptos de los modos de realización descritos.
60

[0272] La información y las señales se pueden representar utilizando cualquiera de diversas tecnologías y técnicas diferentes. Por ejemplo, los datos, las instrucciones, los comandos, la información, las señales, los bits, los símbolos
65

y los segmentos que puedan haber sido mencionados a lo largo de la descripción anterior pueden representarse mediante tensiones, corrientes, ondas electromagnéticas, campos o partículas magnéticos, campos o partículas ópticos, o cualquier combinación de los mismos.

5 **[0273]** Los diversos bloques y módulos ilustrativos descritos en relación con la divulgación en el presente documento pueden implementarse o realizarse con un procesador de propósito general, un procesador de señales digitales (DSP), un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), un conjunto de puertas programables sobre el terreno (FPGA) u otro dispositivo de lógica programable, lógica de transistores o puertas discretas, componentes de hardware discretos o cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en el
10 presente documento. Un procesador de uso general puede ser un microprocesador pero, como alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, micro controlador o máquina de estados convencional. Un procesador también se puede implementar como una combinación de dispositivos informáticos, *por ejemplo* una combinación de un DSP y un microprocesador, múltiples microprocesadores, uno o más microprocesadores junto con un núcleo DSP o cualquier otra configuración de este tipo.

15 **[0274]** Las funciones descritas en el presente documento se pueden implementar en hardware, software ejecutado por un procesador, firmware, o cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en software ejecutado por un procesador, las funciones pueden ser almacenadas o transmitidas como una o más instrucciones o código en un medio legible por un ordenador. Otros ejemplos e implementaciones pertenecen al alcance de la divulgación y de las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, debido a la naturaleza del software, las funciones que se han descrito anteriormente se pueden implementar utilizando un software ejecutado por un procesador, hardware, firmware, cableado, o combinaciones de cualquiera de estos. Las características que implementan funciones se pueden localizar también físicamente en diversas posiciones, incluido el estar distribuidas de manera que se implementen partes de funciones en diferentes ubicaciones físicas. Además, como se usa en el presente documento, incluidas las reivindicaciones, "o" como se usa en una lista de puntos iniciados por "al menos uno de" indica una lista disyuntiva de tal forma que, por ejemplo, una lista de "al menos uno de A, B o C" se refiere a A o B o C o AB o AC o BC o ABC
20 (es decir, A y B y C).

25 **[0275]** Los medios legibles por ordenador incluyen tanto medios de almacenamiento informáticos como medios de comunicación, incluyendo cualquier medio que facilite la transferencia de un programa informático de un lugar a otro. Un medio de almacenamiento puede ser cualquier medio disponible al que pueda accederse mediante un ordenador de propósito general o de propósito especial. A modo de ejemplo, y no de manera limitativa, los medios legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otro almacenamiento de disco óptico, almacenamiento de disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que
30 pueda usarse para transportar o almacenar medios de código de programa deseado en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que pueda accederse mediante un ordenador de propósito general o de propósito especial, o mediante un procesador de propósito general o de propósito especial. Además, cualquier conexión recibe adecuadamente la denominación de medios legibles por ordenador. Por ejemplo, si el software se transmite desde una sede de la Red, un servidor u otra fuente remota, usando un cable coaxial, un cable de fibra óptica, un par trenzado, una línea de abonado digital (DSL) o tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas, entonces el cable coaxial, el cable de fibra óptica, el par trenzado, la DSL o las tecnologías inalámbricas, tales como
35 infrarrojos, radio y microondas, se incluyen en la definición de medio. El término disco, tal como se utiliza en el presente documento, incluye un disco compacto (CD), un disco láser, un disco óptico, un disco versátil digital (DVD), un disco flexible y un disco Blu-ray, donde los discos magnéticos normalmente reproducen los datos magnéticamente, mientras que los discos ópticos reproducen los datos ópticamente con láseres. También se incluyen combinaciones de lo anterior dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

40 **[0276]** La descripción anterior de la divulgación se proporciona para permitir que un experto en la técnica fabrique o utilice la divulgación. Diversas modificaciones a la divulgación resultarán inmediatamente evidentes para los expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en el presente documento pueden aplicarse a otras variantes sin apartarse del alcance de la divulgación. A lo largo de esta divulgación el término "ejemplo" o la expresión "a modo de ejemplo" indica un ejemplo o caso y no implica ni requiere ninguna preferencia para el ejemplo señalado. Por lo tanto, la divulgación no se limitará a los ejemplos y diseños descritos en el presente documento, sino que se le otorgará el más amplio alcance coherente con los principios y las características novedosas
45 divulgados en el presente documento.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para comunicación inalámbrica, que comprende:
 - 5 sincronización de ranuras de evaluación de canales despejados, CCA, a través de una pluralidad de aparatos,
 - realización (105) de una CCA para un espectro sin licencia en un intervalo de conmutación actual para determinar si el espectro sin licencia está disponible para una transmisión en un siguiente intervalo de transmisión; y
 - 10 desactivación de la conmutación (1115) de la transmisión en el espectro sin licencia durante el siguiente intervalo de transmisión cuando la determinación sea que el espectro sin licencia no está disponible.
- 15 2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la transmisión incluye una transmisión de enlace descendente.
3. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la transmisión incluye una transmisión de enlace ascendente.
- 20 4. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la pluralidad de aparatos incluye una pluralidad de nodos B evolucionados, eNBs.
5. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además:
 - 25 sincronización de las ranuras CCA a través de una pluralidad de nodos B evolucionados (eNB) de diferentes operadores.
- 30 6. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la CCA se realiza durante una última sub-trama del intervalo de conmutación actual.
7. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la CCA se realiza durante una primera sub-trama del intervalo de conmutación actual.
- 35 8. Un aparato de comunicación inalámbrica, que comprende:
 - medios para sincronizar las ranuras de evaluación de canales despejados, CCA, a través de una pluralidad de aparatos,
 - 40 medios para realizar una evaluación de canales despejados, CCA, para un espectro sin licencia en un intervalo de conmutación actual para determinar si el espectro sin licencia está disponible para una transmisión en el espectro sin licencia para un siguiente intervalo de transmisión; y
 - medios para desactivar la conmutación de la transmisión en el espectro sin licencia durante el siguiente intervalo de transmisión cuando la determinación sea que el espectro sin licencia no está disponible.
- 45 9. El aparato de la reivindicación 8, en el que la transmisión incluye una transmisión de enlace descendente.
10. El aparato de la reivindicación 8, en el que la transmisión incluye una transmisión de enlace ascendente.
- 50 11. El aparato de la reivindicación 8, en el que la pluralidad de aparatos incluye una pluralidad de nodos B, eNB evolucionados.
12. El aparato según la reivindicación 8, que comprende además:
 - 55 medios para sincronizar las ranuras CCA a través de una pluralidad de eNB de diferentes operadores.
13. El aparato de la reivindicación 8, en el que la CCA se realiza durante una última sub-trama del intervalo de conmutación actual.
- 60 14. El aparato de la reivindicación 8, en el que la CCA se realiza durante una primera sub-trama del intervalo de conmutación actual.
15. Un producto de programa informático para comunicaciones mediante un aparato de comunicaciones inalámbricas en un sistema de comunicaciones inalámbricas, comprendiendo el producto de programa informático un medio no transitorio legible por ordenador almacenando instrucciones dispuestas para realizar los pasos de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.
- 65

200

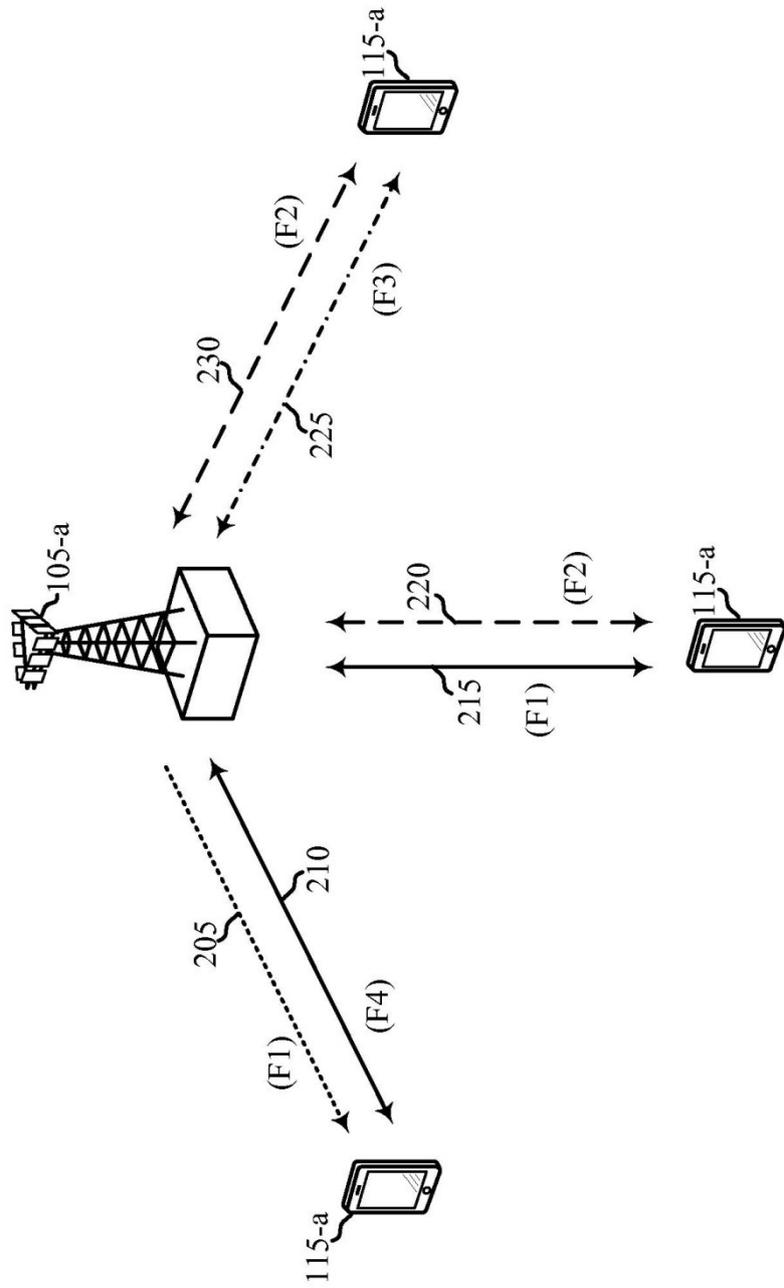


FIG. 2A

200-a

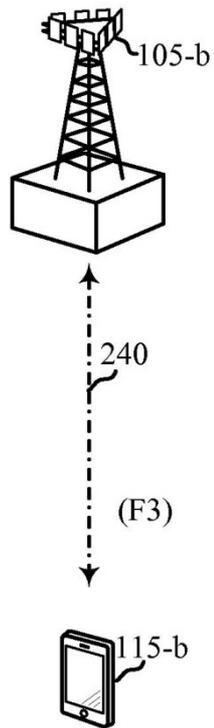


FIG. 2B

300 ↷

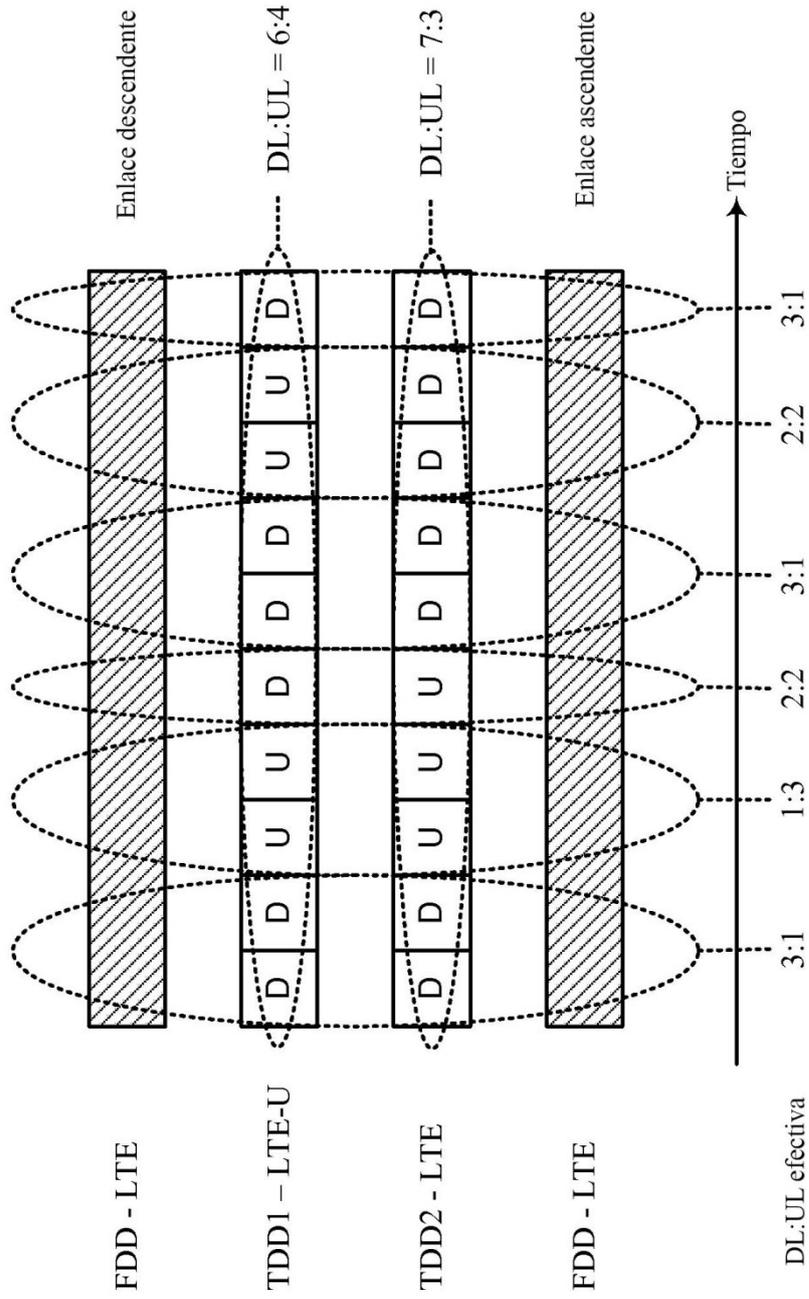


FIG. 3

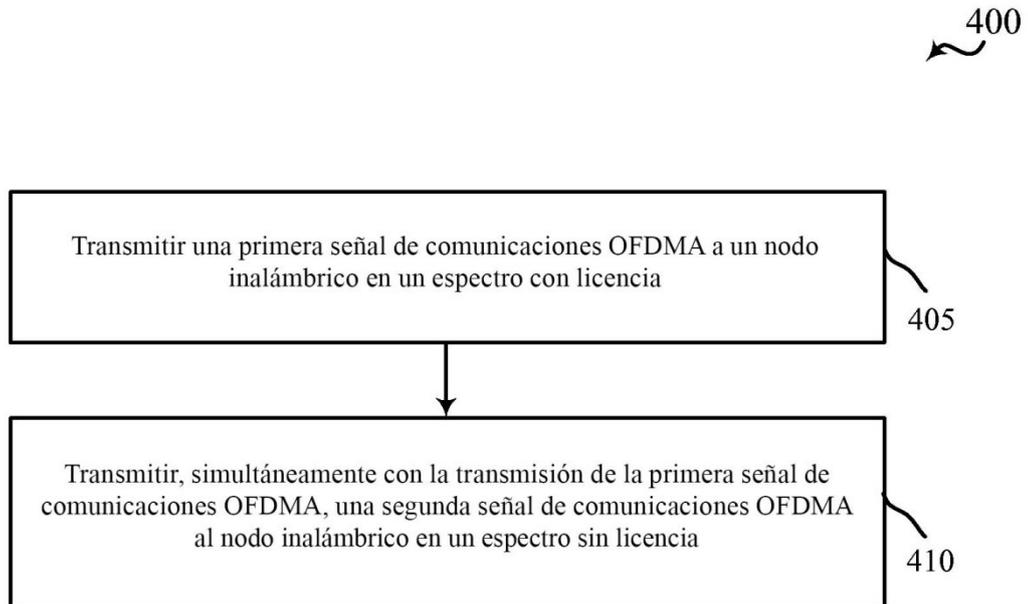


FIG. 4A

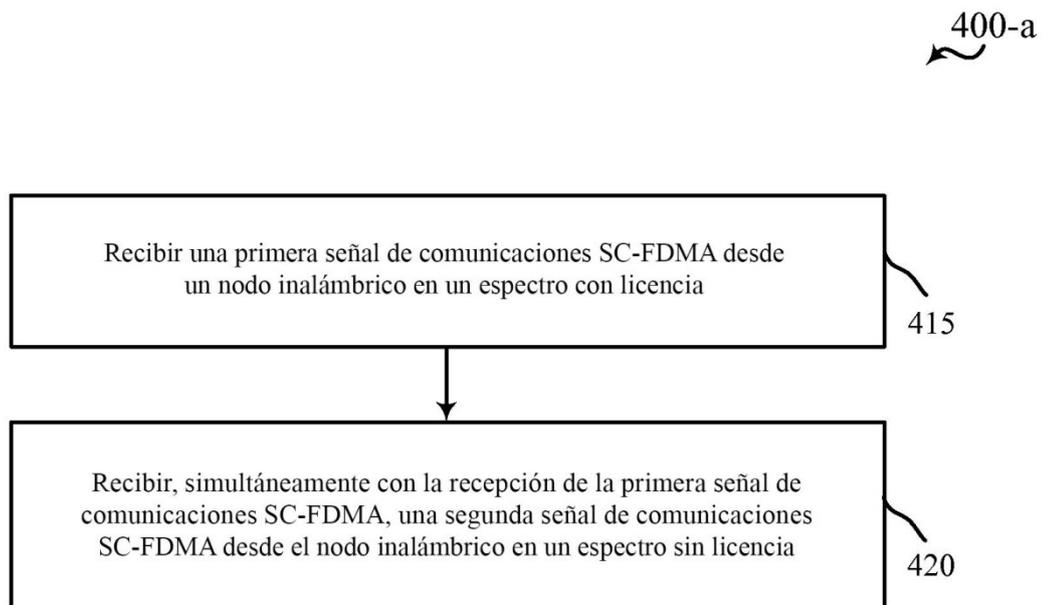


FIG. 4B

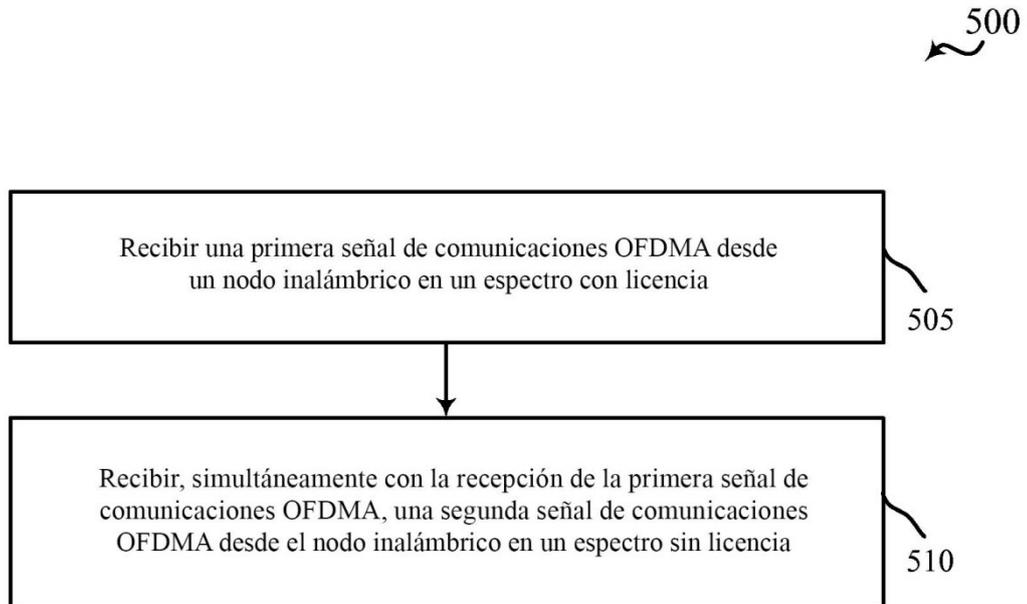


FIG. 5A

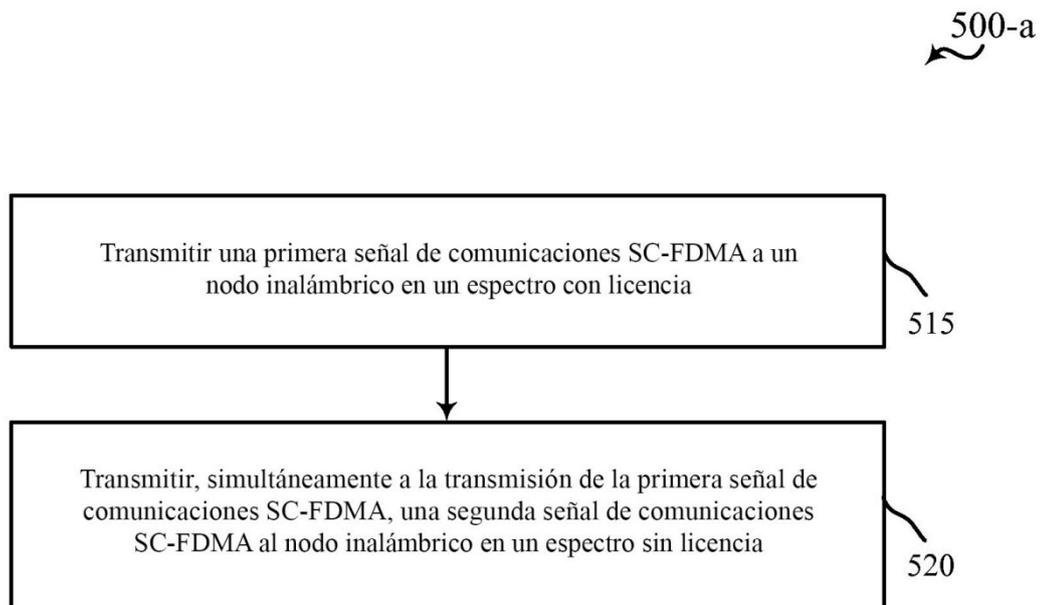


FIG. 5B

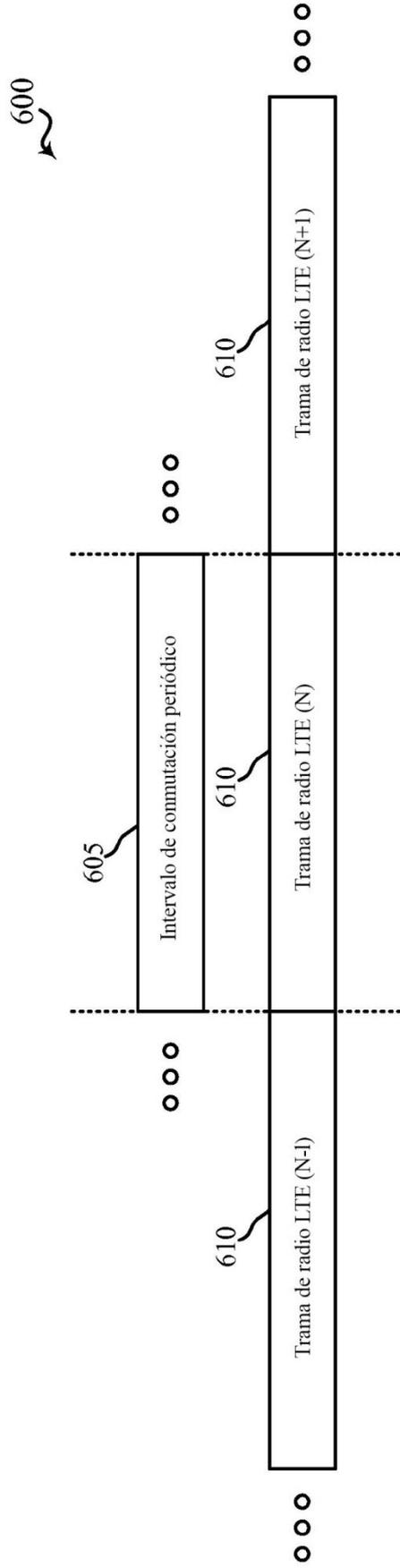


FIG. 6A

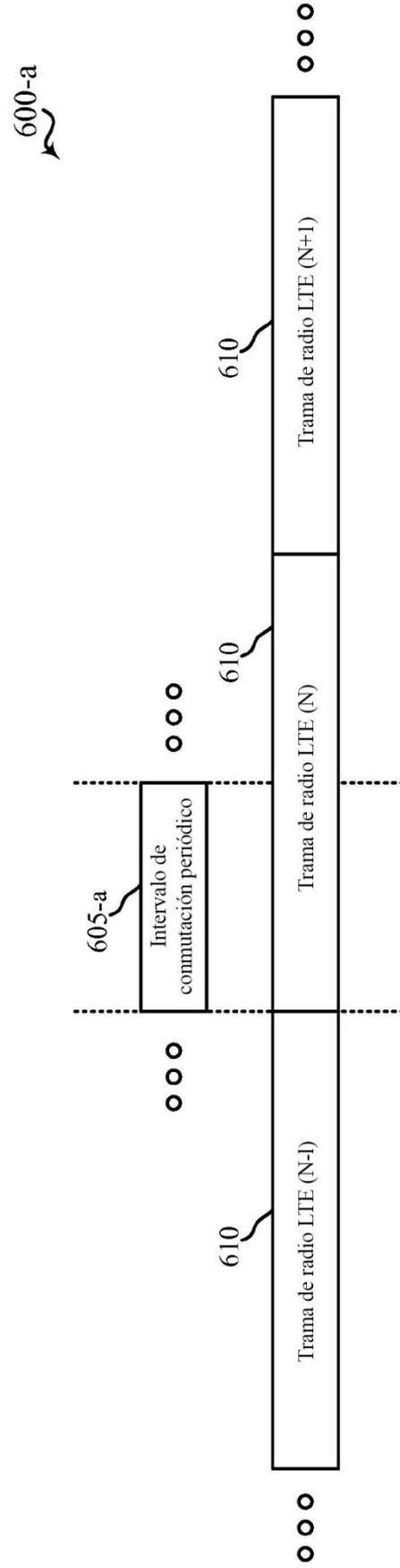


FIG. 6B

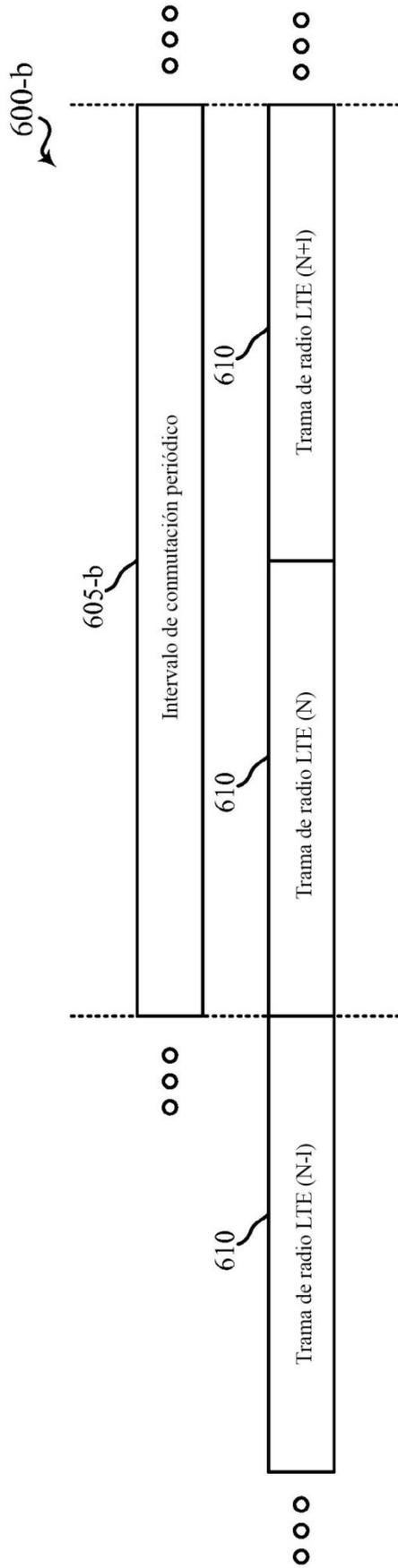


FIG. 6C

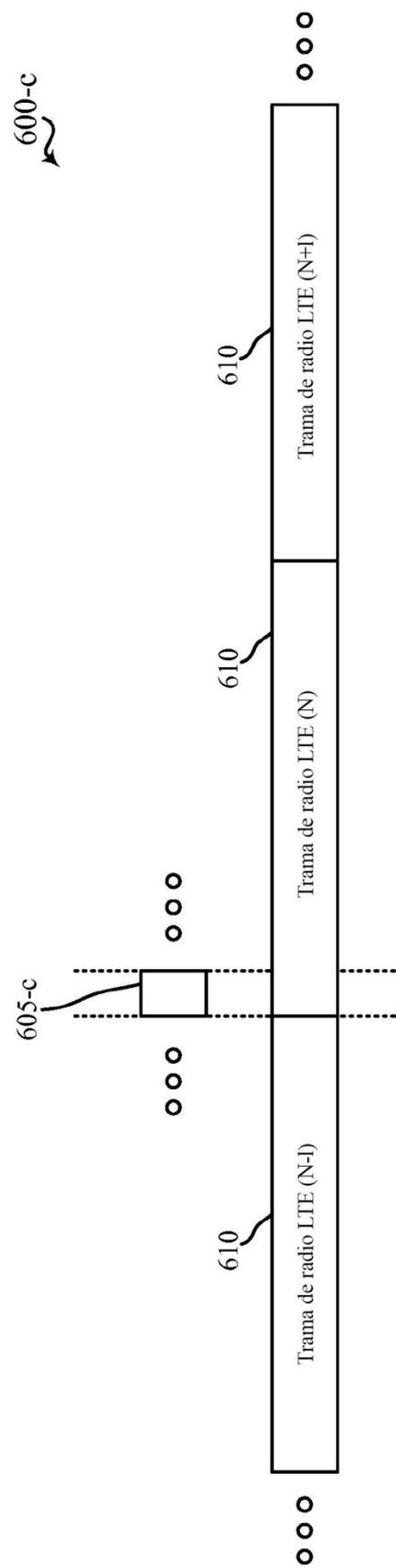


FIG. 6D

700

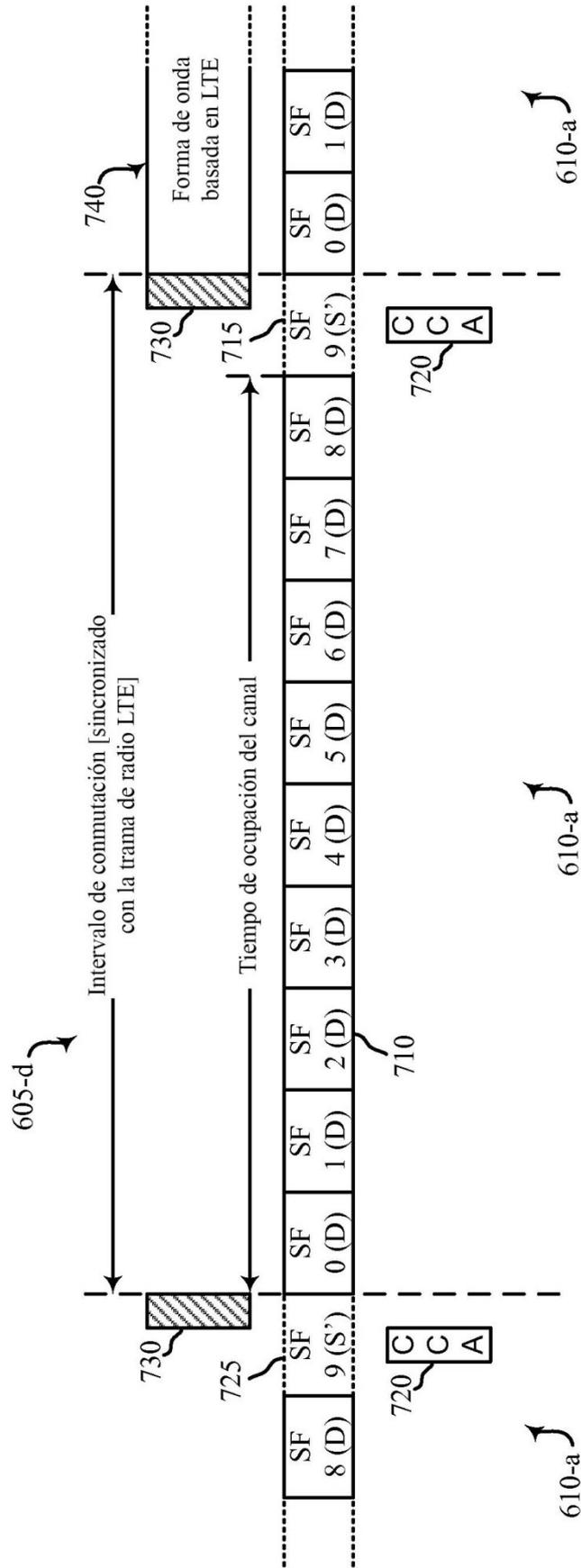


FIG. 7A

705

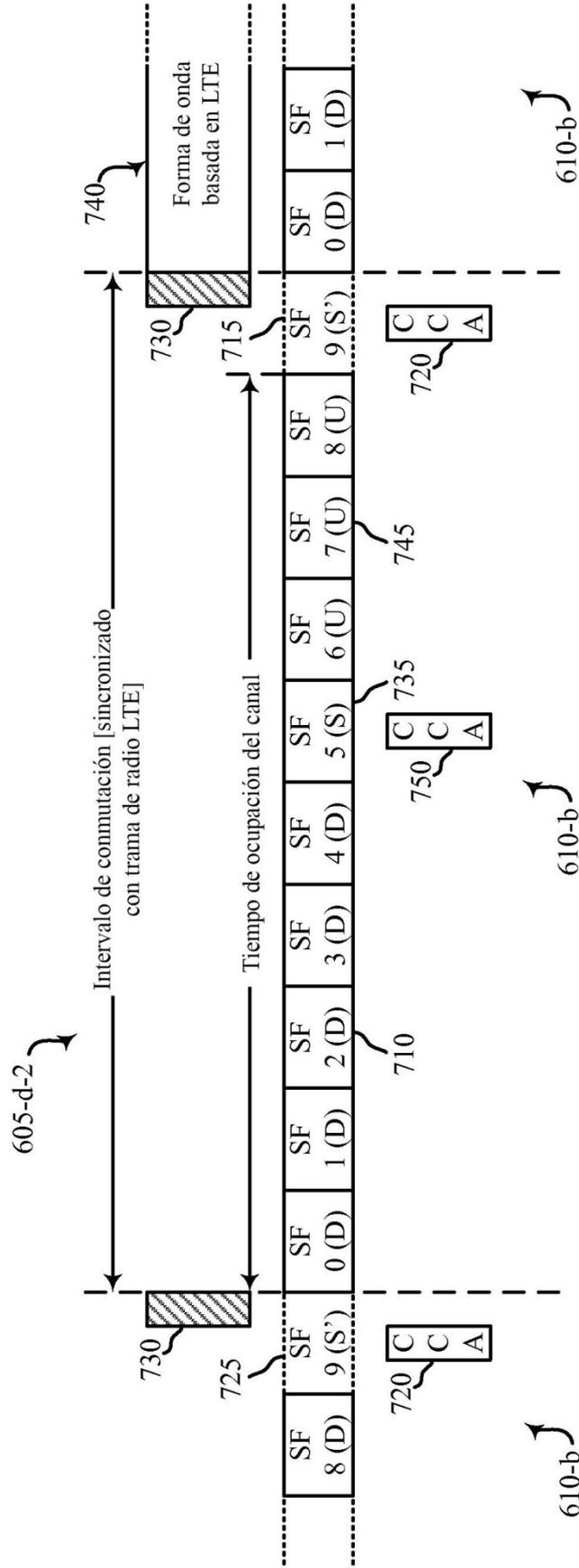


FIG. 7B

800

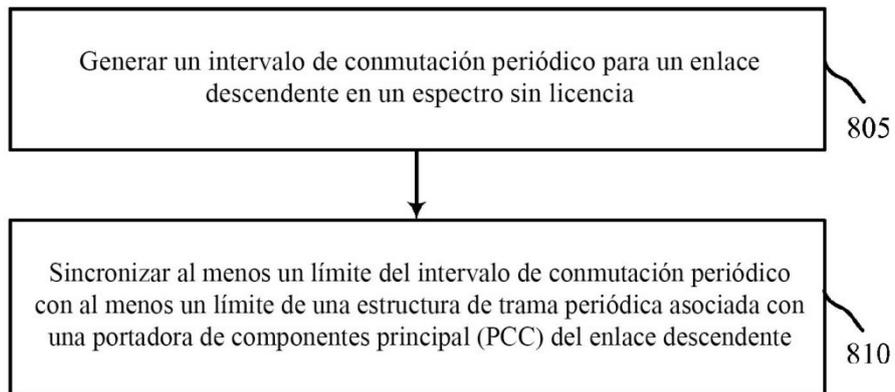


FIG. 8

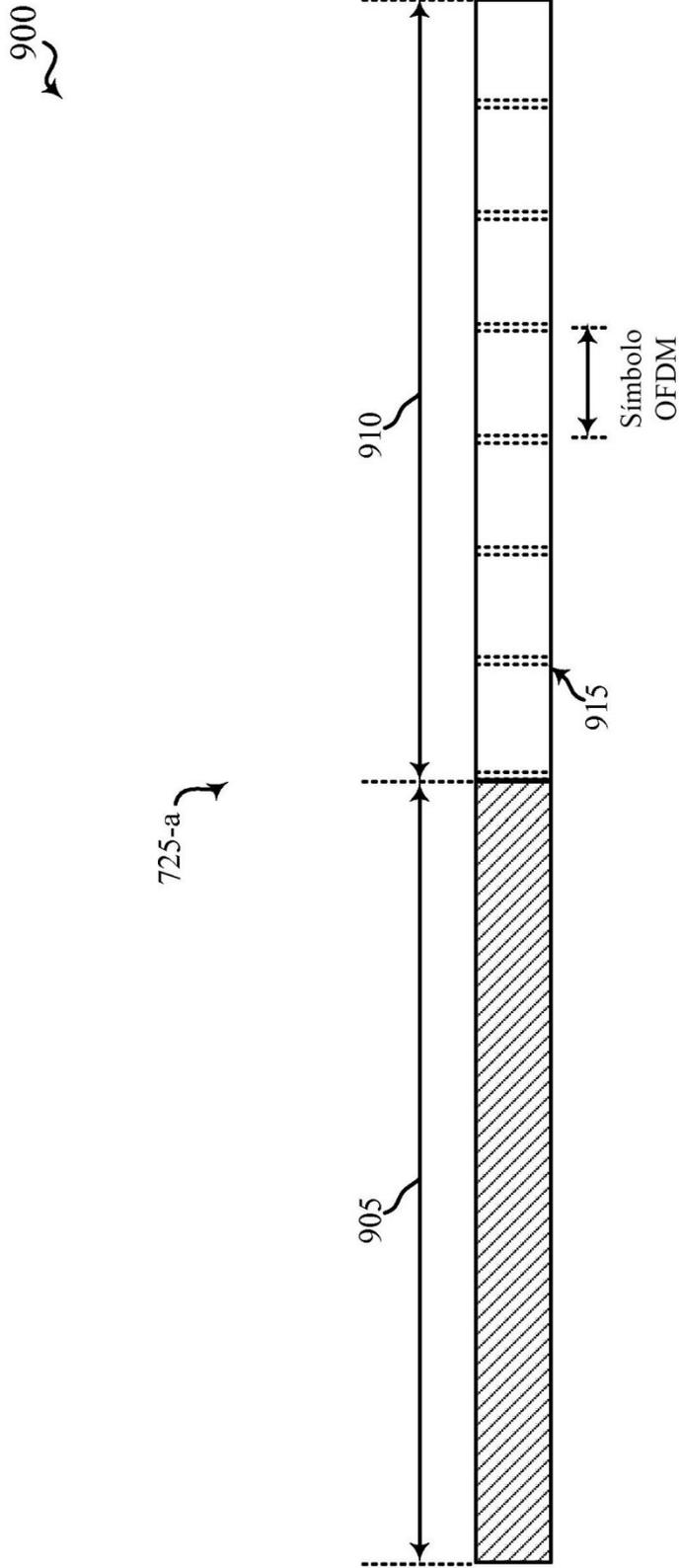


FIG. 9A

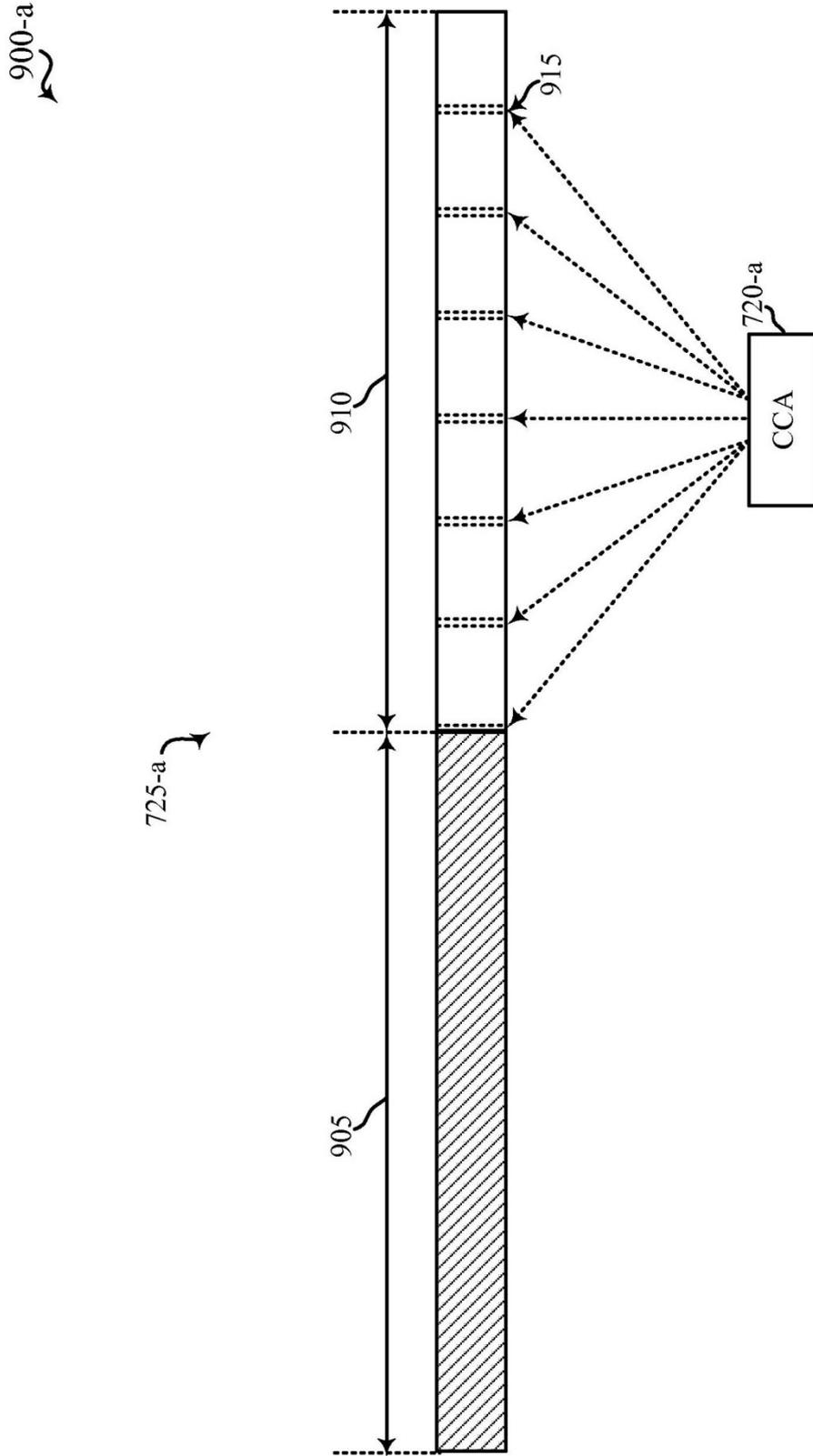


FIG. 9B

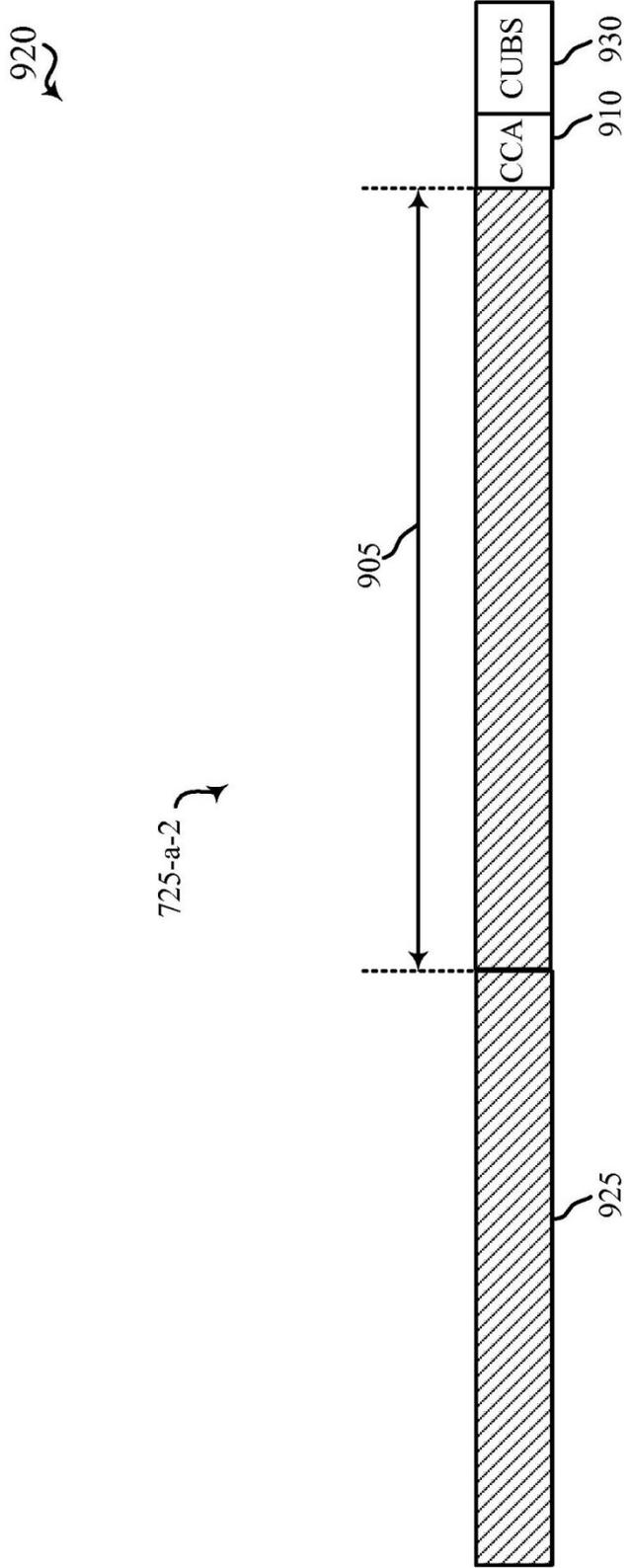


FIG. 9C

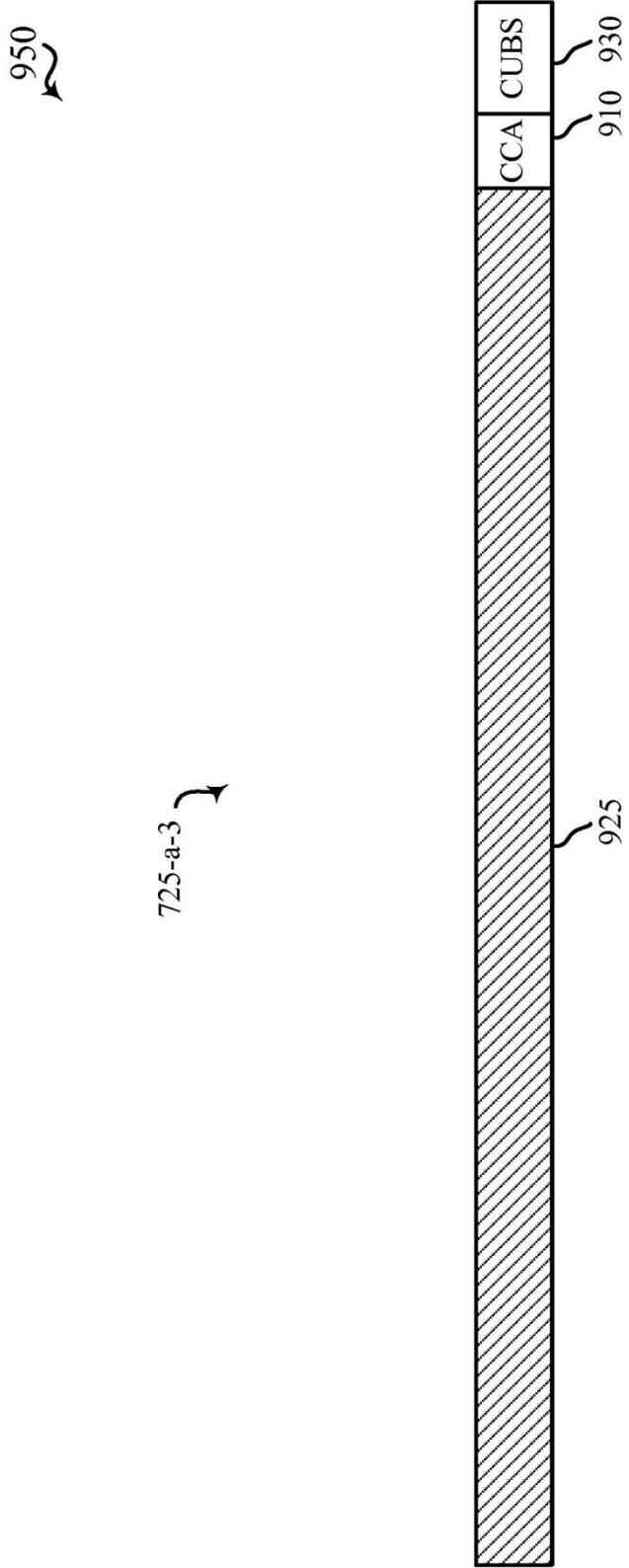


FIG. 9D

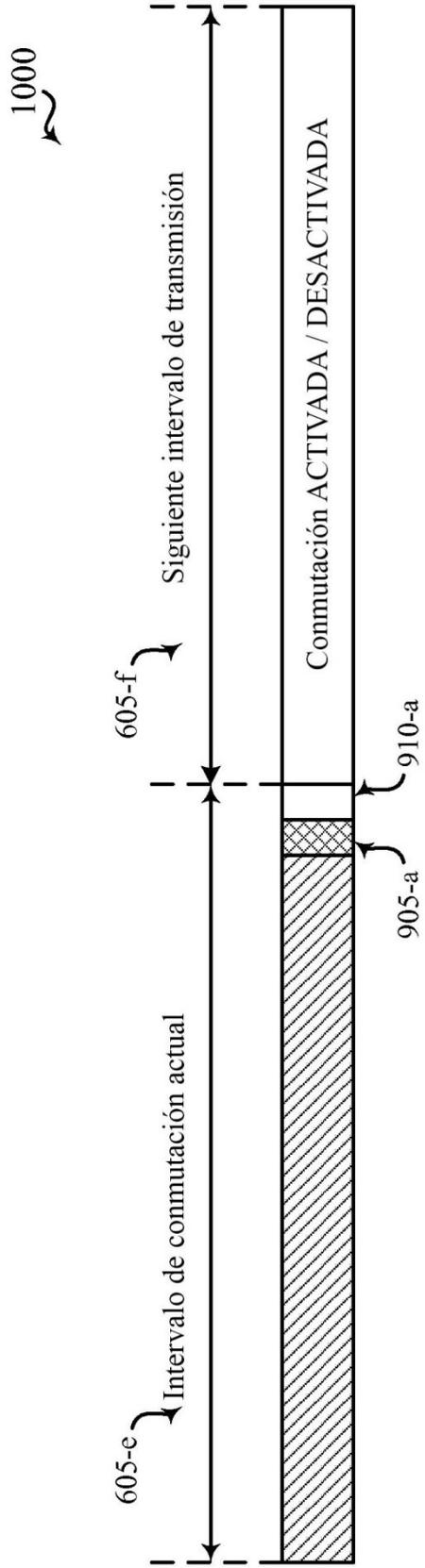


FIG. 10A

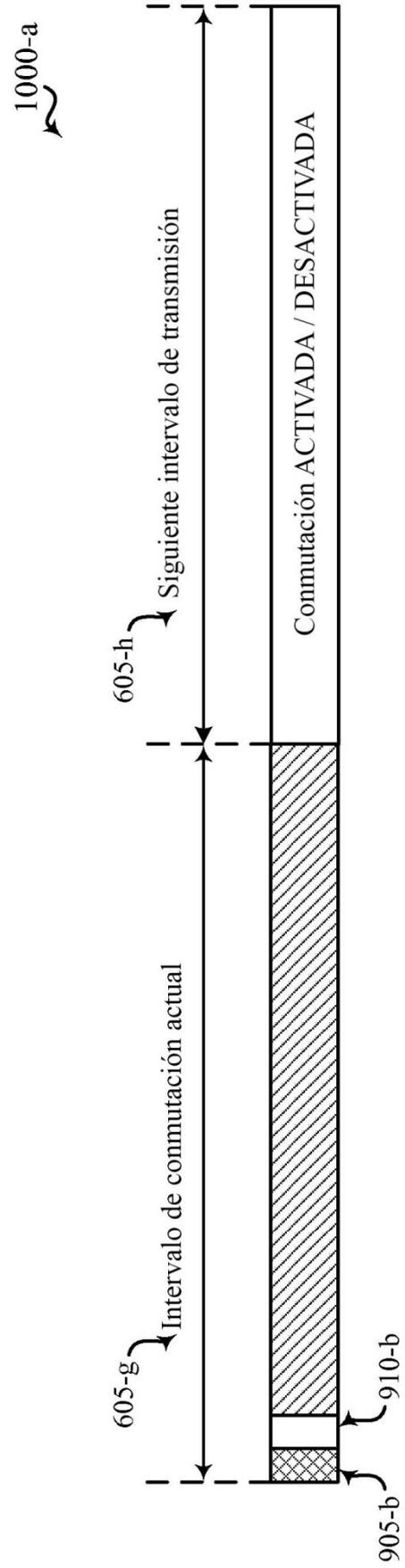


FIG. 10B

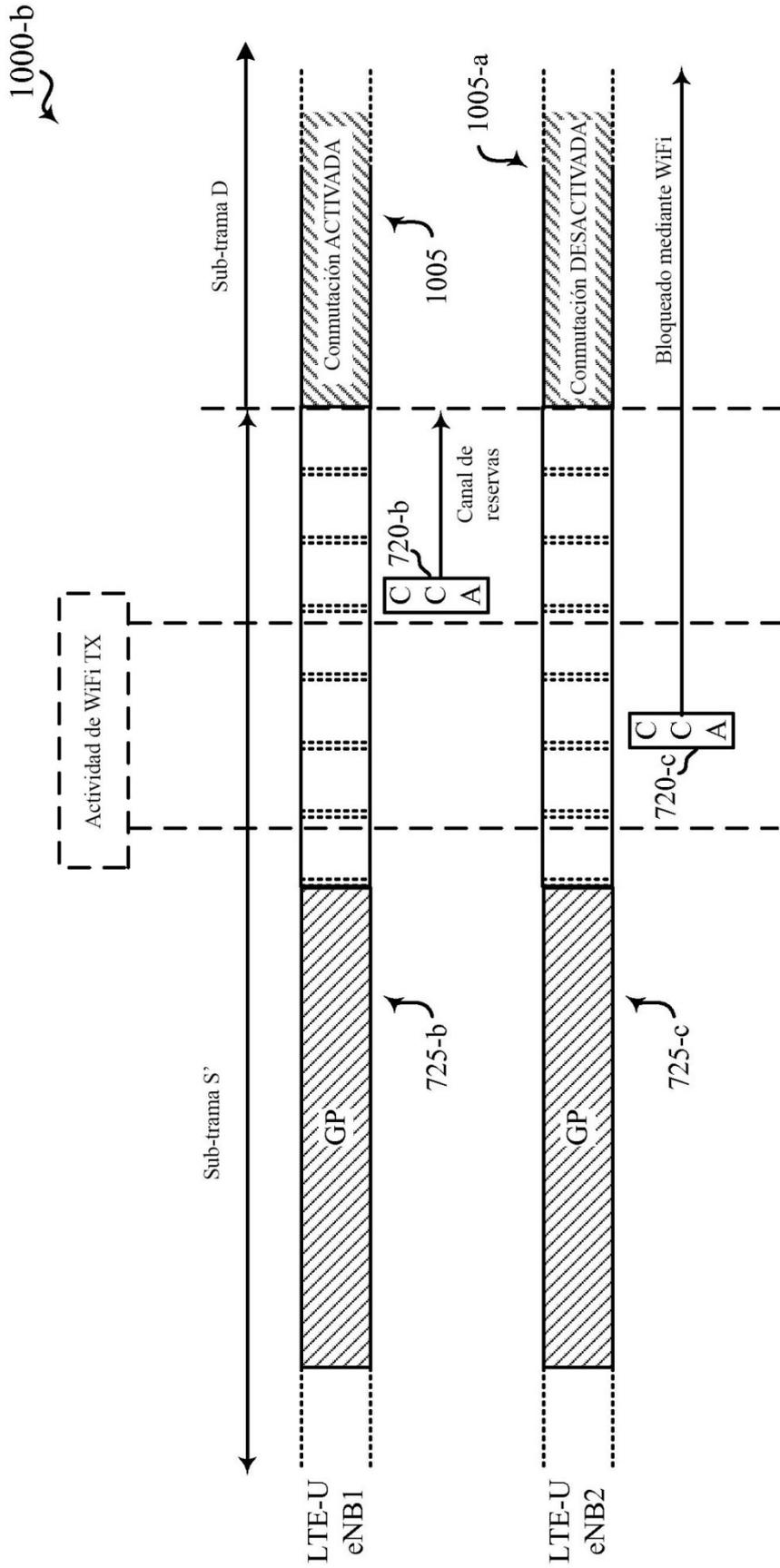


FIG. 10C

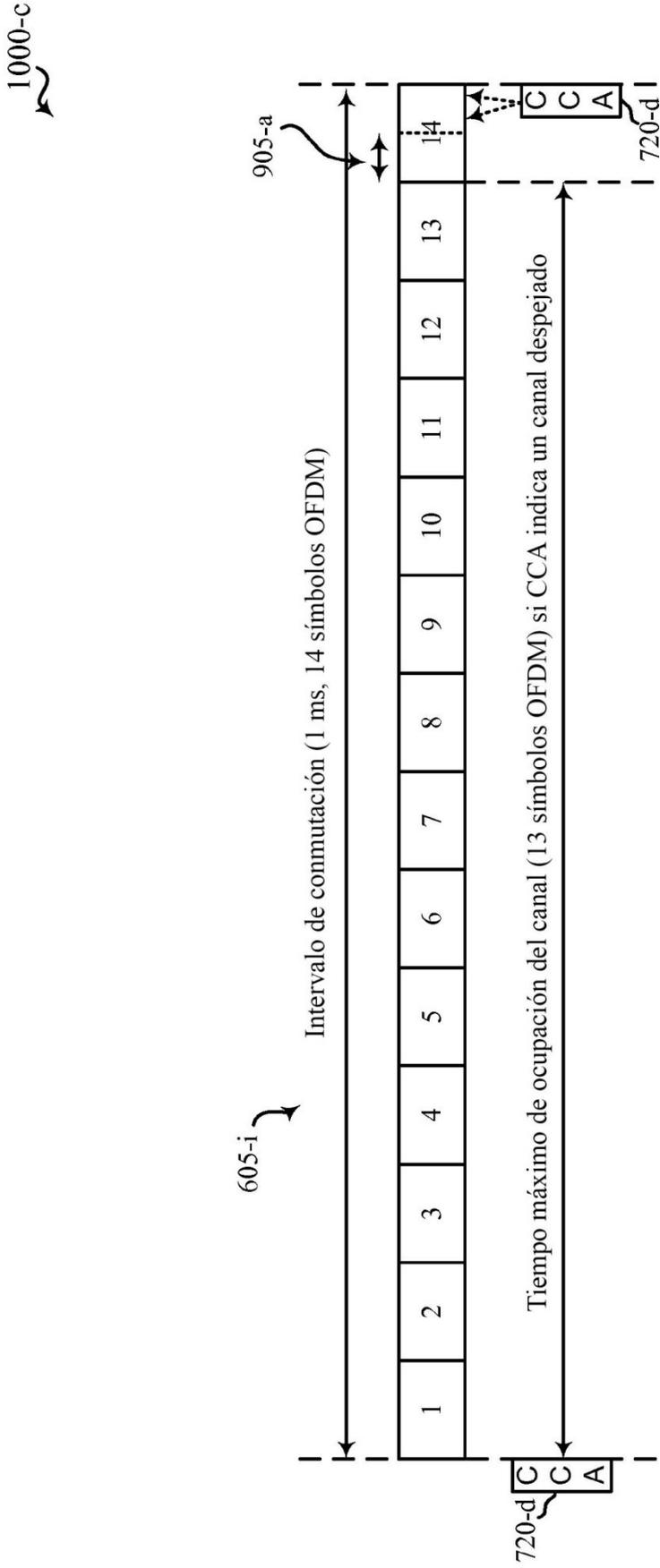


FIG. 10D

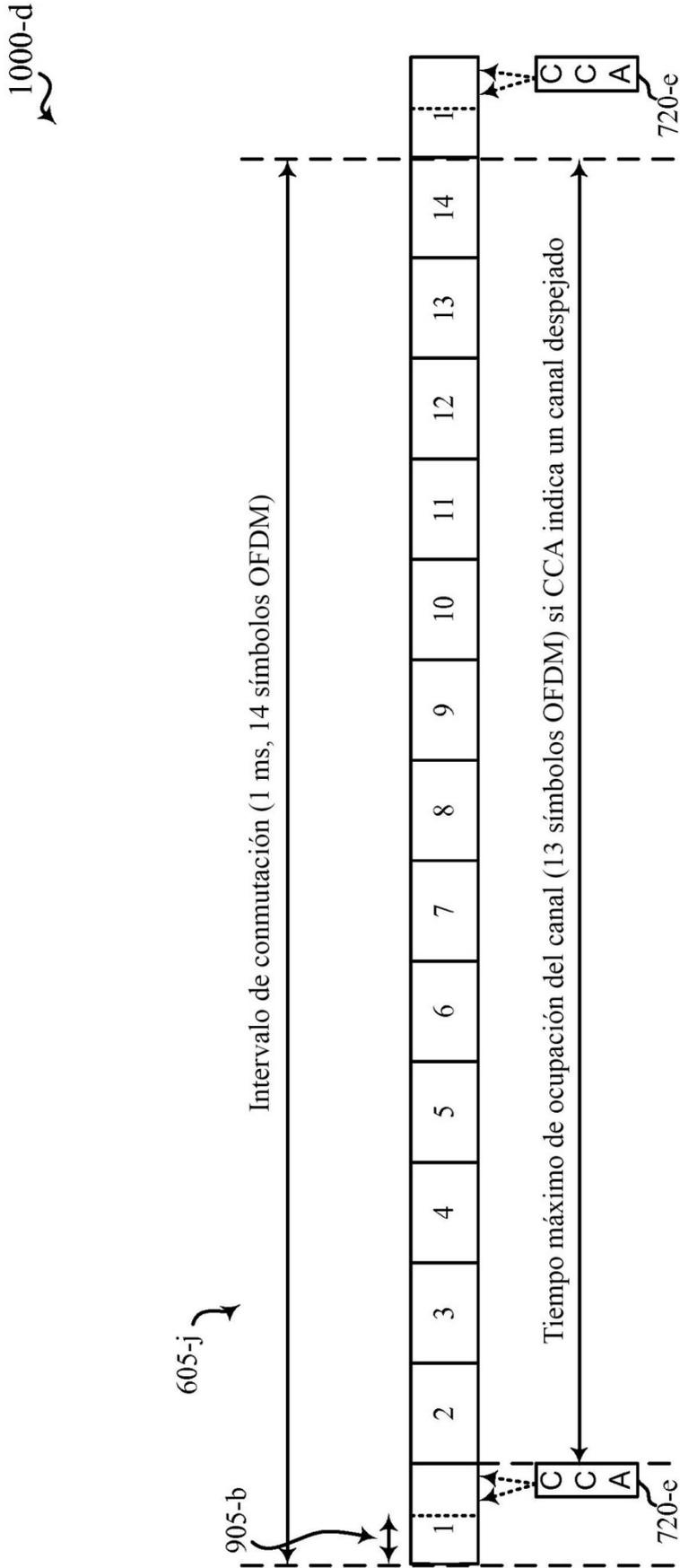


FIG. 10E

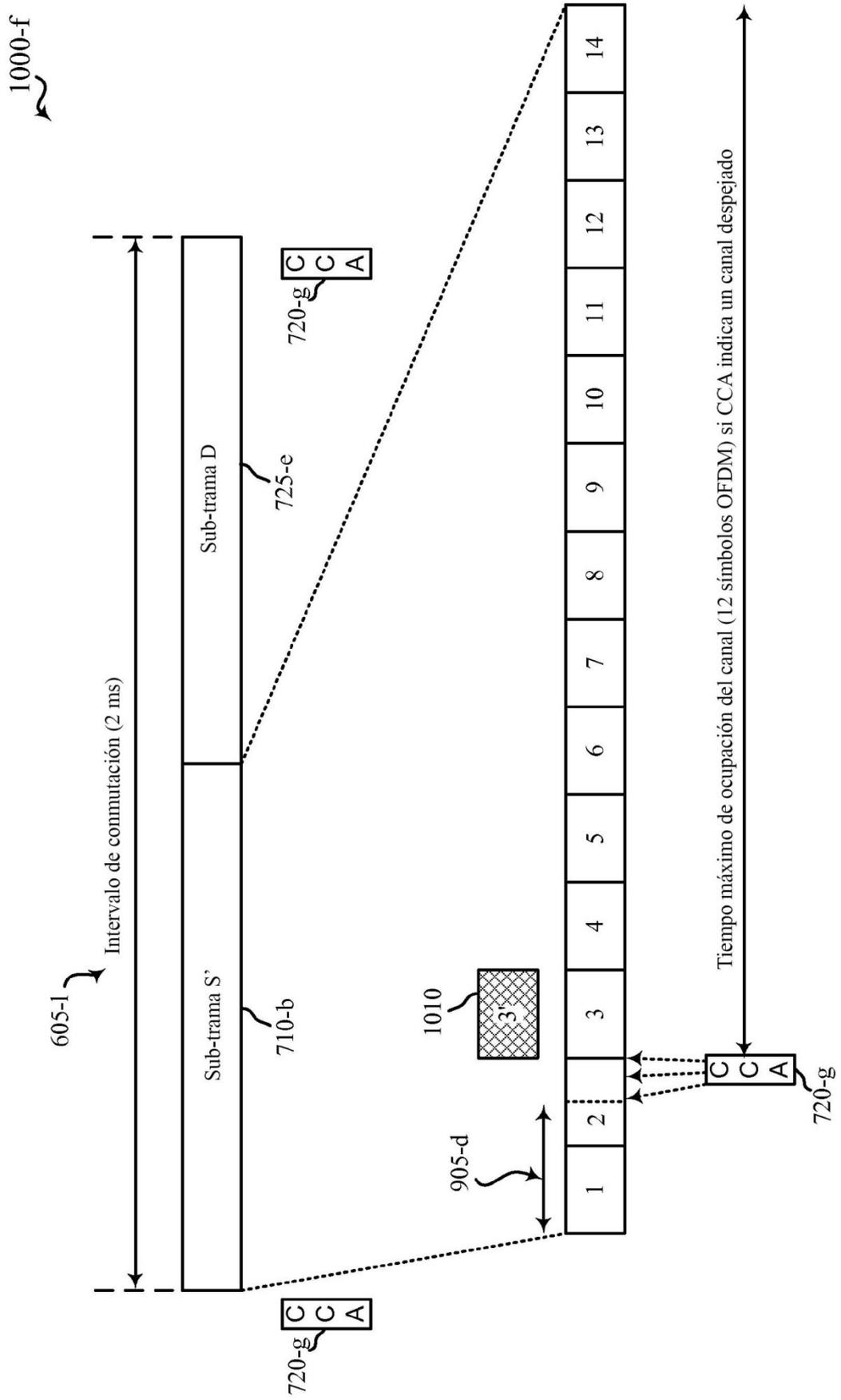


FIG. 10G

1100

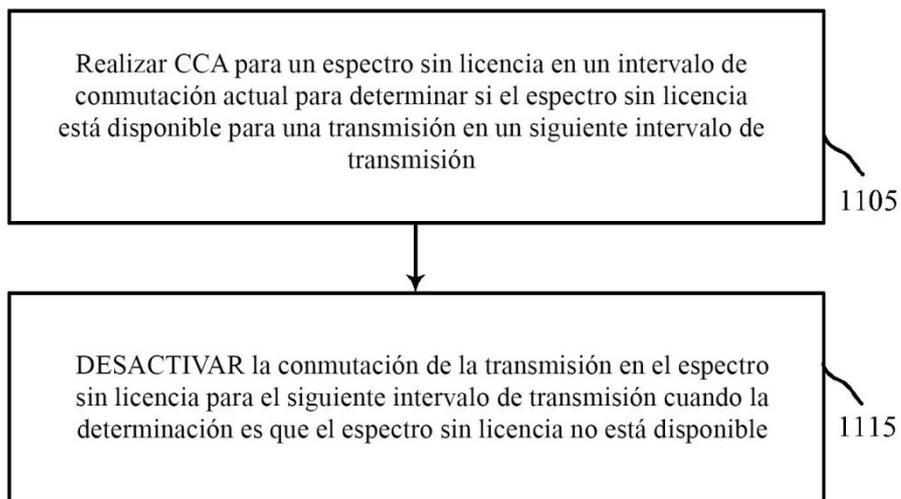


FIG. 11

1200

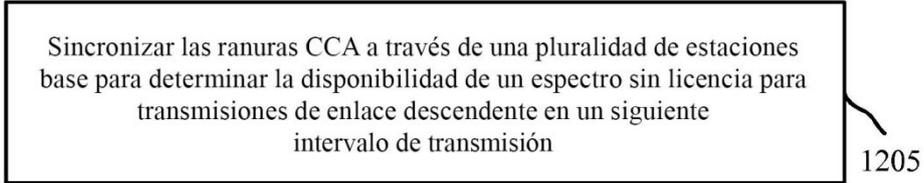


FIG. 12A

1200-a

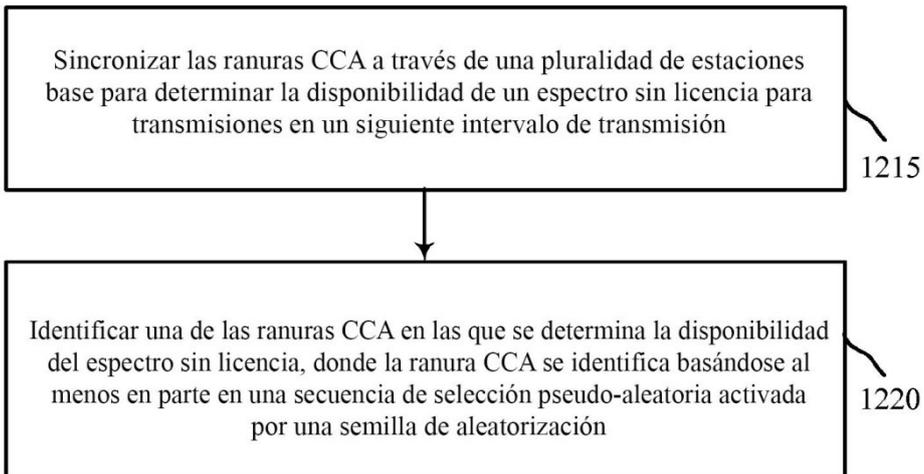


FIG. 12B

1300

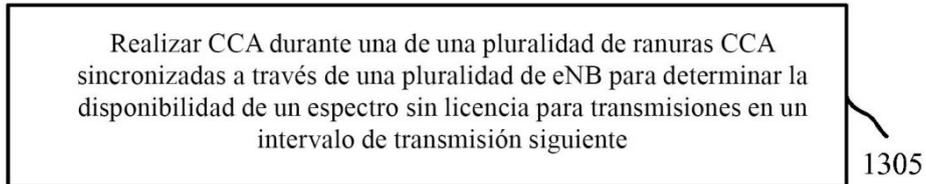


FIG. 13A

1300-a

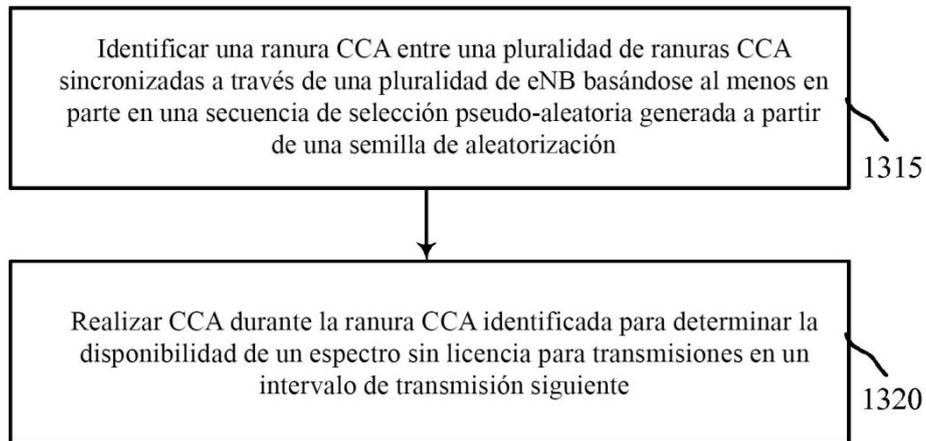


FIG. 13B

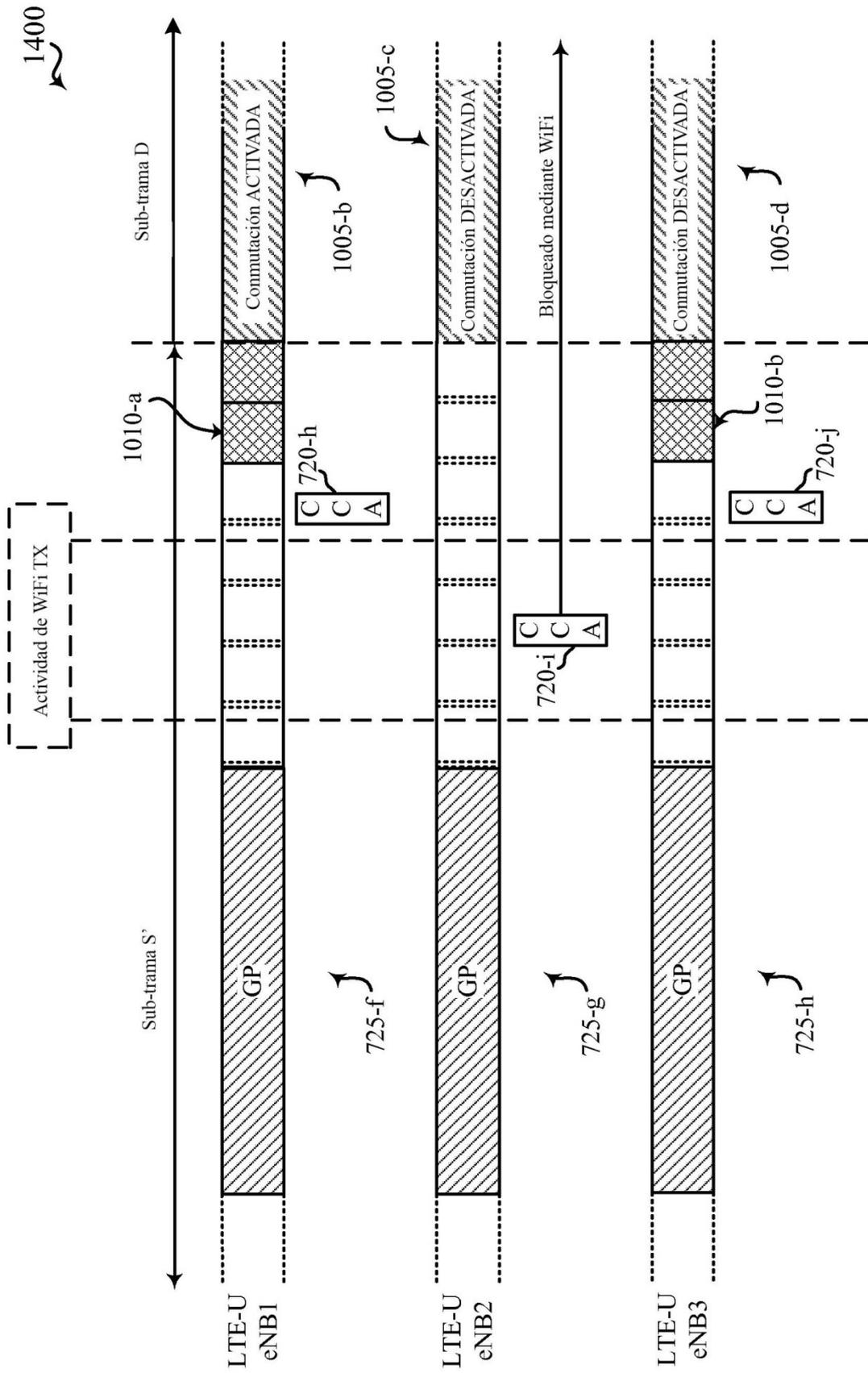


FIG. 14A

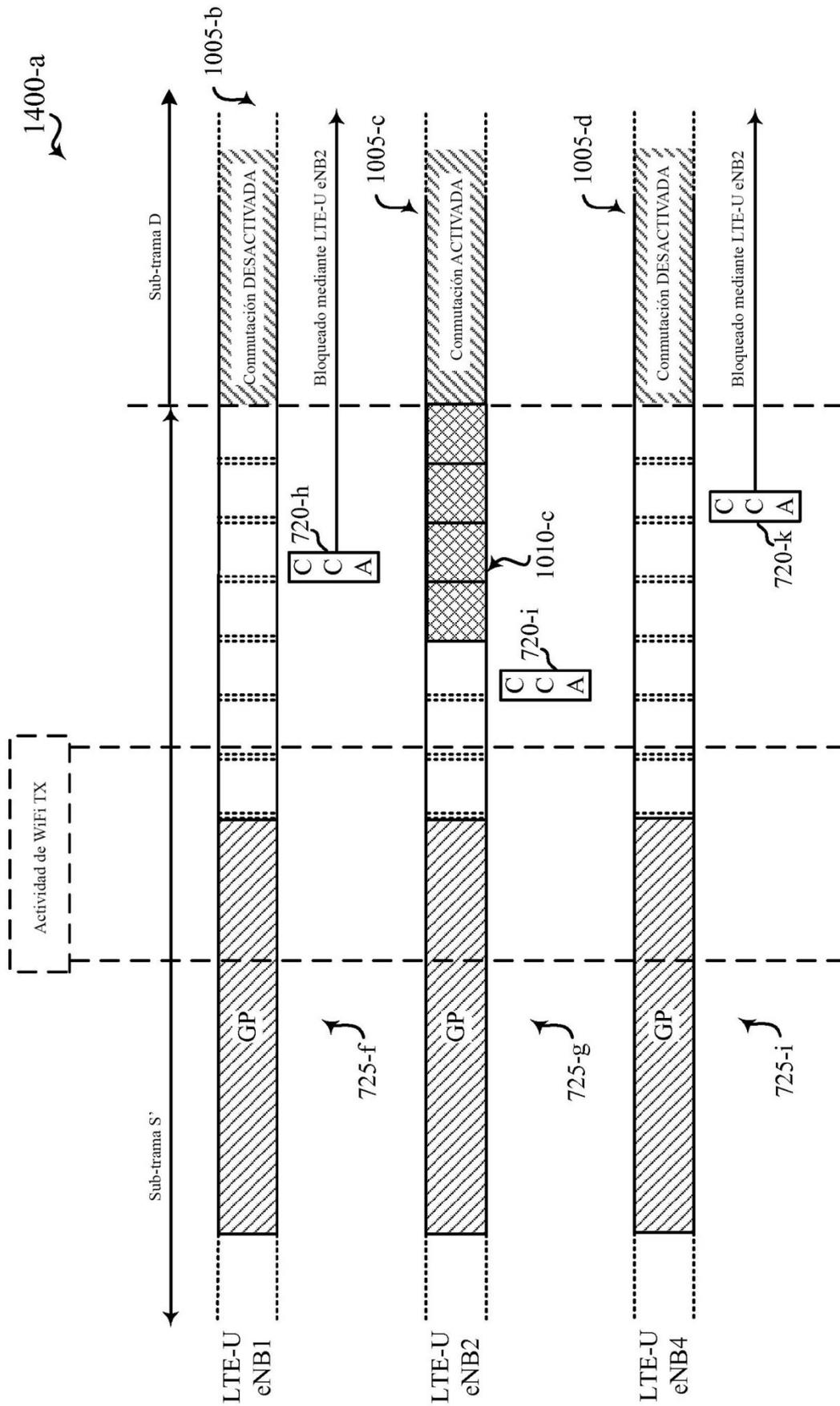


FIG. 14B

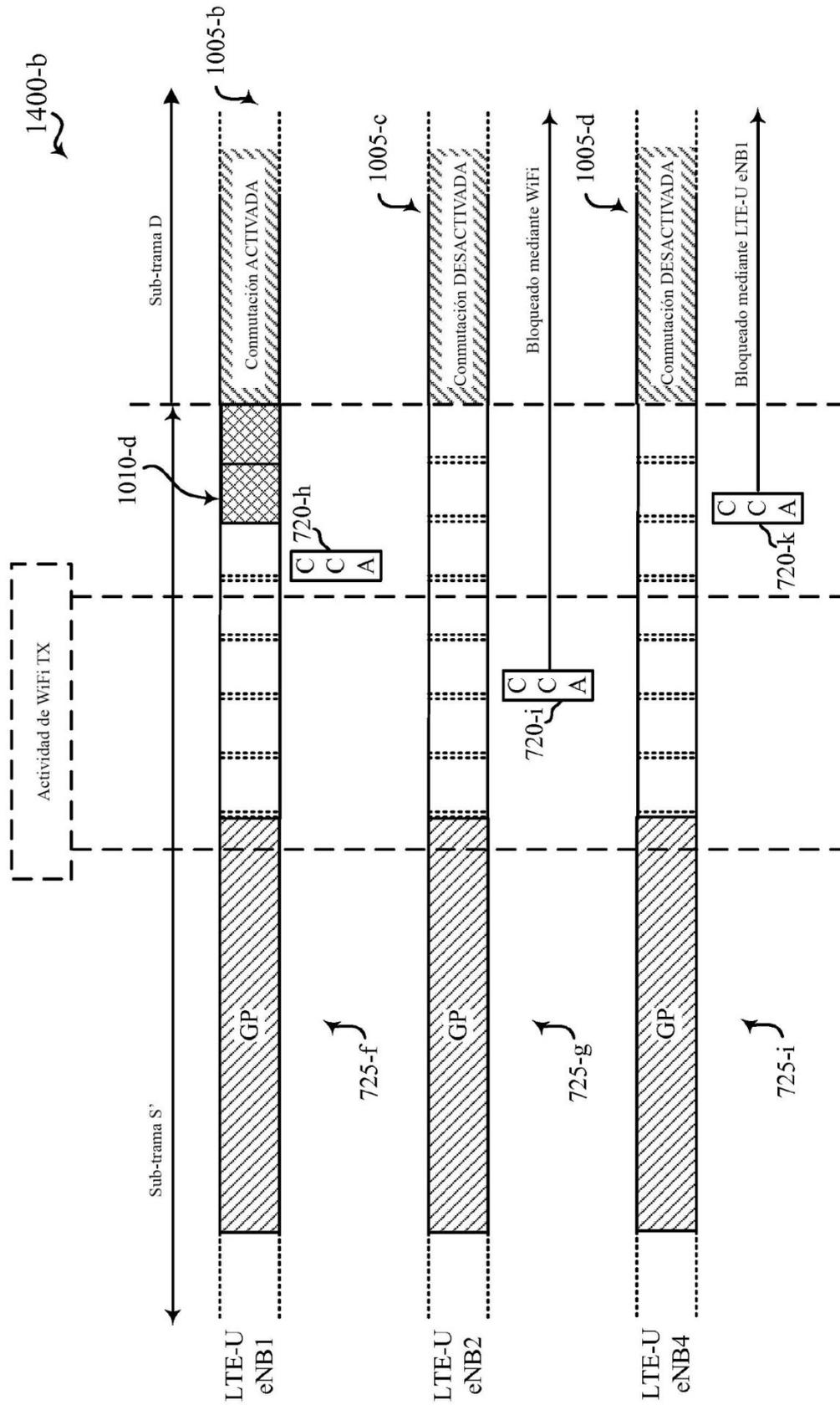


FIG. 14C

1500

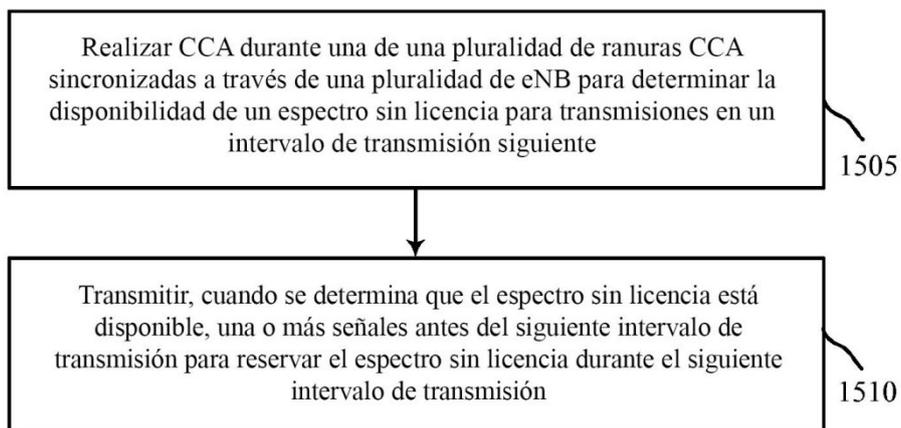


FIG. 15

1600

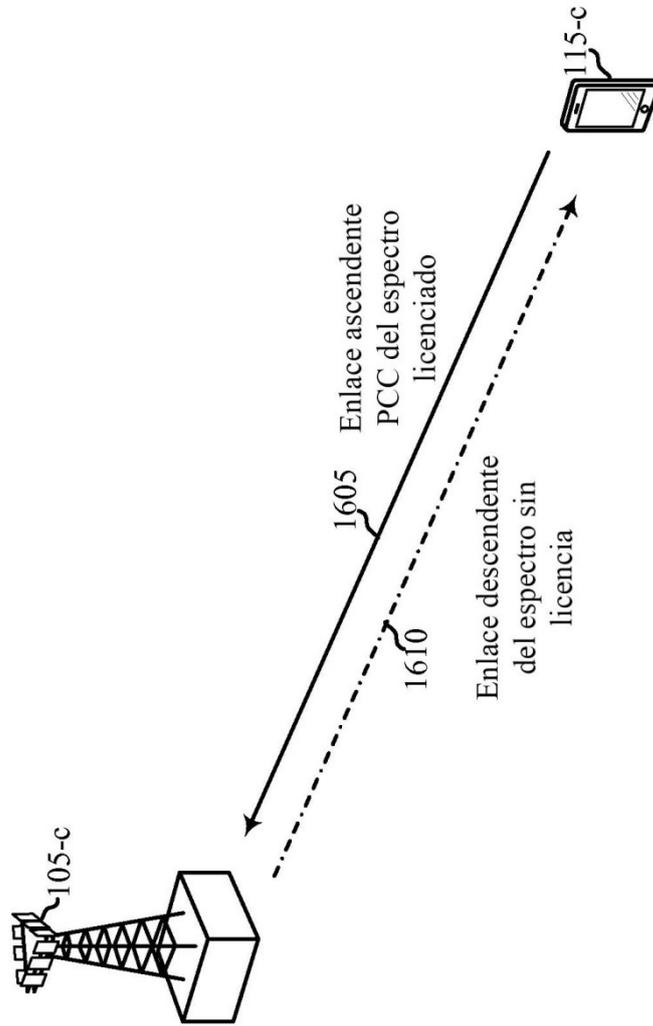


FIG. 16

1700

Recibir información de realimentación desde un UE a través de un enlace ascendente PPC en un espectro con licencia, donde la información de realimentación se dirige a señales transmitidas al UE a través de un enlace descendente en un espectro sin licencia

1705

FIG. 17A

1700-a

Transmitir información de realimentación desde un UE a un eNB a través de un enlace ascendente PPC en un espectro con licencia, donde la información de realimentación se dirige a las señales transmitidas al UE a través de un enlace descendente en un espectro sin licencia

1715

FIG. 17B

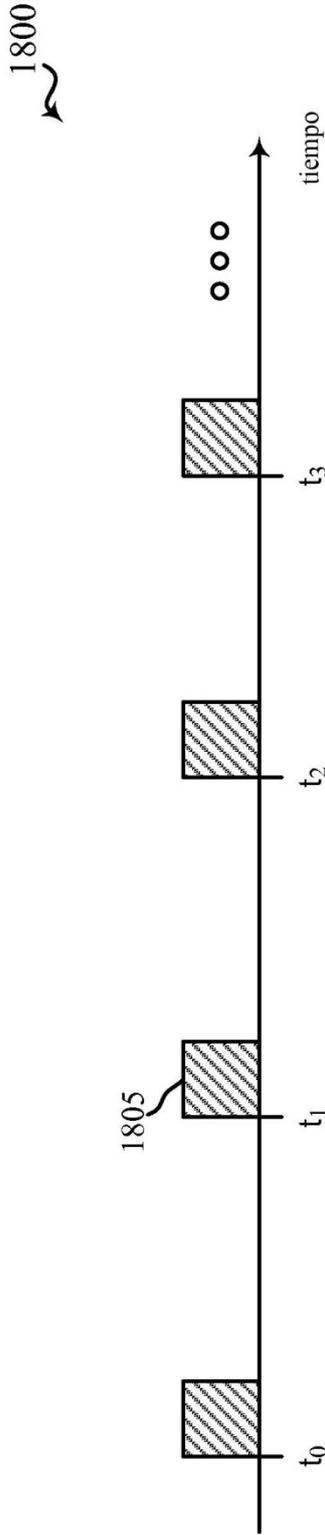


FIG. 18A

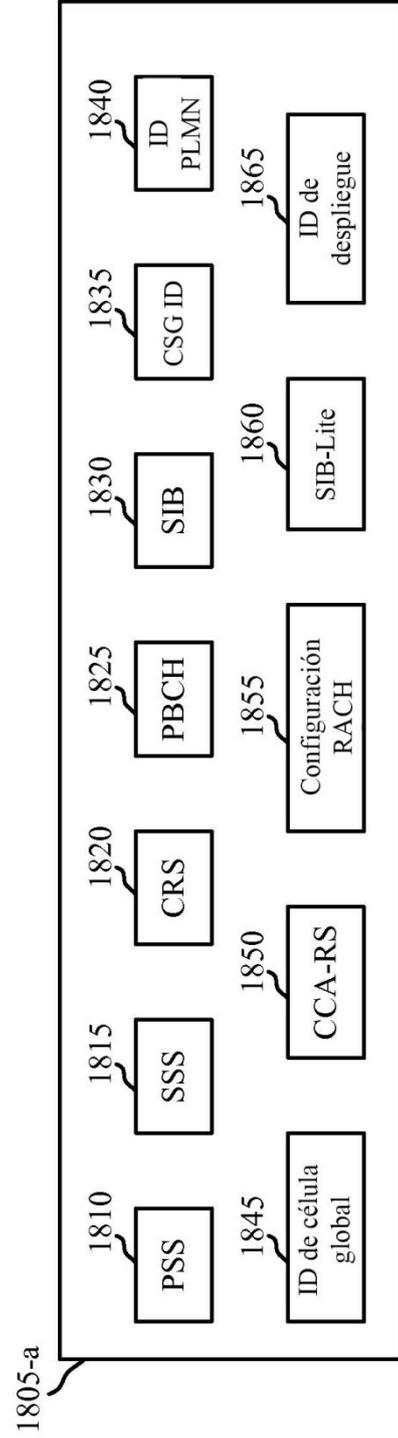


FIG. 18B

1900

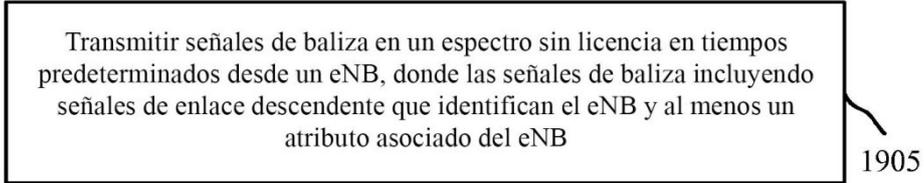


FIG. 19A

1900-a

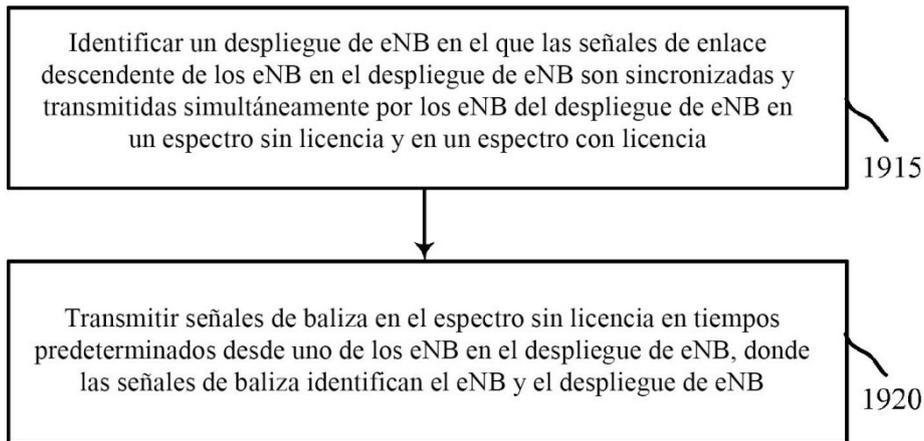


FIG. 19B

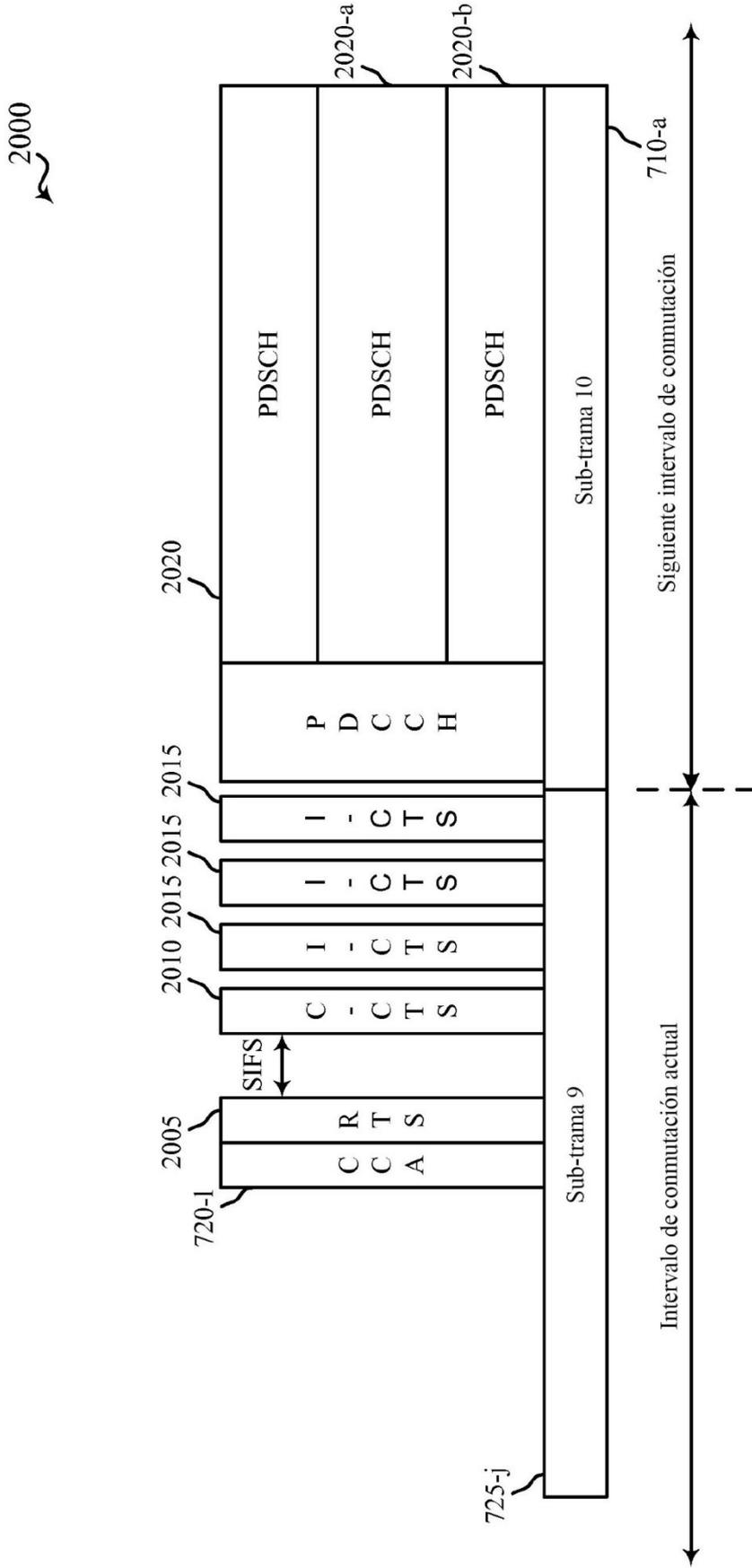


FIG. 20

2100

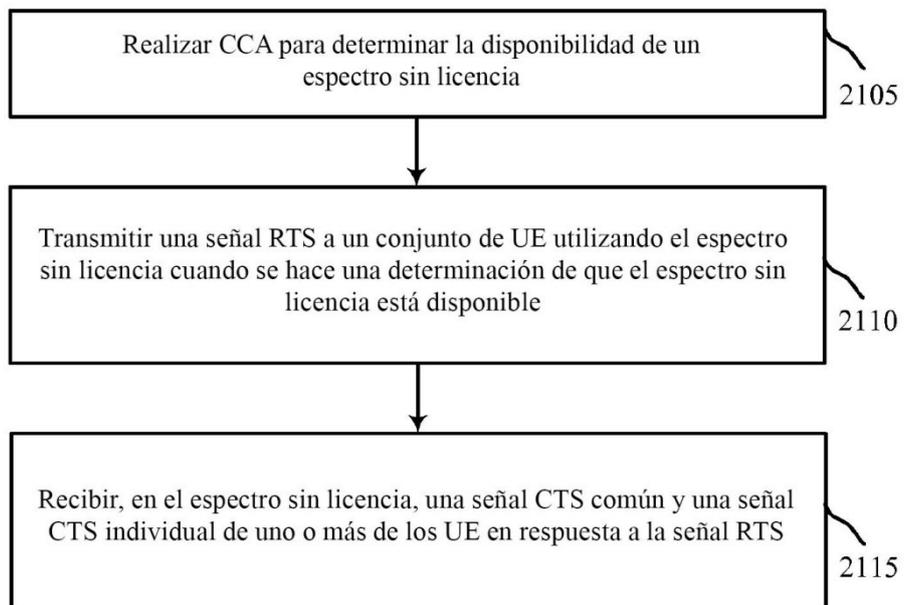


FIG. 21

2200

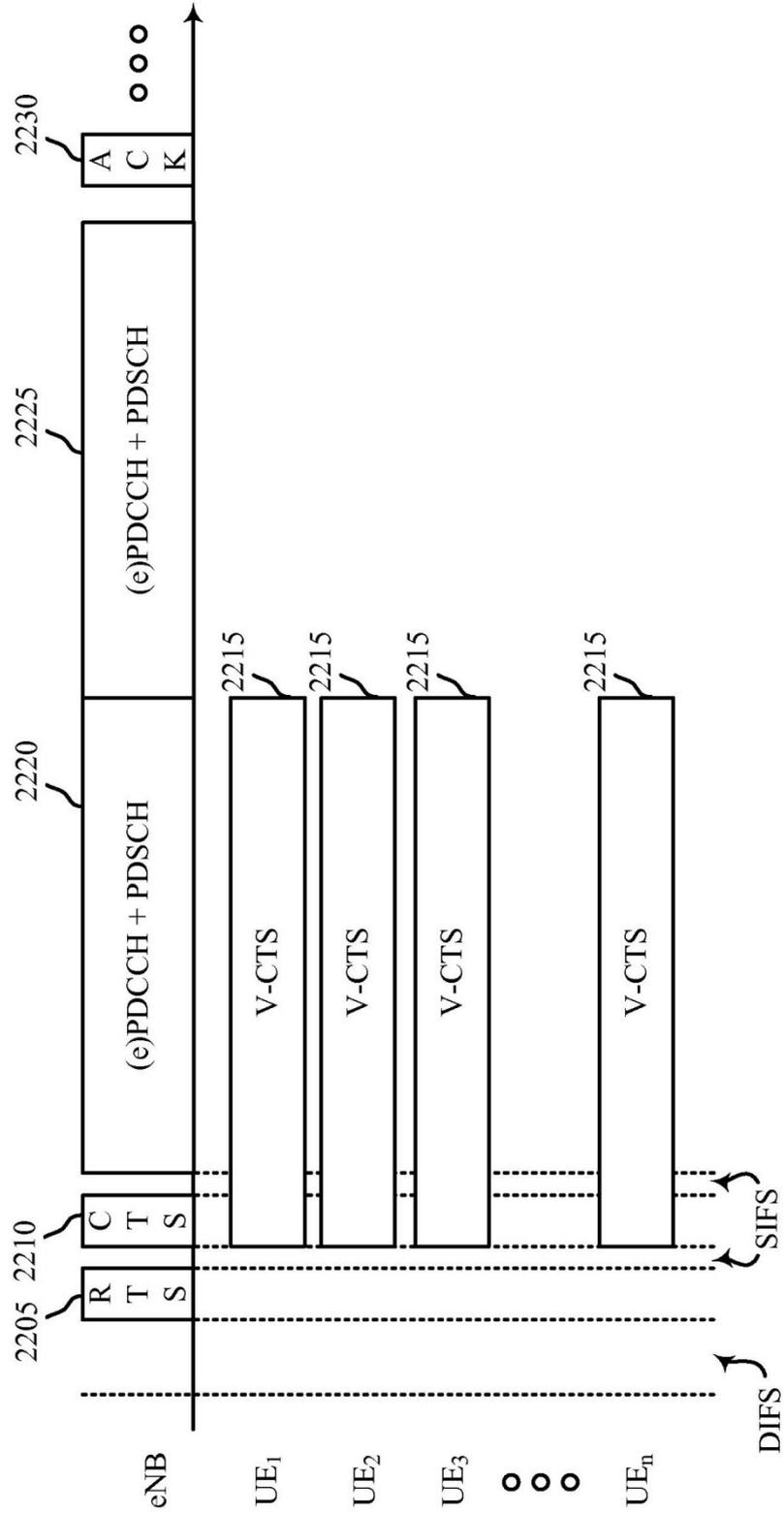


FIG. 22A

2200-a

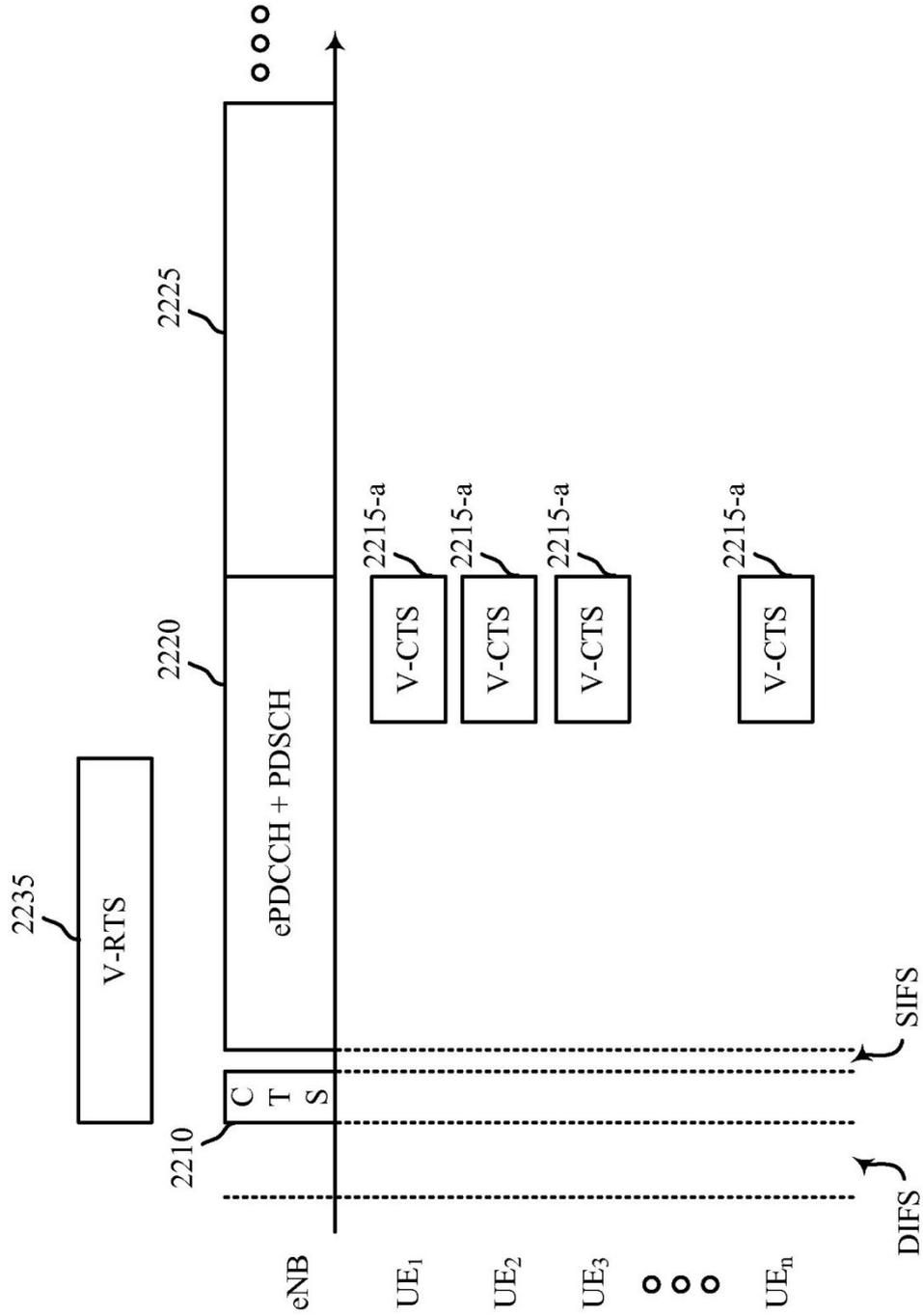


FIG. 22B

2300

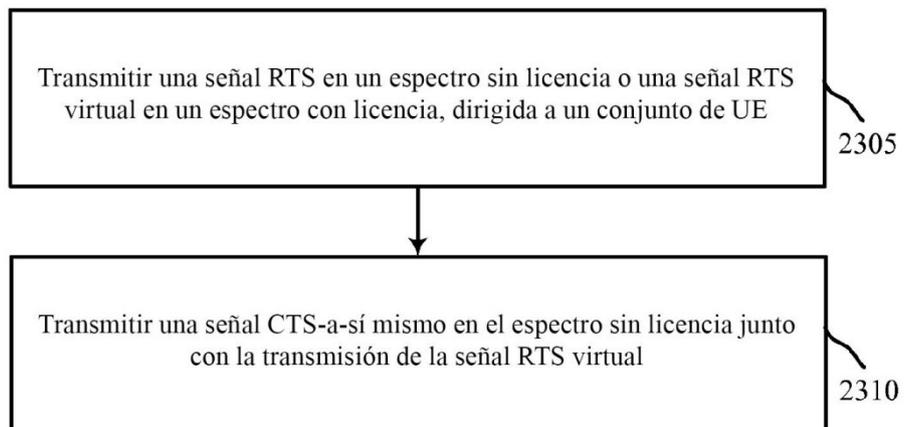


FIG. 23

2400

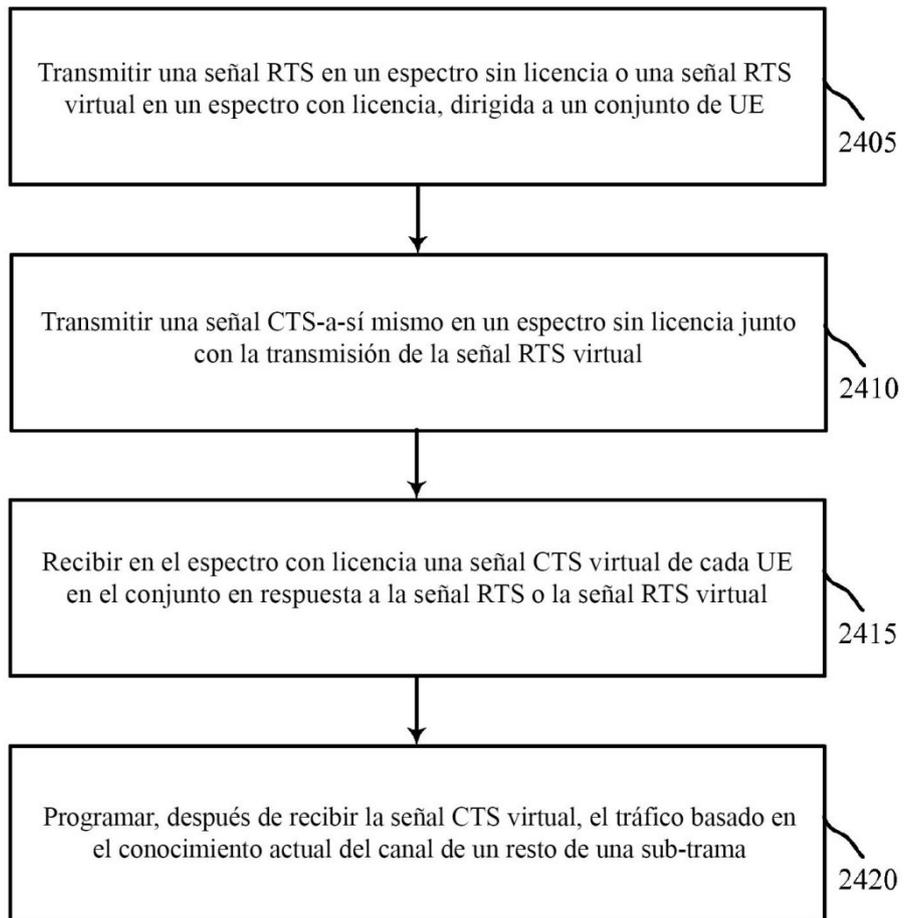


FIG. 24

2500

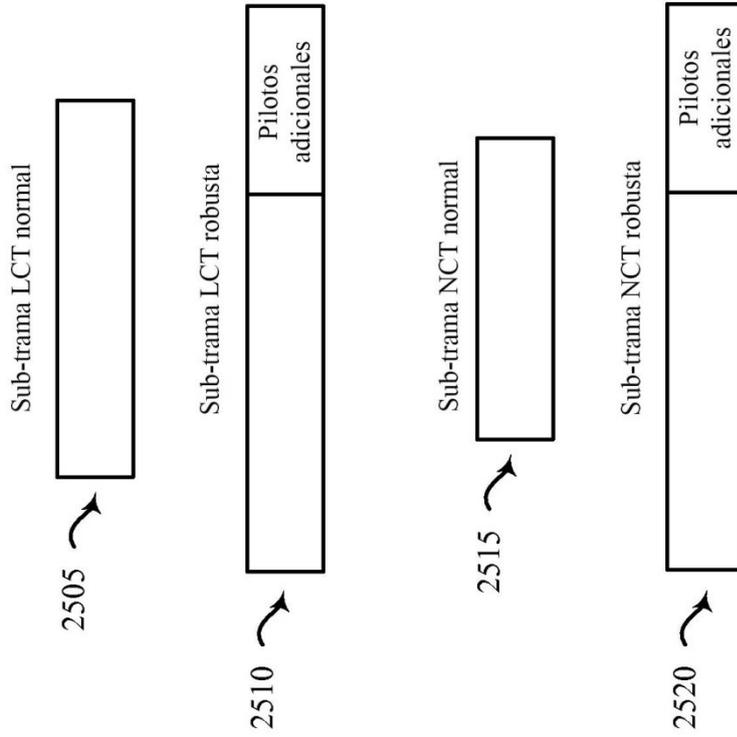


FIG. 25

2600

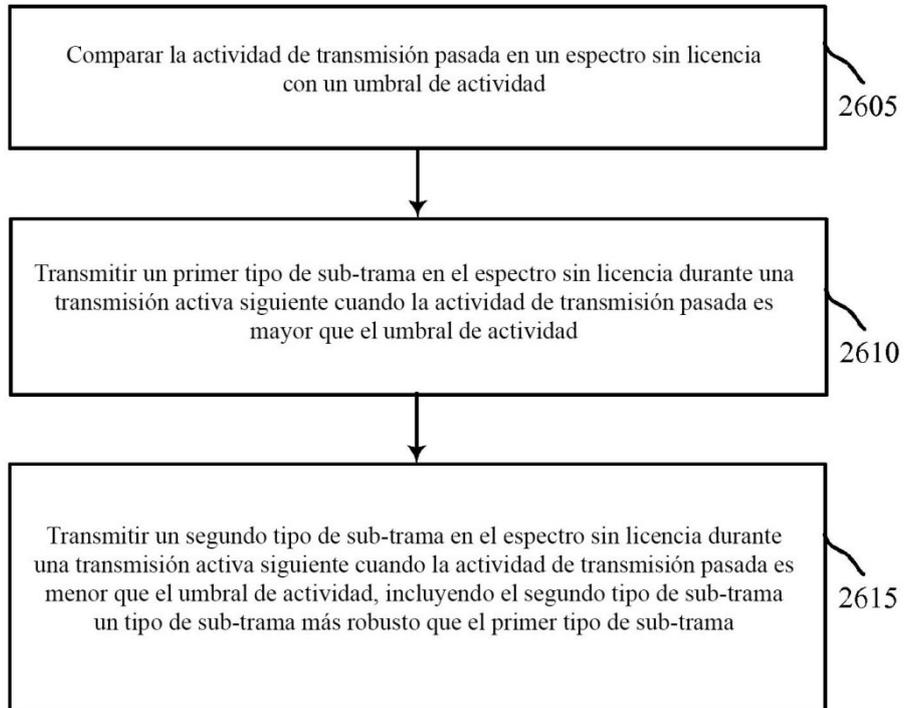


FIG. 26

2700

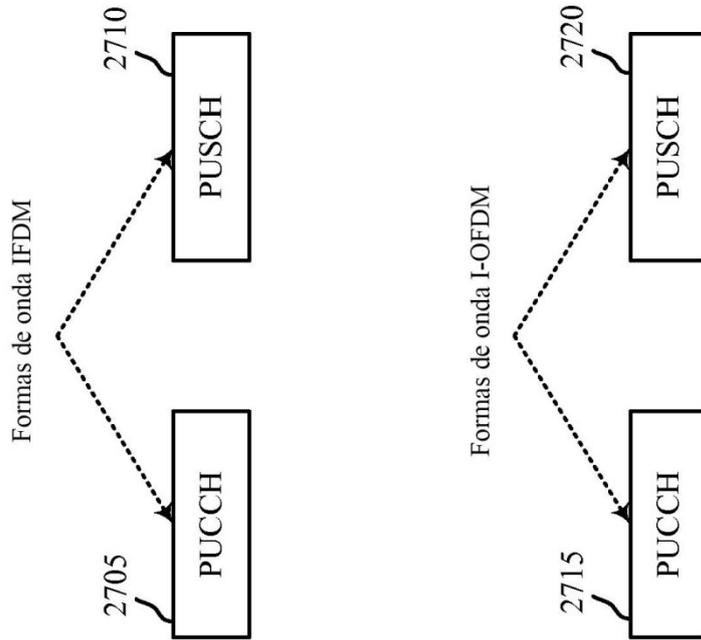


FIG. 27

2800

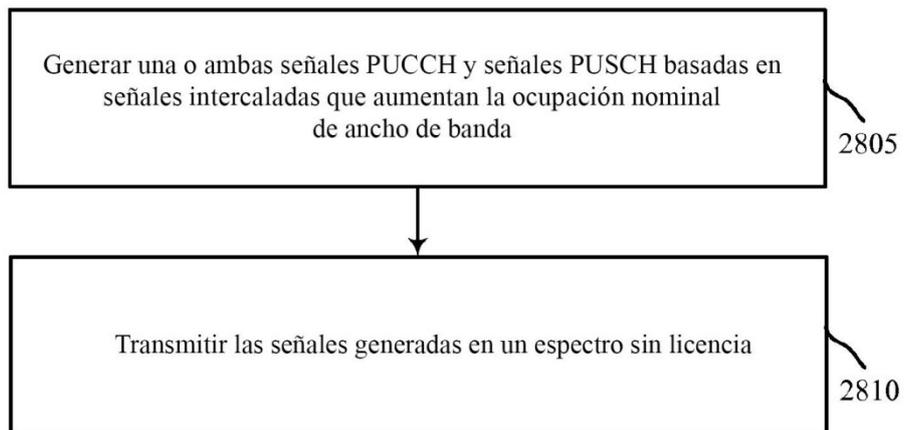


FIG. 28

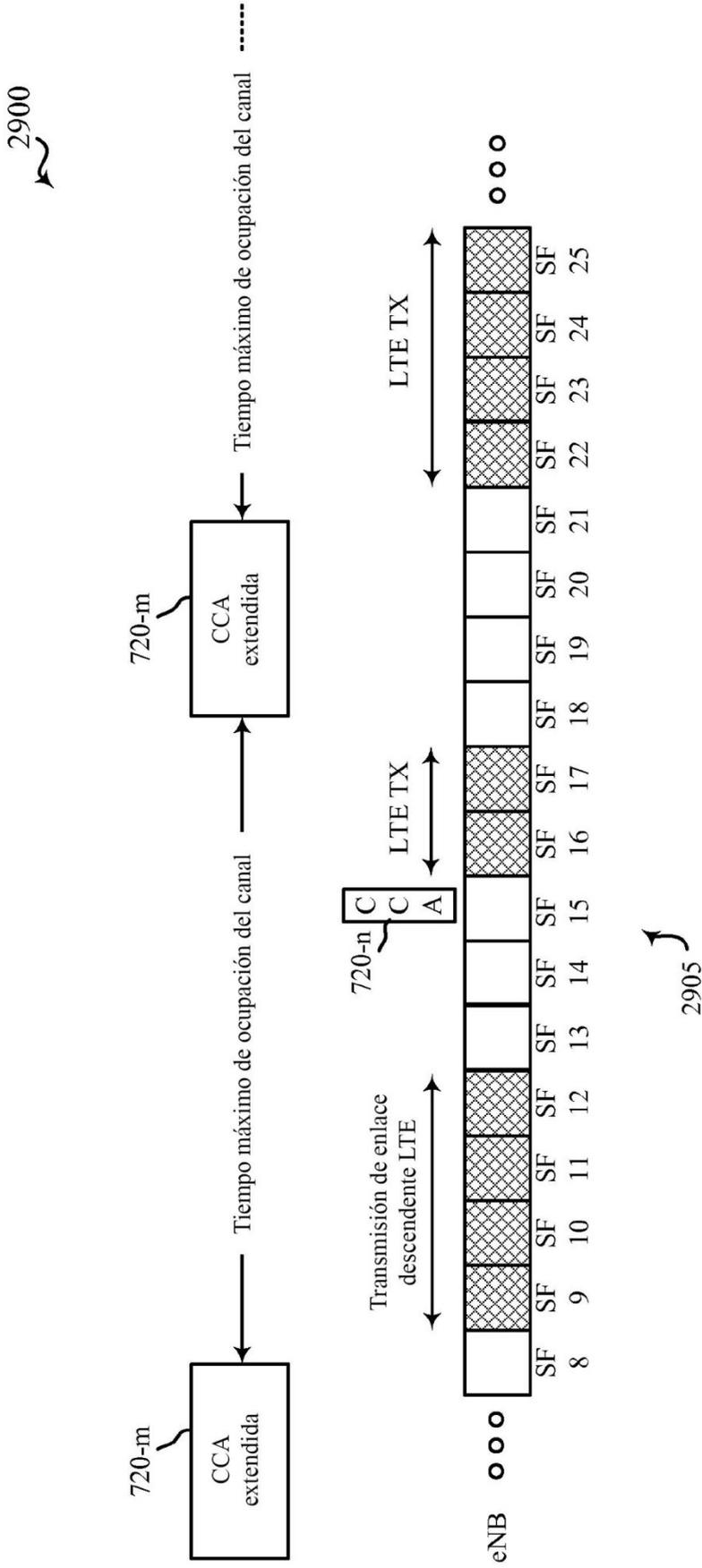


FIG. 29

3000

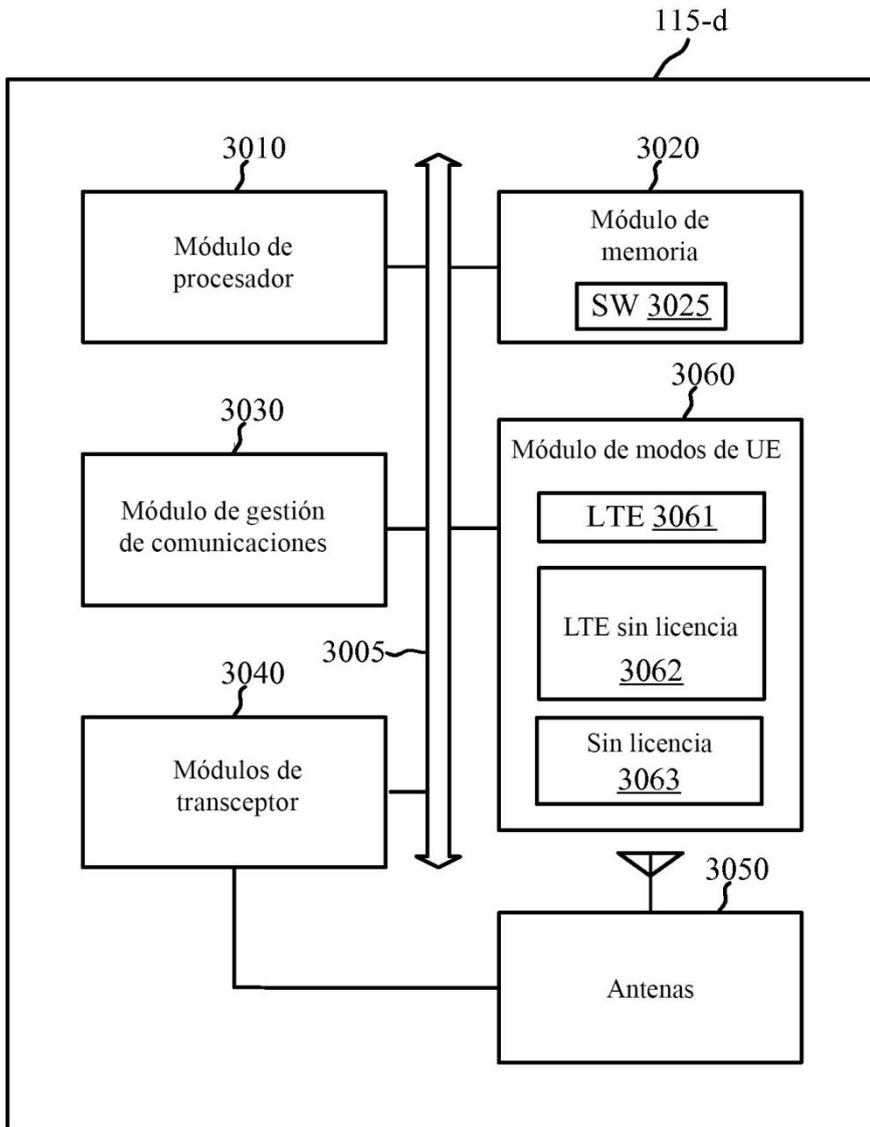


FIG. 30

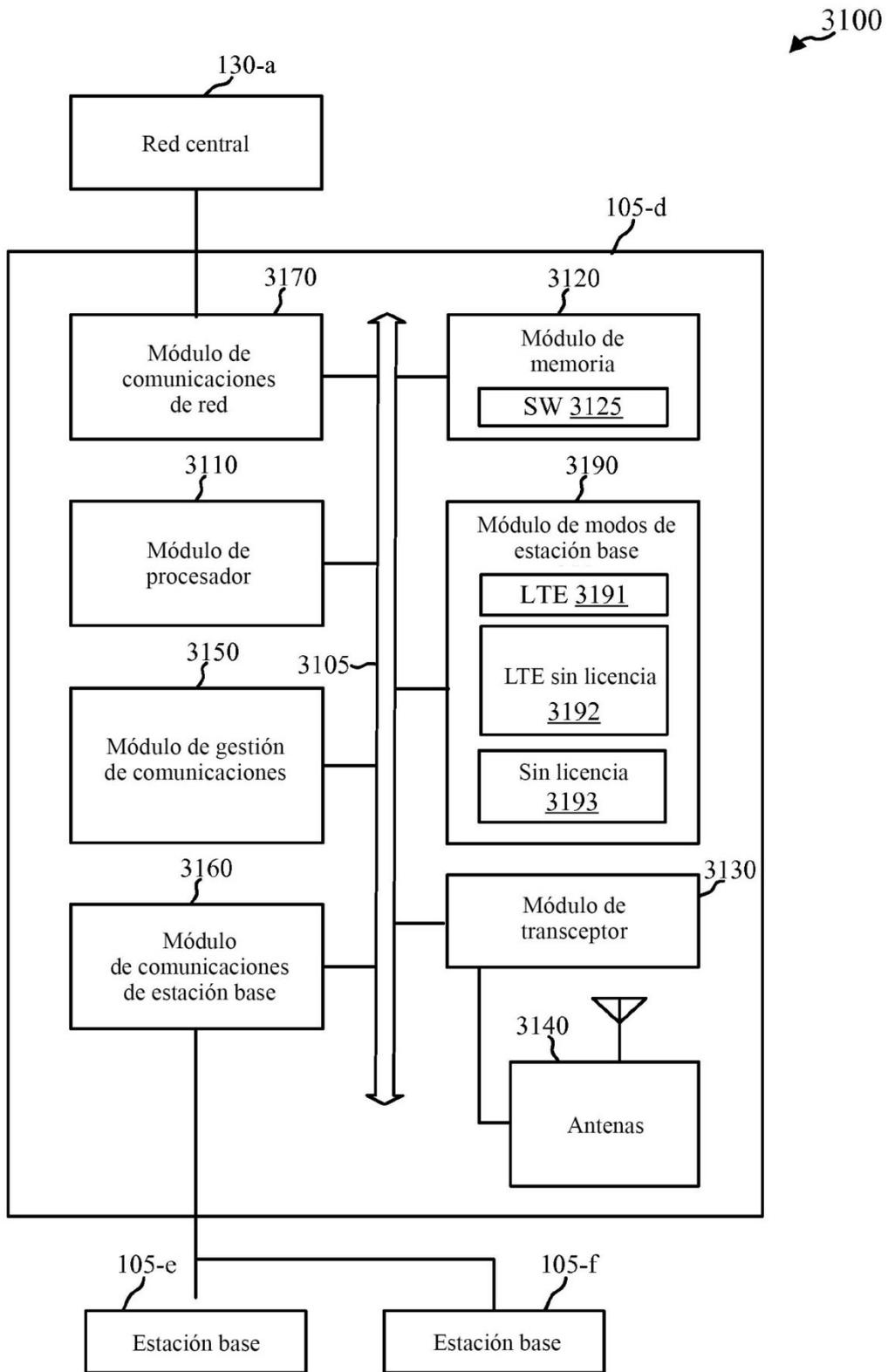


FIG. 31

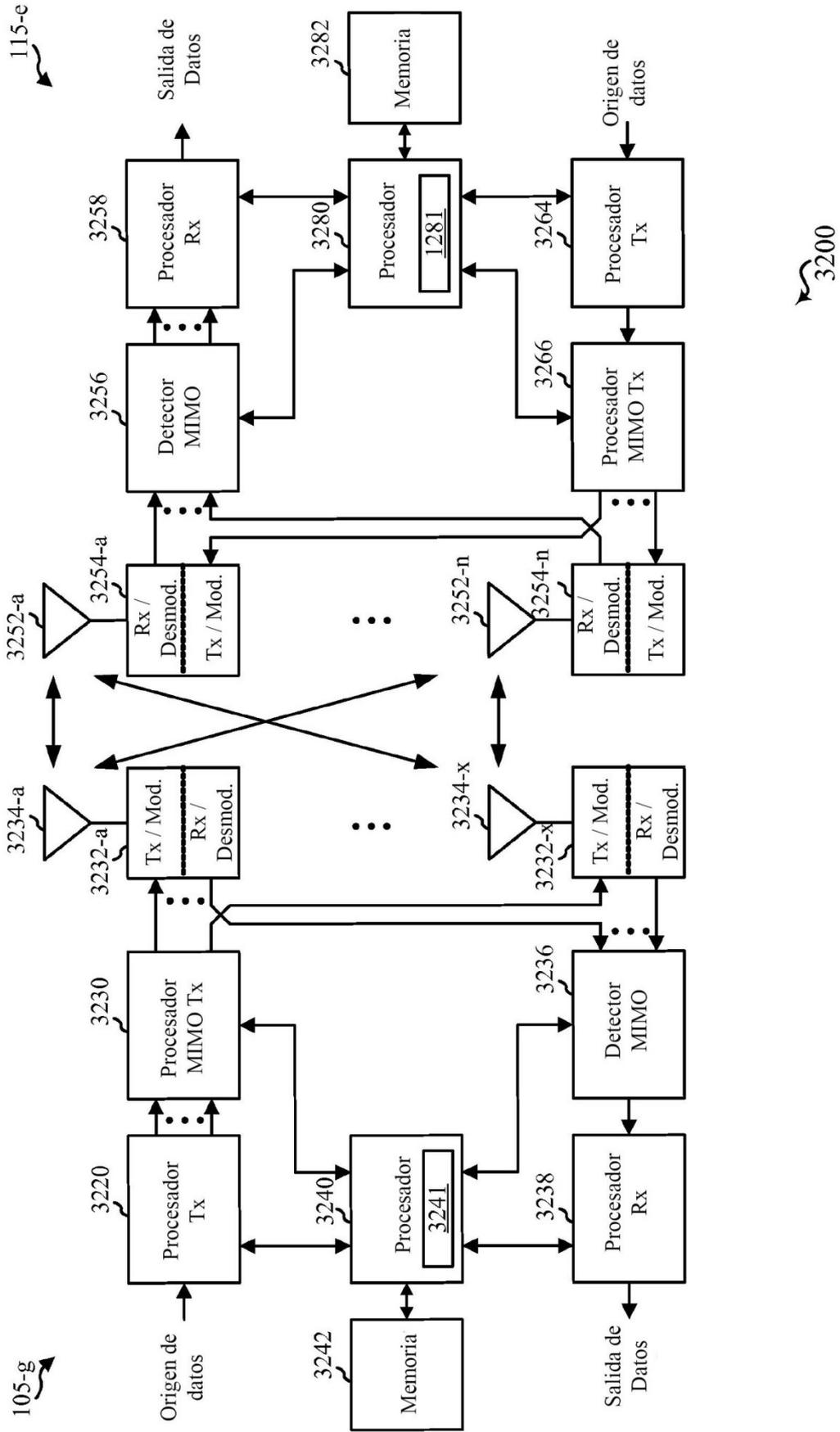


FIG. 32