

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 949 035**

51 Int. Cl.:

H04W 16/14 (2009.01)
H04L 5/00 (2006.01)
H04L 5/14 (2006.01)
H04L 27/26 (2006.01)
H04W 88/06 (2009.01)
H04W 88/08 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.05.2014** **PCT/US2014/038761**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.11.2014** **WO14189908**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.05.2014** **E 14731881 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2023** **EP 3000279**

54 Título: **Comunicaciones inalámbricas simultáneas sobre espectro con licencia y sin licencia**

30 Prioridad:

20.05.2013 US 201361825459 P
19.05.2014 US 201414281677

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.09.2023

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:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 949 035 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

Comunicaciones inalámbricas simultáneas sobre espectro con licencia y sin licencia

5 Referencias cruzadas

La presente solicitud de patente reivindica la prioridad de la solicitud de patente de Estados Unidos N.º 14/281.677 de Bhushan *et al.*, titulada "Concurrent Wireless Communications Over Licensed and Unlicensed Spectrum", presentada el 19 de mayo de 2014; y la solicitud de patente provisional de Estados Unidos N.º 61/825.459 de Bhushan *et al.*, titulada "LTE-Unlicensed", presentada el 20 de mayo de 2013, cada una de las cuales se asigna al cesionario de la presente.

Antecedentes

15 Las redes de comunicación inalámbricas están desplegadas ampliamente para proporcionar diversos servicios de comunicación tales como voz, vídeo, paquetes de datos, mensajería, radiodifusión y similares. Estas redes inalámbricas pueden ser redes de acceso múltiple capaces de soportar múltiples usuarios compartiendo los recursos de red disponibles.

20 Una red de comunicación inalámbrica puede incluir una serie de estaciones base o Nodos-B que pueden soportar la comunicación para una serie de equipos de usuario (UE). Un UE puede comunicarse con una estación base a través de un enlace descendente y un enlace ascendente. El enlace descendente (o enlace directo) se refiere al enlace de comunicación desde la estación base al UE, y el enlace ascendente (o enlace inverso) se refiere al enlace de comunicación desde el UE a la estación base.

25 A medida que las redes de comunicaciones inalámbricas se vuelven más congestionadas, los operadores comienzan a buscar formas de aumentar la capacidad. Un enfoque puede ser usar redes de área local inalámbricas (WLAN) para descargar parte del tráfico y/o la señalización. Las WLAN (o redes wifi) son atractivas debido a que, a diferencia de las redes móviles que operan en un espectro con licencia, en general, operan en un espectro sin licencia. Además, se está asignando una cantidad creciente de espectro para el acceso sin licencia, lo que hace más atractiva la opción de descargar tráfico y/o señalización a las WLAN. Sin embargo, este enfoque puede proporcionar una solución parcial al problema de la congestión, ya que las WLAN tienden a usar el espectro de manera menos eficiente que las redes móviles. Además, las normas y los protocolos involucrados en las WLAN son diferentes de los de las redes móviles. Por lo tanto, el espectro sin licencia puede seguir siendo una opción razonable para aliviar la congestión si puede usarse de manera más eficiente y de acuerdo con los requisitos reglamentarios.

El documento WO 2012/134567 A1 desvela sistemas y métodos para proporcionar agregación de portadora oportunista a portadoras de extensión de baja potencia o de corto alcance. Una realización incluye técnicas de descarga de tráfico de datos para descargar datos comunicados en una red de área amplia inalámbrica (WWAN) desde una celda primaria a una celda secundaria. Por ejemplo, la celda primaria puede proporcionarse por una estación base de LTE/LTE-A que opere en un espectro con licencia, y la celda secundaria puede proporcionarse por una portadora de extensión de baja potencia que opere en un espectro sin licencia usando un estándar de LTE/LTE-A. La portadora de extensión de baja potencia puede activarse según sea necesario para descargar transferencias de datos desde la celda primaria, en los modos de solo descarga, solo carga y división de tiempo de LTE (TD-LTE). Las configuraciones que involucran estaciones base multimodo, equipos de usuario (UE) multimodo, portadoras de extensión de retransmisión y equipos de radio remotos también se describen en el presente documento, junto con el despliegue de agregación de portadora oportunista usando portadoras de extensión.

El documento WO 2012/101481 A1 se refiere a un mecanismo para la coexistencia de sistemas de radio en portadoras secundarias que puede ser de particular valor para los sistemas de radio que operan en las mismas bandas que wifi (2,4 GHz, 5 GHz o similares) o las bandas de sistemas de radio similares. Un método que proporciona un mecanismo de este tipo puede incluir operar un primer nodo de red de una primera red de radio en un canal primario. El método también puede incluir identificar un canal secundario para la operación ampliada del primer nodo de red. El método puede incluir además proporcionar a un segundo nodo de red la oportunidad de capturar el canal secundario.

El documento WO2012/078565 A1 desvela métodos para permitir la operación móvil inalámbrica en bandas con licencia y sin licencia.

Sumario

60 La invención se define en las reivindicaciones independientes. Se definen realizaciones preferentes en las reivindicaciones dependientes.

La siguiente parte del sumario se proporciona como información adicional, no cubierta por las reivindicaciones.

65 Se describen métodos y aparatos en los que puede usarse un espectro sin licencia para comunicaciones de evolución

a largo plazo (LTE) de 3GPP. Pueden soportarse diversos escenarios de despliegue, que incluyen un modo de enlace descendente complementario en el que la capacidad de enlace descendente de LTE en un espectro con licencia puede descargarse a un espectro sin licencia. Puede usarse un modo de agregación de portadora para descargar tanto la capacidad de enlace descendente como de enlace ascendente de LTE de un espectro con licencia a un espectro sin licencia. En un modo independiente, las comunicaciones de enlace ascendente y descendente de LTE entre una estación base (por ejemplo, un Nodo B evolucionado (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. Las señales de comunicaciones de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA) pueden usarse para comunicaciones de enlace descendente de LTE en un espectro sin licencia, mientras que las señales de comunicaciones de acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única (SC-FDMA) pueden usarse para comunicaciones de enlace ascendente de LTE en un espectro sin licencia. El uso de LTE configurado para un espectro sin licencia puede denominarse LTE-sin licencia o LTE-U.

En un primer conjunto de ejemplos ilustrativos, se describe un método para comunicaciones inalámbricas. En un ejemplo, el método incluye transmitir una primera señal de comunicaciones de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA) a un nodo inalámbrico en un espectro con licencia, y transmitir, simultáneamente con la transmisión de la primera señal de comunicaciones de OFDMA, una segunda señal de comunicaciones de OFDMA al nodo inalámbrico en un espectro sin licencia. En algunas realizaciones, la transmisión de la segunda señal de comunicaciones de OFDMA en el espectro sin licencia se sincroniza en el tiempo con la primera señal de comunicaciones de OFDMA en el espectro con licencia, con un desplazamiento fijo entre una estructura de trama de la primera señal de comunicaciones de OFDMA y una estructura de trama de la segunda señal de comunicaciones de OFDMA. El desplazamiento fijo puede ser igual a cero.

En algunas realizaciones, el método incluye recibir, simultáneamente con la transmisión de las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda, una primera señal de comunicaciones de acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única (SC-FDMA) desde el nodo inalámbrico en el espectro con licencia. La primera señal de comunicaciones de SC-FDMA recibida desde el nodo inalámbrico en el espectro con licencia puede transportar señalización u otra información de control relacionada con la segunda señal de comunicaciones de OFDMA transmitida en el espectro sin licencia. En algunas realizaciones, el método incluye recibir, simultáneamente con la transmisión de las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda, una segunda señal de comunicaciones de SC-FDMA desde el nodo inalámbrico en el espectro sin licencia. En algunas realizaciones, el método incluye recibir, simultáneamente con la transmisión de las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda, una primera señal de comunicaciones de SC-FDMA del nodo inalámbrico en el espectro con licencia y una segunda señal de comunicaciones de SC-FDMA del nodo inalámbrico en el espectro sin licencia. En algunas realizaciones, el nodo inalámbrico incluye un UE. En algunas realizaciones, las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda se transmiten desde un eNB. En algunas realizaciones, cada una de las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda puede incluir una señal de evolución a largo plazo (LTE).

En un segundo conjunto de ejemplos ilustrativos, se describe un aparato para comunicaciones inalámbricas. En un ejemplo, el aparato incluye medios para transmitir una primera señal de comunicaciones de OFDMA a un nodo inalámbrico en un espectro con licencia y medios para transmitir, simultáneamente con la transmisión de la primera señal de comunicaciones de OFDMA, una segunda señal de comunicaciones de OFDMA al nodo inalámbrico en un espectro sin licencia. En algunas realizaciones, la transmisión de la segunda señal de comunicaciones de OFDMA en el espectro sin licencia se sincroniza en el tiempo con la primera señal de comunicaciones de OFDMA en el espectro con licencia, con un desplazamiento fijo entre una estructura de trama de la primera señal de comunicaciones de OFDMA y una estructura de trama de la segunda señal de comunicaciones de OFDMA. El desplazamiento fijo puede ser igual a cero.

En algunas realizaciones, el aparato incluye medios para recibir, simultáneamente con la transmisión de las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda, una primera señal de comunicaciones de SC-FDMA del nodo inalámbrico en el espectro con licencia. La primera señal de comunicaciones de SC-FDMA recibida desde el nodo inalámbrico en el espectro con licencia puede transportar señalización u otra información de control relacionada con la segunda señal de comunicaciones de OFDMA transmitida en el espectro sin licencia. En algunas realizaciones, el aparato incluye medios para recibir, simultáneamente con la transmisión de las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda, una segunda señal de comunicaciones de SC-FDMA del nodo inalámbrico en el espectro sin licencia. En alguna realización, el aparato incluye medios para recibir, simultáneamente con la transmisión de las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda, una primera señal de comunicaciones de SC-FDMA del nodo inalámbrico en el espectro con licencia y una segunda señal de comunicaciones de SC-FDMA del UE en el espectro sin licencia. En algunas realizaciones, el nodo inalámbrico incluye un UE. En algunas realizaciones, las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda se transmiten desde un eNB. En algunas realizaciones, cada una de las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda puede incluir una señal de LTE.

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 por el procesador para transmitir una primera señal de comunicaciones de OFDMA a un nodo inalámbrico en un espectro con licencia y transmitir, simultáneamente

con la transmisión de la primera señal de comunicaciones de OFDMA, una segunda señal de comunicaciones de OFDMA al nodo inalámbrico en un espectro sin licencia. En algunas realizaciones, la transmisión de la segunda señal de comunicaciones de OFDMA en el espectro sin licencia se sincroniza en el tiempo con la primera señal de comunicaciones de OFDMA en el espectro con licencia, con un desplazamiento fijo entre una estructura de trama de la primera señal de comunicaciones de OFDMA y una estructura de trama de la segunda señal de comunicaciones de OFDMA. El desplazamiento fijo puede ser igual a cero.

En algunas realizaciones, el procesador puede ejecutar las instrucciones para recibir, simultáneamente con la transmisión de las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda, una primera señal de comunicaciones de SC-FDMA del nodo inalámbrico en el espectro con licencia. La primera señal de comunicaciones de SC-FDMA recibida desde el nodo inalámbrico en el espectro con licencia puede transportar señalización u otra información de control relacionada con la segunda señal de comunicaciones de OFDMA transmitida en el espectro sin licencia. En algunas realizaciones, el procesador puede ejecutar las instrucciones para recibir, simultáneamente con la transmisión de las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda, una segunda señal de comunicaciones de SC-FDMA del nodo inalámbrico en el espectro sin licencia. En alguna realización, el procesador puede ejecutar las instrucciones para recibir, simultáneamente con la transmisión de las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda, una primera señal de comunicaciones de SC-FDMA del nodo inalámbrico en el espectro con licencia y una segunda señal de comunicaciones de SC-FDMA del UE en el espectro sin licencia. En algunas realizaciones, el nodo inalámbrico incluye un UE. En algunas realizaciones, las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda se transmiten desde un eNB. En algunas realizaciones, cada una de las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda puede incluir una señal de LTE.

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 legible por ordenador no transitorio que almacena instrucciones ejecutables por un procesador para hacer que el aparato de comunicaciones inalámbricas transmita una primera señal de comunicaciones de OFDMA a un nodo inalámbrico en un espectro con licencia, y transmita, simultáneamente con la transmisión de la primera señal de comunicaciones de OFDMA, una segunda señal de comunicaciones de OFDMA al nodo inalámbrico en un espectro sin licencia. En algunas realizaciones, la transmisión de la segunda señal de comunicaciones de OFDMA en el espectro sin licencia se sincroniza en el tiempo con la primera señal de comunicaciones de OFDMA en el espectro con licencia, con un desplazamiento fijo entre una estructura de trama de la primera señal de comunicaciones de OFDMA y una estructura de trama de la segunda señal de comunicaciones de OFDMA. El desplazamiento fijo puede ser igual a cero.

En algunas realizaciones, el procesador puede ejecutar las instrucciones para hacer que el aparato de comunicación inalámbrica reciba, simultáneamente con la transmisión de las señales de comunicación de OFDMA primera y segunda, una primera señal de comunicaciones de SC-FDMA del nodo inalámbrico en el espectro con licencia. La primera señal de comunicaciones de SC-FDMA recibida desde el nodo inalámbrico en el espectro con licencia puede transportar señalización u otra información de control relacionada con la segunda señal de comunicaciones de OFDMA transmitida en el espectro sin licencia. En algunas realizaciones, el procesador puede ejecutar las instrucciones para hacer que el aparato de comunicación inalámbrica reciba, simultáneamente con la transmisión de las señales de comunicación de OFDMA primera y segunda, una segunda señal de comunicaciones de SC-FDMA del nodo inalámbrico en el espectro sin licencia. En alguna realización, el procesador puede ejecutar las instrucciones para hacer que el aparato de comunicación inalámbrica reciba, simultáneamente con la transmisión de las señales de comunicación de OFDMA primera y segunda, una primera señal de comunicaciones de SC-FDMA del nodo inalámbrico en el espectro con licencia y una segunda señal de comunicaciones de SC-FDMA del UE en el espectro sin licencia. En algunas realizaciones, el nodo inalámbrico incluye un UE. En algunas realizaciones, las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda se transmiten desde un eNB. En algunas realizaciones, cada una de las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda puede incluir una señal de LTE.

En un quinto conjunto de ejemplos ilustrativos, se describe otro método para comunicaciones inalámbricas. En un ejemplo, el método incluye recibir una primera señal de comunicaciones de SC-FDMA desde un nodo inalámbrico en un espectro con licencia y recibir, simultáneamente con la recepción de la primera señal de comunicaciones de SC-FDMA, una segunda señal de SC-FDMA desde el nodo inalámbrico en un espectro sin licencia. En algunas realizaciones, el nodo inalámbrico puede incluir un UE. En algunas realizaciones, las señales de comunicaciones de SC-FDMA primera y segunda se reciben en un eNB. En algunas realizaciones, cada una de las señales de comunicaciones de SC-FDMA primera y segunda puede incluir una señal de LTE.

En un sexto conjunto de ejemplos ilustrativos, se describe otro aparato para comunicaciones inalámbricas. En un ejemplo, el aparato incluye medios para recibir una primera señal de comunicaciones de SC-FDMA desde un nodo inalámbrico en un espectro con licencia y medios para recibir, simultáneamente con la recepción de la primera señal de comunicaciones de SC-FDMA, una segunda señal de SC-FDMA del nodo inalámbrico en un espectro sin licencia. Cada una de las señales de comunicaciones de SC-FDMA primera y segunda puede incluir señales de LTE. En algunas realizaciones, el nodo inalámbrico puede incluir un UE. En algunas realizaciones, las señales de comunicaciones de SC-FDMA primera y segunda se reciben en un eNB. En algunas realizaciones, cada una de las señales de comunicaciones de SC-FDMA primera y segunda puede incluir una señal de LTE.

En un séptimo 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 por el procesador para recibir una primera señal de comunicaciones de SC-FDMA desde un nodo inalámbrico en un espectro con licencia y recibir, simultáneamente con la recepción de la primera señal de comunicaciones de SC-FDMA, una segunda señal de SC-FDMA desde el nodo inalámbrico en un espectro sin licencia. Cada una de las señales de comunicaciones de SC-FDMA primera y segunda puede incluir señales de LTE. En algunas realizaciones, el nodo inalámbrico puede incluir un UE. En algunas realizaciones, las señales de comunicaciones de SC-FDMA primera y segunda se reciben en un eNB. En algunas realizaciones, cada una de las señales de comunicaciones de SC-FDMA primera y segunda puede incluir una señal de LTE.

En un octavo 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 legible por ordenador no transitorio que almacena instrucciones ejecutables por un procesador para hacer que el aparato de comunicaciones inalámbricas reciba una primera señal de comunicaciones de SC-FDMA de un nodo inalámbrico en un espectro con licencia y reciba, simultáneamente con la recepción de la primera señal de comunicaciones de SC-FDMA, una segunda señal de SC-FDMA del nodo inalámbrico en un espectro sin licencia. Cada una de las señales de comunicaciones de SC-FDMA primera y segunda puede incluir señales de LTE. En algunas realizaciones, el nodo inalámbrico puede incluir un UE. En algunas realizaciones, las señales de comunicaciones de SC-FDMA primera y segunda se reciben en un eNB. En algunas realizaciones, cada una de las señales de comunicaciones de SC-FDMA primera y segunda puede incluir una señal de LTE.

En un noveno conjunto de ejemplos ilustrativos, se describe un método para comunicaciones inalámbricas. En un ejemplo, el método incluye recibir una primera señal de comunicaciones de OFDMA desde un nodo inalámbrico en un espectro con licencia y recibir, simultáneamente con la recepción de la primera señal de comunicaciones de OFDMA, una segunda señal de comunicaciones de OFDMA desde el nodo inalámbrico en un espectro sin licencia. En algunas realizaciones, el método incluye transmitir, simultáneamente con la recepción de las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda, una primera señal de comunicaciones de SC-FDMA al nodo inalámbrico en el espectro con licencia. La primera señal de comunicaciones de SC-FDMA transmitida al nodo inalámbrico en el espectro con licencia puede transportar señalización u otra información de control relacionada con la segunda señal de OFDMA recibida en el espectro sin licencia. En algunas realizaciones, el método incluye transmitir, simultáneamente con la recepción de las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda, una segunda señal de comunicaciones de SC-FDMA al nodo inalámbrico en el espectro sin licencia. En algunas realizaciones, el método incluye transmitir, simultáneamente con la recepción de las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda, una primera señal de comunicaciones de SC-FDMA al nodo inalámbrico en el espectro con licencia y una segunda señal de comunicaciones de SC-FDMA al nodo inalámbrico en el espectro sin licencia. En algunas realizaciones, el nodo inalámbrico incluye un eNB. En algunas realizaciones, las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda se reciben en un UE. En algunas realizaciones, cada una de las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda puede incluir una señal de LTE.

En un décimo conjunto de ejemplos ilustrativos, otro aparato para comunicaciones inalámbricas incluye medios para recibir una primera señal de comunicaciones de OFDMA de un nodo inalámbrico en un espectro con licencia, y medios para recibir, simultáneamente con la recepción de la primera señal de comunicaciones de OFDMA, una segunda señal de comunicación de OFDMA del nodo inalámbrico en un espectro sin licencia. En algunas realizaciones, el aparato incluye medios para transmitir, simultáneamente con la recepción de las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda, una primera señal de comunicaciones de SC-FDMA al nodo inalámbrico en el espectro con licencia. La primera señal de comunicaciones de SC-FDMA transmitida al nodo inalámbrico en el espectro con licencia puede transportar señalización u otra información de control relacionada con la segunda señal de OFDMA recibida en el espectro sin licencia. En algunas realizaciones, el aparato incluye medios para transmitir, simultáneamente con la recepción de las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda, una segunda señal de comunicaciones de SC-FDMA al nodo inalámbrico en el espectro sin licencia. En algunas realizaciones, el aparato incluye medios para transmitir, simultáneamente con la recepción de las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda, una primera señal de comunicaciones de SC-FDMA al nodo inalámbrico en el espectro con licencia y una segunda señal de comunicaciones de SC-FDMA al nodo inalámbrico en el espectro sin licencia. En algunas realizaciones, el nodo inalámbrico incluye un eNB. En algunas realizaciones, las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda se reciben en un UE. En algunas realizaciones, cada una de las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda puede incluir una señal de LTE.

En un undécimo 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 por el procesador para recibir una primera señal de comunicaciones de OFDMA de un nodo inalámbrico en un espectro con licencia y recibir, simultáneamente con la recepción de la primera señal de comunicaciones de OFDMA, una segunda señal de comunicaciones de OFDMA desde el nodo inalámbrico en un espectro sin licencia. En algunas realizaciones, el procesador puede ejecutar

las instrucciones para transmitir, simultáneamente con la recepción de las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda, una primera señal de comunicaciones de SC-FDMA al nodo inalámbrico en el espectro con licencia. La primera señal de comunicaciones de SC-FDMA transmitida al nodo inalámbrico en el espectro con licencia puede transportar señalización u otra información de control relacionada con la segunda señal de OFDMA recibida en el espectro sin licencia. En algunas realizaciones, el procesador puede ejecutar las instrucciones para transmitir, simultáneamente con la recepción de las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda, una segunda señal de comunicaciones de SC-FDMA al nodo inalámbrico en el espectro sin licencia. En algunas realizaciones, el procesador puede ejecutar las instrucciones para transmitir, simultáneamente con la recepción de las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda, una primera señal de comunicaciones de SC-FDMA al nodo inalámbrico en el espectro con licencia y una segunda señal de comunicaciones de SC-FDMA al nodo inalámbrico en el espectro sin licencia. En algunas realizaciones, el nodo inalámbrico incluye un eNB. En algunas realizaciones, las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda se reciben en un UE. En algunas realizaciones, cada una de las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda puede incluir una señal de LTE.

En un duodécimo conjunto de ejemplos ilustrativos, se describe otro 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 legible por ordenador no transitorio que almacena instrucciones ejecutables por un procesador para hacer que el aparato de comunicaciones inalámbricas reciba una primera señal de comunicaciones de OFDMA de un nodo inalámbrico en un espectro con licencia, y reciba, simultáneamente con la recepción de la primera señal de comunicaciones de OFDMA, una segunda señal de comunicaciones de OFDMA desde el nodo inalámbrico en un espectro sin licencia. En algunas realizaciones, el procesador puede ejecutar las instrucciones para hacer que el aparato de comunicaciones inalámbricas transmita, simultáneamente con la recepción de las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda, una primera señal de comunicaciones de SC-FDMA al nodo inalámbrico en el espectro con licencia. La primera señal de comunicaciones de SC-FDMA transmitida al nodo inalámbrico en el espectro con licencia puede transportar señalización u otra información de control relacionada con la segunda señal de OFDMA recibida en el espectro sin licencia. En algunas realizaciones, el procesador puede ejecutar las instrucciones para hacer que el aparato de comunicaciones inalámbricas transmita, simultáneamente con la recepción de las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda, una segunda señal de comunicaciones de SC-FDMA al nodo inalámbrico en el espectro sin licencia. En algunas realizaciones, el procesador puede ejecutar las instrucciones para hacer que el aparato de comunicaciones inalámbricas transmita, simultáneamente con la recepción de las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda, una primera señal de comunicaciones de SC-FDMA al nodo inalámbrico en el espectro con licencia y una segunda señal de comunicaciones de SC-FDMA al nodo inalámbrico en el espectro sin licencia. En algunas realizaciones, el nodo inalámbrico incluye un eNB. En algunas realizaciones, las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda se reciben en un UE. En algunas realizaciones, cada una de las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda puede incluir una señal de LTE.

En un decimotercer conjunto de ejemplos ilustrativos, se describe otro método para comunicaciones inalámbricas. En un ejemplo, el método incluye transmitir una primera señal de comunicaciones de SC-FDMA a un nodo inalámbrico en un espectro con licencia y transmitir, simultáneamente con la transmisión de la primera señal de comunicaciones de SC-FDMA, una segunda señal de comunicaciones de SC-FDMA al nodo inalámbrico en un espectro sin licencia. En algunas realizaciones, el nodo inalámbrico incluye un eNB. En algunas realizaciones, las señales de comunicaciones de SC-FDMA primera y segunda se transmiten desde un UE. En algunas realizaciones, cada una de las señales de comunicaciones de SC-FDMA primera y segunda puede incluir una señal de LTE.

En un decimocuarto conjunto de ejemplos ilustrativos, se describe otro aparato para comunicaciones inalámbricas. En un ejemplo, el aparato incluye medios para transmitir una primera señal de comunicaciones de SC-FDMA a un nodo inalámbrico en un espectro con licencia y medios para transmitir, simultáneamente con la transmisión de la primera señal de comunicaciones de SC-FDMA, una segunda señal de comunicaciones de SC-FDMA al nodo inalámbrico en un espectro sin licencia. En algunas realizaciones, el nodo inalámbrico incluye un eNB. En algunas realizaciones, las señales de comunicaciones de SC-FDMA primera y segunda se transmiten desde un UE. En algunas realizaciones, cada una de las señales de comunicaciones de SC-FDMA primera y segunda puede incluir una señal de LTE.

En un decimoquinto conjunto de ejemplos ilustrativos, se describe un 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 por el procesador para transmitir una primera señal de comunicaciones de SC-FDMA a un eNB en un espectro con licencia y transmitir, simultáneamente con la transmisión de la primera señal de comunicaciones de SC-FDMA, una segunda señal de comunicaciones de SC-FDMA al nodo inalámbrico en un espectro sin licencia. En algunas realizaciones, el nodo inalámbrico incluye un eNB. En algunas realizaciones, las señales de comunicaciones de SC-FDMA primera y segunda se transmiten desde un UE. En algunas realizaciones, cada una de las señales de comunicaciones de SC-FDMA primera y segunda puede incluir una señal de LTE.

En un decimosexto conjunto de ejemplos ilustrativos, se describe otro 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 legible por ordenador no transitorio

que almacena instrucciones ejecutables por un procesador para hacer que el aparato de comunicaciones inalámbricas transmita una primera señal de comunicaciones de SC-FDMA a un eNB en un espectro con licencia, y transmita, simultáneamente con la transmisión de la primera señal de comunicaciones de SC-FDMA, una segunda señal de comunicaciones de SC-FDMA al nodo inalámbrico en un espectro sin licencia. En algunas realizaciones, el nodo inalámbrico incluye un eNB. En algunas realizaciones, las señales de comunicaciones de SC-FDMA primera y segunda se transmiten desde un UE. En algunas realizaciones, cada una de las señales de comunicaciones de SC-FDMA primera y segunda puede incluir una señal de LTE.

En un decimoséptimo conjunto de ejemplos ilustrativos, otro método para comunicaciones inalámbricas incluye generar un intervalo de activación periódico para un enlace descendente en un espectro sin licencia y sincronizar al menos un límite del intervalo de activación periódico con al menos un límite de una estructura de trama periódica asociada con una portadora de componente primaria (PCC) del enlace descendente. En algunas realizaciones, la PCC incluye una portadora en un espectro con licencia. En algunas realizaciones, el intervalo de activación periódico puede incluir una trama de escuchar antes de hablar (LBT) y la estructura de trama periódica puede incluir una trama de radio de LTE. Una duración del intervalo de activación periódico puede ser un múltiplo entero o un submúltiplo de una duración de la estructura de trama periódica. En algunas realizaciones, el enlace descendente transporta señales de LTE.

En un decimoctavo conjunto de ejemplos ilustrativos, se describe otro aparato para comunicaciones inalámbricas. En un ejemplo, el aparato incluye medios para generar un intervalo de activación periódico para un enlace descendente en un espectro sin licencia y medios para sincronizar al menos un límite del intervalo de activación periódico con al menos un límite de una estructura de trama periódica asociada con una PCC. En algunas realizaciones, la PCC incluye una portadora en un espectro con licencia. En algunas realizaciones, el intervalo de activación periódico puede incluir una trama de LBT y la estructura de trama periódica puede incluir una trama de radio de LTE. Una duración del intervalo de activación periódico puede ser un múltiplo entero o un submúltiplo de una duración de la estructura de trama periódica. En algunas realizaciones, el enlace descendente transporta señales de LTE.

En un decimonoveno 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. El procesador puede ejecutar las instrucciones para generar un intervalo de activación periódico para un enlace descendente en un espectro sin licencia y sincronizar al menos un límite del intervalo de activación periódico con al menos un límite de una estructura de trama periódica asociada con una PCC. En algunas realizaciones, la PCC incluye una portadora en un espectro con licencia. En algunas realizaciones, el intervalo de activación periódico puede incluir una trama de LBT y la estructura de trama periódica puede incluir una trama de radio de LTE. Una duración del intervalo de activación periódico puede ser un múltiplo entero o un submúltiplo de una duración de la estructura de trama periódica. En algunas realizaciones, el enlace descendente transporta señales de LTE.

En un vigésimo conjunto de ejemplos ilustrativos, se describe otro 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 legible por ordenador no transitorio que almacena instrucciones ejecutables por un procesador para hacer que el aparato de comunicaciones inalámbricas genere un intervalo de activación periódico para un enlace descendente en un espectro sin licencia, y sincronice al menos un límite del intervalo de activación periódico con al menos un límite de una estructura de trama periódica asociada con el enlace descendente en una portadora de componente primaria (PCC). La PCC comprende una portadora en un espectro con licencia.

Lo anterior ha esbozado bastante ampliamente las características y ventajas técnicas de ejemplos de acuerdo con la divulgación para que la descripción detallada siguiente se pueda entender mejor. En lo sucesivo en el presente documento se describirán características y ventajas adicionales. La concepción y los ejemplos específicos divulgados pueden usarse fácilmente como base para modificar o diseñar otras estructuras para llevar a cabo los mismos fines de la presente divulgación. Tales construcciones equivalentes no se apartan del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Las características que se consideran propias de los conceptos divulgados en el presente documento, en lo que respecta tanto a su organización como a su método de operación, junto con las ventajas asociadas, se entenderán mejor a partir de la descripción siguiente cuando se consideren en relación con las figuras adjuntas. Cada una de las figuras se proporciona solo para fines de ilustración y de descripción, y no como una definición de los límites de las reivindicaciones.

Breve descripción de los dibujos

Un entendimiento adicional de la naturaleza y ventajas de la presente divulgación puede lograrse por referencia a los dibujos siguientes. En las figuras adjuntas, componentes o características similares pueden tener la misma etiqueta de referencia. Además, diversos componentes del mismo tipo pueden distinguirse siguiendo la etiqueta de referencia con un guion y una segunda etiqueta que distingue entre los componentes similares. Si, en la memoria descriptiva, solo se usa la primera etiqueta de referencia, la descripción puede aplicarse a uno cualquiera de los componentes similares que tengan la misma primera etiqueta de referencia, independientemente de la segunda etiqueta de

referencia.

La figura 1 muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de un sistema de comunicaciones inalámbricas de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 2A muestra un diagrama que ilustra ejemplos de escenarios de despliegue para usar LTE en un espectro sin licencia de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 2B muestra un diagrama que ilustra otro ejemplo de un escenario de despliegue para usar LTE en un espectro sin licencia de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 3 muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de agregación de portadora cuando se usa LTE simultáneamente en un espectro con licencia y sin licencia de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 4A es un diagrama de flujo de un ejemplo de un método para el uso simultáneo de LTE en un espectro con licencia y sin licencia en una estación base de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 4B es un diagrama de flujo de otro ejemplo de un método para el uso simultáneo de LTE en un espectro con licencia y sin licencia en una estación base de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 5A es un diagrama de flujo de un ejemplo de un método para el uso simultáneo de LTE en un espectro con licencia y sin licencia en un UE de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 5B es un diagrama de flujo de otro ejemplo más de un método para el uso simultáneo de LTE en un espectro con licencia y sin licencia en un UE de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 6A muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de una estructura de activación periódica alineada con una estructura de trama periódica de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 6B muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de una estructura de activación periódica que es la mitad de una estructura de trama periódica de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 6C muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de una estructura de activación periódica que es dos veces una estructura de trama periódica de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 6D muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de una estructura de activación periódica que es más pequeña que una estructura de trama periódica de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 7A muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de una forma de onda de estructura de activación periódica de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 7B muestra un diagrama que ilustra otro ejemplo de una forma de onda de estructura de activación periódica de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 8 es un diagrama de flujo de un ejemplo de un método para sincronizar una estructura de activación periódica con una estructura de trama periódica de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 9A muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de una subtrama S' en una estructura de activación periódica de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 9B muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de opciones de ubicación para ranuras de evaluación de canal listo (CCA) en una subtrama S' de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 9C muestra un diagrama que ilustra otro ejemplo de una subtrama S' en una estructura de activación periódica de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 9D muestra un diagrama que ilustra otro ejemplo de una subtrama S' en una estructura de activación periódica de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 10A muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de activación cuando la evaluación de uso de canal se produce al final de un intervalo de activación anterior de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 10B muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de activación cuando la evaluación de uso de canal se produce al comienzo de un intervalo de activación anterior de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 10C muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de activación en respuesta a la actividad de transmisión

wifi de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 10D muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de una forma de onda de estructura de activación periódica con 14 símbolos de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 10E muestra un diagrama que ilustra otro ejemplo de una forma de onda de estructura de activación periódica con 14 símbolos de OFDM de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 10F muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de una forma de onda de estructura de activación periódica con dos subtramas de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 10G muestra un diagrama que ilustra otro ejemplo de una forma de onda de estructura de activación periódica con dos subtramas de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 11 es un diagrama de flujo de un ejemplo de un método para activar una estructura periódica de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 12A es un diagrama de flujo de un ejemplo de un método para sincronizar ranuras de CAA a través de múltiples estaciones base de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 12B es un diagrama de flujo de otro ejemplo de un método para sincronizar ranuras de CAA a través de múltiples estaciones base de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 13A es un diagrama de flujo de un ejemplo de un método para realizar una CAA cuando las ranuras de CAA están sincronizadas a través de múltiples estaciones base de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 13B es un diagrama de flujo de otro ejemplo de un método para realizar una CAA cuando las ranuras de CAA están sincronizadas a través de múltiples estaciones base de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 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 diversas realizaciones;

la figura 14B muestra un diagrama que ilustra otro ejemplo del uso de CUBS para reservar un canal en un espectro sin licencia de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 14C muestra un diagrama que ilustra otro ejemplo más del uso de CUBS para reservar un canal en un espectro sin licencia de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 15 es un diagrama de flujo de un ejemplo de un método para transmitir señales para reservar un espectro sin licencia de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 16 muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de información de retroalimentación que se envía en un espectro con licencia para direccionar las señales transmitidas en un espectro sin licencia de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 17A es un diagrama de flujo de un ejemplo de un método para recibir información de retroalimentación a través de un enlace ascendente de portadora de componente primaria (PCC) en un espectro con licencia de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 17B es un diagrama de flujo de un ejemplo de un método para transmitir información de retroalimentación a través de un enlace ascendente de PCC en un espectro con licencia de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 18A muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de difusión de señal de baliza de LTE-U en un espectro sin licencia de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 18B muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de una carga útil en una señal de baliza de LTE-U de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 19A es un diagrama de flujo de un ejemplo de un método para transmitir señales de baliza de LTE-U en un espectro sin licencia de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 19B es un diagrama de flujo de otro ejemplo de un método para transmitir señales de baliza de LTE-U en un espectro sin licencia de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 20 muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de señales de solicitud para enviar (RTS) y de listo para

enviar (CTS) en un espectro sin licencia de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 21 es un diagrama de flujo de un ejemplo de un método para transmitir señales de RTS y recibir señales de CTS en un espectro sin licencia de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 22A muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de señales de CTS virtuales (V-CTS) en un espectro con licencia de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 22B muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de una señal de RTS virtual (V-RTS) y señales de V-CTS virtuales en un espectro con licencia de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 23 es un diagrama de flujo de un ejemplo de un método para transmitir una señal de RTS o una señal de V-RTS de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 24 es un diagrama de flujo de un ejemplo de un método para recibir señales de V-CTS en respuesta a una señal de RTS o una señal de V-RTS de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 25 muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de subtramas normales y robustas en un espectro sin licencia de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 26 es un diagrama de flujo de un ejemplo de un método para transmitir subtramas normales o robustas en un espectro sin licencia basado en la actividad de transmisión pasada de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 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 diversas realizaciones;

la figura 28 es un diagrama de flujo de un ejemplo de un método para generar señales de PUCCH y/o PUSCH para un espectro sin licencia de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 29 muestra un diagrama que ilustra un ejemplo de activación basada en carga en un espectro sin licencia de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 30 muestra un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de una arquitectura de UE de acuerdo con diversas realizaciones;

la figura 31 muestra un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de una arquitectura de estación base de acuerdo con diversas realizaciones; y

la figura 32 muestra un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de un sistema de comunicaciones de múltiples entradas múltiples salidas (MIMO) de acuerdo con diversas realizaciones.

Descripción detallada

Se describen diversos sistemas, métodos y aparatos en los que se usa espectro sin licencia para comunicaciones de LTE. Pueden soportarse diversos escenarios de despliegue, que incluyen un modo de enlace descendente complementario en el que el tráfico de enlace descendente de LTE puede descargarse a un espectro sin licencia. Puede usarse un modo de agregación de portadora para descargar tanto el tráfico de enlace descendente como de enlace ascendente de LTE de un espectro con licencia a un espectro sin licencia. En un modo independiente, las comunicaciones de enlace ascendente y descendente de LTE entre una estación base (por ejemplo, un eNB) y un UE pueden producirse en un espectro sin licencia. LTE y otras estaciones base y UE pueden soportar uno o más de estos modos de operación u otros similares. Las señales de comunicaciones de OFDMA pueden usarse para comunicaciones de enlace descendente de LTE en un espectro sin licencia, mientras que las señales de comunicaciones de SC-FDMA pueden usarse para comunicaciones de enlace ascendente de LTE en un espectro sin licencia.

Hasta ahora, los operadores han considerado wifi como el principal mecanismo para usar el espectro sin licencia para aliviar los niveles cada vez mayores de congestión en las redes móviles. Sin embargo, un nuevo tipo de portadora (NCT) basado en LTE en un espectro sin licencia (LTE-U) puede ser compatible con wifi de nivel de portadora, lo que convierte a LTE-U en una alternativa a wifi. LTE-U puede aprovechar los conceptos de LTE y puede introducir algunas modificaciones en los aspectos de la capa física (FIS) y el control de acceso al medio (MAC) de la red o los dispositivos de red para proporcionar un operación eficiente en el espectro sin licencia y cumplir con los requisitos reglamentarios. El espectro sin licencia puede variar de 600 megahercios (MHz) a 6 gigahercios (GHz), por ejemplo. En algunos escenarios, LTE-U puede funcionar significativamente mejor que wifi. Por ejemplo, en un despliegue totalmente LTE-U (para uno o diversos operadores) o cuando hay despliegues de LTE-U densos de celdas pequeñas, LTE-U puede funcionar significativamente mejor que wifi. LTE-U también puede funcionar mejor que wifi en otros escenarios, como

cuando LTE-U se combina con wifi (para uno o diversos operadores).

Para un solo proveedor de servicios (SP), una red de LTE-U en un espectro sin licencia puede configurarse para que sea síncrona con una red de LTE en un espectro con licencia. En algunas realizaciones, algunas o todas las redes de LTE-U desplegadas en un canal dado por múltiples SP también pueden configurarse para ser síncronas a través de múltiples SP. Un enfoque para incorporar las dos características anteriores puede implicar el uso de un desplazamiento de temporización constante entre LTE y LTE-U para un SP determinado. En algunas realizaciones, algunas o todas las redes de LTE-U desplegadas en un canal determinado por múltiples SP pueden configurarse para que sean asíncronas en los múltiples SP. Una red de LTE-U puede proporcionar servicios de unidifusión y/o multidifusión de acuerdo con las necesidades del SP. Además, una red de LTE-U puede operar en un modo de arranque primario en el que las celdas de LTE actúan como ancla y brindan información relevante de la celda de LTE-U (por ejemplo, temporización de tramas de radio, configuración de canal común, número de trama de sistema o SFN, *etc.*). En este modo, puede haber una estrecha interoperabilidad entre LTE y LTE-U. Por ejemplo, el modo de arranque primario puede soportar el enlace descendente complementario y los modos de agregación de portadora descritos anteriormente. Las capas FÍS-MAC de la red de LTE-U pueden operar en un modo independiente en el que la red de LTE-U opera independientemente de una red de LTE. En este caso, puede haber un interfuncionamiento flexible entre LTE y LTE-U basado en la agregación a nivel de RLC con celdas de LTE/LTE-U coubicadas o un flujo múltiple a través de múltiples celdas y/o estaciones base, por ejemplo.

Las técnicas descritas en el presente documento no se limitan a LTE y también pueden usarse para diversos sistemas de comunicaciones inalámbricas tales como CDMA, TDMA, FDMA OFDMA, SC-FDMA y otros sistemas. Los términos "sistema" y "red" se usan a menudo de manera intercambiable. Un sistema CDMA puede implementar una tecnología de radio tal como CDMA2000, Acceso de Radio Terrestre Universal (UTRA), *etc.* CDMA2000 cubre las normas IS-2000, IS-95 e IS-856. Las versiones 0 y A de IS-2000 se denominan comúnmente como CDMA2000 1X, 1X, *etc.* IS-856 (TIA-856) se denomina comúnmente como CDMA2000 1xEV-DO, Datos de Paquetes a Alta Velocidad (HRPD), *etc.* UTRA incluye CDMA de banda ancha (WCDMA) y otras variantes de CDMA. Un sistema de TDMA puede implementar una tecnología de radio tal como el sistema global para comunicación móvil (GSM). Un sistema de OFDMA puede implementar una tecnología de radio como banda ancha ultramóvil (UMB), UTRA evolucionado (E-UTRA), IEEE 802.11 (wifi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, Flash-OFDM, *etc.* UTRA y E-UTRA son parte del Sistema Universal de Telecomunicaciones móviles (UMTS). LTE y LTE Avanzada (LTE-A) son ediciones nuevas de UMTS que usan E-UTRA. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE, LTE-A y GSM se describen en documentos de una organización denominada "Proyecto de Asociación de la 3ª Generación" (3GPP). CDMA2000 y UMB se describen en documentos de una organización denominada "Proyecto de Asociación de la 3ª Generación 2" (3GPP2). Las técnicas descritas en el presente documento pueden usarse para los sistemas y tecnologías de radio mencionadas anteriormente, así como para otros sistemas y tecnologías de radio. La descripción a continuación, sin embargo, describe un sistema de LTE para fines de ejemplo, y se usa terminología LTE en una gran parte de la descripción a continuación, aunque las técnicas son aplicables más allá de aplicaciones de LTE. En la presente descripción, las comunicaciones de LTE-avanzada (LTE-A) se consideran un subconjunto de las comunicaciones de LTE y, por lo tanto, las referencias a las comunicaciones de LTE abarcan las comunicaciones de LTE-A.

La descripción siguiente proporciona ejemplos, y no es limitante para el alcance, la aplicabilidad o la configuración expuestos en las reivindicaciones. Pueden hacerse cambios en la función y disposición de elementos analizados sin alejarse del alcance de la divulgación. Diversas realizaciones pueden omitir, sustituir o añadir diversos procedimientos o componentes de acuerdo con sea apropiado. Por ejemplo, los métodos descritos pueden realizarse en un orden diferente al descrito, y pueden añadirse omitirse o combinarse diversas etapas. Asimismo, en otras realizaciones pueden combinarse características descritas con respecto a ciertas realizaciones.

Haciendo referencia en primer lugar a la figura 1, un diagrama ilustra un ejemplo de un sistema o red de comunicaciones inalámbricas 100. El sistema 100 incluye estaciones base (o celdas) 105, dispositivos de comunicación 115 y una red central 130. Las estaciones base 105 pueden comunicarse con los dispositivos de comunicación 115 bajo el control de un controlador de estaciones base (no mostrado), que puede ser parte de la red central 130 o las estaciones base 105 en diversas realizaciones. Las estaciones base 105 pueden comunicar información de control y/o datos de usuario con la red central 130 a través de enlaces de red de retorno 132. En las realizaciones, las estaciones base 105 pueden comunicarse, ya sea directa o indirectamente, entre sí a través de enlaces de red de retorno 134, que pueden ser enlaces de comunicación cableados o inalámbricos. El sistema 100 puede soportar la operación en 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 de múltiples portadoras modulada de acuerdo con las diversas tecnologías de radio descritas anteriormente. Cada señal modulada puede enviarse a una portadora diferente y puede transportar información de control (por ejemplo, señales de referencia, canales de control, *etc.*), información de sobrecarga, datos, *etc.*

Las estaciones base 105 pueden comunicarse de manera inalámbrica con los dispositivos 115 a través de una o más antenas de estación base. Cada uno de los sitios de la estación base 105 puede proporcionar cobertura de comunicación para un área geográfica respectiva 110. En algunas realizaciones, las estaciones base 105 pueden denominarse estación transceptora base, estación base de radio, punto de acceso, transceptor de radio, conjunto de

servicios básicos (BSS), conjunto de servicios extendidos (ESS), un NodoB, eNodoB (eNB), NodoB doméstico, un eNodoB doméstico o alguna otra terminología adecuada. El área 110 de cobertura para una estación base puede dividirse en sectores que componen únicamente una porción 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). Puede haber áreas de cobertura solapadas para diferentes tecnologías.

En algunas realizaciones, el sistema 100 puede ser una red de LTE/LTE-A que soporte uno o más modos de operación o escenarios de despliegue de LTE-U. En otras realizaciones, el sistema 100 puede soportar comunicaciones inalámbricas usando 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. Las expresiones Nodo B evolucionado (eNB) y equipo de usuario (UE) pueden usarse, en general, para describir las estaciones base 105 y los dispositivos 115, respectivamente. El sistema 100 puede ser una red de LTE/LTE-A/LTE-U 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 macro celda, una pico celda, una femto celda y/u otros tipos de celda. Las celdas pequeñas tales como las pico celdas, femto celdas y/u otros tipos de celdas pueden incluir nodos de baja potencia o LPN. Una macro celda cubre, en general, un área geográfica relativamente grande (por ejemplo, diversos kilómetros de radio) y puede permitir un acceso sin restricciones por los UE con abonos de servicio con el proveedor de red. Una pico celda cubriría, en general, un área geográfica relativamente más pequeña y puede permitir un acceso sin restricciones por los UE con abonos de servicio con el proveedor de red. Una femto celda también cubriría, en general, un área geográfica relativamente pequeña (por ejemplo, un hogar) y, además de un acceso sin restricciones, también puede proporcionar acceso restringido por los UE que tienen una asociación con la femto celda (por ejemplo, unos UE en un grupo de abonados cerrado (CSG), unos UE para los usuarios en el hogar y similares). Un eNB para una macrocelda puede denominarse macro eNB. Un eNB para una pico celda puede denominarse pico eNB. Y un eNB para una femto celda puede denominarse femto eNB o eNB doméstico. Un eNB puede soportar una o múltiples (por ejemplo, dos, tres, cuatro y similares) celdas.

La red central 130 puede comunicarse con los eNB 105 a través de una red de retorno 132 (*por ejemplo*, S1, *etc.*). Los eNB 105 también pueden comunicarse entre sí, por ejemplo, directa o indirectamente a través de enlaces de red de retorno 134 (por ejemplo, X2, *etc.*) y/o a través de enlaces de red de retorno 132 (*por ejemplo*, a través de la red central 130). El sistema 100 puede soportar operación síncrona o asíncrona. Para una operación síncrona, los eNB pueden tener una temporización de tramas y/o de activación intermitente similar, y las transmisiones desde diferentes BS pueden estar alineadas de manera aproximada en el tiempo. Para una operación asíncrona, los eNB pueden tener una temporización de tramas y/o de activación intermitente diferente, y las transmisiones desde diferentes eNB pueden no estar alineadas en el tiempo. Las técnicas descritas en el presente documento pueden usarse para funcionamientos o bien síncronos o bien asíncronos.

Los UE 115 pueden estar dispersos por todo el sistema 100, y cada UE puede ser estacionario o móvil. Los expertos en la materia también pueden referirse a un UE 115 como una estación móvil, una estación de abonado, una unidad móvil, una unidad de abonado, una unidad inalámbrica, una unidad remota, un dispositivo móvil, un dispositivo inalámbrico, un dispositivo de comunicaciones inalámbricas, un dispositivo remoto, una estación de abonado móvil, un terminal de acceso, un terminal móvil, un terminal inalámbrico, un terminal remoto, un teléfono, un agente de usuario, un cliente móvil, un cliente o alguna otra terminología adecuada. Un UE 115 puede ser un teléfono móvil, un asistente digital personal (PDA), un módem inalámbrico, un dispositivo de comunicación inalámbrica, un dispositivo portátil, un ordenador de tipo tableta, un ordenador portátil, un teléfono inalámbrico, una estación de bucle local inalámbrico (WLL) o similar. Un UE puede ser capaz de comunicarse con macro eNB, pico eNB, femto eNB, retransmisores y similares.

Los enlaces de comunicaciones 125 mostrados en el sistema 100 pueden incluir transmisiones de enlace ascendente (UL) desde un 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 pueden denominarse transmisiones de enlace directo, mientras que las transmisiones de enlace ascendente también pueden denominarse 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 manera similar, las transmisiones de enlace ascendente pueden realizarse usando un espectro con licencia (por ejemplo, LTE), un espectro sin licencia (por ejemplo, LTE-U) o ambos (LTE/LTE-U).

En algunas realizaciones del sistema 100, pueden soportarse diversos escenarios de despliegue para LTE-U incluyendo un modo de enlace descendente complementario en el que la capacidad de enlace descendente de LTE en un espectro con licencia puede descargarse a un espectro sin licencia, un modo de agregación de portadora en el que tanto la capacidad de enlace descendente como de enlace ascendente de LTE puede descargarse de un espectro con licencia a un espectro sin licencia, y un modo independiente en el que las comunicaciones de enlace ascendente y descendente de 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 operación u otros similares. Las señales de comunicaciones de OFDMA pueden usarse en los enlaces de comunicaciones 125 para transmisiones de enlace descendente de LTE en un espectro sin licencia, mientras que las señales de comunicaciones de SC-FDMA pueden usarse en los enlaces de comunicaciones 125 para transmisiones de enlace

ascendente de LTE en un espectro sin licencia. Detalles adicionales sobre la implementación de escenarios de despliegue de LTE-U o modos de operación en un sistema como el sistema 100, así como otras características y funciones relacionadas con la operación de LTE-U, se proporcionan a continuación haciendo referencia a las figuras 2A-32.

Pasando seguidamente a la figura 2A, un diagrama 200 muestra ejemplos de un modo de enlace descendente complementario y un modo de agregación de portadora para una red de LTE que soporta LTE-U. El diagrama 200 puede ser un ejemplo de porciones del sistema 100 de la figura 1. Además, la estación base 105-a puede ser un ejemplo de las estaciones base 105 de la figura 1, mientras que los UE 115-a pueden ser ejemplos de los UE 115 de la figura 1.

En el ejemplo de un modo de enlace descendente complementario mostrado en el diagrama 200, la estación base 105-a puede transmitir señales de comunicaciones de 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 de OFDMA al mismo UE 115-a usando un enlace bidireccional 210 y puede recibir señales de comunicaciones de 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 operar de manera simultánea. El enlace descendente 205 puede proporcionar una descarga de capacidad de enlace descendente para la estación base 105-a. En algunas realizaciones, 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 producirse con cualquier proveedor de servicios (por ejemplo, un operador de red móvil tradicional o MNO) que usa un espectro con licencia y necesita aliviar parte del tráfico y/o la congestión de señalización en el espectro con licencia.

En un ejemplo de un modo de agregación de portadora mostrado en el diagrama 200, la estación base 105-a puede transmitir señales de comunicaciones de OFDMA a un UE 115-a usando un enlace bidireccional 215 y puede recibir señales de comunicaciones de SC-FDMA desde el mismo UE 115-a usando 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 de OFDMA al mismo UE 115-a usando un enlace bidireccional 220 y puede recibir señales de comunicaciones de 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 enlace ascendente para la estación base 105-a. Al igual que el enlace descendente complementario descrito anteriormente, este escenario puede producirse con cualquier proveedor de servicios (por ejemplo, MNO) que use un espectro con licencia y necesite aliviar parte del tráfico y/o la congestión de señalización.

En otro ejemplo de un modo de agregación de portadora mostrado en el diagrama 200, la estación base 105-a puede transmitir señales de comunicaciones de OFDMA a un UE 115-a usando un enlace bidireccional 225 y puede recibir señales de comunicaciones de SC-FDMA desde el mismo UE 115-a usando 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 de OFDMA al mismo UE 115-a usando un enlace bidireccional 230 y puede recibir señales de comunicaciones de 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 enlace ascendente para la estación base 105-a. Este ejemplo, y los proporcionados anteriormente, se presentan con fines ilustrativos y puede haber otros modos de operación o escenarios de despliegue similares que combinen LTE y LTE-U para la descarga de capacidad.

Como se ha descrito anteriormente, el proveedor de servicios típico que puede beneficiarse de la descarga de capacidad que ofrece 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 primario (por ejemplo, enlace descendente complementario, agregación de portadora) que usa la portadora de componente primaria (PCC) de LTE en el espectro con licencia y la portadora de componente secundaria (SCC) de LTE-U en el espectro sin licencia.

En el modo de enlace descendente complementario, el control de LTE-U puede transportarse sobre el enlace ascendente de LTE (por ejemplo, la porción de enlace ascendente del enlace bidireccional 210). Una de las razones para proporcionar descarga de capacidad de enlace descendente es que la demanda de datos está impulsada en gran medida por el consumo de enlace descendente. Además, en este modo, puede que no haya un impacto regulatorio ya que el UE no está transmitiendo en el espectro sin licencia. En algunas realizaciones, puede que no haya necesidad de implementar requisitos de escucha antes de hablar (LBT) o acceso múltiple por detección de portadora (CSMA) en el UE. Sin embargo, LBT puede implementarse en la estación base (por ejemplo, eNB) usando, por ejemplo, una evaluación de canal listo (CCA) periódica (por ejemplo, cada 10 milisegundos) y/o un mecanismo de captura y abandono alineado con un límite de trama de radio.

En el modo de agregación de portadora, los datos y el 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 dentro de una agregación de portadora de duplexación por división de tiempo-duplexación por división de frecuencia híbrida (FDD-TDD) o una agregación de portadora TDD-TDD con diferente simetría entre las portadoras de componente.

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

En el ejemplo de un modo independiente mostrado en el diagrama 200-a, la estación base 105-b puede transmitir señales de comunicaciones de OFDMA al UE 115-b usando un enlace bidireccional 240 y puede recibir señales de comunicaciones de SC-FDMA desde el UE 115-b usando el enlace bidireccional 240. El enlace bidireccional 240 puede asociarse con la frecuencia F3 en un espectro sin licencia descrito anteriormente haciendo referencia a la figura 2A. El modo independiente puede usarse en escenarios de acceso inalámbrico no tradicionales, como los escenarios de acceso en estadio (por ejemplo, unidifusión, multidifusión). El proveedor de servicios típico para este modo de operación puede ser el dueño de un estadio, una compañía de cable, un anfitrión de un evento, un hotel, una empresa y/o una gran corporación que no tiene un espectro con licencia. Para estos proveedores de servicios, una configuración operativa para el modo independiente puede usar la PCC de LTE-U en el espectro sin licencia. Además, LBT puede implementarse tanto en la estación base como en el UE.

Pasando seguidamente a la figura 3, un diagrama 300 ilustra un ejemplo de agregación de portadora cuando se usa LTE simultáneamente en un espectro con licencia y sin licencia de acuerdo con diversas realizaciones. El esquema de agregación de portadora en el diagrama 300 puede corresponder a la agregación de portadora híbrida FDD-TDD descrita anteriormente haciendo referencia a la figura 2A. Este tipo de agregación de portadora puede usarse en al menos porciones del sistema 100 de la figura 1. Además, este tipo de agregación de portadora puede usarse en las estaciones base 105 y 105-a de la figura 1 y la figura 2A, respectivamente, y/o en los UE 115 y 115-a de la figura 1 y la figura 2A, respectivamente.

En este ejemplo, puede realizarse una FDD (FDD-LTE) en conexión con LTE en el enlace descendente, puede realizarse una primera TDD (TDD1) junto con LTE-U, puede realizarse una segunda TDD (TDD2) junto con LTE y otra FDD (FDD-LTE) pueden realizarse junto 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.

La figura 4A muestra un diagrama de flujo de un método 400 para el uso simultáneo de LTE en un espectro con licencia y sin licencia por un primer nodo inalámbrico (por ejemplo, una estación base o eNB) de acuerdo con diversas realizaciones. El método 400 puede implementarse usando, por ejemplo, las estaciones base o los eNB 105, 105-a y 105-b de la figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente; y/o el sistema 100 de la figura 1 y las porciones del sistema 200 y/o 200-a de la figura 2A y la figura 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 que se describen a continuación.

En el bloque 405, una primera señal de comunicaciones de OFDMA puede transmitirse a un segundo nodo inalámbrico (por ejemplo, el UE 115) en un espectro con licencia. En el bloque 410, puede transmitirse una segunda señal de comunicaciones de OFDMA al segundo nodo inalámbrico en un espectro sin licencia simultáneamente con la transmisión de la primera señal de comunicaciones de OFDMA. En algunas realizaciones, las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda pueden transmitirse desde al menos una estación base o eNB.

En algunas realizaciones del método 400, la transmisión de la segunda señal de comunicaciones de OFDMA en el espectro sin licencia puede sincronizarse en el tiempo con la transmisión de la primera señal de comunicaciones de OFDMA en el espectro con licencia, con un desplazamiento fijo entre una estructura de trama de la primera señal de comunicaciones de OFDMA y una estructura de trama de la segunda señal de comunicaciones de OFDMA. En algunas realizaciones, el desplazamiento fijo puede ser cero o sustancialmente cero.

En algunas realizaciones del método 400, una primera señal de comunicaciones de SC-FDMA puede recibirse desde el segundo nodo inalámbrico en un espectro con licencia simultáneamente con la transmisión de las señales de comunicación de OFDMA primera y segunda. La primera señal de comunicaciones de SC-FDMA recibida desde el segundo nodo inalámbrico en el espectro con licencia puede transportar señalización u otra información de control relacionada con la segunda señal de comunicaciones de OFDMA transmitida en el espectro sin licencia. El método puede incluir recibir, simultáneamente con la transmisión de las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda, una segunda señal de comunicaciones de SC-FDMA desde el segundo nodo inalámbrico en un espectro sin licencia. El método puede incluir recibir, simultáneamente con la transmisión de la primera y segunda señales de

comunicaciones de OFDMA, una primera señal de comunicaciones de SC-FDMA desde el espectro con licencia y una segunda señal de comunicaciones de SC-FDMA desde el UE en un espectro sin licencia. En algunas realizaciones, cada una de las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda puede incluir una señal de LTE.

La figura 4B muestra un diagrama de flujo de un método 400-a para el uso simultáneo de LTE en un espectro con licencia y sin licencia por un primer nodo inalámbrico (por ejemplo, una estación base o eNB) de acuerdo con diversas realizaciones. El método 400-a, como el método 400 anterior, puede implementarse usando, por ejemplo, las estaciones base o eNB 105, 105-a y 105-b de la figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente; y/o el sistema 100 de la figura 1 y las porciones del sistema 200 y/o 200-a de la figura 2A y la figura 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 que se describen a continuación.

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

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

La figura 5A muestra un diagrama de flujo de un método 500 para el uso simultáneo de LTE en un espectro con licencia y sin licencia de un primer nodo inalámbrico (por ejemplo, un UE) de acuerdo con diversas realizaciones. El método 500 puede implementarse usando, por ejemplo, los UE 115, 115-a y 115-b de la figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente; y/o el sistema 100 de la figura 1 y las porciones del sistema 200 y/o 200-a de la figura 2A y la figura 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 que se describen a continuación.

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

En el bloque 510, puede recibirse una segunda señal de comunicaciones de OFDMA desde el segundo nodo inalámbrico en un espectro sin licencia simultáneamente con la recepción de la primera señal de comunicaciones de OFDMA. En algunas realizaciones, las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda pueden recibirse en un UE.

En algunas realizaciones del método 500, una primera señal de comunicaciones de SC-FDMA puede transmitirse al segundo nodo inalámbrico en un espectro con licencia simultáneamente con la recepción de las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda. La primera señal de comunicaciones de SC-FDMA recibida y transmitida al segundo nodo inalámbrico en el espectro con licencia puede transportar señalización u otra información de control relacionada con la segunda señal de OFDMA recibida en el espectro sin licencia. El método puede incluir transmitir, simultáneamente con la recepción de las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda, una segunda señal de comunicaciones de SC-FDMA al segundo nodo inalámbrico en un espectro sin licencia. El método puede incluir transmitir, simultáneamente con la recepción de las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda, una primera señal de comunicaciones de SC-FDMA al segundo nodo inalámbrico en un espectro con licencia y una segunda señal de comunicaciones de SC-FDMA al segundo nodo inalámbrico en un espectro sin licencia. Cada una de las señales de comunicaciones de OFDMA primera y segunda puede incluir una señal de LTE.

La figura 5B muestra un diagrama de flujo de un método 500-a para el uso simultáneo de LTE en un espectro con licencia y sin licencia de un primer nodo inalámbrico (por ejemplo, un UE) de acuerdo con diversas realizaciones. El método 500-a, como el método 500 anterior, puede implementarse usando, por ejemplo, los UE 115, 115-a y 115-b de la figura 1, figura 2A, y figura 2B, respectivamente; y/o el sistema 100 de la figura 1 y las porciones del sistema 200 y/o 200-a de la figura 2A y la figura 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 que se describen a continuación.

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

En el bloque 520, puede transmitirse una segunda señal de comunicaciones de SC-FDMA al segundo nodo inalámbrico en un espectro sin licencia simultáneamente con la transmisión de la primera señal de comunicaciones de SC-FDMA. En algunas realizaciones, las señales de comunicaciones de SC-FDMA primera y segunda pueden transmitirse desde un UE. En algunas realizaciones, cada una de las señales de comunicaciones de SC-FDMA primera y segunda puede incluir una señal de LTE.

En algunas realizaciones, un dispositivo de transmisión como una estación base, eNB 105, UE 115 (o un transmisor

de un dispositivo de transmisión) puede usar un intervalo de activación para obtener acceso a un canal del espectro sin licencia. El intervalo de activación intermitente puede definir la aplicación de un protocolo basado en contención, tal como un protocolo Escuchar Antes de Hablar (LBT) basándose en el protocolo de LBT especificado en la norma ETSI (EN 301 893). Cuando se usa un intervalo de activación intermitente que define la aplicación de un protocolo de LBT, el intervalo de activación intermitente puede indicar cuándo es necesario que un dispositivo de transmisión realice una evaluación de canal listo (CCA). El resultado de la CCA indica al dispositivo de transmisión si un canal del espectro sin licencia está disponible o en uso. Cuando la CCA indica que el canal está disponible (por ejemplo, "listo" para su uso), el intervalo de activación puede permitir que el dispositivo de transmisión use el canal, normalmente durante un período de tiempo predefinido. Cuando la CCA indica que el canal no está disponible (por ejemplo, en uso o reservado), el intervalo de activación puede evitar que el dispositivo de transmisión use el canal durante un período de tiempo.

En algunos casos, puede ser útil para un dispositivo de transmisión generar un intervalo de activación intermitente de manera periódica y sincronizar al menos un límite de intervalo de activación intermitente con al menos un límite de una estructura de trama periódica. Por ejemplo, puede ser útil generar un intervalo de activación periódico para un enlace descendente en un espectro sin licencia y sincronizar al menos un límite del intervalo de activación periódico con al menos un límite de una estructura de trama periódica asociada con el enlace descendente. Los ejemplos de dicha sincronización se ilustran en las figuras 6A, 6B, 6C y 6D.

La figura 6A ilustra un primer ejemplo 600 de un intervalo de activación periódico 605 para transmisiones (enlace ascendente y/o enlace descendente) en un espectro sin licencia. El intervalo de activación periódico 605 puede usarse por un eNB que soporte LTE-U (eNB de LTE-U). Ejemplos de un eNB de este tipo pueden ser las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente. El intervalo de activación 605 puede usarse con el sistema 100 de la figura 1 y con porciones del sistema 200 y/o 200-a mostradas en la figura 2A y la figura 2B.

A modo de ejemplo, se muestra que la duración del intervalo de activación periódico 605 es igual a (o aproximadamente igual a) la duración de la estructura de trama periódica 610. En algunas realizaciones, la estructura de trama periódica 610 puede estar asociada con una portadora de componente primaria (PCC) de un enlace descendente. En algunas realizaciones, "aproximadamente igual" significa que la duración del intervalo de activación periódico 605 está dentro de una duración de prefijo cíclico (CP) de la duración de la estructura de trama periódica 610.

Al menos un límite del intervalo de activación periódico 605 puede estar sincronizado con al menos un límite de la estructura de trama periódica 610. En algunos casos, el intervalo de activación periódico 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 activación periódico 605 puede tener límites que están sincronizados con, pero desplazados de, los límites de trama de la estructura de trama periódica 610. Por ejemplo, los límites del intervalo de activación periódico 605 pueden alinearse con los límites de subtrama de la estructura de trama periódica 610 o con los límites de punto medio de subtrama (por ejemplo, los puntos medios de subtramas particulares) de la estructura de trama periódica 610.

En algunos casos, cada estructura de trama periódica 610 puede incluir una trama de radio de LTE (por ejemplo, una trama de radio de LTE (N-1), una trama de radio de LTE (N) o una trama de radio de LTE (N+1)). Cada trama de radio de LTE puede tener una duración de diez milisegundos, y el intervalo de activación periódico 605 también puede tener una duración de diez milisegundos. En estos casos, los límites del intervalo de activación periódico 605 pueden sincronizarse con los límites (por ejemplo, límites de trama, límites de subtrama o límites de punto medio de subtrama) de una de las tramas de radio de LTE (por ejemplo, la trama de radio de LTE (N)).

La figura 6B ilustra un segundo ejemplo 600-a de un intervalo de activación periódico 605-a para transmisiones (enlace ascendente y/o enlace descendente) en un espectro sin licencia. El intervalo de activación periódico 605-a puede usarse por un eNB que soporte LTE-U (eNB de LTE-U). Ejemplos de un eNB de este tipo pueden ser las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente. El intervalo de activación 605 puede usarse con el sistema 100 de la figura 1 y con porciones del sistema 200 y/o 200-a mostradas en la figura 2A y la figura 2B.

A modo de ejemplo, se muestra que la duración del intervalo de activación periódico 605-a es un submúltiplo (o un submúltiplo aproximado) de la duración de la estructura de trama periódica 610. En algunas realizaciones, un "submúltiplo aproximado de" significa que la duración del intervalo de activación periódico 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.

Al menos un límite del intervalo de activación periódico 605-a puede estar sincronizado con al menos un límite de la estructura de trama periódica 610. En algunos casos, el intervalo de activación periódico 605-a puede tener un límite anterior o posterior que está alineado con un límite de trama anterior o posterior de la estructura de trama periódica 610. En otros casos, el intervalo de activación periódico 605-a puede tener límites que están sincronizados con, pero desplazados de, cada uno de los límites de trama de la estructura de trama periódica 610. Por ejemplo, los límites del intervalo de activación periódico 605-a pueden alinearse con los límites de subtrama de la estructura de trama

periódica 610 o con los límites de punto medio de subtrama (por ejemplo, los puntos medios de subtramas particulares) de la estructura de trama periódica 610.

En algunos casos, cada estructura de trama periódica 610 puede incluir una trama de radio de LTE (por ejemplo, una trama de radio de LTE (N-1), una trama de radio de LTE (N) o una trama de radio de LTE (N+1)). Cada trama de radio de LTE puede tener una duración de diez milisegundos, y el intervalo de activación periódico 605-a puede tener una duración de cinco milisegundos. En estos casos, los límites del intervalo de activación periódico 605-a pueden sincronizarse con los límites (por ejemplo, límites de trama, límites de subtrama o límites de punto medio de subtrama) de una de las tramas de radio de LTE (por ejemplo, trama de radio de LTE (N)). El intervalo de activación periódico 605-a puede 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 $N = 2, 3, \dots$).

La figura 6C ilustra un tercer ejemplo 600-b de un intervalo de activación periódico 605-b para transmisiones (enlace ascendente y/o enlace descendente) en un espectro sin licencia. El intervalo de activación periódico 605-b puede usarse por un eNB que soporte LTE-U (eNB de LTE-U). Ejemplos de un eNB de este tipo pueden ser las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente. El intervalo de activación 605 puede usarse con el sistema 100 de la figura 1 y con porciones del sistema 200 y/o 200-a mostradas en la figura 2A y la figura 2B.

A modo de ejemplo, se muestra que la duración del intervalo de activación periódico 605-b es un múltiplo entero de (o un múltiplo entero aproximado de) la duración de la estructura de trama periódica 610. En algunas realizaciones, un "múltiplo entero aproximado de" significa que la duración del intervalo de activación periódico 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.

Al menos un límite del intervalo de activación periódico 605-b puede estar sincronizado con al menos un límite de la estructura de trama periódica 610. En algunos casos, el intervalo de activación periódico 605-b puede tener un límite anterior y un límite posterior que están alineados con los respectivos límites de trama anterior o posterior de la estructura de trama periódica 610. En otros casos, el intervalo de activación periódico 605-b puede tener límites que están sincronizados con, pero desplazados de, los límites de trama de la estructura de trama periódica 610. Por ejemplo, los límites del intervalo de activación periódico 605-b pueden alinearse con los límites de subtrama de la estructura de trama periódica 610 o con los límites de punto medio de subtrama (por ejemplo, los puntos medios de subtramas particulares) de la estructura de trama periódica 610.

En algunos casos, cada estructura de trama periódica 610 puede incluir una trama de radio de LTE (por ejemplo, una trama de radio de LTE (N-1), una trama de radio de LTE (N) o una trama de radio de LTE (N+1)). Cada trama de radio de LTE puede tener una duración de diez milisegundos, y el intervalo de activación periódico 605-b puede tener una duración de veinte milisegundos. En estos casos, los límites del intervalo de activación periódico 605-b pueden sincronizarse con los límites (por ejemplo, límites de trama, límites de subtrama o límites de punto medio de subtrama) de una o dos de las tramas de radio de LTE (por ejemplo, trama de radio de LTE (N) y trama de radio de LTE (N+1)).

La figura 6D ilustra un cuarto ejemplo 600-c de un intervalo de activación periódico 605-c para transmisiones (enlace ascendente y/o enlace descendente) en un espectro sin licencia. El intervalo de activación periódico 605-c puede usarse por un eNB que soporte LTE-U (eNB de LTE-U). Ejemplos de un eNB de este tipo pueden ser las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente. El intervalo de activación 605 puede usarse con el sistema 100 de la figura 1 y con porciones del sistema 200 y/o 200-a mostradas en la figura 2A y la figura 2B.

A modo de ejemplo, se muestra que la duración del intervalo de activación periódico 605-c es un submúltiplo (o un submúltiplo aproximado de) de la duración de la estructura de trama periódica 610. El submúltiplo puede ser una décima parte de la duración de la estructura de trama periódica 610.

Al menos un límite del intervalo de activación periódico 605-c puede estar sincronizado con al menos un límite de la estructura de trama periódica 610. En algunos casos, el intervalo de activación periódico 605-c puede tener un límite anterior o posterior que está alineado con un límite anterior o posterior de la estructura de trama periódica 610. En otros casos, el intervalo de activación periódico 605-c puede tener límites que están sincronizados con, pero desplazados de, cada uno de los límites de trama de la estructura de trama periódica 610. Por ejemplo, los límites del intervalo de activación periódico 605-c pueden alinearse con los límites de subtrama de la estructura de trama periódica 610 o con los límites de punto medio de subtrama (por ejemplo, los puntos medios de subtramas particulares) de la estructura de trama periódica 610.

En algunos casos, cada estructura de trama periódica 610 puede incluir una trama de radio de LTE (por ejemplo, una trama de radio de LTE (N-1), una trama de radio de LTE (N) o una trama de radio de LTE (N+1)). Cada trama de radio de LTE puede tener una duración de diez milisegundos, y el intervalo de activación periódico 605-c puede tener una duración de un milisegundo (por ejemplo, la duración de una subtrama). En estos casos, los límites del intervalo de

activación periódico 605-c pueden sincronizarse con los límites (*por ejemplo*, límites de trama, límites de subtrama o límites de punto medio de subtrama) de una de las tramas de radio de LTE (*por ejemplo*, trama de radio de LTE (N)). El intervalo de activación periódico 605-c puede 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 $N = 2, 3, \dots$).

La figura 7A ilustra un quinto ejemplo 700 de un intervalo de activación periódico 605-d-1 para transmisiones (enlace ascendente y/o enlace descendente) en un espectro sin licencia. El intervalo de activación periódico 605-d-1 puede usarse por un eNB que soporte LTE-U (eNB de LTE-U). Ejemplos de un eNB de este tipo pueden ser las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente. El intervalo de activación 605-d-1 puede usarse con el sistema 100 de la figura 1 y con porciones del sistema 200 y/o 200-a mostradas en la figura 2A y la figura 2B.

A modo de ejemplo, se muestra que la duración del intervalo de activación periódico 605-d-1 es igual a (o aproximadamente igual a) la duración de una estructura de trama periódica 610-a. En algunas realizaciones, la estructura de trama periódica 610-a puede estar asociada con una portadora de componente primaria (PCC) de un enlace descendente. Los límites del intervalo de activación periódico 605-d-1 pueden sincronizarse con (*por ejemplo*, alinearse con) los límites de la estructura de trama periódica 610-a.

La estructura de trama periódica 610-a puede incluir una trama de radio de LTE que tiene diez subtramas (*por ejemplo*, SF0, SF1, ..., SF9). Las subtramas SF0 a SF8 pueden ser subtramas (D) de enlace descendente 710, y la subtrama SF9 puede ser una subtrama (S') especial 715. Las subtramas D y/o S' 710 y/o 715 pueden definir colectivamente un tiempo de ocupación de canal de la trama de radio de LTE, y al menos parte de la subtrama S' 715 puede definir un tiempo de inactividad de canal. De acuerdo con el estándar LTE actual, una trama de radio de LTE puede tener un tiempo máximo de ocupación de canal (tiempo de ENCENDIDO) entre uno y 9,5 milisegundos, y un tiempo mínimo de inactividad de canal (tiempo de APAGADO) del cinco por ciento del tiempo de ocupación de canal (*por ejemplo*, un mínimo de 50 microsegundos). Para garantizar el cumplimiento del estándar LTE, el intervalo de activación periódico 605-d puede cumplir con estos requisitos del estándar LTE al proporcionar un período de protección de 0,5 milisegundos (es decir, tiempo de APAGADO) como parte de la subtrama S' 715.

Debido a que la subtrama S' 715 tiene una duración de un milisegundo, puede incluir una o más ranuras de CCA 720 (*por ejemplo*, ranuras de tiempo) en las que los dispositivos de transmisión que compiten por 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 activación periódico 605-d-1, el dispositivo puede transmitir una o más señales para reservar el canal hasta el final del intervalo de activación periódico 605-d-1. La una o más señales pueden, en algunos casos, incluir señales 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 la presente 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 las CUBS en el canal puede detectar la energía de la CUBS 730 y determinar que el canal no está disponible actualmente.

Seguidamente a que un dispositivo de transmisión complete con éxito una CCA para un canal y/o la transmisión de la CUBS 730 a través de un canal, el dispositivo de transmisión puede usar el canal durante un período de tiempo predeterminado (*por ejemplo*, un intervalo de activación o una trama de radio de LTE) para transmitir una forma de onda (*por ejemplo*, una forma de onda 740 basada en LTE).

La figura 7B ilustra un sexto ejemplo 705 de un intervalo de activación periódico 605-d-2 para transmisiones (enlace ascendente y/o enlace descendente) en un espectro sin licencia. El intervalo de activación periódico 605-d-2 puede usarse por un eNB o UE que soporte LTE-U (eNB de LTE-U o LTE-U UE). Ejemplos de tal eNB pueden ser las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente, y los UE 115, 115-a y 115-b de la figura 1. El intervalo de activación 605-d-2 puede usarse con el sistema 100 de la figura 1 y con porciones del sistema 200 y/o 200-a mostradas en la figura 2A y la figura 2B.

A modo de ejemplo, se muestra que la duración del intervalo de activación periódico 605-d-2 es igual (o aproximadamente igual) a la duración de una estructura de trama periódica 610-a. En algunas realizaciones, la estructura de trama periódica 610-a puede estar asociada con una portadora de componente primaria (PCC) de un enlace descendente. Los límites del intervalo de activación periódico 605-d-2 pueden sincronizarse con (*por ejemplo*, alinearse con) los límites de la estructura de trama periódica 610-a.

La estructura de trama periódica 610-b puede incluir una trama de radio de LTE que tiene diez subtramas (*por ejemplo*, SF0, SF1, ..., SF9). Las subtramas SF0 a SF4 pueden ser subtramas (D) de enlace descendente 710; la subtrama SF5 puede ser una subtrama (S) especial 735; las subtramas SF6 a SF8 pueden ser subtramas (U) de enlace ascendente 745; y la subtrama SF9 puede ser una subtrama (S') especial 715. Las subtramas D, S, U y/o S' 710, 735, 745 y/o 715 pueden definir colectivamente un tiempo de ocupación de canal de la trama de radio de LTE, y al menos parte de la subtrama S 735 y/o la subtrama S' 715 puede definir un tiempo de inactividad de canal. De acuerdo con el estándar LTE actual, una trama de radio de LTE puede tener un tiempo máximo de ocupación de canal (tiempo de ENCENDIDO)

entre uno y 9,5 milisegundos, y un tiempo mínimo de inactividad de canal (tiempo de APAGADO) del cinco por ciento del tiempo de ocupación de canal (por ejemplo, un mínimo de 50 microsegundos). Para garantizar el cumplimiento del estándar LTE, el intervalo de activación periódico 605-d-2 puede cumplir con estos requisitos del estándar LTE proporcionando un período de protección o período de silencio de 0,5 milisegundos (es decir, tiempo de APAGADO) como parte de la subtrama S' 735 y/o la subtrama S' 715.

Debido a que la subtrama S' 715 tiene una duración de un milisegundo, puede incluir una o más ranuras de CCA 720 (por ejemplo, ranuras de tiempo) en las que los dispositivos de transmisión que compiten por 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 activación periódico 605-d-2, el dispositivo puede transmitir una o más señales para reservar el canal hasta el final del intervalo de activación periódico 605-d-2. En algunos casos, una o más señales pueden incluir CUPS o CUBS 730. Las CUBS 730 se describen en detalle más adelante en la presente 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 las CUBS en el canal puede detectar la energía de la CUBS 730 y determinar que el canal no está disponible actualmente.

Seguidamente a que un dispositivo de transmisión complete con éxito una CCA para un canal y/o la transmisión de la CUBS 730 a través de un canal, el dispositivo de transmisión puede usar el canal durante un período de tiempo predeterminado (*por ejemplo*, un intervalo de activación o una trama de radio de LTE) para transmitir una forma de onda (por ejemplo, una forma de onda 740 basada en LTE).

Cuando un canal del espectro sin licencia está reservado, por ejemplo, por una estación base o un eNB para un intervalo de activación o una trama de radio de LTE, la estación base o el eNB pueden, en algunos casos, reservar el canal para el uso de multiplexación en el dominio de tiempo (TDM). En estos ejemplos, la estación base o eNB puede transmitir datos en diversas subtramas D (por ejemplo, subtramas SF0 a SF4) y a continuación permitir que un UE con el que se comunica realice una CCA 750 (*por ejemplo*, una CCA de enlace ascendente) en una subtrama S (por ejemplo, subtrama SF5). Cuando la CCA 750 tiene éxito, el UE puede transmitir datos a la estación base o al eNB en diversas subtramas U (por ejemplo, subtramas SF6 a SF8).

Cuando un intervalo de activación define una aplicación del protocolo de LBT especificado en ETSI (EN 301 893), el intervalo de activación puede tomar la forma de un intervalo de activación de equipo basado en LBT fija (LBT-FBE) o un intervalo de activación de equipo basado en carga LBT (LBT-LBE). Un intervalo de activación de LBT-FBE puede tener una temporización fija/periódica y puede no estar directamente influenciada por la demanda de tráfico (por ejemplo, su temporización puede cambiarse a través de la reconfiguración). Por el contrario, un intervalo de activación de LBT-LBE puede no tener una temporización fija (es decir, ser asíncrona) y puede estar influenciado en gran medida por la demanda de tráfico. Cada una de las figuras 6A, 6B, 6C, 6D y 7 ilustran un ejemplo de un intervalo de activación periódico 605, cuyo intervalo de activación periódico 605 puede ser un intervalo de activación de LBT-FBE. Una ventaja potencial del intervalo de activación periódico 605 descrito haciendo referencia a la figura 6A es que puede conservar la estructura de trama de radio de LTE de diez milisegundos definida en la memoria descriptiva de LTE actual. Sin embargo, cuando la duración de un intervalo de activación es menor que la duración de una trama de radio de LTE (por ejemplo, como se ha descrito haciendo referencia a la figura 6B o 6D), las ventajas de preservar la estructura de trama de radio de LTE ya no existen y un intervalo de activación de LBT-LBE puede ser ventajoso. Una ventaja potencial de usar un intervalo de activación de LBT-LBE es que puede conservar la estructura de subtrama de los canales FÍS de LTE, sin que se pefore ningún símbolo al comienzo o al final del intervalo de activación. Sin embargo, una posible desventaja de usar un intervalo de activación de LBT-LBE es no poder sincronizar el uso de un intervalo de activación entre los diferentes eNB de un operador de LTE-U (por ejemplo, debido a que cada eNB usa un tiempo de espera aleatorio para una CCA extendida).

La figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de un método 800 para comunicaciones inalámbricas. Para mayor claridad, el método 800 se describe a continuación haciendo referencia a uno de los eNB 105 o UE 115 mostrado en las figuras 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 del eNB 105 o UE 115 para realizar las funciones descritas a continuación.

En el bloque 805, puede generarse un intervalo de activación periódico para un enlace descendente en un espectro sin licencia.

En el bloque 810, al menos un límite del intervalo de activación periódico puede estar sincronizado con al menos un límite de una estructura de trama periódica asociada con una PCC del enlace descendente. En algunas realizaciones, la PCC puede incluir una portadora en un espectro con licencia.

En algunas realizaciones, el intervalo de activación periódico puede incluir una trama de LBT y/o la estructura de trama periódica puede incluir una trama de radio de LTE.

En algunas realizaciones, la duración del intervalo de activación periódico puede ser un múltiplo entero de la duración

de la estructura de trama periódica. Se describen ejemplos de tal realización, *supra*, haciendo referencia a las figuras 6A y 6C. En otras realizaciones, la duración del intervalo de activación periódico puede ser un submúltiplo de la duración de la estructura de trama periódica. Se describen ejemplos de tal realización, *supra*, haciendo referencia a las figuras 6B y 6D.

Por lo tanto, el método 800 puede proporcionar comunicaciones inalámbricas. Debería observarse que el método 800 es solo una implementación y que las operaciones del método 800 pueden disponerse o modificarse de otro modo de tal manera que sean posibles otras implementaciones.

Las figuras 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 subtrama S' 725-a de un intervalo de activación, tal como una subtrama S' del intervalo de activación de diez milisegundos 605-d-1 o 605-d-2 descrito haciendo referencia a la figura 7A o 7B. El protocolo basado en contención puede usarse, por ejemplo, con las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente. El protocolo basado en contención puede usarse con el sistema 100 de la figura 1 y con porciones del sistema 200 y/o 200-a mostradas en la figura 2A y la figura 2B.

Haciendo referencia ahora a las figuras 9A y 9B, se muestra un ejemplo 900/900-a de una subtrama S' 725-a-1 que tiene un período de protección 905 y un período de CCA 910. A modo de ejemplo, cada uno del período de protección 905 y el período de CCA 910 puede tener una duración de 0,5 milisegundos e incluir siete posiciones de símbolo de OFDM 915. Como se muestra en la figura 9B, cada una de las posiciones de símbolo de OFDM 915 en el período de CCA 910 puede transformarse en una ranura de CCA 720-a cuando un eNB selecciona la posición de símbolo de OFDM 915 para realizar una CCA. En algunos casos, las posiciones de símbolo de OFDM 915 iguales o diferentes pueden seleccionarse pseudoaleatoriamente por uno de múltiples eNB, proporcionando de este modo una especie de interpolación de tiempo de CCA. Los eNB pueden operarse por un solo operador de LTE-U o por diferentes operadores de LTE-U. Una posición de símbolo de OFDM 915 puede seleccionarse pseudoaleatoriamente por que un eNB puede configurarse para seleccionar diferentes posiciones de símbolo de OFDM en diferentes momentos, dando de este modo a cada uno de los múltiples eNB la oportunidad de seleccionar la posición de símbolo de OFDM 915 que aparece temprano en el tiempo. Esto puede ser ventajoso por que el primer eNB que realiza una CCA exitosa tiene la oportunidad de reservar un canal o canales correspondientes de un espectro sin licencia, y la selección pseudoaleatoria del eNB de una posición de símbolo de OFDM 915 para realizar una CCA garantiza que tiene la misma oportunidad de realizar una CCA exitosa que cualquier otro eNB. En el caso de los eNB operados por un solo operador de LTE-U, los eNB pueden configurarse en algunos casos para seleccionar la misma ranura de CCA 720-a.

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

La figura 9D muestra un ejemplo 950 de una subtrama S' 725-a-3 que tiene una subtrama D acortada 925, un período de CCA 910 y un período de CUBS 930. El período de CCA 910 puede incluir una posición de símbolo de OFDM o una fracción de una posición de símbolo de OFDM, que puede incluir uno o más intervalos de CCA, teniendo cada uno una duración inferior o igual a una posición de símbolo de OFDM. El período de CCA 910 puede seguirse de un período de CUBS 930. En algunos ejemplos, todos los nodos inalámbricos (por ejemplo, todas las estaciones base o eNB) asociados con un operador o red móvil terrestre pública (PLMN) pueden realizar una CCA al mismo tiempo durante el período de CCA 910. La subtrama S' 725-a-3 mostrada en la figura 9D puede ser útil en escenarios en los que un operador opera de manera asíncrona con respecto a otros operadores con los que compete por el acceso a un espectro sin licencia, y donde la subtrama S' 725-a-3 se usa en un contexto TDM, como con el intervalo de activación 605-d-2. Cuando se usa en un contexto TDM, puede proporcionarse un período de silencio en una subtrama S de una trama de la que forma parte la subtrama S' 725-a-3.

Las figuras 10A y 10B proporcionan ejemplos de cómo una subtrama S' tal como la subtrama S' 725-a descrita haciendo referencia a la figura 9A y/o 9B puede usarse junto con un intervalo de activación actual 605. A modo de ejemplo, los intervalos de activación actuales 605-e, 605-g mostrados en las figuras 10A y 10B pueden ser ejemplos del intervalo de activación de diez milisegundos 605-d descrito haciendo referencia a la figura 7. El uso de subtramas S' junto con un intervalo de activación actual puede manejarse mediante, por ejemplo, las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente. El uso de subtramas S' junto con un intervalo de activación actual puede manejarse mediante el sistema 100 de la figura 1 y con porciones del sistema 200 y/o 200-a mostradas en la figura 2A y/o la figura 2B.

La figura 10A proporciona un ejemplo 1000 en el que se incluye una subtrama S' como última subtrama del intervalo

de activación actual 605-e. Por lo tanto, el período de protección 905-a y el período de CCA 910-a de la subtrama S' se producen al final del intervalo de activación actual 605-e, justo antes de un límite posterior del intervalo de activación actual 605-e y el comienzo del siguiente intervalo de transmisión 605-f. El siguiente intervalo de transmisión 605-f puede activarse o desactivarse para una transmisión de enlace descendente de cada uno de diversos dispositivos de transmisión, en función 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 también puede ser un siguiente intervalo de activación.

La figura 10B proporciona un ejemplo 1000-a en el que se incluye una subtrama S' como primera subtrama del intervalo de activación actual 605-g. Por lo tanto, el período de protección 905-b y el período de CCA 910-b de la subtrama S' se producen al comienzo del intervalo de activación actual 605-g, justo después de un límite inicial del intervalo de activación actual 605-g. El siguiente intervalo de transmisión 605-h puede activarse o desactivarse para una transmisión de enlace descendente de cada uno de diversos dispositivos de transmisión, en función 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 también puede ser un siguiente intervalo de activación.

La figura 10C proporciona un ejemplo 1000-b de cómo puede sincronizarse la ejecución de las CCA para un espectro sin licencia (o un canal del espectro sin licencia) a través de múltiples eNB 105. A modo de ejemplo, los múltiples eNB 105 pueden incluir un eNB de LTE-U1 y un eNB de LTE-U2. La ejecución de las CCA puede proporcionarse, por ejemplo, por las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente. La ejecución de las CCA puede usarse en el sistema 100 de la figura 1 y con porciones del sistema 200 y/o 200-a mostradas en la figura 2A y/o la figura 2B.

Debido a la sincronización entre el eNB1 y el eNB2, una subtrama S' 725-b dentro de un intervalo de activación actual del eNB1 puede sincronizarse con una subtrama S' 725-c dentro de un intervalo de activación actual del eNB2. Además, y debido a los procesos de selección de intervalos de CCA pseudoaleatorios sincronizados implementados por cada eNB, el eNB2 puede seleccionar una ranura de CCA 720-c que se produce en un momento diferente (por ejemplo, una posición de símbolo de OFDM diferente) que en la ranura de CCA 720-b seleccionada por el eNB1. Por ejemplo, el eNB1 puede seleccionar una ranura de CCA 720-b alineada con la quinta posición de símbolo de OFDM de los períodos de CCA alineados de las subtramas S' 725-b y 725-c, y el eNB2 puede seleccionar una ranura de CCA 720-c alineada con la tercera posición de símbolo de OFDM de los períodos de CCA alineados.

Un siguiente intervalo de transmisión que sigue a las subtramas S' sincronizadas 725-b y 725-c puede comenzar después de los períodos de CCA de las subtramas S' 725-b y 725-c y comenzar con una subtrama D, como se muestra. Debido a que la ranura de CCA 720-c del eNB2 se planifica 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 posibilidad de reservar el siguiente intervalo de transmisión. Sin embargo, debido al proceso de selección de ranuras de CCA pseudoaleatorio implementado por cada uno del eNB1 y el eNB2, el eNB1 puede tener la primera oportunidad de reservar un intervalo de transmisión posterior (por ejemplo, debido a que su ranura de CCA puede producirse en un momento más anterior que el de la ranura de CCA del eNB2 en un intervalo de activación posterior).

A modo de ejemplo, la figura 10C muestra que hay actividad de transmisión (Tx) wifi que coincide con una porción de los períodos de CCA alineados de las subtramas S' 725-b y 725-c. Debido a la temporización de la ranura de CCA 720-c 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 una transmisión de enlace descendente 1005-a en el espectro sin licencia para el siguiente intervalo de transmisión. Por lo tanto, una transmisión de enlace descendente del eNB2 puede bloquearse como resultado de la actividad de Tx wifi que se produce durante la ejecución de la CCA del eNB2.

Durante la ranura de CCA 720-b, el eNB1 puede realizar su CCA. Debido a la temporización de la ranura de CCA 720-b seleccionada por el eNB1, el eNB1 puede determinar, como resultado de realizar su CCA, que el espectro sin licencia está disponible (por ejemplo, debido a que la actividad de Tx wifi no se produce durante la ranura de CCA 720-b y debido a que el eNB2 no pudo reservar el siguiente intervalo de transmisión en un momento anterior). Por lo tanto, el eNB1 puede reservar el siguiente intervalo de transmisión y activar una transmisión de enlace descendente 1005 en el espectro sin licencia para el siguiente intervalo de transmisión. Los métodos para reservar el espectro sin licencia (o un canal del espectro sin licencia) se describen en detalle más adelante en la presente descripción.

Las figuras 9A, 9B, 10A, 10B y 10C proporcionan ejemplos de cómo puede seleccionarse una ranura de CCA 720 en el contexto de un intervalo de activación de diez milisegundos, tal como el intervalo de activación 605-d descrito haciendo referencia a la figura 7. Por el contrario, las figuras 10D, 10E, 10F y 10G proporcionan ejemplos de cómo puede seleccionarse una ranura de CCA 720 en el contexto de un intervalo de activación de uno o dos milisegundos. Un intervalo de activación de diez milisegundos puede proporcionar ventajas, tales como una sobrecarga de intervalo de activación baja en presencia de una actividad wifi baja y la capacidad de retener el diseño de canal FÍS basado en subtrama de los canales LTE existentes. Sin embargo, puede tener la desventaja de un tiempo de inactividad de canal prolongado (por ejemplo, 0,5+ milisegundos, de acuerdo con el retraso de CCA inducido por la interpolación de CCA), lo que puede proporcionar una oportunidad de transmisión a un nodo wifi con una ventana de contención corta (por

ejemplo, una oportunidad de transmisión durante el período de protección 905 descrito haciendo referencia a las figuras 9A y 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 activación de, por ejemplo, uno o dos milisegundos puede conducir a una sobrecarga de intervalo de activación más alta y puede necesitar cambios más extensos en el diseño de canal FÍS de LTE para soportar duraciones de transmisión de submilisegundos. Sin embargo, un intervalo de activación de quizás uno o dos milisegundos puede mitigar o eliminar las desventajas mencionadas anteriormente asociadas con un intervalo de activación de diez milisegundos.

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

La especificación LTE actual requiere un tiempo de ocupación de canal (tiempo de ENCENDIDO) \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 dicta una duración mínima del intervalo de activación de 1,05 milisegundos. Sin embargo, si la especificación LTE pudiera relajarse para necesitar un tiempo de ocupación de canal mínimo de quizás 0,95 milisegundos, entonces sería posible un intervalo de activación de un milisegundo.

Como se muestra en la figura 10D, un intervalo de activación 605-i de un milisegundo puede incluir 14 símbolos de OFDM (o posiciones de símbolo). Cuando se realiza una CCA con éxito durante una ranura de CCA 720-d que precede al intervalo de activación 605-i, puede producirse una transmisión de enlace descendente durante los primeros 13 símbolos de OFDM del intervalo de activación 605-i. Una transmisión de enlace descendente de este tipo puede tener una duración (o tiempo de ocupación de canal) de 929 microsegundos. De acuerdo con el estándar LTE actual, un tiempo de ocupación de canal de 929 microsegundos requeriría un tiempo de inactividad de canal 905-a de 48 microsegundos, que es menor que la duración de 71,4 microsegundos de un símbolo de OFDM. Como resultado, el tiempo de inactividad de canal 905-a de 48 microsegundos, así como una o más ranuras de CCA 720-d, pueden proporcionarse durante la 14ª posición de símbolo de OFDM. En algunos casos, pueden proporcionarse dos ranuras de CCA 720-d con una duración total de 20 microsegundos durante la 14ª posición de símbolo de OFDM, lo que permite cierta cantidad de aleatorización de CCA (interpolación). Obsérvese que cada ranura de CCA 720-d en el ejemplo 1000-c tiene una duración de menos de un símbolo de OFDM.

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

La figura 10F proporciona un ejemplo 1000-e de un intervalo de activación de dos milisegundos 605-k. Las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente, pueden usar un intervalo de activación de dos milisegundos. El intervalo de activación de dos milisegundos puede usarse en el sistema 100 de la figura 1 y con porciones del sistema 200 y/o 200-a mostradas en la figura 2A y/o la figura 2B.

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

Como se muestra, el intervalo de activación 605-k puede incluir una subtrama D 710-a y una subtrama S' 725-d. Sin embargo, la subtrama S' está configurada de manera algo diferente a las subtramas S' descritas anteriormente. Más particularmente, las primeras 12 posiciones de símbolo de OFDM de la subtrama S', así como las 14 posiciones de símbolo de OFDM de la subtrama D anterior, pueden usarse para una transmisión de enlace descendente tras realizar una CCA exitosa durante una ranura de CCA 720-f anterior al intervalo de activación 605-k. Por lo tanto, el tiempo de ocupación de canal puede ser de 1,857 milisegundos, lo que requiere un tiempo de inactividad de canal 905-c de 96 microsegundos. Por lo tanto, el tiempo de inactividad de canal 905-c puede ocupar la 13ª posición de símbolo de OFDM de la subtrama S' y parte de la 14ª posición de símbolo de OFDM de la subtrama S'. Sin embargo, la duración restante de la 14ª posición de símbolo de OFDM puede llenarse, al menos en parte, con un número de ranuras de CCA 720-f. En algunos casos, el número de ranuras de CCA 720-f puede ser tres ranuras de CCA 720-f, lo que proporciona una cantidad ligeramente mayor de aleatorización de CCA (interpolación) que los intervalos de activación de un milisegundo descritos haciendo referencia a las figuras 10D y 10E.

Debido a que las ranuras de CCA 720-f están colocadas al final del intervalo de activación de dos milisegundos 605-k mostrado en la figura 10F, el intervalo de activación 605-k es compatible con CRS. En la figura 10G se muestra un

ejemplo 1000-f de un intervalo de activación de dos milisegundos 605-1 compatible con UERS. Similar al intervalo de activación 605-k, el intervalo de activación 605-1 incluye una subtrama D 725-e y una subtrama S' 710-b. Sin embargo, el orden temporal de las subtramas se invierte, produciéndose en primer lugar en el tiempo la subtrama S' 710-b y produciéndose la subtrama D 725-e más tarde en el tiempo. Además, el tiempo de inactividad de canal 905-d y las ranuras de CAA 720-g se proporcionan en la primera posición de símbolo de OFDM de la subtrama S' 710-b. Una CCA exitosa realizada durante una ranura de CCA 720-g del intervalo de activación actual 605-1 permite reservar el espectro sin licencia y permite realizar una transmisión de enlace descendente en el intervalo de activación actual. Por lo tanto, el siguiente intervalo de transmisión se incluye dentro del intervalo de activación actual.

La figura 11 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de un método 1100 para comunicaciones inalámbricas. Para mayor claridad, el método 1100 se describe a continuación haciendo referencia a uno de los eNB 105 mostrado en las figuras 1, 2A y/o 2B. En una implementación, uno de los eNB 105 puede ejecutar uno o más conjuntos de códigos para controlar los elementos funcionales del eNB 105 para realizar las funciones descritas a continuación.

En el bloque 1105, se realiza una CCA para otro espectro sin licencia en un intervalo de activación actual para determinar si el espectro sin licencia está disponible para una transmisión de enlace descendente en un siguiente intervalo de transmisión. En algunos casos, realizar la CCA para el espectro sin licencia puede implicar realizar la CCA para uno o más canales del espectro sin licencia. En algunos casos, el siguiente intervalo de transmisión puede ser un siguiente intervalo de activación. En otros casos, el siguiente intervalo de transmisión puede incluirse dentro del intervalo de activación actual. En otros casos más, tales como los casos en los que se usa un intervalo de activación de LBT-LBE asíncrono, el siguiente intervalo de transmisión puede seguir al intervalo de activación actual pero no ser parte de un siguiente intervalo de activación.

En el bloque 1110, y cuando se determina que el espectro sin licencia no está disponible, una transmisión de enlace descendente en el espectro sin licencia puede desactivarse para el siguiente intervalo de transmisión. De lo contrario, cuando se determina que el espectro sin licencia está disponible, una transmisión de enlace descendente en el espectro sin licencia puede activarse para el siguiente intervalo de transmisión.

En algunas realizaciones del método 1100, la CCA puede realizarse durante una primera subtrama o una primera o segunda posición de símbolo de OFDM del intervalo de activación actual. En otras realizaciones del método 1100, la CCA puede realizarse durante una última subtrama o la última posición de símbolo de OFDM del intervalo de activación actual.

En algunas realizaciones del método 1100, la ejecución de la CCA puede sincronizarse entre múltiples eNB, que incluyen múltiples eNB operados por un solo operador de LTE-U o por diferentes operadores de LTE-U.

Por lo tanto, el método 1100 puede proporcionar comunicaciones inalámbricas. Debería observarse que el método 1100 es solo una implementación y que las operaciones del método 1100 pueden rediseñarse o modificarse de otro modo de tal manera que sean posibles otras implementaciones.

La figura 12A es un diagrama de flujo que ilustra otro ejemplo más de un método 1200 para comunicaciones inalámbricas. Para mayor claridad, el método 1200 se describe a continuación haciendo referencia a uno de los eNB 105 mostrado en las figuras 1, 2A y/o 2B. En una implementación, uno de los eNB 105 puede ejecutar uno o más conjuntos de códigos para controlar los elementos funcionales del eNB 105 para realizar las funciones descritas a continuación.

En el bloque 1205, las ranuras de CCA pueden sincronizarse entre múltiples estaciones base (por ejemplo, las eNB de LTE-U 105) para determinar la disponibilidad de un espectro sin licencia (o al menos un canal del espectro sin licencia) para transmisiones de enlace descendente en un siguiente intervalo de transmisión.

En algunas realizaciones, las ranuras de CCA pueden ubicarse en una primera subtrama o en una primera o segunda posición de símbolo de OFDM de un intervalo de activación actual. En otras realizaciones, las ranuras de CCA pueden ubicarse en una última subtrama o en la última posición de símbolo de OFDM de un intervalo de activación actual.

En algunas realizaciones, tales como las realizaciones en las que un intervalo de activación tiene una duración de diez milisegundos, el intervalo entre el comienzo de las ranuras de CCA adyacentes puede ser aproximadamente la duración de un símbolo de OFDM. Para los fines de la presente descripción, "aproximadamente la duración del símbolo de OFDM" incluye igual a la duración de un símbolo de OFDM. En la figura 9B se muestra un ejemplo en el que el intervalo entre el comienzo de las ranuras de CCA adyacentes puede ser aproximadamente la duración de un símbolo de OFDM.

Por lo tanto, el método 1200 puede proporcionar comunicaciones inalámbricas. Debería observarse que el método 1200 es solo una implementación y que las operaciones del método 1200 pueden rediseñarse o modificarse de otro modo de tal manera que sean posibles otras implementaciones.

La figura 12B es un diagrama de flujo que ilustra otro ejemplo de un método 1200-a para comunicaciones inalámbricas.

Para mayor claridad, el método 1200-a se describe a continuación haciendo referencia a uno de los eNB 105 mostrado en las figuras 1, 2A y/o 2B. En una implementación, uno de los eNB 105 puede ejecutar uno o más conjuntos de códigos para controlar los elementos funcionales del eNB 105 para realizar las funciones descritas a continuación.

5 En el bloque 1215, las ranuras de CCA pueden sincronizarse entre múltiples estaciones base (por ejemplo, los eNB de LTE-U 105) para determinar la disponibilidad de un espectro sin licencia (o al menos un canal del espectro sin licencia) para transmisiones de enlace descendente en un siguiente intervalo de transmisión.

10 En algunas realizaciones, las ranuras de CCA pueden ubicarse en una primera subtrama o en una primera o segunda posición de símbolo de OFDM de un intervalo de activación actual. En otras realizaciones, las ranuras de CCA pueden ubicarse en una última subtrama o en la última posición de símbolo de OFDM de un intervalo de activación actual.

15 En algunas realizaciones, tales como las realizaciones en las que un intervalo de activación tiene una duración de diez milisegundos, el intervalo entre el comienzo de las ranuras de CCA adyacentes puede ser aproximadamente la duración de un símbolo de OFDM. En la figura 9B se muestra un ejemplo en el que el intervalo entre el comienzo de las ranuras de CCA adyacentes puede tener una duración aproximada de un símbolo OFDM.

20 En el bloque 1220, una de las ranuras de CCA se identifica como una ranura de CCA en el que se determina la disponibilidad de espectro sin licencia. La una de las ranuras de CCA puede identificarse basándose en, al menos en parte, una secuencia de selección pseudoaleatoria accionada por una semilla de aleatorización.

25 En algunas realizaciones, al menos un subconjunto de las múltiples estaciones base puede usar la misma semilla de aleatorización para su generación de secuencias pseudoaleatorias. El subconjunto puede estar asociado con un despliegue de estaciones base por parte de un solo operador.

Por lo tanto, el método 1200-a puede proporcionar comunicaciones inalámbricas. Debería observarse que el método 1200-a es solo una implementación y que las operaciones del método 1200-a pueden disponerse o modificarse de otro modo de tal manera que sean posibles otras implementaciones.

30 La figura 13A es un diagrama de flujo que ilustra otro ejemplo de un método 1300 para comunicaciones inalámbricas. Para mayor claridad, el método 1300 se describe a continuación haciendo referencia a uno de los eNB 105 mostrado en las figuras 1, 2A y/o 2B. En una implementación, uno de los eNB 105 puede ejecutar uno o más conjuntos de códigos para controlar los elementos funcionales del eNB 105 para realizar las funciones descritas a continuación.

35 En el bloque 1305, puede realizarse una CCA durante uno de los múltiples intervalos de CCA sincronizados a través de múltiples eNB 105 (por ejemplo, los eNB de LTE-U) para determinar la disponibilidad de un espectro sin licencia (o al menos un canal del espectro sin licencia) para transmisiones de enlace descendente en un siguiente intervalo de transmisión.

40 En algunas realizaciones, diferentes eNB pueden usar diferentes múltiples ranuras de CCA para realizar una CCA durante un intervalo de activación. En otras realizaciones, dos o más eNB pueden usar la misma ranura de CCA para realizar una CCA durante un intervalo de activación (por ejemplo, cuando existe coordinación entre un subconjunto de eNB, tal como coordinación entre los eNB desplegados por un solo operador).

45 Por lo tanto, el método 1300 puede proporcionar comunicaciones inalámbricas. Debería observarse que el método 1300 es solo una implementación y que las operaciones del método 1300 pueden disponerse o modificarse de otro modo de tal manera que sean posibles otras implementaciones.

50 La figura 13B es un diagrama de flujo que ilustra otro ejemplo más de un método 1300-a para comunicaciones inalámbricas. Para mayor claridad, el método 1300-a se describe a continuación haciendo referencia a uno de los eNB 105 mostrados en las figuras 1, 2A y/o 2B. En una implementación, uno de los eNB 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 En el bloque 1315, puede identificarse una ranura de CCA (por ejemplo, mediante un eNB) de entre múltiples ranuras de CCA sincronizadas a través de múltiples eNB 105 (por ejemplo, los eNB de LTE-U). El intervalo puede identificarse basándose, al menos en parte, en una secuencia de selección pseudoaleatoria generada a partir de una semilla de aleatorización. En una realización alternativa, la ranura puede identificarse basándose, al menos en parte, en la información de coordinación intercambiada entre al menos un subconjunto de eNB a través de una red de retorno, como la red de retorno 132 o 134 descrita haciendo referencia a la figura 1.

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

65 En algunas realizaciones, diferentes eNB pueden identificar diferentes múltiples ranuras de CCA para realizar una

CCA durante un intervalo de activación. En otras realizaciones, dos o más eNB pueden identificar la misma ranura de CCA para realizar una CCA durante un intervalo de activación.

Por lo tanto, el método 1300-a puede proporcionar comunicaciones inalámbricas. Debería observarse que el método 1300-a es solo una implementación y que las operaciones del método 1300-a pueden disponerse o modificarse de otro modo de tal manera que sean posibles otras implementaciones.

La figura 14A proporciona otro ejemplo 1400 de cómo puede sincronizarse la ejecución de las CCA para un espectro sin licencia (o un canal del espectro sin licencia) a través de múltiples eNB 105. Ejemplos de los eNB 105 pueden ser las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente. En algunos ejemplos, la ejecución de las CCA puede sincronizarse entre los eNB 105 usados en el sistema 100 de la figura 1 o con porciones del sistema 100 mostrado en la figura 2A y la figura 2B.

La figura 14A también muestra cómo el espectro sin licencia puede reservarse por uno o más de los eNB 105 que siguen a una CCA exitosa. A modo de ejemplo, los múltiples eNB 105 pueden incluir un eNB de LTE-U1, un eNB de LTE-U2 y un eNB de LTE-U3.

Como se muestra, pueden sincronizarse los límites de los intervalos de activación actuales de cada eNB (por ejemplo, eNB1, eNB2 y eNB3), lo que proporciona sincronización de las subtramas S' 725-f, 725-g, 725-h de los eNB. Un período de CCA de cada subtrama S puede incluir múltiples ranuras de CCA 720. Debido a los procesos de selección de ranuras de CCA pseudoaleatorios sincronizados implementados por cada eNB, el eNB2 puede seleccionar una ranura de CCA 720-i que se produce en un momento diferente (por ejemplo, una posición de símbolo de OFDM diferente) que la ranura de CCA 720-h seleccionada por el eNB1. Por ejemplo, el eNB1 puede seleccionar una ranura de CCA 720-h alineada con la quinta posición de símbolo de OFDM de los períodos de CCA alineados de las subtramas S' 725-f y 725-g, y el eNB2 puede seleccionar una ranura de CCA 720-i alineada con la tercera posición de símbolo de OFDM de los períodos de CCA alineados. Sin embargo, cuando el eNB3 se despliega por el mismo operador que el eNB1, el eNB3 puede sincronizar la temporización de su ranura de CCA 720-j con la temporización de la ranura de CCA 720-h seleccionada para el eNB1. El operador que despliega el eNB1 y el eNB3 puede a continuación determinar a qué eNB se le permite acceder al espectro sin licencia o coordinar el acceso simultáneo al espectro sin licencia en virtud de las transmisiones ortogonales y/u otros mecanismos de transmisión.

Un siguiente intervalo de transmisión que sigue a las subtramas S' 725-f, 725-g, 725-h sincronizadas puede comenzar después de los períodos de CCA de las subtramas S' 725-f, 725-g, 725-h y comenzar con una subtrama D, como se muestra. Debido a que la ranura de CCA 720-i del eNB2 se planifica en primer lugar en el tiempo, el eNB2 tiene la posibilidad de reservar el siguiente intervalo de transmisión antes de que el eNB1 y el eNB3 tengan la posibilidad de reservar el siguiente intervalo de transmisión. Sin embargo, debido al proceso de selección de ranuras de CCA pseudoaleatorio implementado por cada eNB1, eNB2 y eNB3, el eNB1 o el eNB3 pueden tener la primera oportunidad de reservar un intervalo de transmisión posterior.

A modo de ejemplo, la figura 14A muestra que hay actividad de transmisión (Tx) wifi que coincide con una porción de los períodos de CCA alineados de las subtramas S' 725-f, 725-g, 725-h. Debido a la temporización de la ranura de 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 una transmisión de enlace descendente 1005-c en el espectro sin licencia para el siguiente intervalo de transmisión. Por lo tanto, una transmisión de enlace descendente del eNB2 puede bloquearse como resultado de la actividad de Tx wifi que se produce durante la ejecución de la CCA del eNB2.

Durante las ranuras de CCA 720-h y 720-j, el eNB1 y el eNB3 pueden realizar cada uno su respectiva CCA. Debido a la temporización de las ranuras de CCA 720-h, 720-j seleccionadas por el eNB1 y el eNB3, cada uno del eNB1 y el eNB3 puede determinar, como resultado de realizar su CCA, que el espectro sin licencia está disponible (*por ejemplo*, debido a que la actividad de Tx wifi no se produce durante las ranuras de CCA 720-h, 720-i, y debido a que el eNB2 no pudo reservar el siguiente intervalo de transmisión en un momento más anterior). Por lo tanto, el eNB1 y el eNB3 pueden reservar cada uno el siguiente intervalo de transmisión y activar una transmisión de enlace descendente 1005-b, 1005-d en el espectro sin licencia para el siguiente intervalo de transmisión.

Un eNB puede reservar el siguiente intervalo de transmisión al transmitir una o más señales antes del siguiente 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, al realizar una CCA exitosa), el eNB1 puede llenar cada una de las ranuras de CCA que siguen a la ejecución de una CCA exitosa con la CUBS 1010-a. La CUBS 1010-a puede incluir una o más señales que pueden detectarse por otros dispositivos para que los otros dispositivos sepan que el espectro sin licencia (o al menos un canal del mismo) se ha reservado para uso de otro dispositivo (*por ejemplo*, por el eNB1). La CUBS 1010-a puede detectarse tanto por dispositivos LTE como wifi. A diferencia de la mayoría de las señales de LTE, que comienzan en un límite de subtrama, la CUBS 1010-a puede comenzar en un límite de símbolo de OFDM.

En algunos casos, la CUBS 1010-a puede incluir una señal de marcador de posición transmitida con el fin de reservar el espectro sin licencia. En otros casos, la CUBS 1010-a puede incluir, por ejemplo, al menos una señal piloto para

uno o ambos de una sincronización de frecuencia de tiempo y una estimación de calidad de canal sobre el espectro sin licencia. La o las señales piloto pueden usarse por uno o más UE 115 para realizar mediciones de calidad de canal en diferentes elementos de recursos, de tal manera que la calidad de canal pueda notificarse al eNB 1. El eNB1 puede, a continuación, recibir el informe de la calidad de canal del UE 115 en respuesta a la CUBS 1010-a, y asignar elementos de recursos para transmisiones desde el eNB1 al UE 115 para proporcionar una reutilización fraccionada de recursos entre múltiples UE 115, para evitar interferencias entre los múltiples UE 115.

En algunas realizaciones, la CUBS 1010-a puede transmitirse de manera repetitiva, comenzando la transmisión de cada señal en un límite de una de las múltiples ranuras de CCA.

En algunas realizaciones, puede garantizarse que se transmita al menos una posición de símbolo de OFDM a la CUBS que sigue a una CCA exitosa, para ayudar en la sincronización de tiempo/frecuencia entre un eNB de LTE-U de transmisión y un UE de recepción.

En algunas realizaciones, y cuando hay una duración de más de dos símbolos de OFDM entre una CCA exitosa y el comienzo de un siguiente intervalo de transmisión, la tercera y las posteriores transmisiones de CUBS pueden modificarse para transportar datos de enlace descendente e información de control desde el transmisión eNB de LTE-U a un UE de recepción.

En algunas realizaciones, la CUBS 1010-a puede modelarse a después de la estructura de intervalo de tiempo piloto de enlace descendente (DwPTS) definida en la especificación LTE actual.

En algunas realizaciones, la CUBS 1010-a puede incluir una forma de onda de banda ancha que transporta una secuencia de firma determinada por el DeploymentID del eNB de LTE-U de transmisión. La secuencia de firma puede ser una secuencia conocida que tenga un bajo contenido de información y, por lo tanto, sea compatible con IC para los nodos receptores de LTE-U. En algunos casos, la forma de onda de banda ancha puede transmitirse a la máxima potencia de transmisión, para superar las restricciones de densidad espectral de potencia de transmisión (Tx-PSD) y de ancho de banda mínimo (mín-BW), así como para silenciar otros nodos (por ejemplo, nodos wifi).

El eNB3 también puede llenar cada uno de las ranuras de CCA que siguen a la ejecución de una CCA exitosa con la CUBS 1010-b, y puede recibir un informe de la calidad de canal de uno diferente de los UE 115.

La figura 14B proporciona otro ejemplo 1400-a más de cómo puede sincronizarse la ejecución de las CCA para un espectro sin licencia (o un canal del espectro sin licencia) a través de múltiples eNB 105. Ejemplos de los eNB 105 pueden ser las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente. En algunos ejemplos, la ejecución de las CCA puede sincronizarse entre los eNB 105 usados en el sistema 100 de la figura 1 o con porciones del sistema 100 mostrado en la figura 2A y la figura 2B.

La figura 14B también muestra cómo uno de los eNB 105 puede reservar el espectro sin licencia después de una CCA exitosa. A modo de ejemplo, los múltiples eNB 105 pueden incluir un eNB de LTE-U1, un eNB de LTE-U2 y un eNB de LTE-U4.

Como se muestra, los límites de los intervalos de activación actuales de cada eNB (por ejemplo, eNB1, eNB2 y eNB4) pueden sincronizarse, proporcionando de este modo sincronización de las subtramas S' 725-f, 725-g, 725-i de los eNB. Un período de CCA de cada subtrama S' puede incluir múltiples ranuras de CCA 720. Debido a los procesos de selección de ranuras de CCA pseudoaleatorios sincronizados implementados por cada eNB, el eNB2 puede seleccionar una ranura de CCA 720-i que se produce en un momento diferente (por ejemplo, una posición de símbolo de OFDM diferente) que la ranura de CCA 720-h seleccionada por el eNB1. Por ejemplo, el eNB1 puede seleccionar una ranura de CCA 720-h alineada con la quinta posición de símbolo de OFDM de los períodos de CCA alineados de las subtramas S' 725-f y 725-g, y el eNB2 puede seleccionar una ranura de CCA 720-i alineada con la tercera posición de símbolo de OFDM de los períodos de CCA alineados. Del mismo modo, el eNB4 puede seleccionar una ranura de CCA 720-k que se produce en un momento diferente que las ranuras de CCA 720-h, 720-i seleccionadas por cada eNB1 y eNB2 (por ejemplo, debido a que el eNB4 puede no desplegarse por el mismo operador que el eNB1, como ha sido el caso con el eNB3 descrito haciendo referencia a la figura 14A). Por ejemplo, el eNB4 puede seleccionar una ranura de CCA 720-k alineada con la sexta posición de símbolo de OFDM de los períodos de CCA alineados.

Un siguiente intervalo de transmisión que sigue a las subtramas S' sincronizadas 725-f, 725-g, 725-i puede comenzar después de los períodos de CCA de las subtramas S' 725-f, 725-g, 725-i y comenzar con una subtrama D, como se muestra. Debido a que la ranura de CCA 720-i del eNB2 se planifica en primer lugar en el tiempo, el eNB2 tiene la posibilidad de reservar el siguiente intervalo de transmisión antes de que el eNB1 y el eNB4 tengan la posibilidad de reservar el siguiente intervalo de transmisión. Sin embargo, debido al proceso de selección de ranura de CCA pseudoaleatorio implementado por cada eNB1, eNB2 y eNB4, el eNB1 o el eNB4 pueden tener la primera oportunidad de reservar un intervalo de transmisión posterior.

A modo de ejemplo, la figura 14B muestra que hay actividad de transmisión (Tx) wifi que coincide con una porción de los períodos de CCA alineados de las subtramas S' 725-f, 725-g, 725-i. Sin embargo, debido a que la actividad de Tx

wifi no coincide con la temporización de la ranura de 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 una transmisión de enlace descendente 1005-c en el espectro sin licencia para el siguiente intervalo de transmisión. Además, y a continuación de su CCA exitosa, el eNB2 puede llenar las ranuras de CCA posteriores con la CUBS 1010-c, reservando de este modo el siguiente intervalo de transmisión para su propio uso.

Durante las ranuras de CAA 720-h y 720-k, el eNB1 y el eNB4 pueden realizar cada uno su respectiva CCA. Sin embargo, debido a que el eNB2 ya comenzó a transmitir la CUBS 1010-c, el eNB1 y el eNB4 determinan que el espectro sin licencia no está disponible. Dicho de otro modo, el eNB 1 y el eNB4 están bloqueados del espectro sin licencia en virtud de que el eNB2 ya ha reservado el espectro sin licencia.

La figura 14C proporciona otro ejemplo más 1400-b de cómo puede sincronizarse la ejecución de las CCA para un espectro sin licencia (o un canal del espectro sin licencia) a través de múltiples eNB 105. Ejemplos de los eNB 105 pueden ser las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente. En algunos ejemplos, la ejecución de las CCA puede sincronizarse a través de los eNB 506 usados en el sistema 100 de la figura 1 o con porciones del sistema 100 mostrado en la figura 2A y la figura 2B.

La figura 14C también muestra cómo uno de los eNB 105 puede reservar el espectro sin licencia después de una CCA exitosa. A modo de ejemplo, los múltiples eNB 105 pueden incluir un eNB de LTE-U1, un eNB de LTE-U2 y un eNB de LTE-U4.

Como se muestra, los límites de los intervalos de activación actuales de cada eNB (*por ejemplo*, eNB1, eNB2 y eNB4) pueden sincronizarse, proporcionando de este modo sincronización de las subtramas S' 725-f, 725-g, 725-i de los eNB. Un período de CCA de cada subtrama S puede incluir múltiples ranuras de CCA 720. Debido a los procesos de selección de ranuras de CCA pseudoaleatorios sincronizados implementados por cada eNB, el eNB2 puede seleccionar una ranura de CCA 720-i que se produce en un momento diferente (*por ejemplo*, una posición de símbolo de OFDM diferente) que la ranura de CCA 720-h seleccionada por el eNB1. Por ejemplo, el eNB1 puede seleccionar una ranura de CCA 720-h alineada con la quinta posición de símbolo de OFDM de los períodos de CCA alineados de las subtramas S' 725-f y 725-g, y el eNB2 puede seleccionar una ranura de CCA 720-i alineada con la tercera posición de símbolo de OFDM de los períodos de CCA alineados. Del mismo modo, el eNB4 puede seleccionar una ranura de CCA 720-k que se produce en un momento diferente que las ranuras de CAA 720-h, 720-i seleccionados por cada uno de los eNB1 y eNB2 (*por ejemplo*, debido a que el eNB3 puede no ser desplegado por el mismo operador que el eNB 1, como ha sido el caso en el ejemplo descrito haciendo referencia a la figura 14A). Por ejemplo, el eNB4 puede seleccionar una ranura de CCA 720-k alineada con la sexta posición de símbolo de OFDM de los períodos de CCA alineados.

Un siguiente intervalo de transmisión que sigue a las subtramas S' sincronizadas 725-f, 725-g, 725-i puede comenzar después de los períodos de CCA de las subtramas S' 725-f, 725-g, 725-i y comenzar con una subtrama D, como se muestra. Debido a que la ranura de CCA 720-i del eNB2 se planifica en primer lugar en el tiempo, el eNB2 tiene la posibilidad de reservar el siguiente intervalo de transmisión antes de que el eNB1 y el eNB4 tengan la posibilidad de reservar el siguiente intervalo de transmisión. Sin embargo, debido al proceso de selección de ranura de CCA pseudoaleatorio implementado por cada eNB1, eNB2 y eNB4, el eNB1 o el eNB4 pueden tener la primera oportunidad de reservar un intervalo de transmisión posterior.

A modo de ejemplo, la figura 14C muestra que hay actividad de transmisión (Tx) wifi que coincide con una porción de los períodos de CCA alineados de las subtramas S' 725-f, 725-g, 725-i. Debido a la temporización de la ranura de 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 transmisión de enlace descendente 1005-c en el espectro sin licencia para el siguiente intervalo de transmisión. Por lo tanto, una transmisión de enlace descendente del eNB2 puede bloquearse como resultado de la actividad de Tx wifi que se produce durante la ejecución de la CCA del eNB2.

Durante la ranura de CCA 720-h, el eNB1 puede realizar su CCA y determinar que el espectro sin licencia está disponible (*por ejemplo*, debido a que la actividad de Tx wifi no se produce durante la ranura de CCA 720-h, y debido a que el eNB2 no pudo reservar el siguiente intervalo de transmisión en un momento más anterior). Por lo tanto, el eNB1 puede reservar el siguiente intervalo de transmisión y activar una transmisión de enlace descendente 1005-b en el espectro sin licencia para el siguiente intervalo de transmisión. Además, y a continuación de su CCA exitosa, el eNB1 puede llenar las ranuras de CCA posteriores con la CUBS 1010-d, reservando de este modo el siguiente intervalo de transmisión para su propio uso.

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

En las figuras 14A, 14B y 14C, las CUBS 1010 se transmiten antes del siguiente intervalo de transmisión, para reservar el espectro sin licencia para el uso del eNB de LTE-U durante el siguiente intervalo de transmisión. Sin embargo, en

algunas realizaciones, la CUBS 1010 puede transmitirse al comienzo de un intervalo de transmisión activo para proporcionar, por ejemplo, sincronización de tiempo/frecuencia para un eNB de LTE-U y un UE que están en comunicación durante el intervalo de transmisión activo.

- 5 En algunas realizaciones, la CUBS puede transmitirse durante menos que la duración de un símbolo de OFDM. Las transmisiones de CUBS de menos de un símbolo de OFDM pueden denominarse CUBS parciales (PCUBS). A modo de ejemplo, y en el contexto de los intervalos de activación de uno o dos milisegundos descritos haciendo referencia a las figuras 10D, 10E, 10F y 10G, las PCUBS pueden transmitirse entre la ejecución de una CCA exitosa y el comienzo del siguiente límite de símbolo de OFDM. En algunas realizaciones, las PCUBS pueden obtenerse a partir de una
- 10 CUBS de símbolo completa perforando tres de cada cuatro tonos y truncando las CUBS a la duración deseada. Como alternativa, la PCUBS puede estar formada por un preámbulo y encabezado de procedimiento de convergencia de capa física (PLCP) basados en el estándar IEEE 802.11g/n (que puede silenciar al menos los nodos wifi compatibles con el estándar).
- 15 La figura 15 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de un método 1500 para comunicaciones inalámbricas. Para mayor claridad, el método 1500 se describe a continuación haciendo referencia a uno de los eNB 105 mostrado en las figuras 1, 2A y/o 2B. En una implementación, uno de los eNB 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 En el bloque 1505, puede realizarse una CCA durante una de las múltiples ranuras de CCA sincronizadas a través de múltiples eNB 105 (*por ejemplo*, eNB de LTE-U) para determinar la disponibilidad de un espectro sin licencia (o al menos un canal del espectro sin licencia) para transmisiones de enlace descendente en un siguiente intervalo de transmisión.
- 25 En algunas realizaciones, diferentes eNB pueden usar diferentes múltiples ranuras de CCA para realizar una CCA durante un intervalo de activación. En otras realizaciones, dos o más eNB pueden usar la misma ranura de CCA para realizar una CCA durante un intervalo de activación (*por ejemplo*, cuando existe coordinación entre un subconjunto de eNB, tal como coordinación entre los eNB desplegados por un solo operador).
- 30 En el bloque 1510, y cuando el espectro sin licencia está disponible (*por ejemplo*, cuando se determina ejecutando una CCA exitosa de que el espectro sin licencia está disponible), pueden transmitirse una o más señales antes del siguiente intervalo de transmisión para reservar el espectro sin licencia durante el siguiente nivel de transmisión. En algunos casos, la una o más señales pueden incluir la CUBS 1010, como se ha descrito haciendo referencia a la figura 14A, 14B y/o 14C.
- 35 En algunas realizaciones, la una o más señales transmitidas antes del siguiente intervalo de transmisión pueden incluir al menos una señal piloto para uno o ambas de la sincronización de frecuencia de tiempo y la estimación de calidad de canal sobre el espectro sin licencia. La o las señales piloto pueden usarse por uno o más UE 115 para realizar mediciones de calidad de canal en diferentes elementos de recursos, de tal manera que la calidad de canal pueda
- 40 notificarse al eNB 105 que transmite la una o más señales. El eNB 105 puede, a continuación, recibir el informe de la calidad de canal del UE 115 en respuesta a la o las señales piloto y asignar elementos de recursos para transmisiones desde el eNB 105 al UE 115 para proporcionar una reutilización fraccionada de recursos entre múltiples UE 115, para evitar la interferencia entre los múltiples UE 115.
- 45 Por lo tanto, el método 1500 puede proporcionar comunicaciones inalámbricas. Debería observarse que el método 1500 es solo una implementación y que las operaciones del método 1500 pueden disponerse o modificarse de otro modo de tal manera que sean posibles otras implementaciones.
- 50 Al activar el acceso a un espectro sin licencia, los intervalos de activación pueden forzar a un eNB de LTE-U a permanecer en silencio durante varias tramas de radio de LTE. Debido a esto, un eNB de LTE-U que se basa en la notificación de LTE convencional de información de retroalimentación (*por ejemplo*, información de estado de canal (CSI)) puede no tener información de indicador de calidad de canal (CQI) actualizada antes de planificar una transmisión de enlace descendente. Un eNB de LTE-U que se basa en la notificación de LTE convencional de información de retroalimentación también puede fallar en recibir solicitudes de repetición automática híbrida (HARQ)
- 55 en el momento oportuno. Los mecanismos que tienen en cuenta los intervalos de activación de un espectro sin licencia notifican CSI y HARQ sobre los intervalos de transmisión desactivados de un enlace descendente en el espectro sin licencia pueden, por lo tanto, usarse para mejorar el procesamiento de CQI y HARQ del eNB de LTE-U. Los ejemplos de tales mecanismos se describen haciendo referencia a las figuras 16, 17A y 17B.
- 60 La figura 16 es un diagrama 1600 que ilustra las 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 figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente. El UE 115-c puede ser un ejemplo de los UE 115, 115-a y 115-b de la figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente. El eNB 105-c y el UE 115-c pueden usarse en el sistema 100 de la figura 1 y con porciones del sistema 100 mostrado en la figura 2A y la figura 2B.
- 65 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 portadora de componente primaria (PCC) 1605 en un espectro con licencia. El UE 115-c puede transmitir información de retroalimentación al eNB 105-c a través del enlace ascendente de PCC 1605, y el eNB 105-c puede recibir la información de retroalimentación del UE 115-c a través del enlace ascendente de PCC 1605. En algunos casos, la información de retroalimentación puede abordar (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 retroalimentación para el espectro sin licencia a través del espectro con licencia puede mejorar la confiabilidad de la información de retroalimentación para el espectro sin licencia.

La información de retroalimentación puede, en algunos casos, incluir información de retroalimentación para al menos un intervalo de transmisión activado desde el enlace descendente 1610.

En algunas realizaciones, la información de retroalimentación puede incluir información de estado de canal (CSI), como CSI para el enlace descendente 1610. Para al menos un intervalo de transmisión durante el que el eNB 105-c desactivó las transmisiones para el enlace descendente 1610, la CSI puede incluir CSI a largo plazo. Sin embargo, durante al menos un intervalo de transmisión durante el que el eNB 105-c activó las transmisiones para el enlace descendente, la CSI puede incluir CSI a corto plazo. La 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 eNB de LTE-U, por ejemplo; información que identifica la intensidad media y/o las características espaciales de cada señal de interferencia; *etc.*). La CSI a corto plazo puede incluir, por ejemplo, una CQI, un indicador de clasificación (RI) y/o un indicador de matriz de precodificación. En algunos casos, la CSI puede enviarse desde un UE 115 a un eNB 115, a través del enlace ascendente de PCC 1605, en una segunda subtrama que sigue al comienzo de las transmisiones de enlace descendente en un intervalo de transmisión actual en el espectro sin licencia.

En algunas realizaciones, la información de retroalimentación puede incluir información de retroalimentación de HARQ, tal como información de retroalimentación de HARQ para el enlace descendente 1610. En un ejemplo de transmisión de HARQ, la HARQ puede ignorar los intervalos de transmisión en los que se desactivaron las transmisiones de enlace descendente. En otro ejemplo de transmisión de HARQ, HARQ puede usarse para intervalos de transmisión en los que se activan las transmisiones de enlace descendente, y puede usarse una solicitud de repetición automatizada (ARQ) simple para intervalos de transmisión en los que se desactivan las transmisiones de enlace descendente. Ambos ejemplos pueden conservar la funcionalidad de HARQ casi completa en el contexto de un solo despliegue de LTE-U sin interferencia wifi. Sin embargo, en presencia de interferencia wifi o despliegues múltiples de LTE-U (*por ejemplo*, despliegues por diferentes operadores), el segundo ejemplo puede verse forzado a usar predominantemente ARQ, en cuyo caso CSI puede convertirse en la herramienta principal para la adaptación del enlace. La HARQ asíncrona puede transmitirse de tal manera que no se vea afectada por la activación del espectro sin licencia.

Cuando una transmisión de enlace descendente no se reconoce (NAK), puede realizarse una retransmisión de HARQ de mejor esfuerzo a través del enlace descendente 1610. Sin embargo, después de un período de tiempo de espera, el paquete NAK puede recuperarse a través de retransmisiones de control de enlace de radio (RLC) a través del enlace descendente 1610 o un enlace descendente de PCC.

El eNB 105-c puede, en algunos casos, usar tanto la CSI a largo plazo como la CSI a corto plazo para seleccionar un esquema de modulación y codificación (MCS) para el enlace descendente 1610 en el espectro sin licencia. La HARQ puede usarse a continuación para ajustar con precisión la eficiencia espectral servida del enlace descendente 1610 en tiempo real.

La figura 17A es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de otro método 1700 para comunicaciones inalámbricas. Para mayor claridad, el método 1700 se describe a continuación haciendo referencia a uno de los eNB 105 mostrado en las figuras 1, 2A y/o 2B. En una implementación, uno de los eNB 105 puede ejecutar uno o más conjuntos de códigos para controlar los elementos funcionales del eNB 105 para realizar las funciones descritas a continuación.

En el bloque 1705, se recibe información de retroalimentación (*por ejemplo*, por un eNB 105) desde un UE 115 a través de un enlace ascendente de PCC en un espectro con licencia. La información de retroalimentación puede incluir información que aborda (o pertenece a) señales transmitidas al UE 115 a través de un enlace descendente en un espectro sin licencia.

La información de retroalimentación puede, en algunos casos, incluir información de retroalimentación para al menos un intervalo de transmisión activado desde el enlace descendente 1610.

En algunas realizaciones, la información de retroalimentación puede incluir información de estado de canal (CSI), como CSI para el enlace descendente 1610. Para al menos un intervalo de transmisión durante el que el eNB 105-c desactivó las transmisiones para el enlace descendente 1610, la CSI puede incluir CSI a largo plazo. Sin embargo, durante al menos un intervalo de transmisión durante el que el eNB 105-c activó las transmisiones para el enlace descendente, la CSI puede incluir CSI a corto plazo. La 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 eNB de LTE-U, por ejemplo; información que identifica la intensidad media y/o las características espaciales de cada señal de interferencia; etc.). La CSI a corto plazo puede incluir, por ejemplo, una CQI, un indicador de clasificación (RI) y/o un indicador de matriz de precodificación. En algunos casos, la CSI puede enviarse desde un UE 115 a un eNB 115, a través del enlace ascendente de PCC 1605, en una segunda subtrama que sigue al comienzo de las transmisiones de enlace descendente en un intervalo de transmisión actual en el espectro sin licencia.

En algunas realizaciones, la información de retroalimentación puede incluir información de retroalimentación de HARQ, tal como información de retroalimentación de HARQ para el enlace descendente 1610. En un ejemplo de transmisión de HARQ, la HARQ puede ignorar los intervalos de transmisión en los que se desactivaron las transmisiones de enlace descendente. En otro ejemplo de transmisión de HARQ, HARQ puede usarse para intervalos de transmisión en los que se activan las transmisiones de enlace descendente, y puede usarse una solicitud de repetición automatizada (ARQ) simple para intervalos de transmisión en los que se desactivan las transmisiones de enlace descendente. Ambos ejemplos pueden conservar la funcionalidad de HARQ casi completa en el contexto de un solo despliegue de LTE-U sin interferencia wifi. Sin embargo, en presencia de interferencia wifi o despliegues múltiples de LTE-U (*por ejemplo*, despliegues por diferentes operadores), el segundo ejemplo puede verse forzado a usar predominantemente ARQ, en cuyo caso CSI puede convertirse en la herramienta principal para la adaptación del enlace. La HARQ asíncrona puede transmitirse de tal manera que no se vea afectada por la activación del espectro sin licencia.

Cuando una transmisión de enlace descendente no se reconoce (NAK), puede realizarse una retransmisión de HARQ de mejor esfuerzo a través del enlace descendente 1610. Sin embargo, después de un período de tiempo de espera, el paquete NAK puede recuperarse a través de retransmisiones de control de enlace de radio (RLC) a través del enlace descendente 1610 o un enlace descendente de PCC.

El eNB 105-c puede, en algunos casos, usar tanto la CSI a largo plazo como la CSI a corto plazo para seleccionar un esquema de modulación y codificación (MCS) para el enlace descendente 1610 en el espectro sin licencia. La HARQ puede usarse a continuación para ajustar con precisión la eficiencia espectral servida del enlace descendente 1610 en tiempo real.

Por lo tanto, el método 1700 puede proporcionar comunicaciones inalámbricas. Debería observarse que el método 1700 es solo una implementación y que las operaciones del método 1700 pueden rediseñarse o modificarse de otro modo de tal manera que sean posibles otras implementaciones.

La figura 17B es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de un método 1700-a para comunicaciones inalámbricas. Para mayor claridad, el método 1700-a se describe a continuación haciendo referencia a uno de los UE 115 mostrado en las figuras 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 que se describen a continuación.

En el bloque 1715, puede transmitirse información de retroalimentación (*por ejemplo*, desde un UE 115) a un eNB 105 a través de un enlace ascendente de PCC en un espectro con licencia. La información de retroalimentación puede incluir información que aborda (o pertenece a) señales transmitidas al UE 115 a través de un enlace descendente en un espectro sin licencia.

La información de retroalimentación puede, en algunos casos, incluir información de retroalimentación para al menos un intervalo de transmisión activado desde el enlace descendente 1610.

En algunas realizaciones, la información de retroalimentación puede incluir información de estado de canal (CSI), como CSI para el enlace descendente 1610. Para al menos un intervalo de transmisión durante el que el eNB 105-c desactivó las transmisiones para el enlace descendente 1610, la CSI puede incluir CSI a largo plazo. Sin embargo, durante al menos un intervalo de transmisión durante el que el eNB 105-c activó las transmisiones para el enlace descendente, la CSI puede incluir CSI a corto plazo. La 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 eNB de LTE-U, por ejemplo; información que identifica la intensidad media y/o las características espaciales de cada señal de interferencia; etc.). La CSI a corto plazo puede incluir, por ejemplo, una CQI, un indicador de clasificación (RI) y/o un indicador de matriz de precodificación. En algunos casos, la CSI puede enviarse desde un UE 115 a un eNB 115, a través del enlace ascendente de PCC 1605, en una segunda subtrama que sigue al comienzo de las transmisiones de enlace descendente en un intervalo de transmisión actual en el espectro sin licencia.

En algunas realizaciones, la información de retroalimentación puede incluir información de retroalimentación de HARQ, tal como información de retroalimentación de HARQ para el enlace descendente 1610. En un ejemplo de transmisión de HARQ, la HARQ puede ignorar los intervalos de transmisión en los que se desactivaron las transmisiones de enlace descendente. En otro ejemplo de transmisión de HARQ, HARQ puede usarse para intervalos de transmisión en los que se activan las transmisiones de enlace descendente, y puede usarse una solicitud de repetición automatizada (ARQ) simple para intervalos de transmisión en los que se desactivan las transmisiones de enlace descendente. Ambos ejemplos pueden conservar la funcionalidad de HARQ casi completa en el contexto de un solo despliegue de

LTE-U sin interferencia wifi. Sin embargo, en presencia de interferencia wifi o despliegues múltiples de LTE-U (*por ejemplo*, despliegues por diferentes operadores), el segundo ejemplo puede verse forzado a usar predominantemente ARQ, en cuyo caso CSI puede convertirse en la herramienta principal para la adaptación del enlace. La HARQ asíncrona puede transmitirse de tal manera que no se vea afectada por la activación del espectro sin licencia.

Cuando una transmisión de enlace descendente no se reconoce (NAK), puede realizarse una retransmisión de HARQ de mejor esfuerzo a través del enlace descendente 1610. Sin embargo, después de un período de tiempo de espera, el paquete NAK puede recuperarse a través de retransmisiones de control de enlace de radio (RLC) a través del enlace descendente 1610 o un enlace descendente de PCC.

El eNB 105-c puede, en algunos casos, usar tanto la CSI a largo plazo como la CSI a corto plazo para seleccionar un esquema de modulación y codificación (MCS) para el enlace descendente 1610 en el espectro sin licencia. La HARQ puede usarse a continuación para ajustar con precisión la eficiencia espectral servida del enlace descendente 1610 en tiempo real.

Por lo tanto, el método 1700-a puede proporcionar comunicaciones inalámbricas. Debería observarse que el método 1700-a es solo una implementación y que las operaciones del método 1700-a pueden disponerse o modificarse de otro modo de tal manera que sean posibles otras implementaciones.

Pasando seguidamente a la figura 18A, un diagrama 1800 ilustra un ejemplo de difusión de señal de baliza de LTE-U en un espectro sin licencia de acuerdo con diversas realizaciones. La señal de baliza de LTE-U (o balizas de descubrimiento) 1805 puede transmitirse o difundirse por un eNB que soporte LTE-U. Ejemplos de tal eNB pueden ser las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente. La transmisión puede realizarse junto con un sistema o red como el sistema 100 de la figura 1 y las porciones del sistema 100 de la figura 2A y la figura 2B.

Las transmisiones pueden producirse cuando el eNB está en un estado activo o cuando el eNB está en un estado latente o inactivo. Las señales de baliza 1805 pueden transmitirse en un ciclo de trabajo bajo (*por ejemplo*, 1 o 2 subtramas cada 100 milisegundos) y puede abarcar hasta unos 5 Megahercios (MHz) de ancho de banda. Debido a su bajo ciclo de trabajo, las señales de baliza 1805 pueden transmitirse sin necesidad de un esquema de escuchar antes de hablar (LBT). En consecuencia, las señales de baliza 1805 pueden transmitirse (*por ejemplo*, difundirse) en tiempos predeterminados. En el ejemplo mostrado en la figura 18A, las señales de baliza 1805 pueden transmitirse al menos en los tiempos t_0 , t_1 , t_2 , y t_3 . La temporización de estas transmisiones puede ser periódica. En algunos casos, es posible que no sea necesario que las transmisiones sean periódicas siempre que se planifiquen los tiempos (*por ejemplo*, predeterminen) y la planificación pueda conocerse por los dispositivos o entidades que escuchan las señales de baliza 1805. Las señales de baliza 1805 pueden usarse por otros eNB y/o UE (*por ejemplo*, el UE 115) para el descubrimiento de eNB latentes/activos y para el seguimiento de tiempo-frecuencia aproximado.

La figura 18B muestra un diagrama 1800-a que ilustra un ejemplo de una carga útil en una señal de baliza de LTE de acuerdo con diversas realizaciones. La señal de baliza 1805-a mostrada en la figura 18B puede ser un ejemplo de las señales de baliza 1805 de la figura 18A. En consecuencia, la señal de baliza 1805-a puede transmitirse o difundirse por un eNB que soporte LTE-U (eNB de LTE-U). Ejemplos de un eNB de este tipo pueden ser las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente.

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 de señal de sincronización primaria (PSS) 1810, un campo de señal de sincronización secundaria (SSS) 1815, un campo de señal de referencia específica de celda (CRS) 1820, un campo de transmisión física campo de canal (PBCH) 1825, un campo de bloque de información de sistema (SIB) 1830, un campo de identidad de grupo de abonado cerrado (CSG-ID) 1835, un campo de identificador de red móvil terrestre pública (ID de PLMN) 1840, un campo de ID de celda global (GCI) 1845, un campo de semilla de aleatorización de evaluación de canal listo (CCA-RS) 1850, un campo de configuración de canal de acceso aleatorio (RACH) 1855, una versión ligera o liviana de un campo de SIB (SIB- liviano) 1860 y un campo de ID de despliegue 1865. En algunas realizaciones, el campo de SIB-liviano 1860 puede incluir el campo de GCI 1845 y el campo de CSG-ID 1835. El campo de GCI 1845 puede incluir el campo de ID de PLMN 1840. El contenido de la carga útil mostrado en la figura 18B no necesita ser exhaustivo. Puede incluirse 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 activación periódica para su uso en la activación/desactivación de la activación/desactivación de un intervalo de transmisión o activación siguiente. Además, algunos de los campos mostrados no necesitan transmitirse en algunos casos y algunos de los campos pueden combinarse.

La combinación de información en el campo de ID de PLMN 1840 y en el campo de ID de CSG 1835 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 eNB de LTE-U desplegados por diferentes operadores móviles pueden tener diferentes ID de PLMN. Algunas ID de PLMN pueden reservarse para el despliegue de LTE-U por parte de no operadores. Por ejemplo, un eNB de LTE-U

desplegado por un no operador/empresa puede usar una ID de PLMN reservada junto con una ID de CSG única.

La figura 19A muestra un diagrama de flujo de un método 1900 para transmitir señales de baliza de LTE en un espectro sin licencia de acuerdo con diversas realizaciones. El método 1900 puede implementarse usando, por ejemplo, las estaciones base o los eNB 105, 105-a y 105-b de la figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente; y/o el sistema 100 de la figura 1 y las porciones del sistema 100 de la figura 2A y la figura 2B. En una implementación, uno de los eNB 105 puede ejecutar uno o más conjuntos de códigos para controlar los elementos funcionales del eNB 105 para realizar las funciones descritas a continuación.

En el bloque 1905, las señales de baliza (*por ejemplo*, las señales de baliza 1805) pueden transmitirse en un espectro sin licencia en tiempos 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 recibirse en algunos casos en un UE (o en una pluralidad de UE). En algunas realizaciones, un UE puede usar las señales de baliza para hacer un ajuste de temporización aproximado para comunicarse en el espectro sin licencia en el UE.

En algunas realizaciones del método 1900, el al menos un atributo asociado del eNB puede incluir al menos el atributo del eNB. En algunas realizaciones, 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 algunas realizaciones, el al menos un atributo asociado del eNB puede incluir una configuración de despliegue de eNB para un despliegue de eNB con el que el eNB está asociado, en donde las señales de enlace descendente de los eNB en la despliegue de eNB se sincronizan y transmiten simultáneamente por los eNB del despliegue de eNB en el espectro sin licencia y en un espectro con licencia. En algunas realizaciones, cada uno de los eNB en el despliegue de eNB se despliega por un mismo operador.

En algunas realizaciones del método 1900, el al menos un atributo asociado del eNB puede incluir una configuración de RACH asociada con el eNB. En estas realizaciones, las señales de baliza también pueden incluir un mensaje de búsqueda para al menos un UE. Al recibir una señal de baliza emitida en el espectro sin licencia, un UE puede responder al mensaje de radiobúsqueda usando la configuración de RACH.

En algunas realizaciones del método 1900, la difusión de las señales de baliza incluye difundir las señales de baliza en un ciclo de trabajo inferior al 5 % (*por ejemplo*, 1-2 %), con un intervalo máximo de difusión de aproximadamente una vez cada 50 milisegundos. En algunas realizaciones, las señales de baliza incluyen uno o más de una PSS, una SSS, una CRS, un PBCH, una GC, una CSG-ID, un ID de PLMN, un ID de despliegue, una configuración de estructura de activación periódica, una CCA-RS, una configuración de RACH, un SIB y un SIB-liviano. Las señales de baliza pueden incluir información que identifica al eNB como activo o inactivo.

La figura 19B muestra un diagrama de flujo de un método 1900-a para difundir señales de baliza de LTE en un espectro sin licencia de acuerdo con diversas realizaciones. El método 1900-a, como el método 1900 anterior, puede implementarse usando, por ejemplo, las estaciones base o los eNB 105, 105-a y 105-b de la figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente; y/o el sistema 100 de la figura 1 y las porciones del sistema 100 de la figura 2A y la figura 2B. En una implementación, uno de los eNB 105 puede ejecutar uno o más conjuntos de códigos para controlar los elementos funcionales del eNB 105 para realizar las funciones descritas a continuación.

En el bloque 1915, se identifica un despliegue de eNB en el que las señales de enlace descendente de los eNB desplegados se sincronizan y transmiten simultáneamente por los eNB desplegados en un espectro sin licencia y en un espectro con licencia.

En el bloque 1920, las señales de baliza (*por ejemplo*, las señales de baliza 1805) pueden difundirse en un espectro sin licencia en tiempos predeterminados desde uno o más de los eNB desplegados, donde las señales de baliza incluyen el despliegue de eNB identificado.

Pasando seguidamente a la figura 20, se muestra un diagrama 2000 que ilustra un ejemplo de señales de solicitud para enviar (RTS) y de listo para enviar (CTS) en un espectro sin licencia de acuerdo con diversas realizaciones. Las señales de RTS pueden transmitirse por un eNB que soporte LTE-U (eNB de LTE-U). Ejemplos de un eNB de este tipo pueden ser las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente. Las señales de CTS pueden transmitirse por un UE que soporte LTE-U (LTE-U UE). Ejemplos de un UE de este tipo pueden ser los UES 115, 115-a y 115-b de la figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente.

Una señal de RTS 2005 (o RTS 2005) puede generarse y transmitirse después de una CCA 720-1 durante una subtrama 725-j en un intervalo de activación actual. La subtrama 725-j puede ser un ejemplo de la subtrama 9 (S') 725 de la figura 7. Es decir, la subtrama 725-j puede ser una última subtrama en el intervalo de activación actual. La RTS 2005 puede transmitirse cuando la CCA 720-1 tiene éxito en la mitad del intervalo de subtrama. Un eNB de LTE-U puede usar la transmisión de la RTS 2005 para mantener el canal hasta el siguiente límite de subtrama (o más allá).

La RTS 2005 puede ser compatible con la RTS como se define para los estándares IEEE 802.11 (*por ejemplo*, wifi). Un campo de dirección de transmisor (TA) de la RTS 2005 puede incluir el MAC de ID del eNB de LTE-U de

transmisión. A partir del MAC de ID, otros nodos de LTE-U (*por ejemplo*, los eNB de LTE-U) del mismo despliegue pueden reconocer esto como una "RTS amigable" y no permanecer en silencio (pueden seguir, en su lugar, los procedimientos coordinación mejorada de interferencia entre celdas/MAC de LTE-U (eICIC)). Puede usarse un campo de vector de asignación de red (NAV) para reservar ranuras de tiempo, tal como se define en los estándares IEEE 802.11. Por ejemplo, un campo de NAV puede reservar al menos una siguiente subtrama (período de 1 milisegundo). Sin embargo, más normalmente, un campo de NAV puede reservar al menos las siguientes 5 subtramas (hasta un máximo consistente en escuchar antes de hablar). Un campo de dirección de receptor (RA) de la RTS 2005 puede contener múltiples comprobaciones aleatorias del identificador temporal de red de radio de celda (C-RNTI) para un conjunto de UE servidos por el eNB de LTE-U.

Puede usarse una señal de RTS como la RTS 2005 antes de una concesión de UL para proteger la transmisión de UL posterior. En un despliegue independiente, como el descrito anteriormente con respecto a la figura 2B, también puede enviarse una señal de RTS antes de una transmisión de canal compartido de enlace descendente físico (PDSCH) para proteger la subtrama UL posterior donde un UE puede enviar retroalimentación HARQ (ACK/NACK) (en el mismo canal de espectro sin licencia). En respuesta a una señal de RTS, al menos los UE a los que se hace referencia en el campo RA de la señal de RTS pueden responder enviando una señal de CTS si son capaces de recibir datos/señalización del eNB. Otros UE servidos por el eNB de LTE-U que deseen enviar una solicitud de planificación (SR) o un informe de CSI pendiente también pueden responder con una señal de CTS. A diferencia de wifi, los CTS enviados por los UE de LTE-U contienen el MAC de ID del eNB de servicio en su campo TA. Un campo NAV en el CTS puede determinarse a partir de la señal de RTS correspondiente.

Volviendo a la figura 20, los UE nombrados/servidos por el eNB transmisor pueden enviar una señal de CTS común 2010 (o CTS 2010) un intervalo de espacio entre tramas corto (SIFS) después de la RTS 2005. El CTS común 2010 permite que los UE atrapen el canal lo más rápido posible. En la duración restante de la subtrama 9, antes del siguiente límite de la subtrama (con la subtrama 10), los UE identificados por la RTS 2005 pueden enviar señales de CTS individuales 2015 (o CTS 2015) escalonadas en el tiempo. El escalonamiento puede depender del orden en que se identifiquen los UE en el campo RA de la RTS 2005. Un campo TA en cada uno de los CTS individuales 2015 puede llevar una comprobación aleatoria de su identidad completa. Los CTS individuales 2015 indican al eNB que los UE están listos para recibir datos/concesión. El uso de CTS individuales 2015 permite un mejor diseño de planificación, un uso más eficiente del canal usando FDMA entre múltiples UE. Después de la subtrama 9, que incluye la RTS 2005, el CTS común 2010 y los CTS individuales 2015, una siguiente subtrama 710-a (subtrama 10) puede incluir las transmisiones de PDSCH 2020, 2020-a y 2020-b.

La figura 21 muestra un diagrama de flujo de un método 2100 para transmitir señales de RTS y recibir señales de CTS en un espectro sin licencia de acuerdo con diversas realizaciones. El método 2100 puede implementarse usando, por ejemplo, las estaciones base o los eNB 105, 105-a y 105-b de la figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente; y/o el sistema 100 de la figura 1 y las porciones del sistema 100 de la figura 2A y la figura 2B. En una implementación, uno de los eNB 105 puede ejecutar uno o más conjuntos de códigos para controlar los elementos funcionales del eNB 105 para realizar las funciones descritas a continuación.

En el bloque 2105, puede realizarse una evaluación de canal listo (CCA) para determinar la disponibilidad de espectro sin licencia.

En el bloque 2110, una señal de RTS (*por ejemplo*, RTS 2005) puede transmitirse a un conjunto de UE usando el espectro sin licencia cuando se determina que el espectro sin licencia está disponible (*por ejemplo*, CCA tiene éxito).

En el bloque 2115, una señal de CTS común (*por ejemplo*, CTS 2010) y una señal de CTS individual (*por ejemplo*, CTS 2015) puede recibirse de uno o más de los UE en respuesta a la señal de RTS.

La señal de RTS puede recibirse en los UE en el conjunto de UE sobre el espectro sin licencia, y la señal de CTS común y una señal de CTS individual respectiva pueden transmitirse desde cada UE, sobre el espectro sin licencia, en respuesta a la señal de RTS.

En algunas realizaciones del método 2100, la transmisión de la señal de RTS incluye transmitir la señal de RTS antes de una concesión de enlace ascendente para proteger una transmisión de enlace ascendente posterior sobre el espectro sin licencia, del conjunto de UE. La señal de RTS puede incluir una MAC de ID de una fuente (*por ejemplo*, eNB) de la señal de RTS. La MAC de ID de la fuente puede incluir una MAC de ID de 48 bits, por ejemplo. La señal de RTS puede incluir una versión de comprobación aleatoria de la MAC de ID de los UE en el conjunto.

En algunas realizaciones del método 2100, la señal de CTS común puede recibir un SIFS después de la transmisión de la señal de RTS y la señal de CTS común puede incluir una MAC de ID de la fuente de la señal de RTS. Cada una de las señales de CTS individuales recibidas puede incluir una MAC de ID de la fuente de la señal de RTS y una MAC de ID del UE que transmite la señal de CTS individual. Las señales de CTS individuales pueden recibirse en tiempos escalonados.

En algunas realizaciones del método 2100, la CCA puede realizarse durante una subtrama de un intervalo de

activación actual, la señal de RTS puede transmitirse después de la CCA, y las señales de CTS común y CTS individual pueden recibirse antes del final de la subtrama. En algunas realizaciones, un tiempo asociado con la CCA y un tiempo asociado con la transmisión posterior de la señal de RTS pueden escalonarse aleatoriamente entre diferentes eNB para evitar colisiones en los dispositivos que reciben la señal de RTS. Además, un tiempo asociado con la CCA y un tiempo asociado con la transmisión posterior de la señal de RTS pueden escalonarse recíprocamente para evitar colisiones en los dispositivos que reciben la señal de RTS, basándose el escalonamiento al menos en la coordinación de la señalización intercambiada entre los eNB.

Pasando seguidamente a la figura 22A, se muestra un diagrama 2200 que ilustra un ejemplo de señales de CTS virtuales (V-CTS) en un espectro con licencia de acuerdo con diversas realizaciones. Las señales de V-CTS pueden transmitirse por los UE que soportan LTE-U (LTE-U UE). Ejemplos de dichos UE pueden ser los UE 115, 115-a, 115-b y de la figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente.

Después de un intervalo de espacio intertrama de DCF (DIFS), que puede incluir una CCA (*por ejemplo*, 4 milisegundos) que se produce cada vez que se liberan los medios, un eNB (*por ejemplo*, la estación base 105) puede enviar una señal de RTS 2205 (o RTS 2205) en un espectro sin licencia que se dirige a todos los UE (*por ejemplo*, UE₁,..., UE_n) de interés con NAV. Después de un intervalo de SIFS, el eNB envía un CTS a sí mismo en el espectro sin licencia. El eNB puede planificar inmediatamente el tráfico de enlace descendente de acuerdo con el conocimiento actual para el resto de la subtrama y continuar con la planificación y el ACK 2230. La planificación puede realizarse usando el canal de control de enlace descendente físico (PDCCH) y el PDSCH en las señales 2220 y 2225. Los UE direccionados por la RTS 2205 pueden enviar de vuelta, en un espectro con licencia, las señales de V-CTS 2215 (o V-CTS 2215) con medidas actualizadas (*por ejemplo*, mediciones de RTS/CTS) para que el eNB mejore la planificación futura. En este escenario, la señalización de CTS se lleva a cabo virtualmente o fuera de banda (fuera del espectro sin licencia) al usar simultáneamente el espectro con licencia en LTE-U.

Pasando seguidamente a la figura 22B, se muestra un diagrama 2200-a que ilustra un ejemplo de señales de RTS virtuales (V-RTS) en un espectro con licencia de acuerdo con diversas realizaciones. Las señales de V-RTS pueden transmitirse por los eNB que soportan LTE-U (eNB de LTE-U). Ejemplos de dichos eNB pueden ser las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente.

Después de un intervalo de DIFS, que puede incluir una CCA (*por ejemplo*, 4 milisegundos) que se produce cada vez que se liberan los medios, un eNB (*por ejemplo*, la estación base 105) puede sondear los UE de interés (*por ejemplo*, UE₁,..., UE_n) en una celda primaria (PCelda) cuando se detecta que los medios o el canal están listos o disponibles. El eNB solo necesita enviar una señal de CTS a sí mismo 2210 (o CTS a sí mismo 2210) en un espectro sin licencia para ahorrar sobrecarga. El eNB envía una señal de V-RTS 2235 (o V-RTS 2235) usando un espectro con licencia y los UE a los que se dirige la V-RTS 2235 pueden responder cada uno enviando un V-CTS 2215-a también en el espectro con licencia. En este escenario, toda la señalización necesaria para RTS y CTS se lleva a cabo virtualmente o fuera de banda (fuera del espectro sin licencia) mediante el uso simultáneo del espectro con licencia en LTE-U. Al igual que el escenario de la figura 22A, el eNB puede proceder a enviar información de planificación usando las señales 2220 y 2225 (*por ejemplo*, PDCCH y PDSCH).

La figura 23 muestra un diagrama de flujo de un método 2300 para transmitir una señal de RTS o una señal de V-RTS de acuerdo con diversas realizaciones. El método 2300 puede implementarse usando, por ejemplo, las estaciones base o los eNB 105, 105-a y 105-b de la figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente; y/o el sistema 100 de la figura 1 y las porciones del sistema 100 de la figura 2A y la figura 2B. En una implementación, uno de los eNB 105 puede ejecutar uno o más conjuntos de códigos para controlar los elementos funcionales del eNB 105 para realizar las funciones descritas a continuación.

En el bloque 2305, una señal de RTS (*por ejemplo*, RTS 2205) puede transmitirse en un espectro sin licencia o una señal de V-RTS (*por ejemplo*, RTS 2235) puede transmitirse en un espectro con licencia, dirigida a un conjunto de UE (*por ejemplo*, UE₁,..., UE_n).

En el bloque 2310, una señal de CTS a sí mismo puede transmitirse en un espectro sin licencia junto con la transmisión de la señal de V-RTS.

La señal de RTS o la señal de V-RTS pueden recibirse en los UE en el conjunto de UE sobre el espectro sin licencia.

En algunas realizaciones del método 2300, puede recibirse una señal de V-CTS en el espectro con licencia para cada uno de los UE en el conjunto en respuesta a la señal de RTS o a la señal de V-RTS. La señal de V-CTS puede incluir mediciones realizadas por el respectivo UE para su uso en la planificación futura. En algunas realizaciones, el tráfico puede planificarse después de recibir las señales de V-CTS basándose en el conocimiento actual del canal para el resto de una subtrama. La señal de RTS puede transmitirse en la portadora de componente primario de enlace descendente.

La figura 24 muestra un diagrama de flujo de un método 2400 para recibir señales de V-CTS en respuesta a una señal de RTS o una señal de V-RTS de acuerdo con diversas realizaciones. El método 2400 puede implementarse usando,

por ejemplo, las estaciones base o los eNB 105, 105-a y 105-b de la figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente; y/o el sistema 100 de la figura 1 y las porciones del sistema 100 de la figura 2A y la figura 2B. En una implementación, uno de los eNB 105 puede ejecutar uno o más conjuntos de códigos para controlar los elementos funcionales del eNB 105 para realizar las funciones descritas a continuación.

En el bloque 2405, una señal de RTS (*por ejemplo*, RTS 2205) puede transmitirse en un espectro sin licencia o una señal de V-RTS (*por ejemplo*, RTS 2235) puede transmitirse en un espectro con licencia, dirigida a un conjunto de UE (*por ejemplo*, UE₁,..., UE_n).

En el bloque 2410, una señal de CTS a sí mismo puede transmitirse en un espectro sin licencia junto con la transmisión de la señal de V-RTS.

En el bloque 2415, puede recibirse una señal de V-CTS en el espectro con licencia desde cada uno de los UE del conjunto en respuesta a la señal de RTS o a la señal de V-RTS.

En el bloque 2420, el tráfico puede planificarse después de recibir las señales de V-CTS basándose en el conocimiento del canal actual para el resto de una subtrama.

La señal de RTS o la señal de V-RTS pueden recibirse en los UE del conjunto de UE sobre el espectro sin licencia, y la señal de V-CTS puede transmitirse desde cada UE, sobre el espectro sin licencia, en respuesta a la señal de RTS o a la señal de V-RTS.

Pasando seguidamente a la figura 25, se muestra un diagrama 2500 que ilustra ejemplos de subtramas normales y robustas en un espectro sin licencia de acuerdo con diversas realizaciones. Las subtramas normales y robustas pueden transmitirse por lo eNB que soportan LTE-U (eNB de LTE-U). Ejemplos de dichos eNB pueden ser las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente. Los UE que soportan LTE-U (LTE-U UE) pueden usar las subtramas normales y robustas. Ejemplos de dichos UE pueden ser los UE 115, 115-a y 115-b de la figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente.

Se muestra una subtrama 2505 de tipo portadora heredada (LCT) normal. Las subtramas de LCT normales 2505 pueden usarse para formas de onda de LCT y pueden transportar PDCCH y CRS multiplexados por división de tiempo (TDM). También se muestra una nueva subtrama de tipo de portadora normal (NCT) 2515. Las subtramas de NCT normales 2514 pueden usarse para formas de onda de NCT pero pueden no incluir TDM PDCCH y CRS. En cambio, un UE puede usar señales de referencia-información de estado de canal (CSI-RS) para retroalimentación y UE-RS para demodulación. Además de las subtramas de LCT y NCT normales, la figura 25 muestra un subtrama de LCT robusta 2510 y un subtrama de NCT robusta 2520. Las subtramas robustas pueden diferir de las normales en que pueden incluir pilotos adicionales (*por ejemplo*, pilotos comunes, eCRS) en comparación con las subtramas normales, que pueden usarse para facilitar el seguimiento de frecuencia de tiempo y la estimación de canal en el UE después de un largo periodo de desactivación de transmisiones de DL de LTE.

Para formas de onda de LCT sincronizadas, subtramas SINC (*por ejemplo*, las subtramas que transportan PSS, SSS, (posiblemente) PBCH, además de otros subcanales de LTE) pueden transmitirse en un índice de subtrama = 0 (mod 5). Las subtramas de LCT robustas 2510 pueden transmitirse para las primeras X subtramas después de un periodo de desactivación automática que es mayor que las subtramas Y. Los parámetros X e Y pueden variar basándose en la estructura de las subtramas y las reglas de uso, *por ejemplo*. Las subtramas de LCT normales 2505 pueden transmitirse en todos los demás periodos de activación.

Para formas de onda de NCT activadas, las subtramas SINC pueden transmitirse en un índice de subtrama = 0 (mod 5). Las subtramas de NCT robustas 2520 pueden transmitirse para las primeras X subtramas después de un periodo de desactivación que es mayor que las subtramas Y. Los parámetros X e Y pueden variar basándose en la estructura de las subtramas y las reglas de uso, *por ejemplo*. Las subtramas NCT normales 2515 pueden transmitirse en todos los demás periodos de activación.

La figura 26 muestra un diagrama de flujo de un método 2600 para transmitir subtramas normales o robustas en un espectro sin licencia de acuerdo con diversas realizaciones. El método 2600 puede implementarse usando, *por ejemplo*, las estaciones base o los eNB 105, 105-a y 105-b de la figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente; y/o el sistema 100 de la figura 1 y las porciones del sistema 100 de la figura 2A y la figura 2B.

En el bloque 2605, la actividad de transmisión pasada en un espectro sin licencia puede compararse con un umbral de actividad (*por ejemplo*, una cantidad de periodos de activación en el espectro sin licencia durante un periodo de tiempo, una duración de una cantidad de periodos de activación en el espectro sin licencia durante un periodo de tiempo y/o una cantidad de subtramas SINC transmitidas en el espectro sin licencia durante un periodo de tiempo).

En el bloque 2610, un primer tipo de subtrama (*por ejemplo*, subtramas de LCT/NCT normales) pueden transmitirse en el espectro sin licencia durante una próxima transmisión activa cuando la actividad de transmisión pasada es mayor que el umbral de actividad.

En el bloque 2615, un segundo tipo de subtrama (*por ejemplo*, subtramas de LCT/NCT robustas) pueden transmitirse en el espectro sin licencia durante una próxima transmisión activa cuando la actividad de transmisión pasada es menor que el umbral de actividad. El segundo tipo de subtrama puede incluir un tipo de subtrama más robusto que el primer tipo de subtrama.

En algunas realizaciones del método 2600, el primer tipo de subtrama puede incluir una subtrama de LCT. En algunas realizaciones, el primer tipo de subtrama puede incluir una subtrama de NCT. En algunas realizaciones, el segundo tipo de subtrama puede incluir una subtrama de LCT con pilotos comunes adicionales para seguimiento y estimación de canal. En algunas realizaciones, el segundo tipo de subtrama puede incluir una subtrama de NCT con pilotos comunes adicionales para seguimiento y estimación de canal. El método puede incluir transmitir el primer tipo de subtrama en el espectro sin licencia después de identificar un número predeterminado de transmisiones del segundo tipo de subtrama.

Pasando seguidamente a la figura 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 diversas realizaciones de acuerdo con las reivindicaciones. Las señales de PUCCH y PUSCH pueden manejarse por los eNB que soportan LTE-U (eNB de LTE-U). Ejemplos de dichos eNB pueden ser las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente. Las señales de PUCCH y PUSCH pueden manejarse por los UE que soportan LTE-U (LTE-U UE). Ejemplos de dichos UE pueden ser los UE 115, 115-a y 115-b de la figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente.

Las señales de PUCCH y PUSCH se basan, en general, 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, las pequeñas cantidades de datos disponibles para enviar dan como resultado que se ocupe una pequeña porción del espectro. Debido a las limitaciones en la densidad espectral de potencia de transmisión (TX-PSD), al ocupar 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 ninguna subportadora sin usar, puede no ser posible multiplexar diferentes usuarios para una determinada cantidad de ancho de banda. Un enfoque para abordar este problema es hacer que cada transmisor intercale sus señales para que ocupen cada 1 de cada N-ésima subportadora (*por ejemplo*, 1 de 10, 1 de 12), dejando de este modo muchas subportadoras en el medio desocupadas. Este enfoque puede aumentar la ocupación de ancho de banda nominal para permitir enviar la forma de onda con una potencia más alta (pero aún con una PSD lo suficientemente baja como para cumplir con las regulaciones). Pueden usarse señales de multiplexación por división de frecuencia intercalada (IFDM) y multiplexación por división de frecuencia ortogonal intercalada (I-OFDM) que ocupan 1 de N-ésimas subportadoras con el fin de enviar señales limitadas a esas subportadoras. En la figura 25, se muestra que las formas de onda de IFDM generan señales de PUCCH 2705 y señales de PUSCH 2710 para su transmisión en un espectro sin licencia. De manera similar, se muestra que las formas de onda de I-OFDM generan señales de PUCCH 2715 y señales de PUSCH 2720 para su transmisión en un espectro sin licencia.

La figura 28 muestra un diagrama de flujo de un método 2800 para generar señales de PUCCH y/o PUSCH para un espectro sin licencia de acuerdo con diversas realizaciones. El método 2800 puede implementarse usando, por ejemplo, las estaciones base o los eNB 105, 105-a y 105-b de la figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente; los UE 115, 115-a y 115-b de la figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente; y/o el sistema 100 de la figura 1 y las porciones del sistema 100 de la figura 2A y la figura 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 del eNB 105 o el UE 115 para realizar las funciones descritas a continuación.

En el bloque 2805, se generan una o ambas señales de PUCCH y señales de PUSCH basándose en señales intercaladas que aumentan la ocupación de ancho de banda nominal en un espectro sin licencia.

En el bloque 2810, las señales generadas se transmiten (*por ejemplo*, por un eNB) en el espectro sin licencia. En algunas realizaciones, las señales intercaladas pueden incluir señales de IFDM. En algunas realizaciones, las señales intercaladas pueden incluir señales de I-OFDM.

Una o ambas señales generadas pueden recibirse en el espectro sin licencia, por ejemplo, por un UE.

Pasando seguidamente a la figura 29, se muestra un diagrama 2900 que ilustra un ejemplo de activación de puerta basada en carga en un espectro sin licencia de acuerdo con diversas realizaciones. La activación basada en carga puede realizarse por los eNB que soportan LTE-U (eNB de LTE-U). Ejemplos de dichos eNB pueden ser las estaciones base 105, 105-a y 105-b de la figura 1, la figura 2A y la figura 2B, respectivamente.

Las técnicas de escuchar antes de hablar (LBT) descritas anteriormente pueden usarse en equipos basados en tramas (FBE). Sin embargo, también están disponibles otras técnicas de LBT que se basan en equipos basados en carga

(LBE). Las técnicas de LBT-FBE se basan en parte en la activación que preserva la estructura de trama de radio de 10 milisegundos de LTE. El uso de estructuras de activación más cortas (1 milisegundo, 2 milisegundos), aunque permite la activación periódica, tiende a no preservar la estructura de trama de LTE. El uso de LBT-LBE puede proporcionar el beneficio potencial de conservar la estructura de subtrama de los canales LTE FÍS sin necesidad de perforar símbolos al principio o al final. Sin embargo, es posible que ya no pueda garantizarse la reutilización del tiempo entre diferentes nodos de LTE-U en el mismo despliegue debido a que cada eNB usa su propio tiempo de espera aleatorio 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 usa en LBT-FBE), puede basarse en la selección aleatoria de un número entero N (*por ejemplo*, $1 \leq N \leq q$), y esperando N duraciones de CCA donde el canal está listo.

La transmisión en diferentes subtramas (SF) en una secuencia de subtramas transmitida en un canal de espectro sin licencia puede basarse en los resultados de las CCA extendidas y de la CCA. La CCA extendida puede basarse en un parámetro $4 \leq q \leq 32$, cuyo valor anuncia el proveedor. Cuando el canal ha tenido un descanso prolongado, es posible que sea necesario realizar una CCA. Si la CCA encuentra un canal listo, es posible que pueda comenzar a transmitir de inmediato. De lo contrario, puede realizarse una CCA extendida antes de la transmisión. Una vez que comienza la transmisión, puede continuar durante un máximo de $(13/32) \times q$ msc (denominado tiempo máximo de ocupación de canal), antes de que sea necesario realizar otra CCA extendida. Tras una recepción exitosa (desde otro nodo), la transmisión ACK/NACK puede comenzar inmediatamente (sin) CCA, siempre que la última CCA/CCA extendida exitosa se haya realizado antes de un tiempo máximo de ocupación de canal.

Volviendo al ejemplo de la figura 29, el tiempo de CCA puede establecerse en 25 μ s y $q = 24$, de tal manera que el tiempo máximo de ocupación de canal sea de aproximadamente 9,75 milisegundos. El tiempo de inactividad mínimo para la CCA extendida está aproximadamente entre 25 μ s y 0,6 milisegundos. CUBS puede usarse para llenar el vacío como se ha descrito anteriormente. En este ejemplo, la CCA extendida 720-m se realiza en la subtrama (SF) 8 en una secuencia 2905. El tiempo máximo de ocupación de canal es de tal manera que no es necesario realizar una siguiente CCA extendida 720-m hasta la SF18. Las transmisiones de enlace descendente de LTE pueden tener lugar durante las SF 9-12 como resultado de que el canal esté listo después de la primera CCA extendida 720-m. Ya que existe una brecha de transmisión después de la SF 12, puede realizarse una CCA 720-n en SF 15 para transmisiones adicionales dentro del tiempo máximo de ocupación de canal. Como resultado de la CCA 720-n, las transmisiones de LTE pueden tener lugar en las SF 16 y 17. Como se ha observado anteriormente, puede producirse una segunda CCA extendida 720-m después del tiempo máximo de ocupación de canal, lo que en este ejemplo conduce a transmisiones de LTE adicionales en las SF 22-25.

Volviendo a la figura 30, se muestra un diagrama 3000 que ilustra un UE 115-d configurado para LTE-U. El UE 115-d puede tener diversas otras configuraciones y puede estar incluido o ser parte de un ordenador personal (*por ejemplo*, ordenador portátil, ultraportátil, tableta, etc.), un teléfono móvil, una PDA, una grabadora de video digital (DVR), un dispositivo de Internet, una consola de juegos, un lector electrónico, etc. El UE 115-d puede tener una fuente de alimentación interior (no mostrada), tal como una batería pequeña, para facilitar la operación móvil. La estación UE 115-d puede ser un ejemplo de los UE 115, 115-a, 115-b y 115-c de la figura 1, la figura 2A, la figura 2B, y la figura 16, respectivamente. El UE 115-d puede configurarse para implementar al menos algunas de las características y funciones descritas anteriormente con respecto a las figuras 1-29.

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

El módulo de memoria 3020 puede incluir memoria de acceso aleatorio (RAM) y memoria de solo lectura (ROM). El módulo de memoria 3020 puede almacenar código de software ejecutable por ordenador (SW) 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. Como alternativa, el código de software 3025 puede no ser ejecutable directamente por el módulo de procesador 3010 pero puede configurarse para hacer que el ordenador (*por ejemplo*, cuando se compila y ejecuta) realice las funciones descritas en el presente documento.

El módulo de procesador 3010 puede incluir un dispositivo de hardware inteligente, *por ejemplo*, una unidad central de procesamiento (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 enviarse al módulo de transceptor 3040 para su transmisión a través de las antenas 3050. El módulo de procesador 3010 puede manejar, solo o en conexión con el módulo de modos de UE 3060, diversos aspectos del uso de comunicaciones basadas en LTE en un espectro sin licencia.

El módulo de transceptor 3040 puede configurarse para comunicarse bidireccionalmente con estaciones base (*por ejemplo*, estaciones base 105). El módulo de transceptor 3040 puede implementarse como uno o más módulos transmisores y uno o más módulos receptores separados. 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 transmisión, y para demodular paquetes recibidos desde las antenas 3050. Si bien el UE 115-d puede incluir una sola antena, puede haber realizaciones en las que el UE 115-d puede incluir múltiples antenas 3050.

De acuerdo con la arquitectura de la figura 30, el UE 115-d puede incluir además un módulo de gestión de comunicaciones 3030. El módulo de gestión de comunicaciones 3030 puede gestionar las comunicaciones con diversos 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 demás componentes del UE 115-d a través de uno o más buses 3005. Como alternativa, la funcionalidad del módulo de gestión de comunicaciones 3030 puede implementarse como un componente del módulo de transceptor 3040, como un producto de programa informático y/o como uno o más elementos controladores del módulo de procesador 3010.

El módulo de modos de UE 3060 puede configurarse para realizar y/o controlar algunas o todas las funciones o aspectos descritos en las figuras 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 configurarse para soportar un modo de enlace descendente complementario, un modo de agregación de portadora y/o un modo de operación independiente en un espectro sin licencia. El módulo de modos de UE 3060 puede incluir un módulo de LTE 3061 configurado para manejar comunicaciones de LTE, un módulo de LTE sin licencia 3062 configurado para manejar comunicaciones de 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 porciones del mismo, puede ser un procesador. Además, algunas o todas las funciones del módulo de modos de UE 3060 pueden realizarse por el módulo de procesador 3010 y/o junto con el procesador 3010.

Volviendo a la figura 31, se muestra un diagrama 3100 que ilustra una estación base o eNB 105-d configurado para LTE-U. En algunas realizaciones, la estación base 105-d puede ser un ejemplo de las estaciones base 105, 105-a, 105-b y 105-c de la figura 1, la figura 2A, la figura 2B, y la figura 16, respectivamente. La estación base 105-d puede configurarse para implementar al menos algunas de las características y funciones descritas anteriormente con respecto a las figuras 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, a lo largo de uno o más buses 3105.

El módulo de memoria 3120 puede incluir RAM y ROM. El módulo de memoria 3120 también puede almacenar código de software ejecutable por ordenador (SW) 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 pero puede configurarse para hacer que el ordenador, *por ejemplo*, cuando se compila y ejecuta, realice las funciones descritas en el presente documento.

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 estación base 3160 y/o el módulo de comunicaciones de red 3170. El módulo de procesador 3110 también puede procesar información para enviarla al módulo de transceptor 3130 para su 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 junto con el módulo de modos de estación base 3190, diversos aspectos del uso de comunicaciones basadas en LTE en un espectro sin licencia.

El módulo de transceptor 3130 puede incluir un módem configurado para modular los paquetes y proporcionar los paquetes modulados a las antenas 3140 para su transmisión, y para demodular paquetes recibidos desde las antenas 3140. El módulo de transceptor 3130 puede implementarse como uno o más módulos transmisores y uno o más módulos receptores separados. 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 configurarse para comunicarse bidireccionalmente, a través de las antenas 3140, con uno o más UE 115 como se ilustra en la figura 1, la figura 2A, la figura 2B, y la figura 16, *por ejemplo*. La estación base 105-d puede incluir normalmente 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 figura 1. La estación base 105-d puede comunicarse con otras estaciones base, tal como la estación base 105-e y la estación base 105-f, usando el módulo de comunicaciones de estación base 3160.

De acuerdo con la arquitectura de la figura 31, la estación base 105-d puede incluir además un módulo de gestión de comunicaciones 3150. El módulo de gestión de comunicaciones 3150 puede gestionar las 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 a través del bus o buses 3105. Como alternativa, la funcionalidad del módulo de gestión de comunicaciones 3150 puede implementarse 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.

El módulo de modos de estación base 3190 puede configurarse para realizar y/o controlar algunas o todas las funciones o aspectos descritos en las figuras 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 complementario, un modo de agregación de portadora y/o un modo de operación independiente en un espectro sin licencia. El módulo de modos de estación base 3190 puede incluir un módulo de LTE 3191 configurado para manejar comunicaciones de LTE, un módulo de LTE sin licencia 3192 configurado para manejar comunicaciones de LTE-U y un módulo sin licencia 3193 configurado para manejar comunicaciones que no sean LTE-U en un espectro sin licencia. El módulo de modos de estación base 3190 o porciones del mismo, puede ser un procesador. Además, algunas o todas las funciones del módulo de modos de estación base 3190 pueden realizarse por el módulo de procesador 3110 y/o junto con el procesador 3110.

Pasando seguidamente a la figura 32, se muestra un diagrama de bloques de un sistema de comunicación de múltiples entradas 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 usando 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 figura 1, la figura 2A, la figura 2B, y la figura 16, mientras que el UE 115-e puede ser un ejemplo de los UE 115, 115-a, 115-b y 115-c de la figura 1, la figura 2A, la figura 2B, y la figura 16. El sistema 3200 puede ilustrar aspectos del sistema 100 de la figura 1 y aspectos de las porciones del sistema 100 mostrado en la figura 2A y la figura 2B.

La estación base 105-g puede estar equipada con las antenas 3234-a a 3234-x, y el UE 115-e puede estar equipado con las antenas 3252-a a 3252-n. En el sistema 3200, la estación base 105-g puede enviar datos a través de múltiples enlaces de comunicación al mismo tiempo. Cada enlace de comunicación puede denominarse "capa" y el "rango" del enlace de comunicación puede indicar el número de capas usadas para la comunicación. Por ejemplo, en un sistema de MIMO 2x2 donde 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.

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 celda. Un procesador de MIMO 3230 de transmisión (Tx) puede realizar un procesamiento espacial (*por ejemplo*, precodificación) en símbolos de datos, símbolos de control y/o símbolos de referencia, si corresponde, y puede proporcionar flujos de símbolos de salida a los 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 muestra de salida. Cada modulador 3232 puede seguir procesando (*por ejemplo*, convertir a analógico, amplificar, filtrar y convertir) el flujo de muestra de salida para obtener una señal de enlace descendente (DL). En un ejemplo, las señales de DL de los moduladores 3232-a a 3232-x pueden transmitirse a través de las antenas 3234-a a 3234-x, respectivamente.

En el UE 115-e, las antenas 3252-a a 3252-n pueden recibir las señales de DL de la estación base 105-g y pueden proporcionar las señales recibidas a los demoduladores 3254-a a 3254-n, respectivamente. Cada demodulador 3254 puede condicionar (*por ejemplo*, filtrar, amplificar, convertir y digitalizar) una señal recibida respectiva para obtener muestras de entrada. Cada demodulador 3254 puede procesar adicionalmente las muestras de entrada (*por ejemplo*, para OFDM, *etc.*) para obtener los símbolos recibidos. Un detector de MIMO 3256 puede obtener símbolos recibidos de todos los demoduladores 3254-a a 3254-n, realizar detección MIMO en los símbolos recibidos si corresponde y proporcionar símbolos detectados. Un procesador de recepción (Rx) 3258 puede procesar (*por ejemplo*, demodular, desintercalar y decodificar) los símbolos detectados, proporcionando datos decodificados para el UE 115-e a una salida de datos, y proporcionar información de control decodificada a un procesador 3280 o 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 haciendo referencia a las figuras 1-29.

En el enlace ascendente (UL), en el UE 115-e, un procesador de transmisión (Tx) 3264 puede recibir y procesar datos de 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 de MIMO de transmisión (Tx) 3266, si corresponde, procesados posteriormente por los demoduladores 3254-a a 3254-n (*por ejemplo*, para SC-FDMA, *etc.*), y transmitirse 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 de UL del UE 115-e pueden recibirse por las antenas 3234, procesarse por los demoduladores 3232, detectarse por un detector de MIMO 3236 si corresponde y procesarse posteriormente por un procesador de recepción. El procesador de recepción (Rx) 3238 puede proporcionar datos decodificados 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 haciendo referencia a las figuras 1-29.

Los componentes de la estación base 105-g pueden, individual o colectivamente, implementarse con uno o más circuitos integrados específicos de aplicación (ASIC) adaptados para realizar algunas o todas las funciones aplicables en el hardware. Cada uno de los módulos indicados puede ser un medio para realizar una o más funciones relacionadas con la operación del sistema 3200. De manera similar, los componentes del UE 115-e pueden, individual o colectivamente, implementarse con uno o más circuitos integrados específicos de aplicación (ASIC) adaptados para realizar algunas o todas las funciones aplicables en el hardware. Cada uno de los componentes indicados puede ser un medio para realizar una o más funciones relacionadas con la operación del sistema 3200.

Debería observarse que los diversos métodos descritos en los diagramas de flujo son solo una implementación y que las operaciones de esos métodos pueden disponerse o modificarse de tal manera que sean posibles otras implementaciones.

La descripción detallada expuesta anteriormente, en relación con los dibujos adjuntos, describe realizaciones ilustrativas y no representa las únicas realizaciones que pueden implementarse o que están dentro del alcance de las reivindicaciones. El término "ilustrativo" usado de principio con el fin de la presente descripción significa "que sirve como un ejemplo, caso o ilustración" y no "preferido" o "ventajoso con respecto a otras realizaciones". La descripción detallada incluye detalles específicos para el fin de proporcionar un entendimiento de las técnicas descritas. Estas técnicas, sin embargo, pueden ponerse en práctica sin estos detalles específicos. En algunos casos, se muestran estructuras y dispositivos bien conocidos en forma de diagrama de bloques para evitar obstaculizar los conceptos de las realizaciones descritas.

La información y las señales pueden representarse usando cualquiera de una diversidad de diferentes tecnologías y técnicas. Por ejemplo, datos, instrucciones, órdenes, información, señales, bits, símbolos y segmentos a los que puede hacerse referencia de principio con el fin de la descripción anterior pueden representarse mediante tensiones, corrientes ondas electromagnéticas, campos o partículas magnéticas, campos o partículas ópticas o cualquier combinación de los mismos.

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

Las funciones descritas en el presente documento pueden implementarse 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 almacenarse o transmitirse como una o más instrucciones o codificarse en un medio legible por ordenador. Otros ejemplos e implementaciones están dentro del alcance de la divulgación y las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, debido a la naturaleza de software, las funciones descritas anteriormente pueden implementarse usando software ejecutado por un procesador, hardware, firmware, cableado directo o combinaciones de cualquiera de estos. Las características que implementan funciones también se pueden ubicar físicamente en diversas posiciones, incluyendo distribuirse de tal forma que porciones de funciones se implementen en diferentes ubicaciones físicas. Además, como se usa en el presente documento, incluso en las reivindicaciones, "o" como se usa en una lista de elementos precedidos por "al menos uno de" indica una lista disyuntiva de tal manera que, por ejemplo, una lista de "al menos uno de A, B o C" significa A o B o C o AB o AC o BC o ABC (*es decir*, A y B y C).

Medio legible por ordenador incluye tanto medio de almacenamiento informático como medio de comunicación que incluye cualquier medio que facilita la transferencia de un programa informático desde un lugar a otro. Un medio de almacenamiento puede ser cualquier medio disponible al que se pueda acceder por un ordenador de fin general o de fin especial. A modo de ejemplo, y no de limitación, los medios legibles por ordenador no transitorios pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otro almacenamiento en disco óptico, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético o cualquier otro medio que se pueda usar para portar o almacenar medios de código de programa deseados en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que se pueda acceder por un ordenador de fin general o especial o un procesador de fin general o de fin especial. Asimismo, cualquier conexión se denomina apropiadamente como un medio legible por ordenador. Por ejemplo, si el software se transmite desde un sitio web, servidor u otra fuente remota mediante un cable coaxial, cable de fibra óptica, par trenzado, línea de abonado digital (DSL) o tecnologías inalámbricas como infrarrojos, radio y microondas, entonces el cable coaxial, cable de fibra óptica, par trenzado, DSL o tecnologías inalámbricas como infrarrojos, radio y microondas se incluyen en la definición de medio. Disco magnético y disco óptico, como se usan en el presente documento,

incluyen disco compacto (CD), disco láser, disco óptico, disco versátil digital (DVD), disco flexible y disco Blu-ray, en donde los discos magnéticos normalmente reproducen datos magnéticamente, mientras que los discos ópticos reproducen datos ópticamente con láseres. Las combinaciones de lo anterior también se incluyen dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

5 La descripción previa de la divulgación se proporciona para habilitar que un experto en la materia realice o use la divulgación. Diversas modificaciones a la divulgación serán inmediatamente evidentes a los expertos en la materia, y los principios genéricos definidos en el presente documento pueden aplicarse a otras variaciones sin alejarse del alcance de la divulgación. De principio a fin de la presente divulgación, el término "ejemplo" o "ilustrativo" indica un
10 ejemplo o caso y no implica o requiere preferencia alguna por el ejemplo indicado. Por lo tanto, la divulgación no se ha de limitar a los ejemplos y diseños descritos en el presente documento, sino que se le debe otorgar el alcance más amplio de acuerdo con los principios y características novedosas que se desvelan en el presente documento.

REIVINDICACIONES

1. Un método (400) para comunicaciones inalámbricas, que comprende:

transmitir (405) una primera señal de comunicaciones de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal, OFDMA, a un nodo inalámbrico (115) en un espectro con licencia;
transmitir (410), simultáneamente con la transmisión de la primera señal de comunicaciones de OFDMA, una segunda señal de comunicaciones de OFDMA al nodo inalámbrico (115) en un espectro sin licencia;
recibir una primera señal de comunicaciones de acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única, SC-FDMA, desde el nodo inalámbrico (115) en el espectro con licencia;
recibir, simultáneamente con la recepción de la primera señal de comunicaciones de SC-FDMA, una segunda señal de comunicaciones de SC-FDMA desde el nodo inalámbrico en el espectro sin licencia;
en donde la segunda señal de comunicaciones de SC-FDMA se limita a una señal intercalada, en donde la señal intercalada aumenta la ocupación de ancho de banda nominal en el espectro sin licencia.

2. El método (400) de la reivindicación 1, en donde la transmisión de la segunda señal de comunicaciones de OFDMA en el espectro sin licencia se sincroniza en el tiempo con la primera señal de comunicaciones de OFDMA en el espectro con licencia, con un desplazamiento fijo entre una estructura de trama de la primera señal de comunicaciones de OFDMA y una estructura de trama de la segunda señal de comunicaciones de OFDMA.

3. El método (400) de la reivindicación 2, en donde el desplazamiento fijo es igual a cero.

4. Un aparato (105) para comunicaciones inalámbricas, que comprende:

medios para transmitir una primera señal de comunicaciones de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal, OFDMA, a un nodo inalámbrico (115) en un espectro con licencia;
medios para transmitir, simultáneamente con la transmisión de la primera señal de comunicaciones de OFDMA, una segunda señal de comunicaciones de OFDMA al nodo inalámbrico (115) en un espectro sin licencia; y
medios para recibir una primera señal de comunicaciones de acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única, SC-FDMA, desde el nodo inalámbrico (115) en el espectro con licencia;
medios para recibir, simultáneamente con la recepción de la primera señal de comunicaciones de SC-FDMA, una segunda señal de comunicaciones de SC-FDMA desde el nodo inalámbrico en el espectro sin licencia;
en donde la segunda señal de comunicaciones de SC-FDMA se limita a una señal intercalada, en donde la señal intercalada aumenta la ocupación de ancho de banda nominal en el espectro sin licencia.

5. El aparato (105) de la reivindicación 4, en donde la transmisión de la segunda señal de comunicaciones de OFDMA en el espectro sin licencia se sincroniza en el tiempo con la primera señal de comunicaciones de OFDMA en el espectro con licencia, con un desplazamiento fijo entre una estructura de trama de la primera señal de comunicaciones de OFDMA y una estructura de trama de la segunda señal de comunicaciones de OFDMA.

6. El aparato (105) de la reivindicación 5, en donde el desplazamiento fijo es igual a cero.

7. Un método (500) para comunicaciones inalámbricas, que comprende:

recibir (505) una primera señal de comunicaciones de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal, OFDMA, desde un nodo inalámbrico (105) en un espectro con licencia;
recibir (510), simultáneamente con la recepción de la primera señal de comunicaciones de OFDMA, una segunda señal de comunicaciones de OFDMA desde el nodo inalámbrico (105) en un espectro sin licencia; y
transmitir una primera señal de comunicaciones de SC-FDMA al nodo inalámbrico (105) en el espectro con licencia;
transmitir, simultáneamente con la transmisión de la primera señal de comunicaciones de SC-FDMA, una segunda señal de comunicaciones de SC-FDMA al nodo inalámbrico (105) en el espectro sin licencia;
en donde la segunda señal de comunicaciones de SC-FDMA se limita a una señal intercalada, en donde la señal intercalada aumenta la ocupación de ancho de banda nominal en el espectro sin licencia.

8. Un aparato (115) para comunicaciones inalámbricas, que comprende:

medios para recibir una primera señal de comunicaciones de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal, OFDMA, desde un nodo inalámbrico (105) en un espectro con licencia;
medios para recibir, simultáneamente con la recepción de la primera señal de comunicaciones de OFDMA, una segunda señal de comunicaciones de OFDMA desde el nodo inalámbrico (105) en un espectro sin licencia; y
medios para transmitir una primera señal de comunicaciones de SC-FDMA al nodo inalámbrico en un espectro con licencia;
medios para transmitir, simultáneamente con la transmisión de la primera señal de comunicaciones de SC-FDMA, una segunda señal de comunicaciones de SC-FDMA al nodo inalámbrico (105) en el espectro sin licencia;
en donde la segunda señal de comunicaciones de SC-FDMA se limita a una señal intercalada, en donde la señal intercalada aumenta la ocupación de ancho de banda nominal en el espectro sin licencia.

9. Un programa informático que comprende instrucciones para realizar un método de una de las reivindicaciones 1 - 3 o 7.

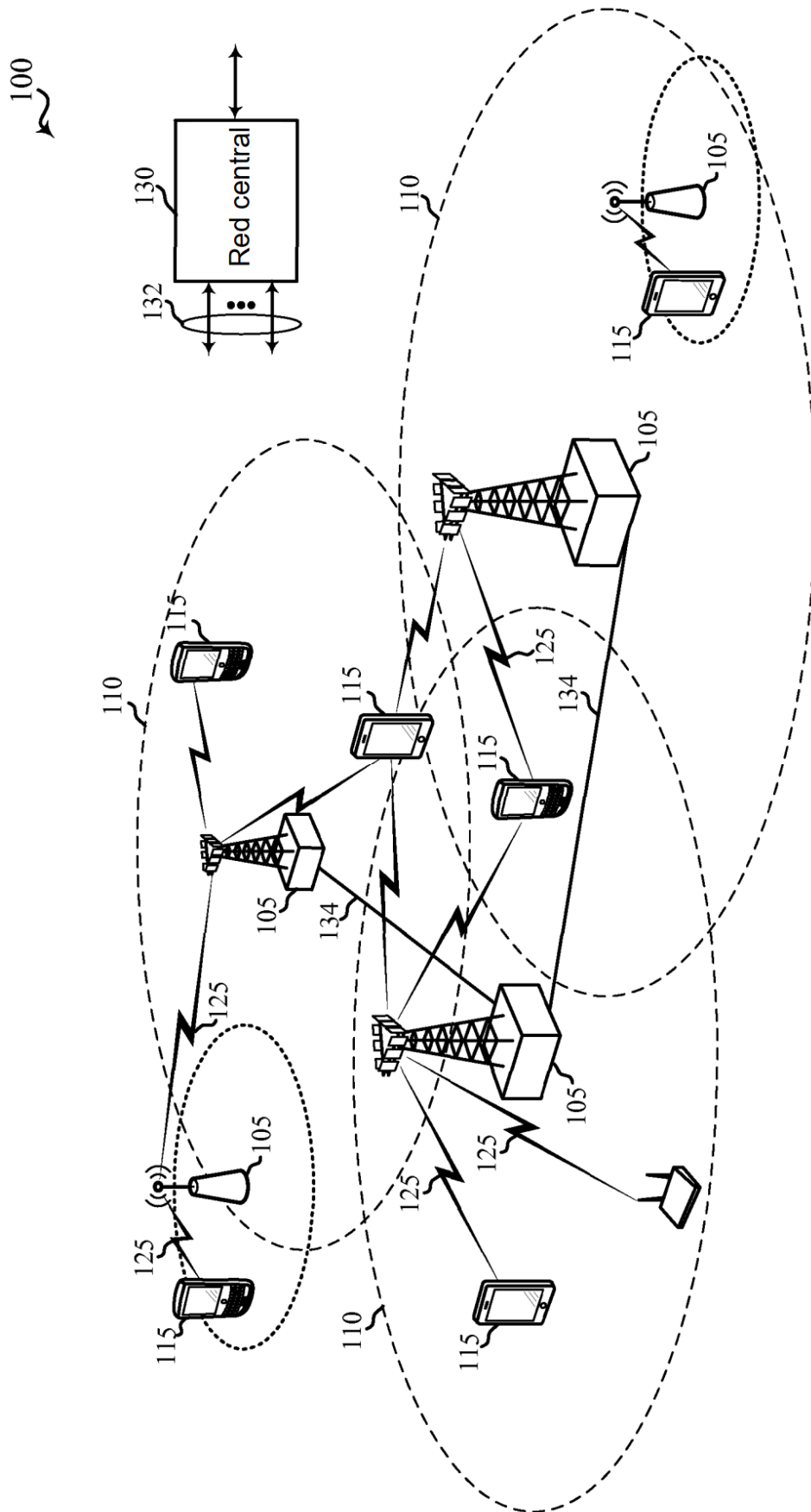


FIG. 1

200

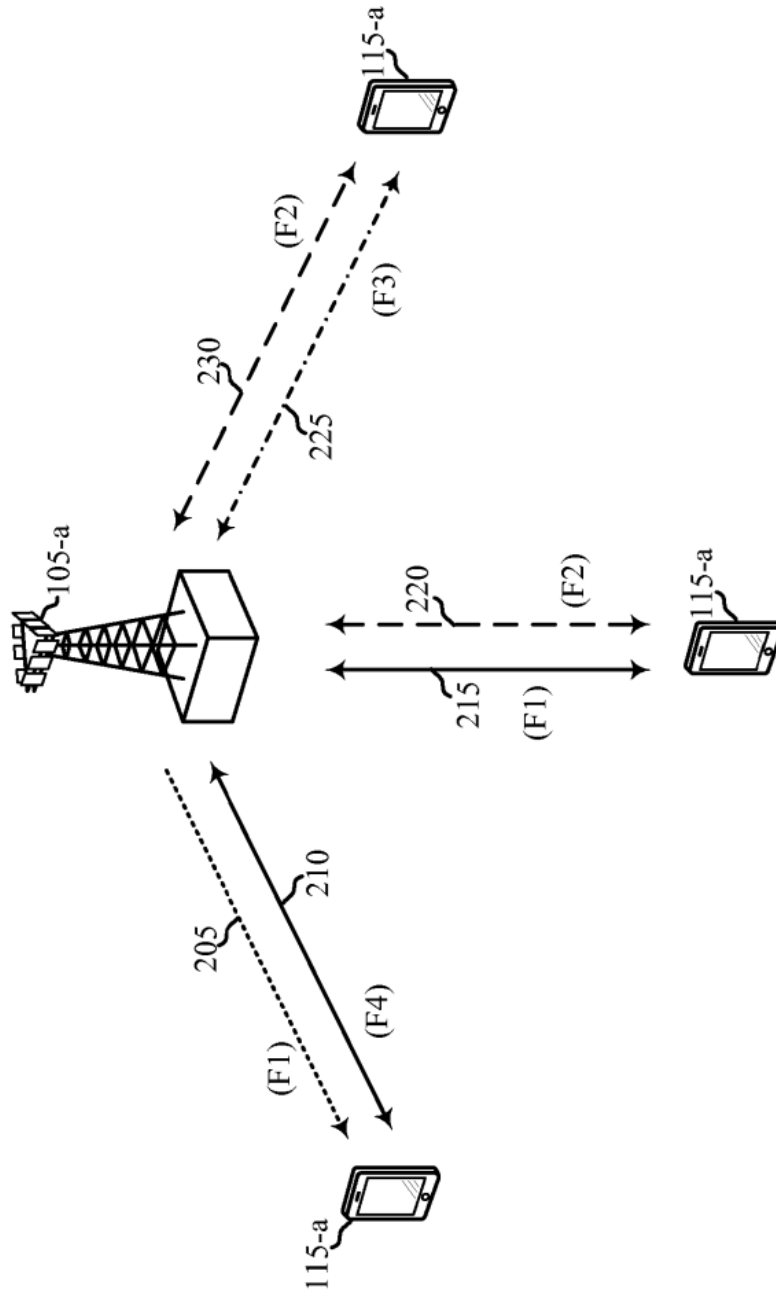


FIG. 2A

200-a

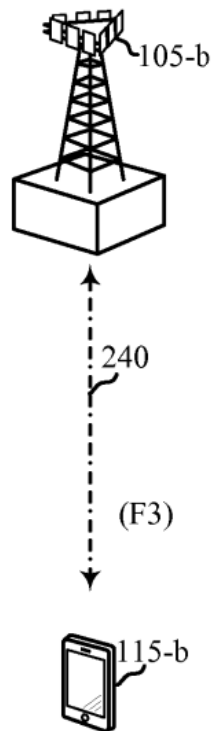


FIG. 2B

300

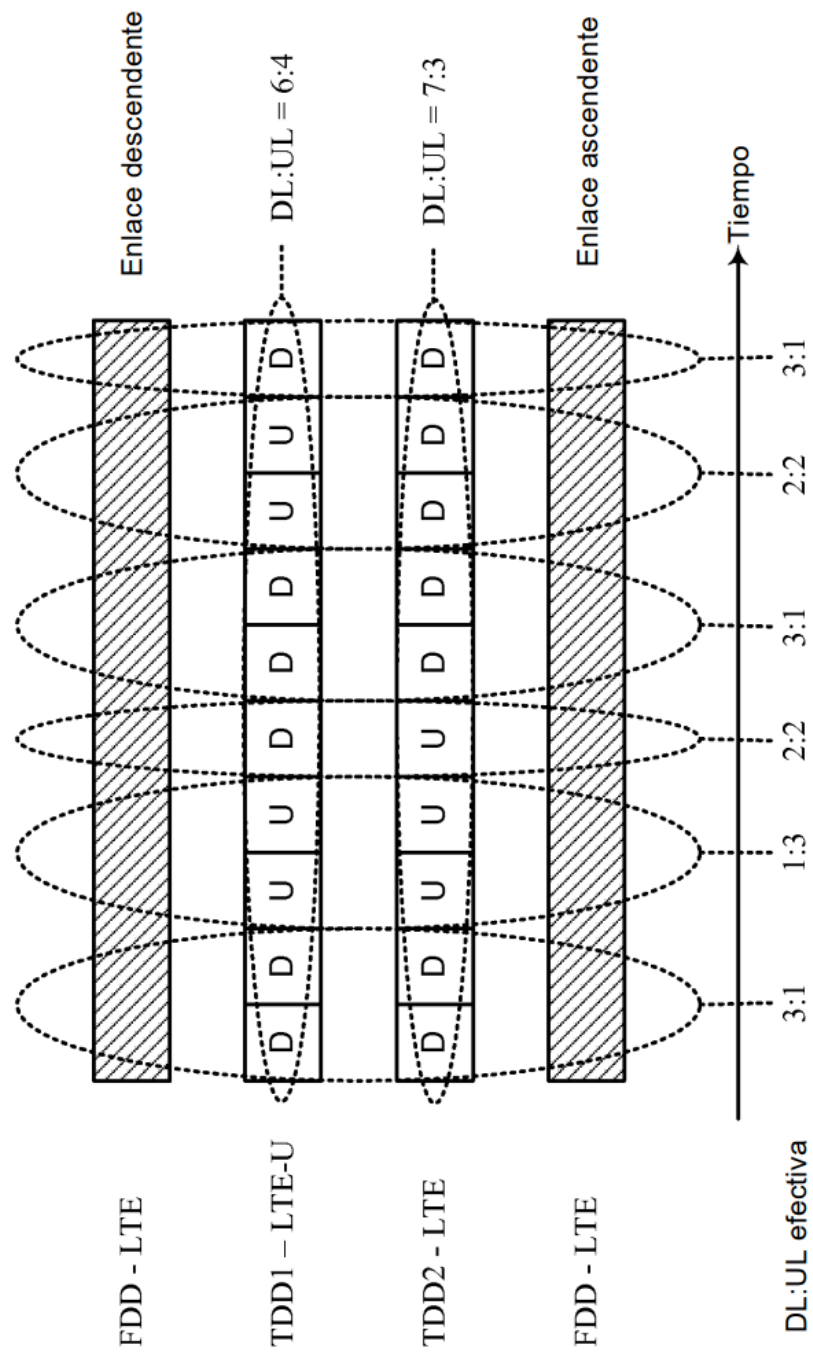


FIG. 3

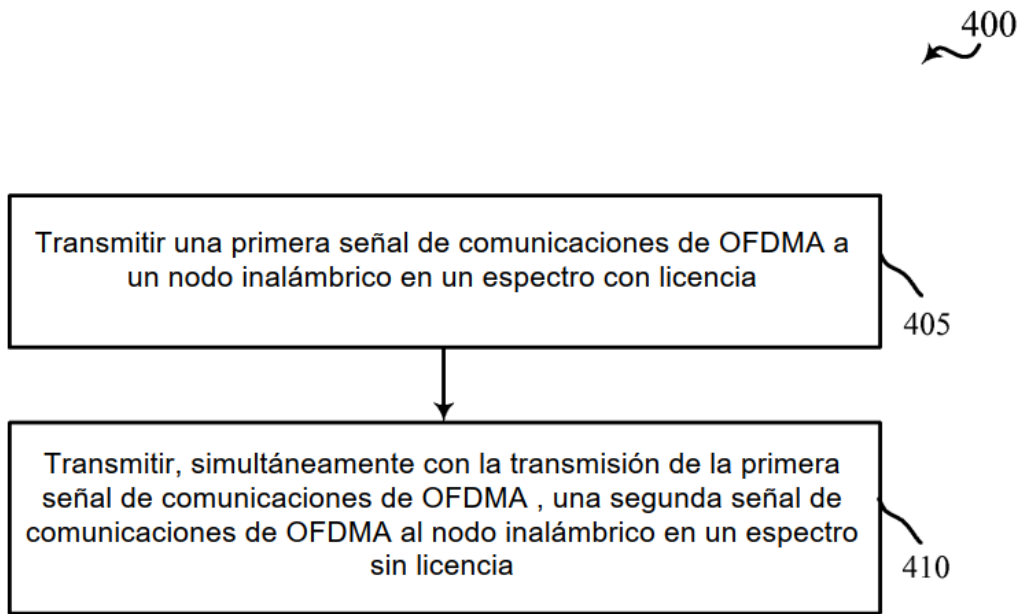


FIG. 4A

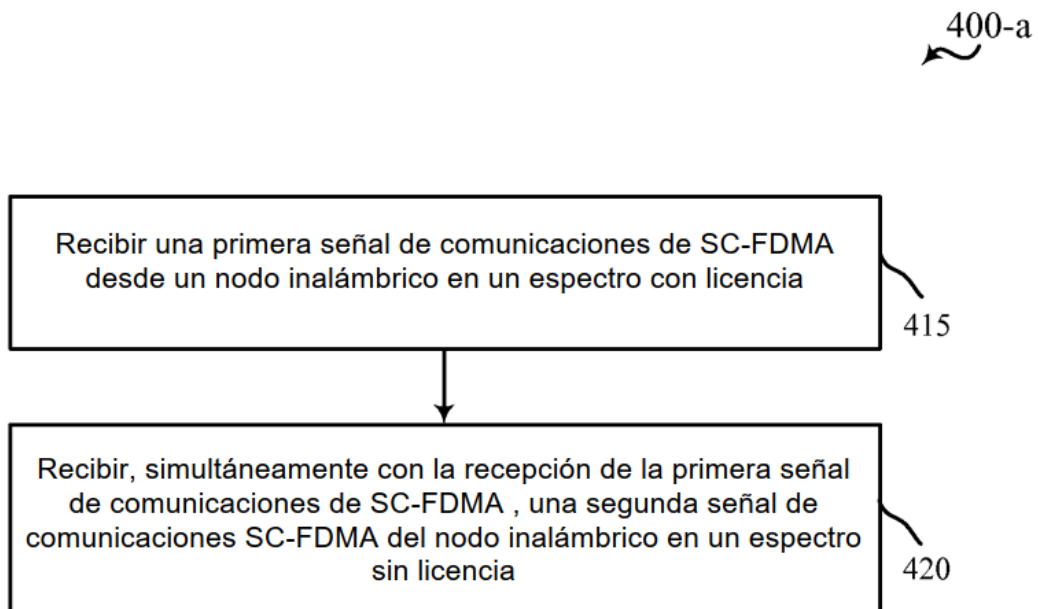


FIG. 4B

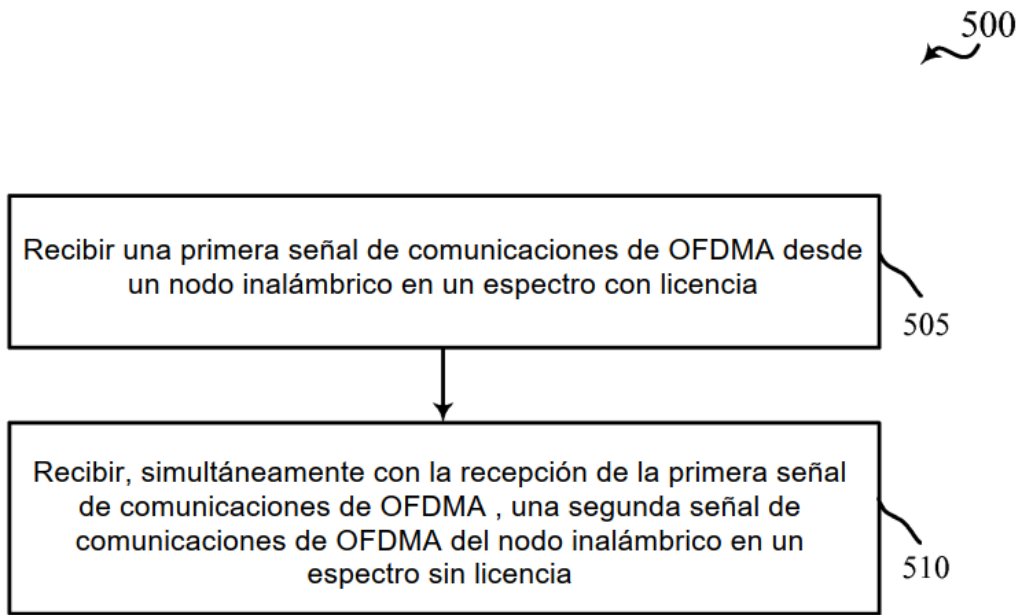


FIG. 5A

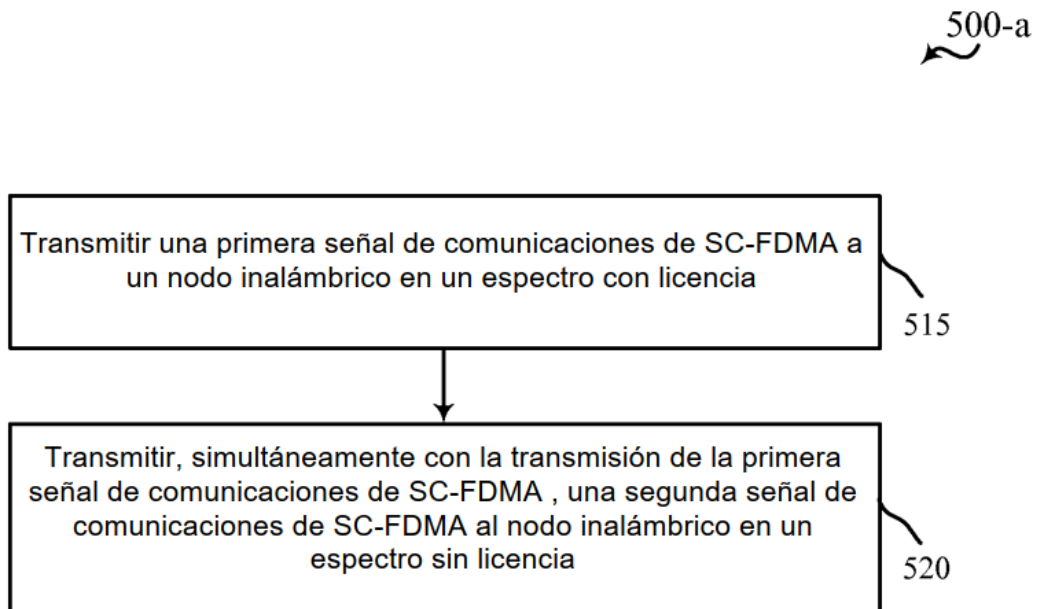


FIG. 5B

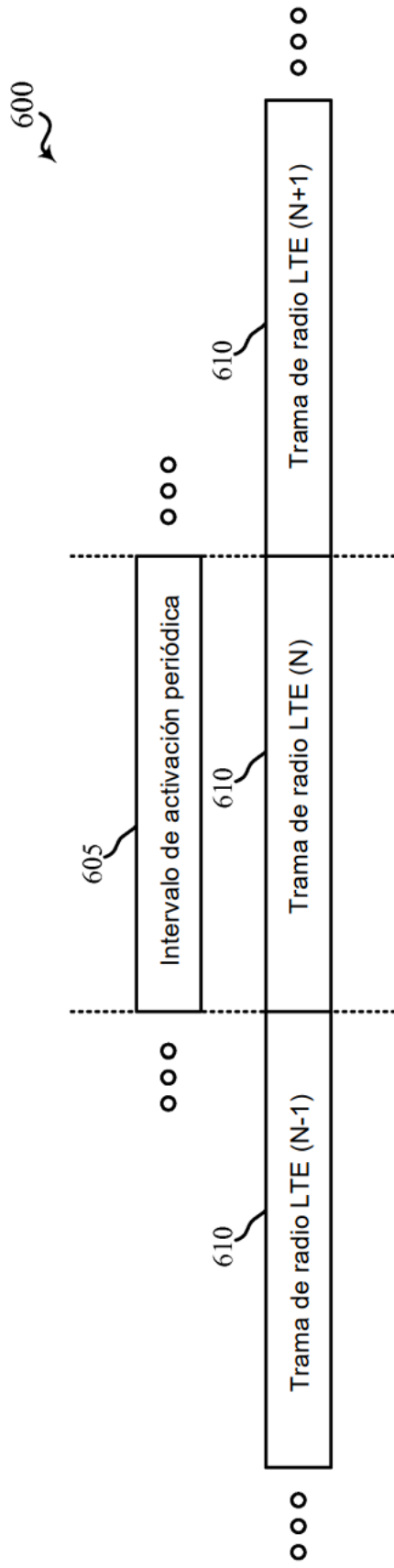


FIG. 6A

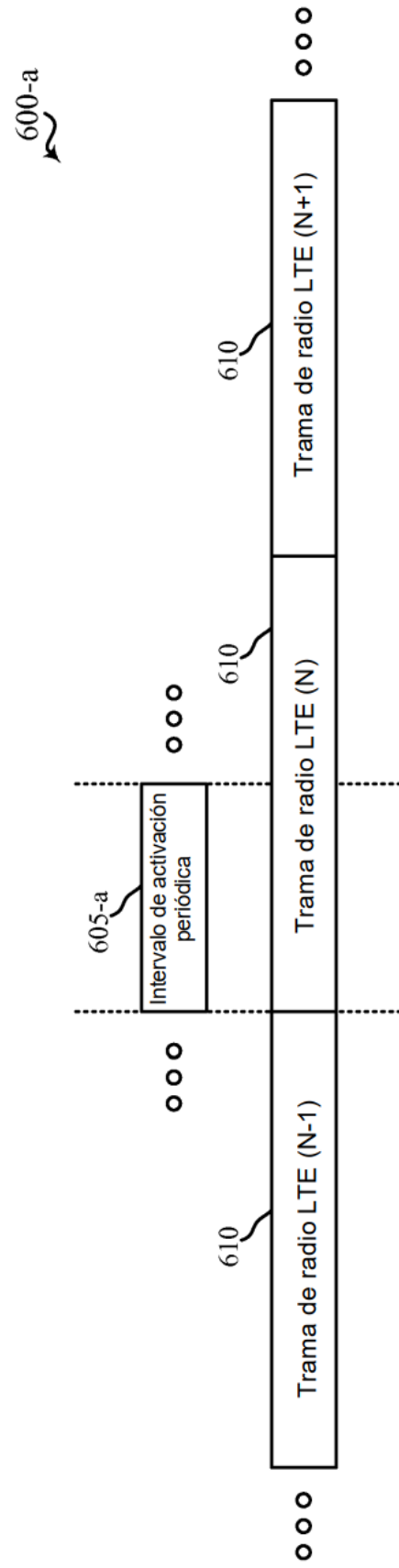


FIG. 6B

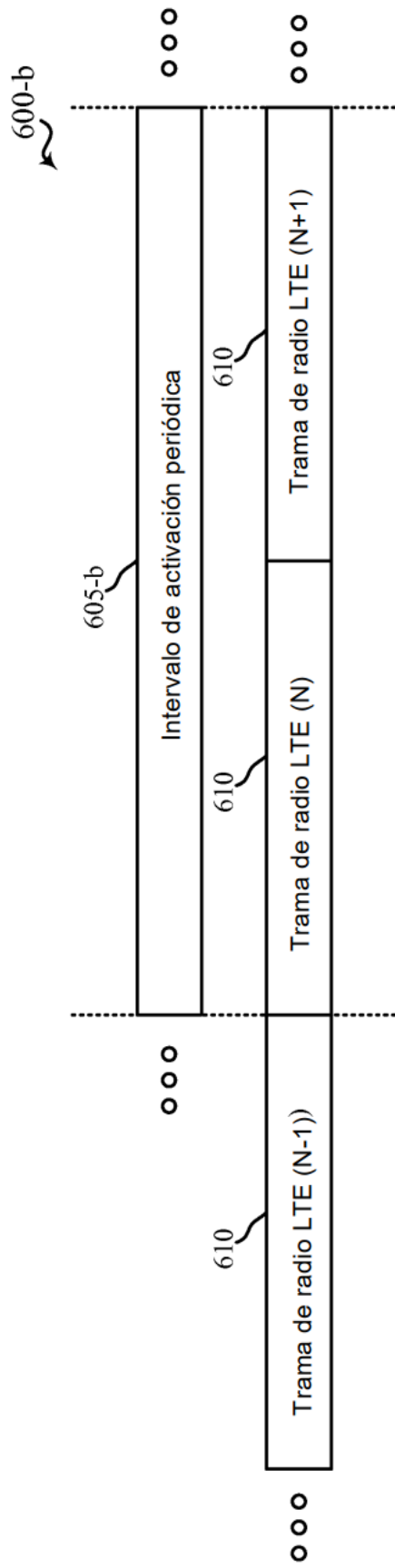


FIG. 6C

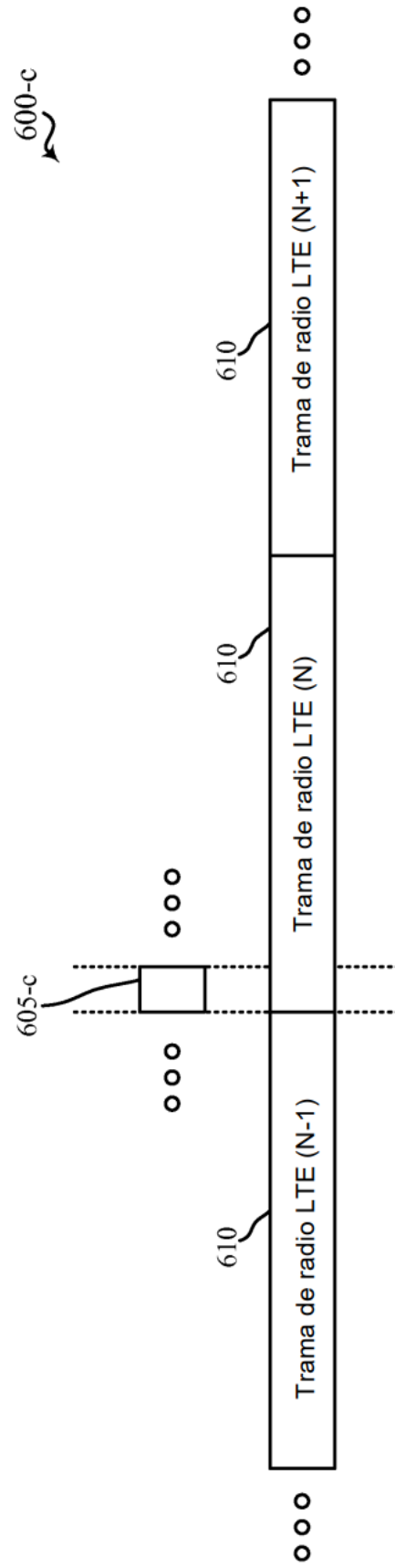


FIG. 6D

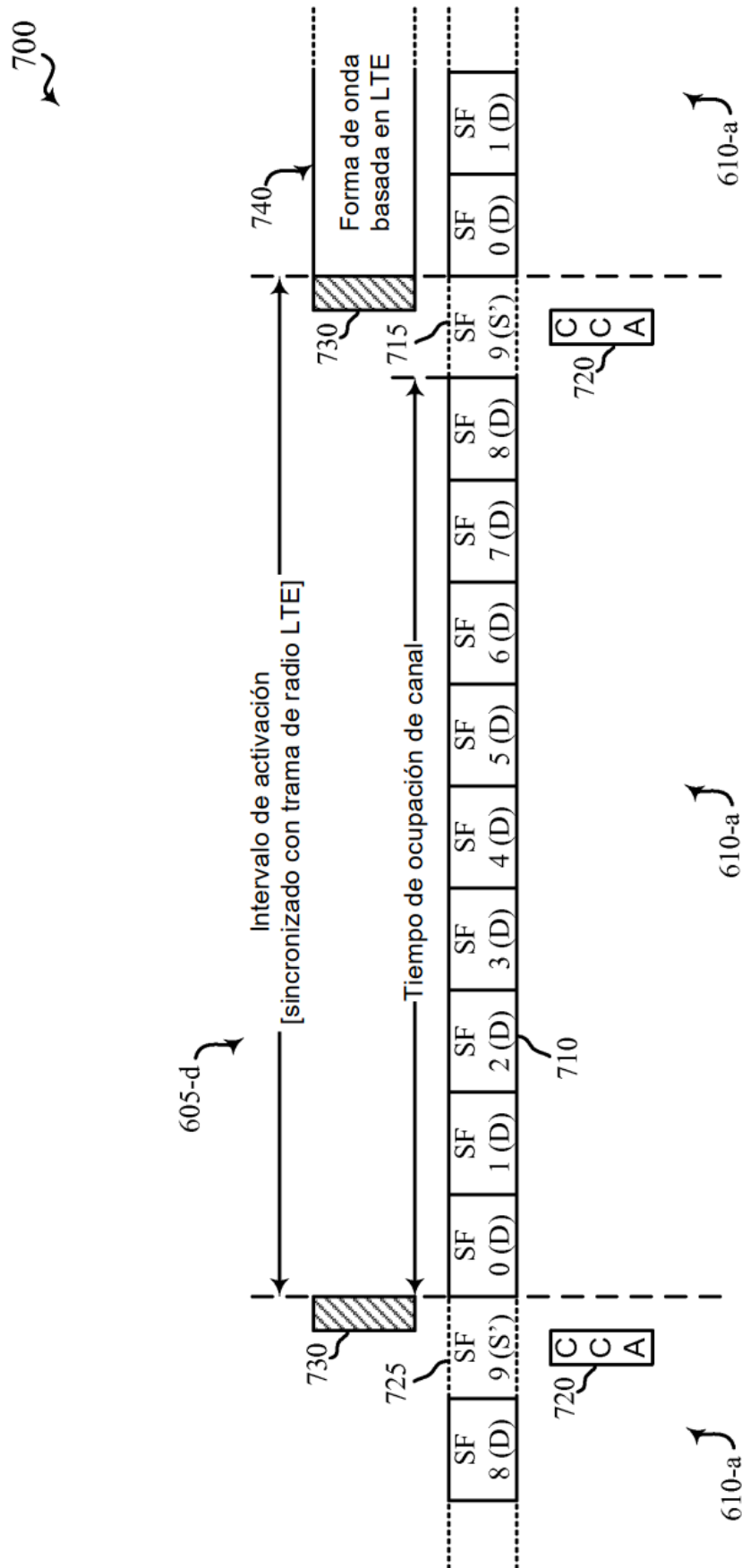


FIG. 7A

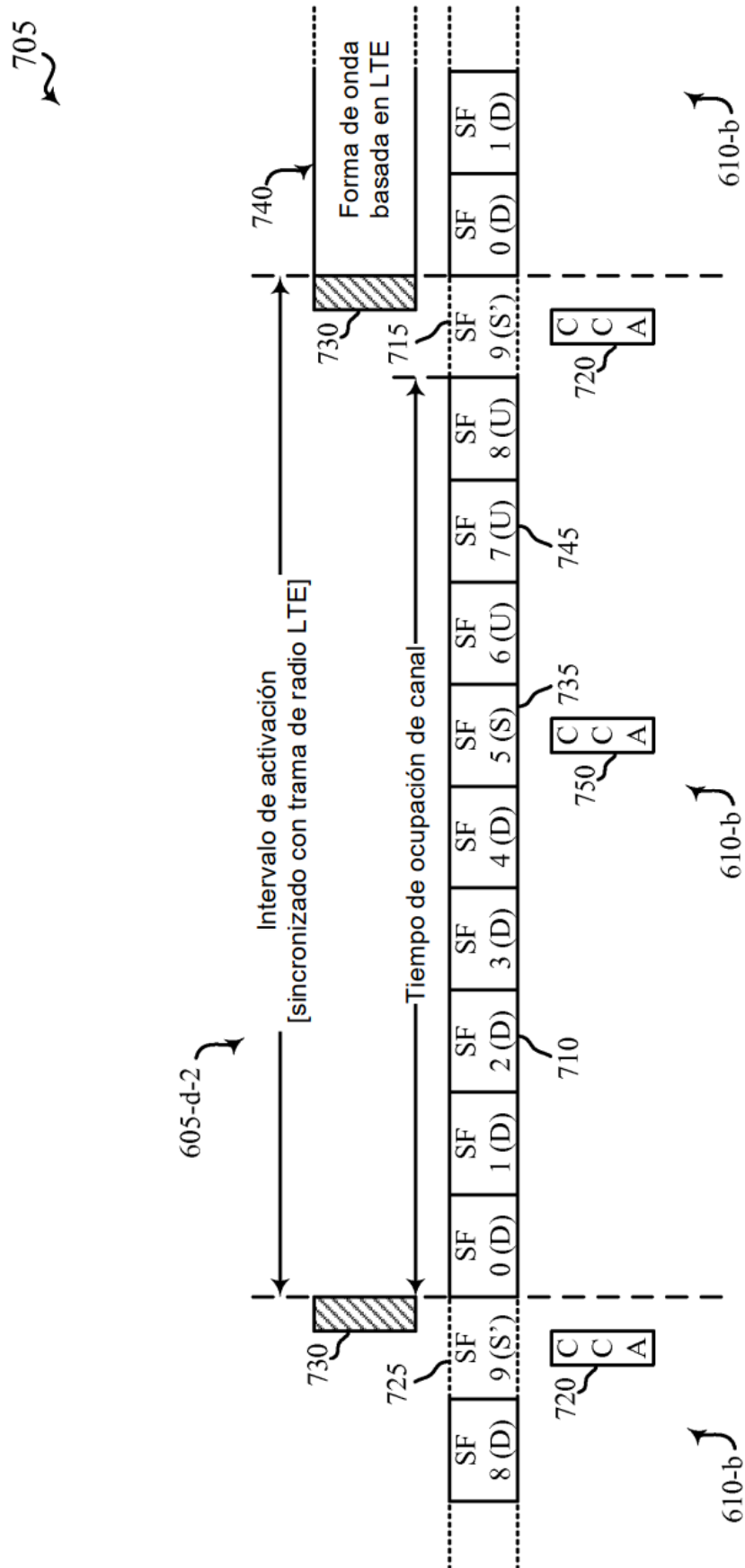


FIG. 7B

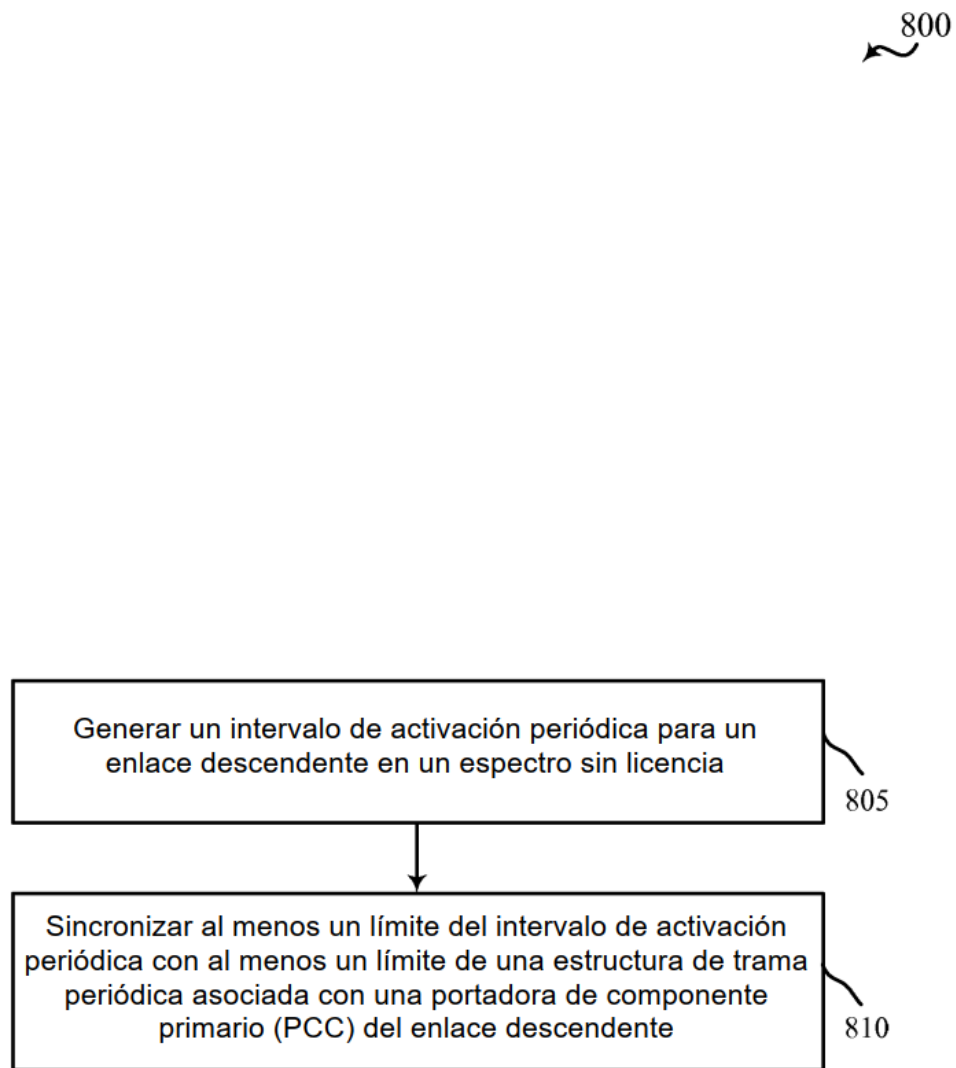


FIG. 8

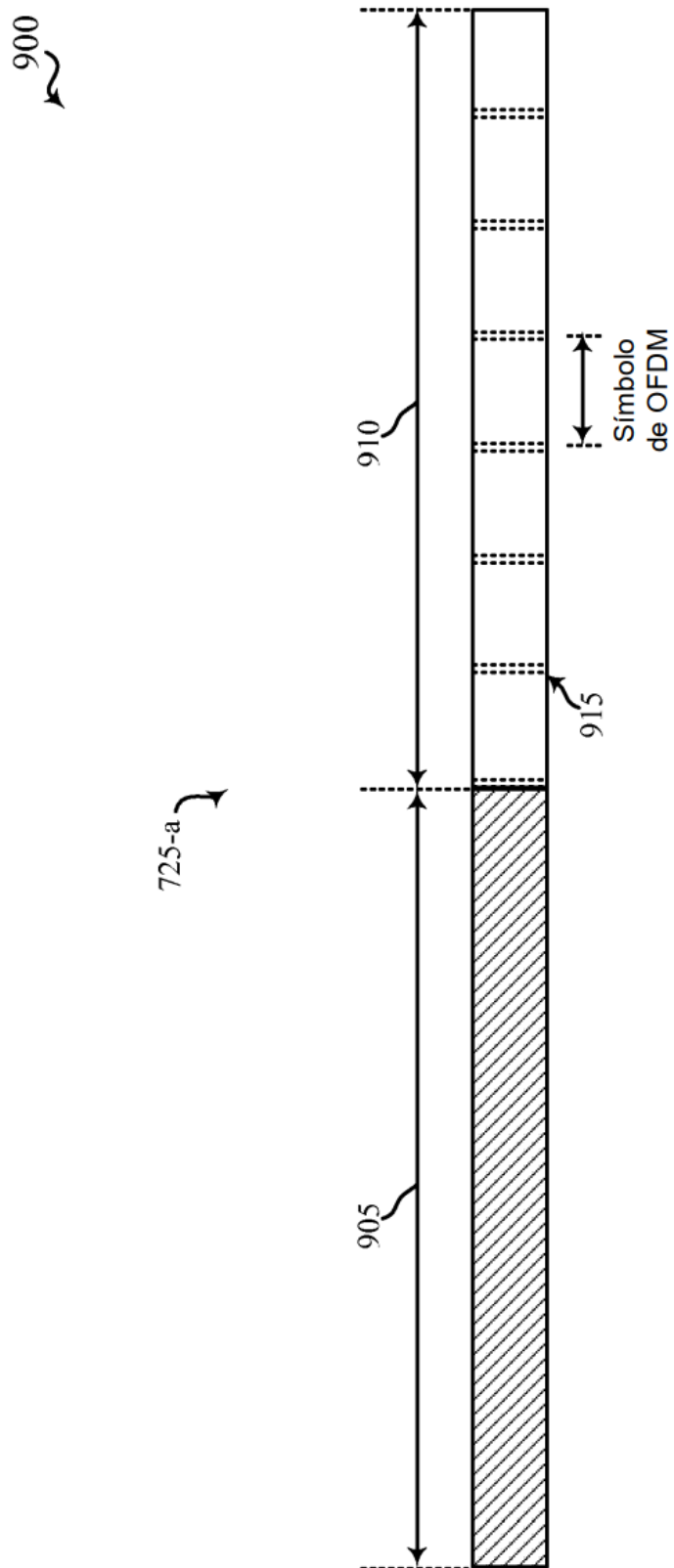


FIG. 9A

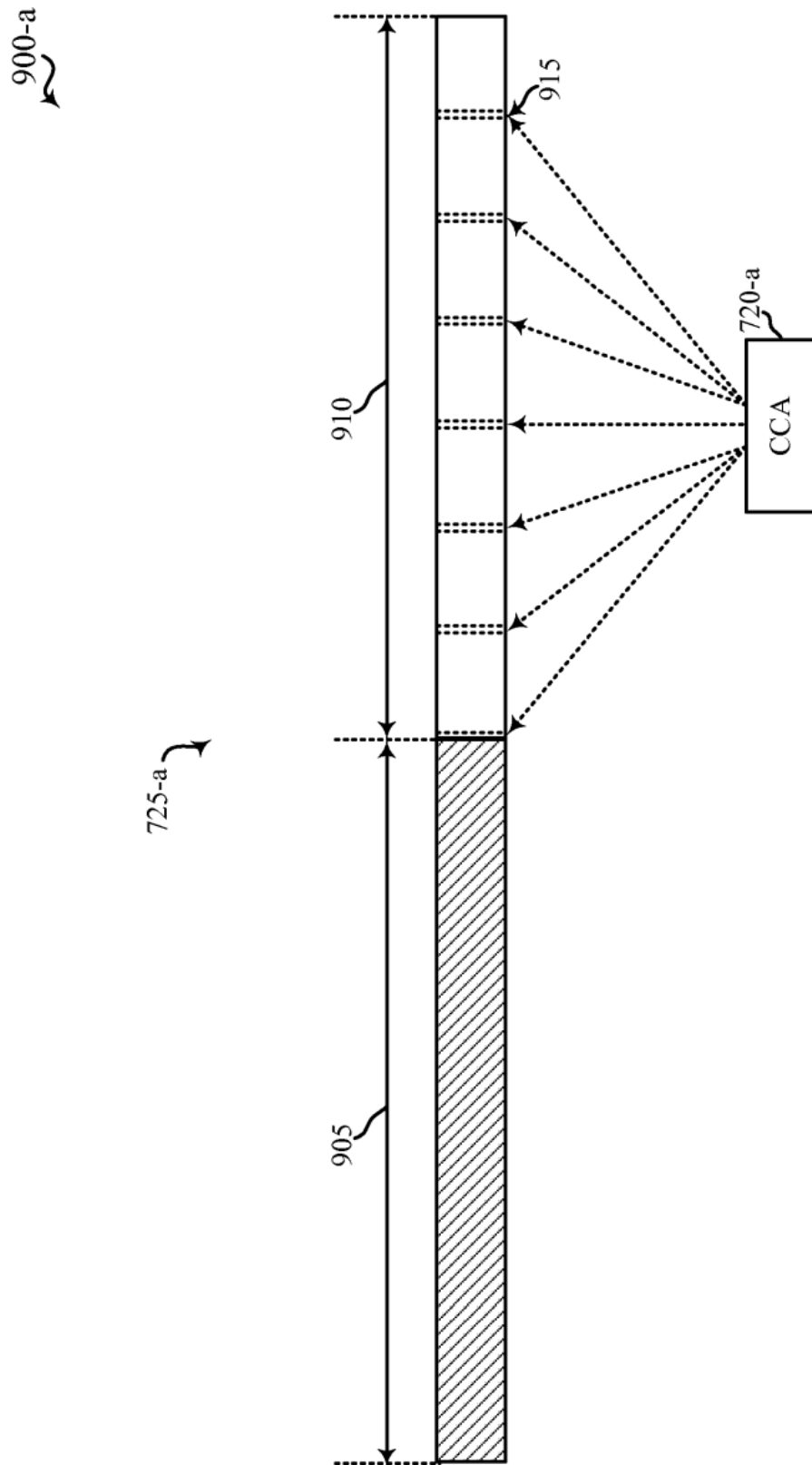


FIG. 9B

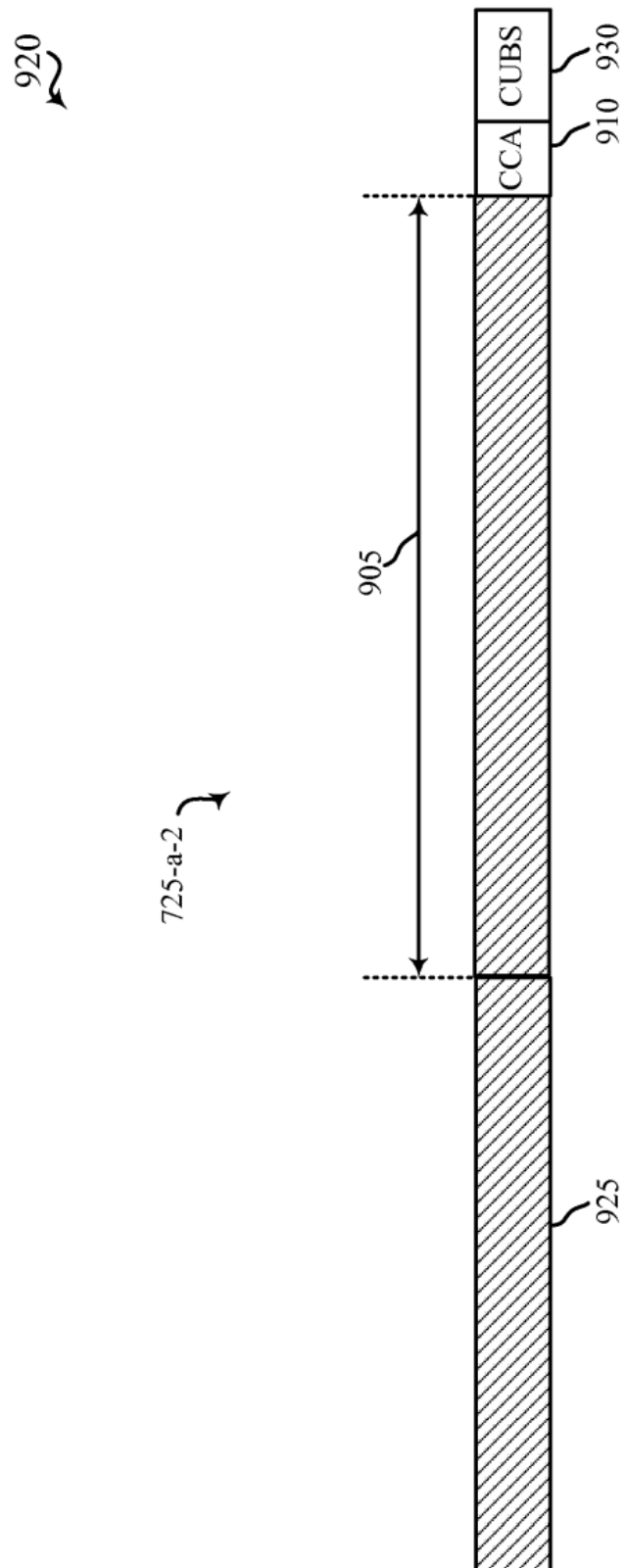


FIG. 9C

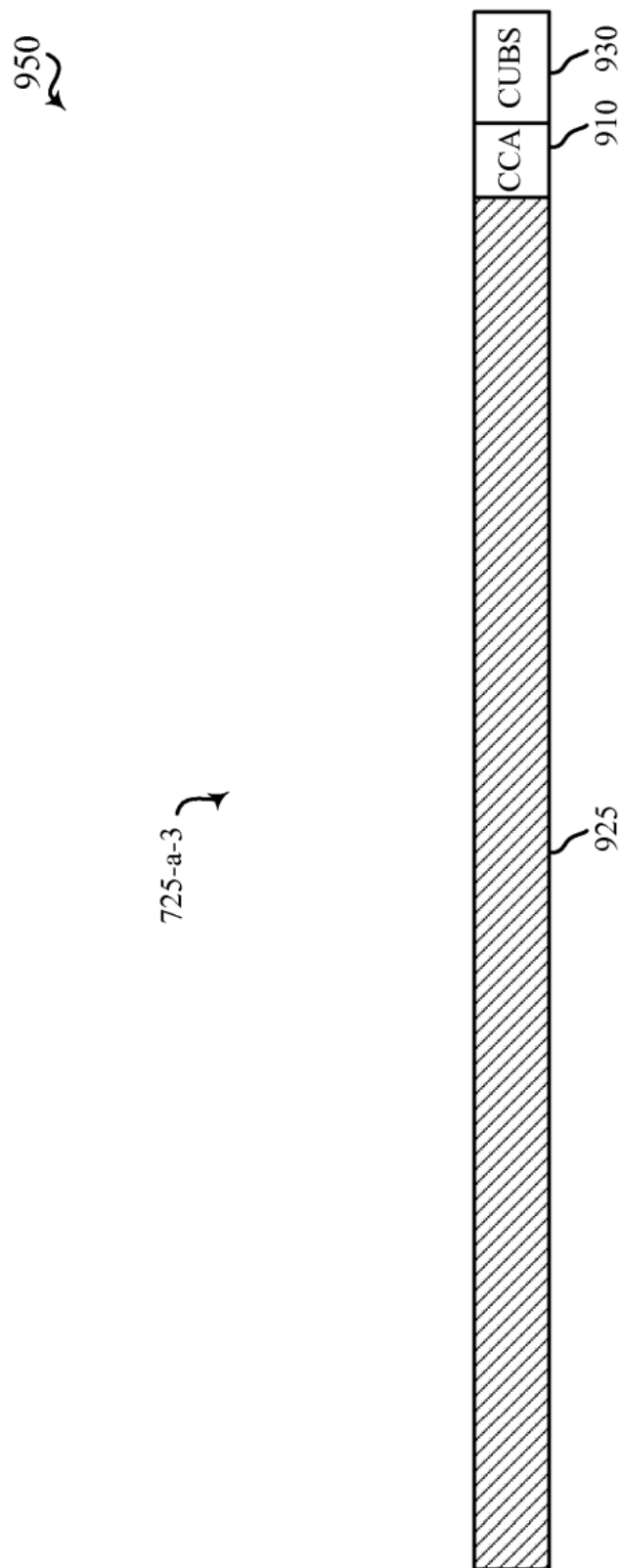


FIG. 9D

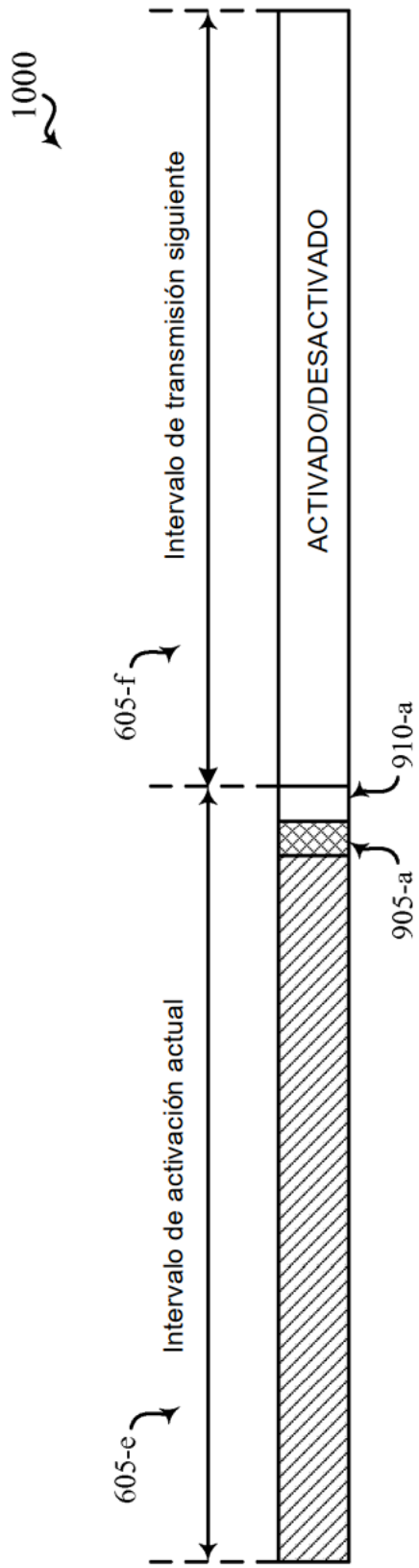


FIG. 10A

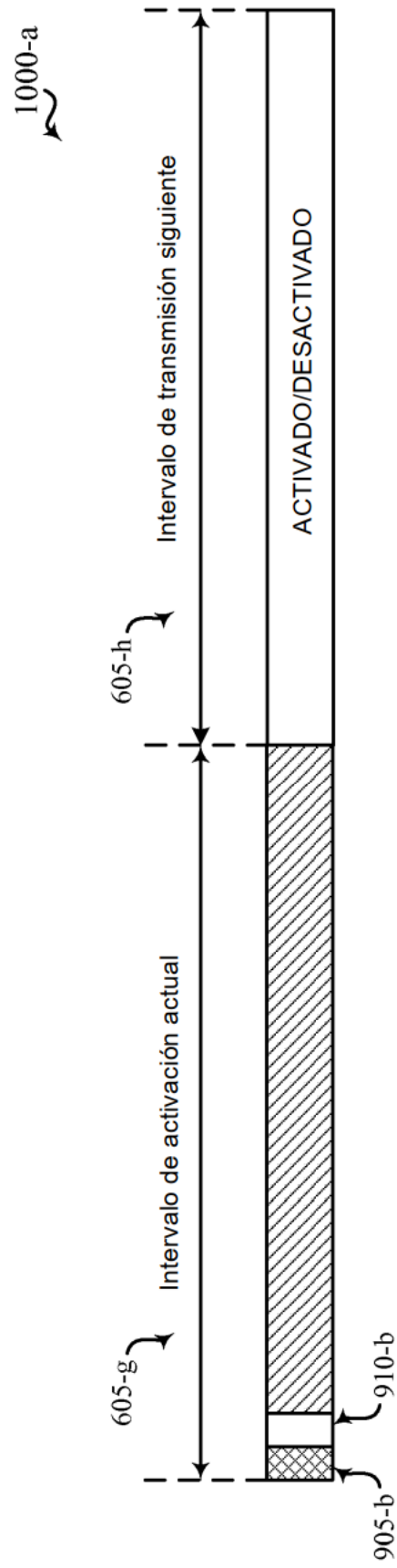


FIG. 10B

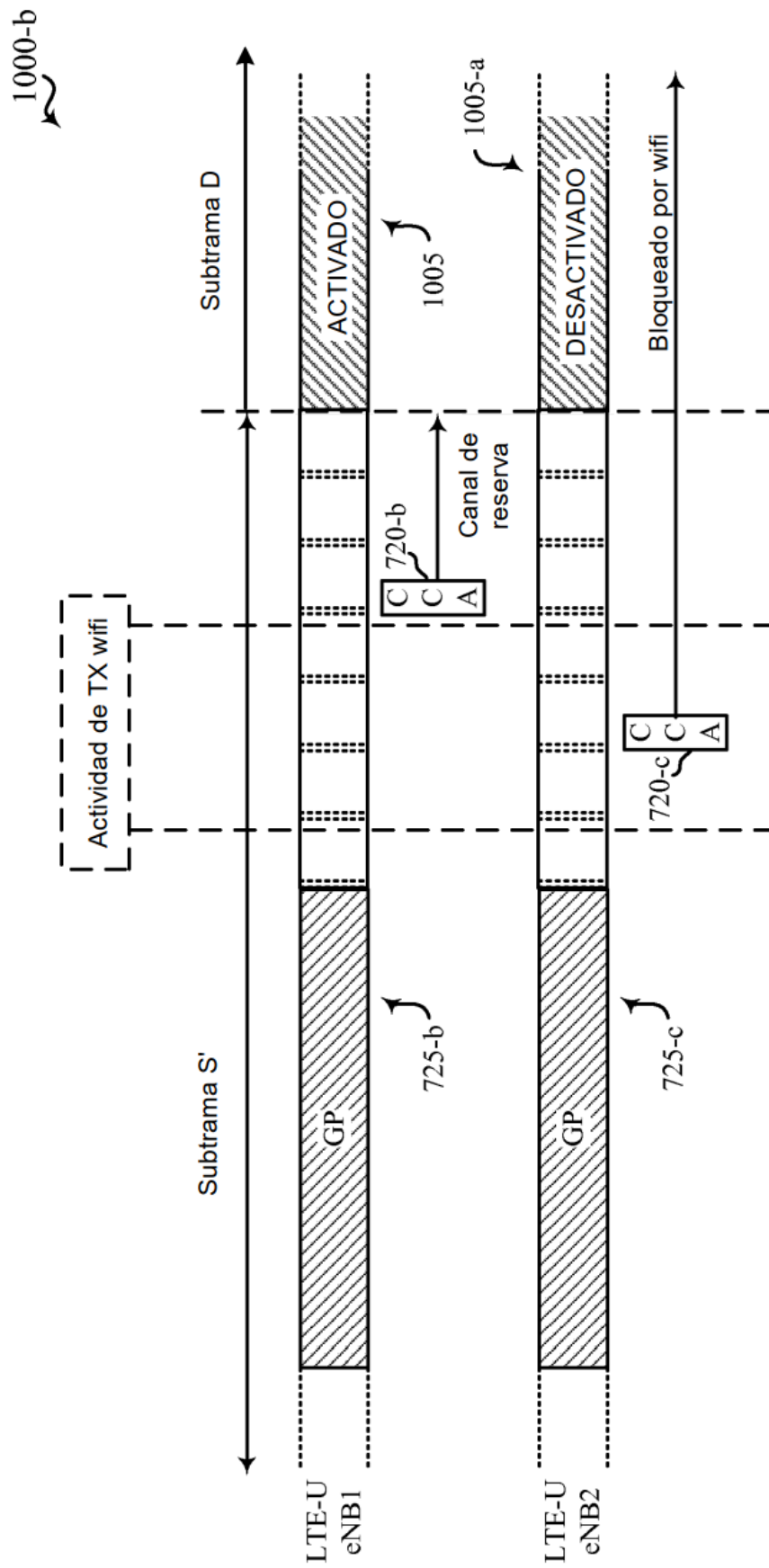


FIG. 10C

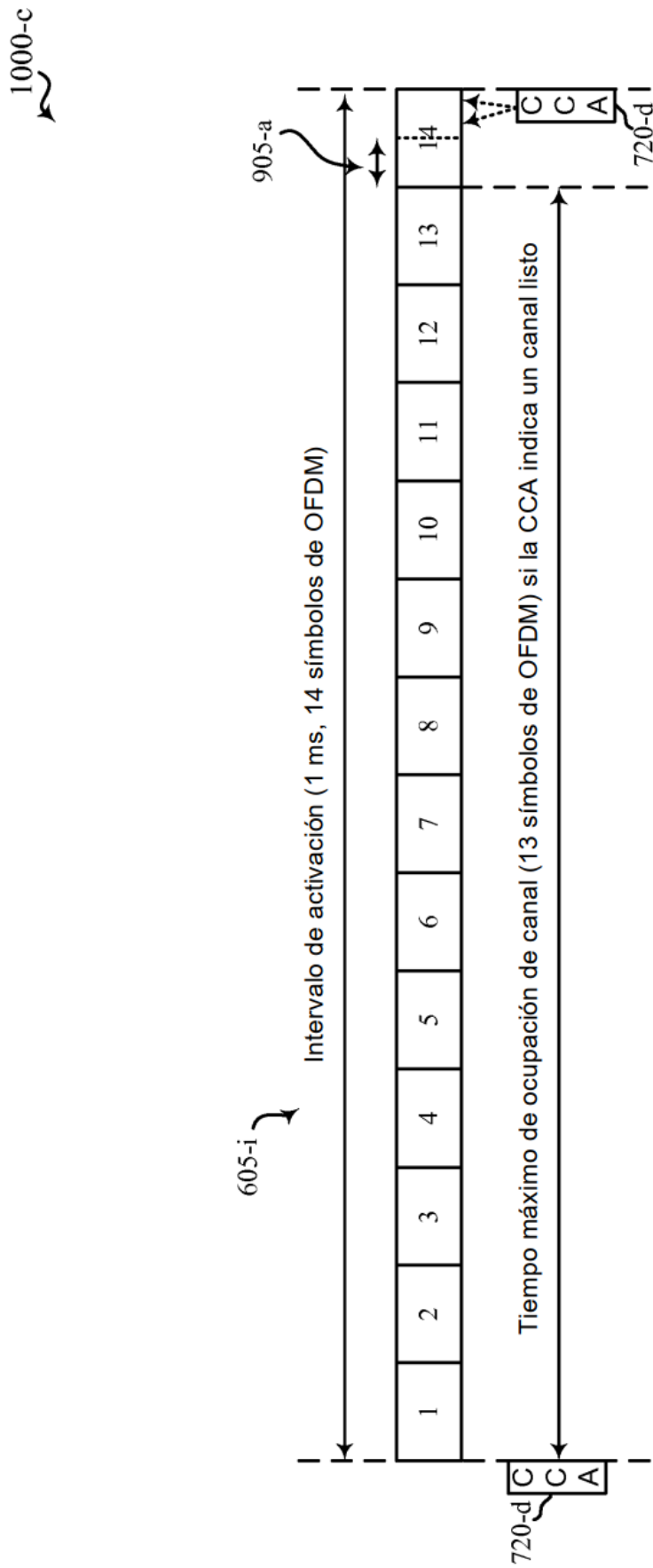


FIG. 10D

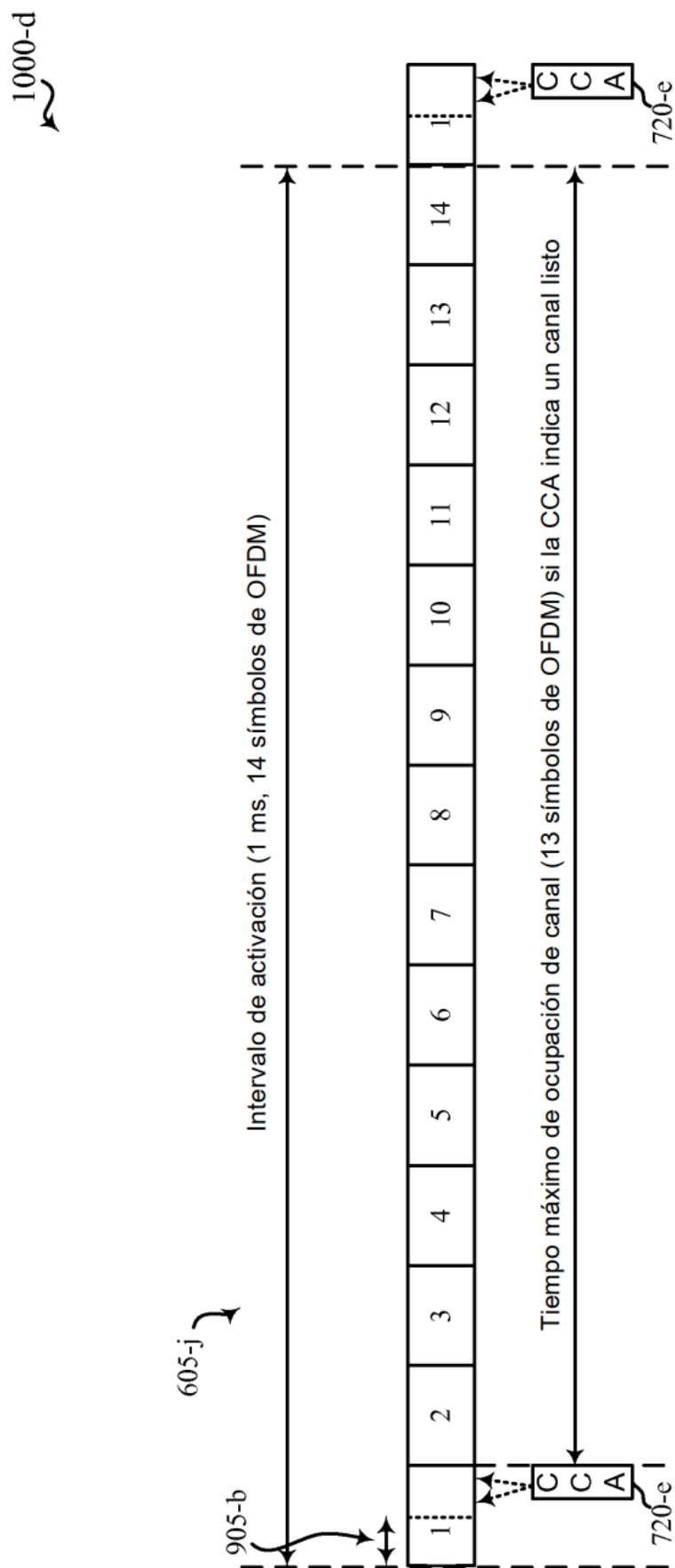


FIG. 10E

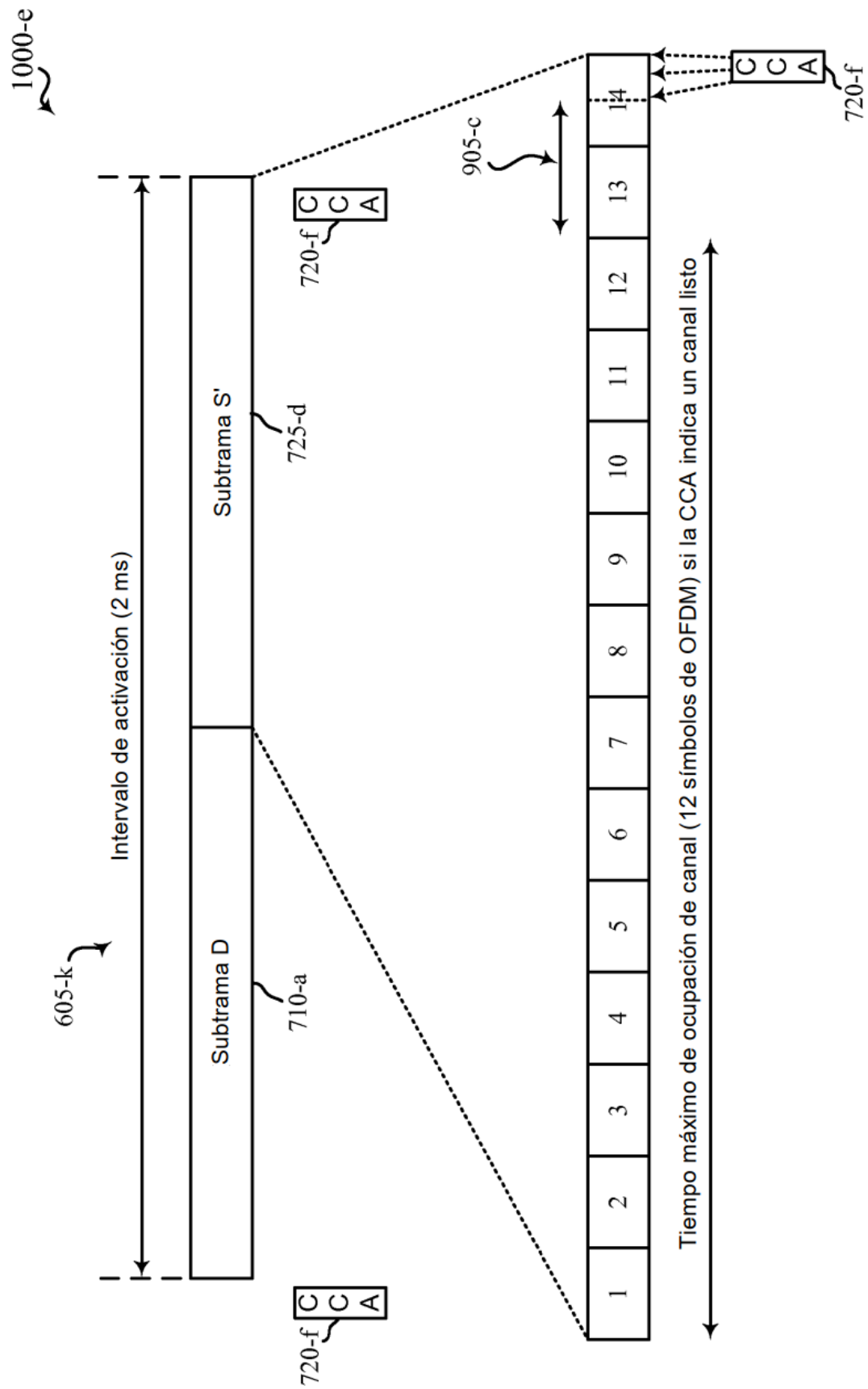


FIG. 10F

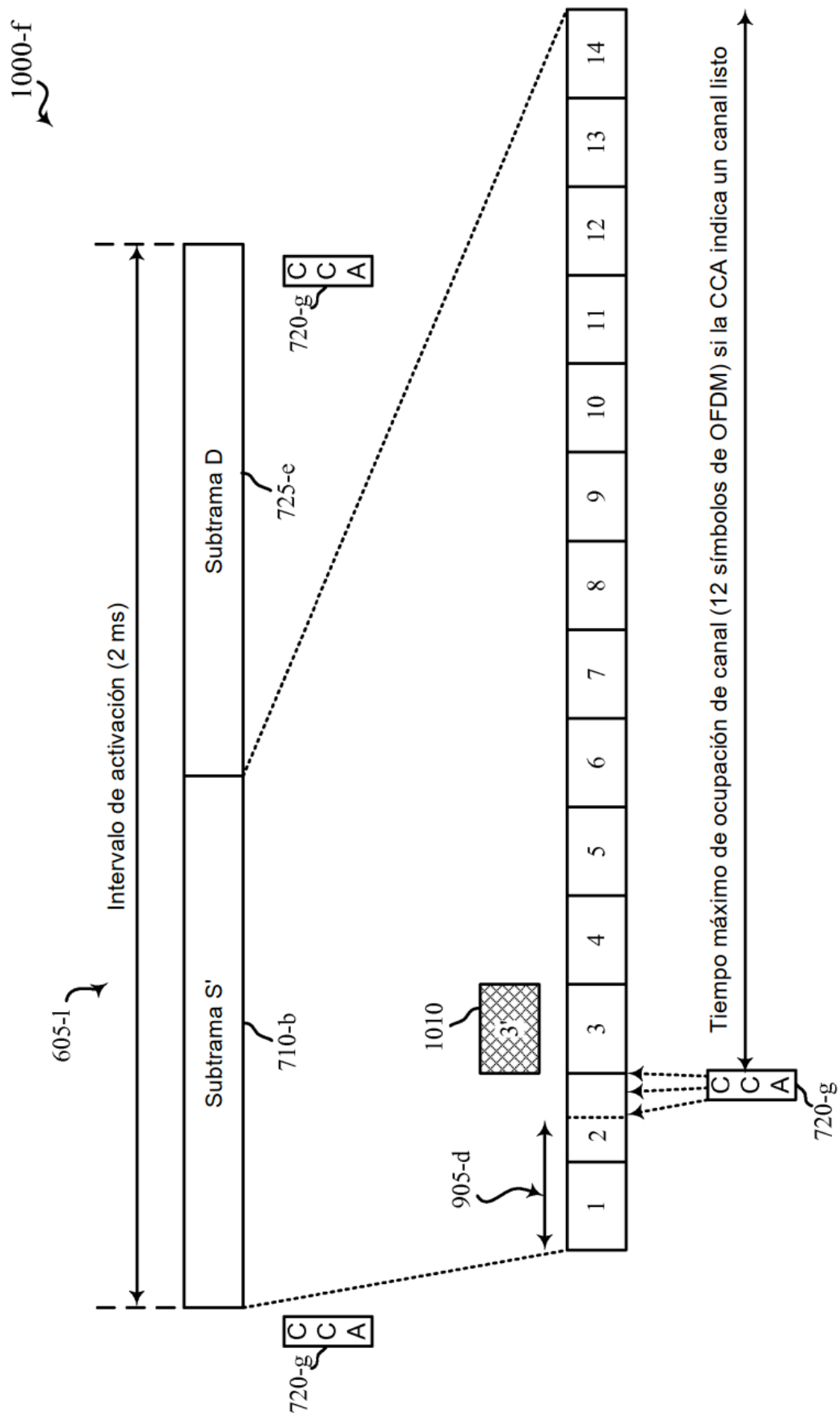


FIG. 10G

1100

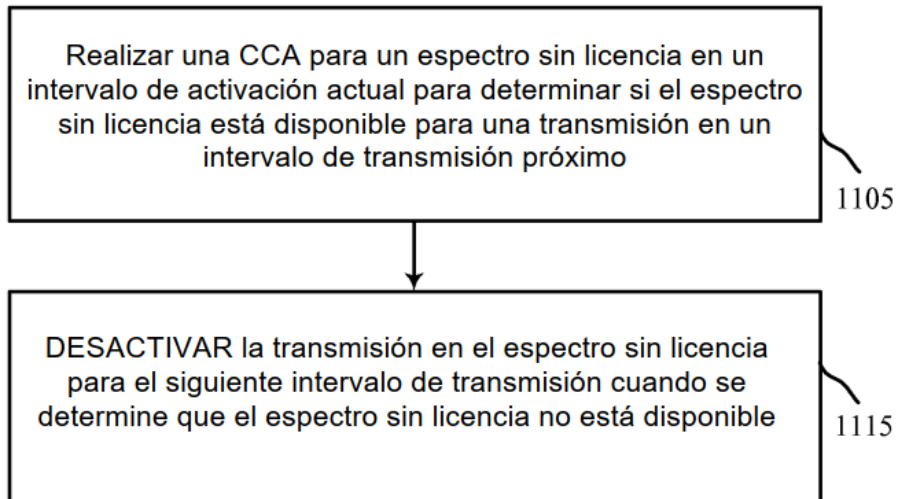


FIG. 11

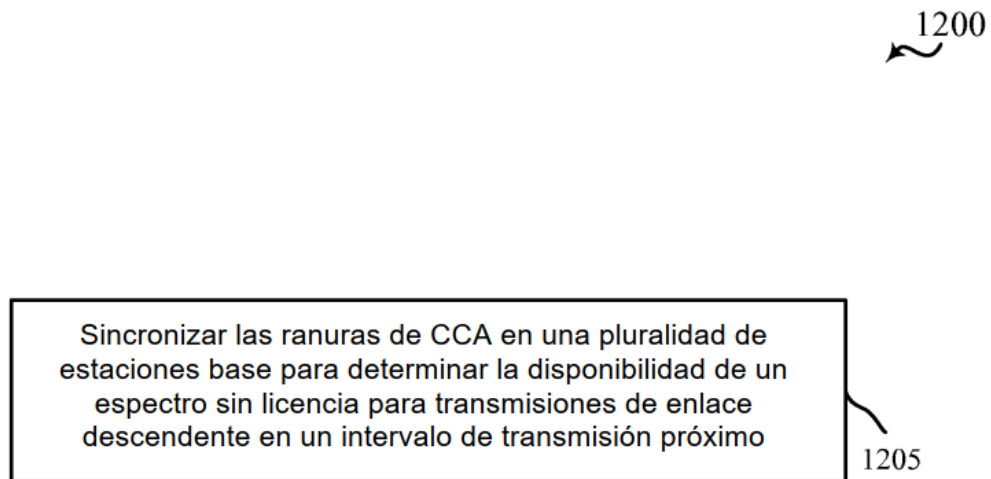


FIG. 12A

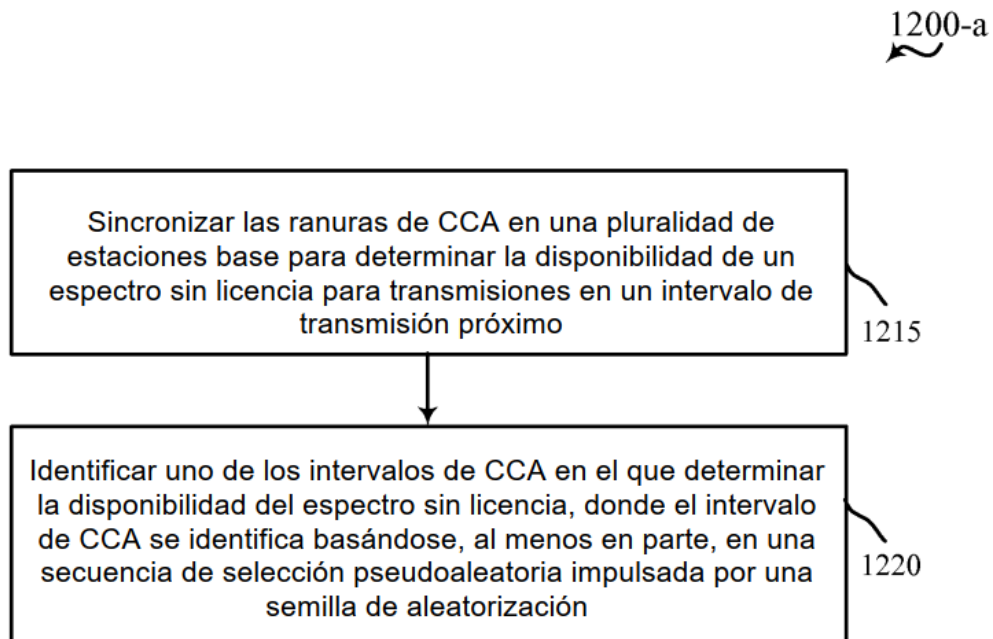


FIG. 12B

1300

Realizar una CCA durante una de la pluralidad de ranuras de CCA sincronizadas a través de una pluralidad de eNB para determinar la disponibilidad de un espectro sin licencia para transmisiones en un intervalo de transmisión próximo

1305

FIG. 13A

1300-a

Identificar una ranura de CCA de entre una pluralidad de ranuras de CCA sincronizadas a través de una pluralidad de eNB basándose, al menos en parte, en una secuencia de selección pseudoaleatoria generada a partir de una semilla de aleatorización

1315



Realizar una CCA durante la ranura de CCA identificada para determinar la disponibilidad de un espectro sin licencia para transmisiones en un intervalo de transmisión próximo

1320

FIG. 13B

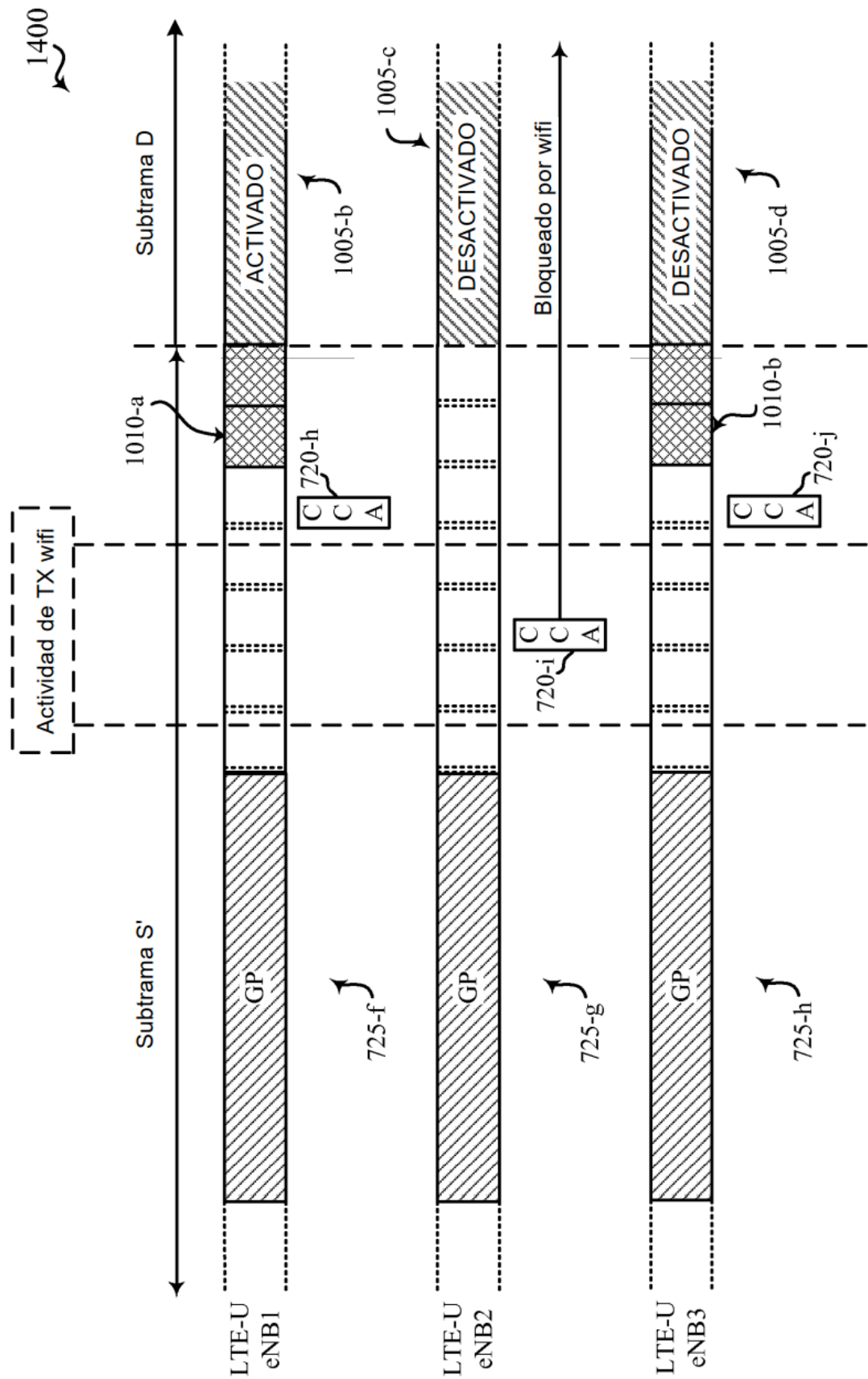


FIG. 14A

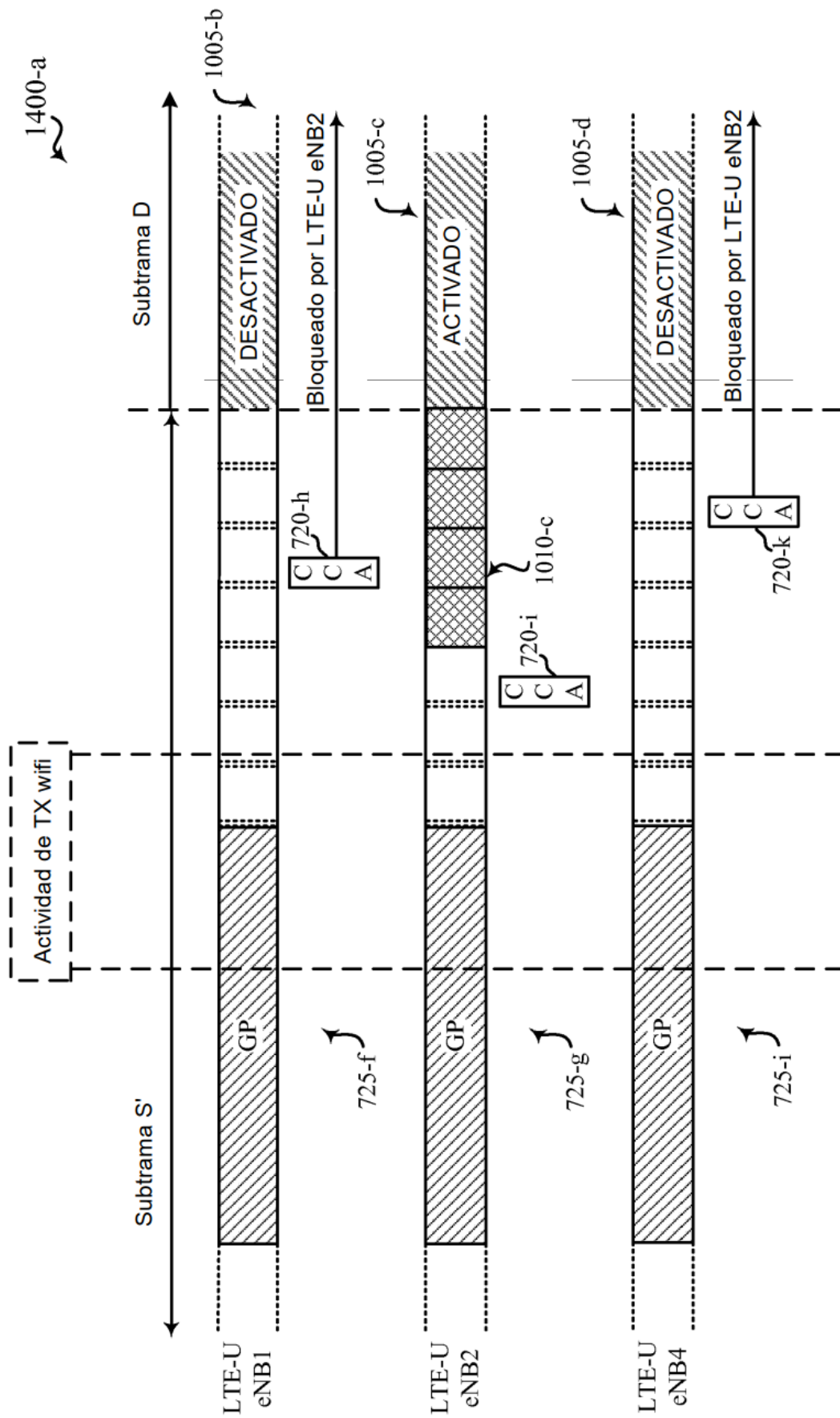


FIG. 14B

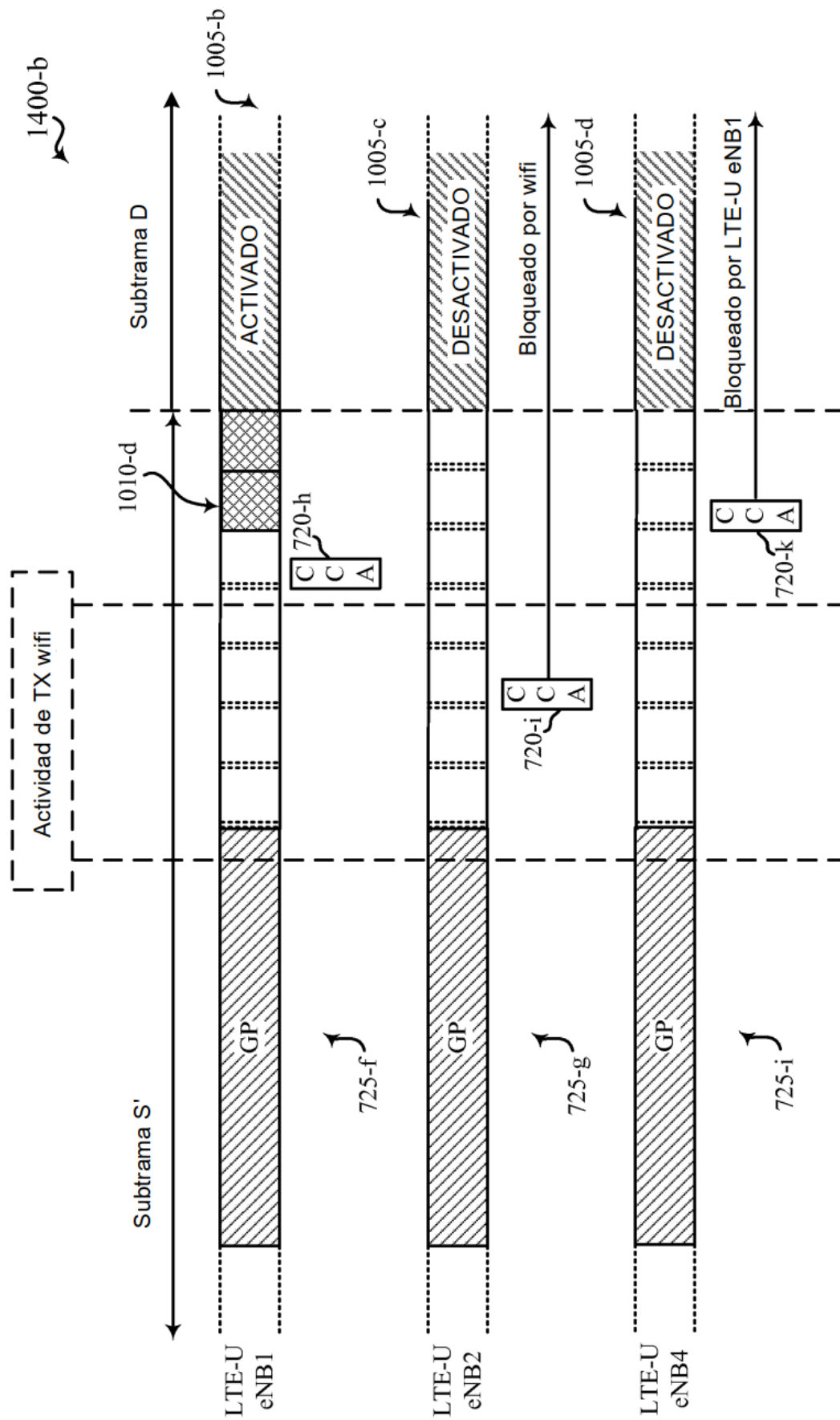


FIG. 14C

1500

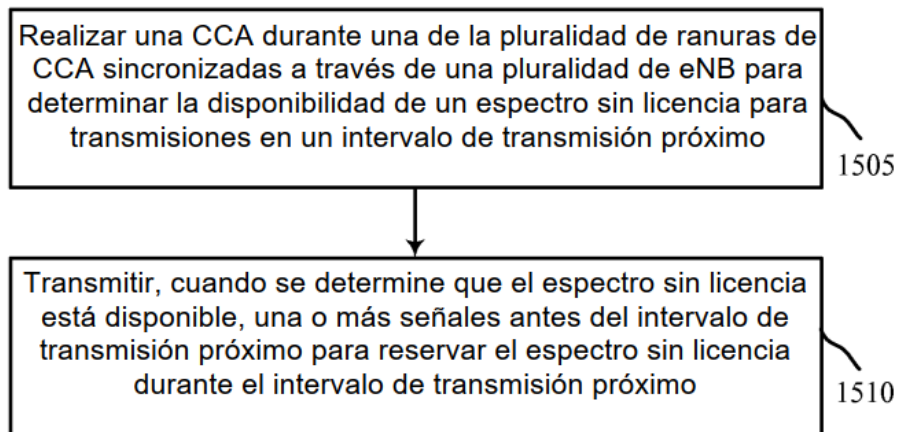


FIG. 15

1600

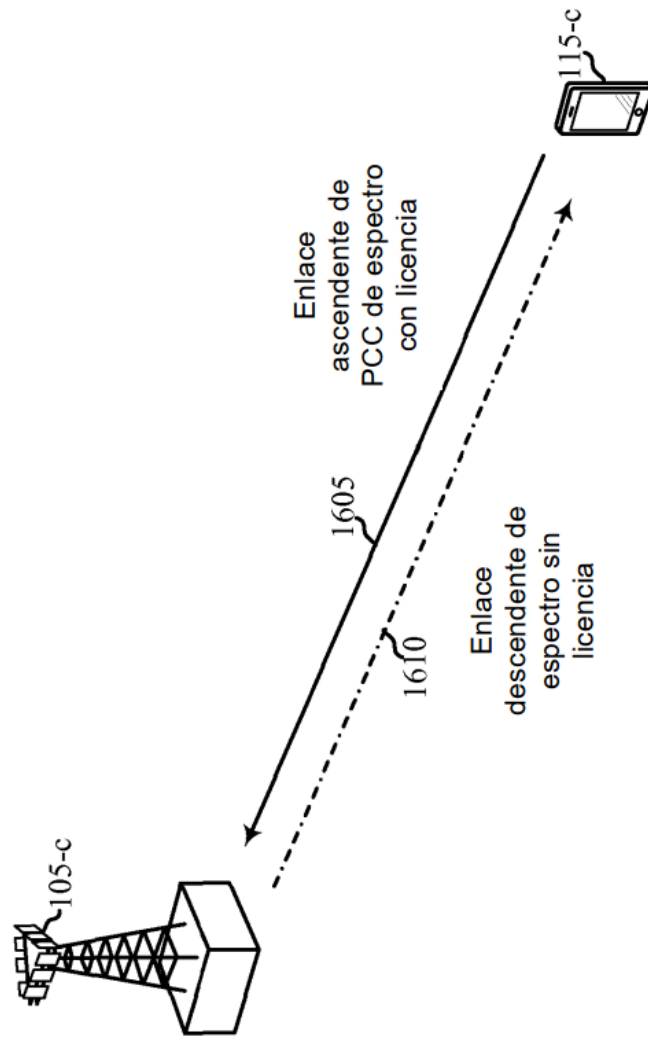


FIG. 16

1700

Recibir información de retroalimentación de un UE a través de un enlace ascendente de PPC en un espectro con licencia, donde la información de retroalimentación aborda las señales transmitidas al UE a través de un enlace descendente en un espectro sin licencia

1705

FIG. 17A

1700-a

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

1715

FIG. 17B

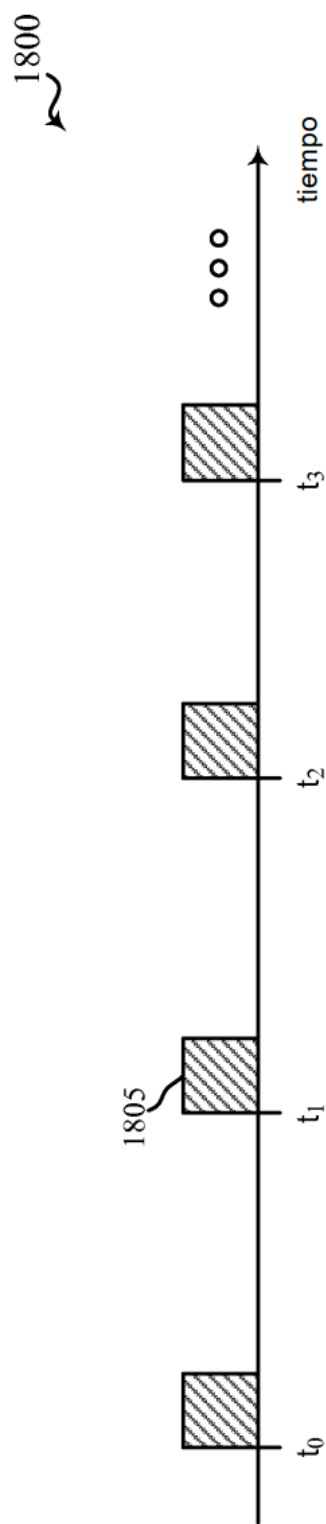


FIG. 18A

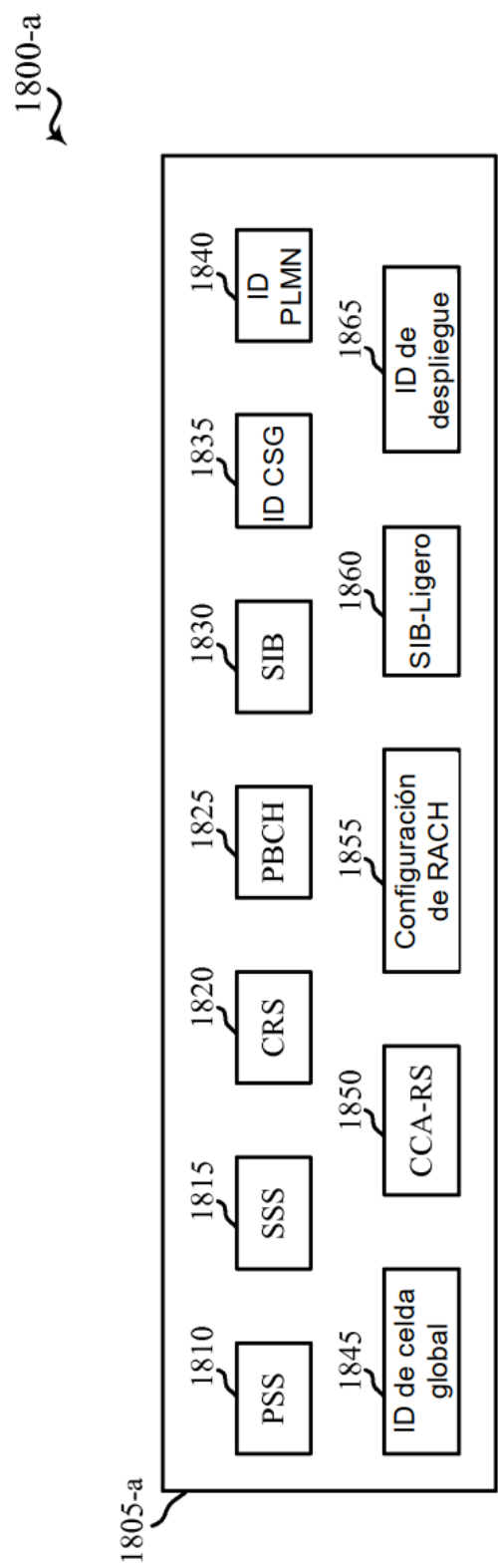


FIG. 18B

1900

Difundir señales de baliza en un espectro sin licencia en tiempos 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

1905

FIG. 19A

1900-a

Identificar un despliegue de eNB en el que las señales de enlace descendente de los eNB en el despliegue de eNB estén sincronizadas y se transmitan simultáneamente por los eNB del despliegue de eNB en un espectro sin licencia y en un espectro con licencia

1915

Difundir señales de baliza en el espectro sin licencia en tiempos predeterminados desde uno de los eNB en el despliegue de eNB, donde las señales de baliza identifican el eNB y el despliegue de eNB

1920

FIG. 19B

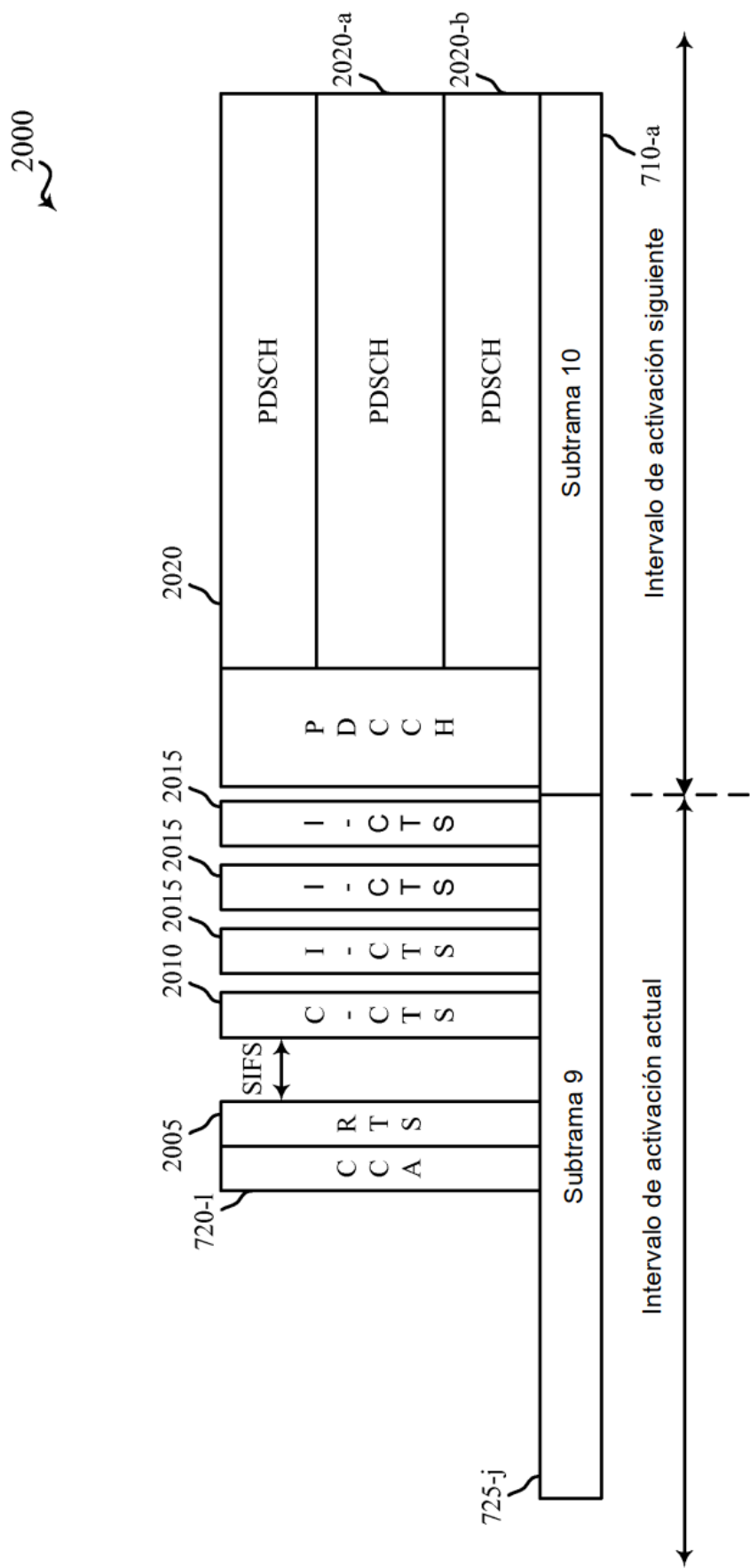


FIG. 20

2100

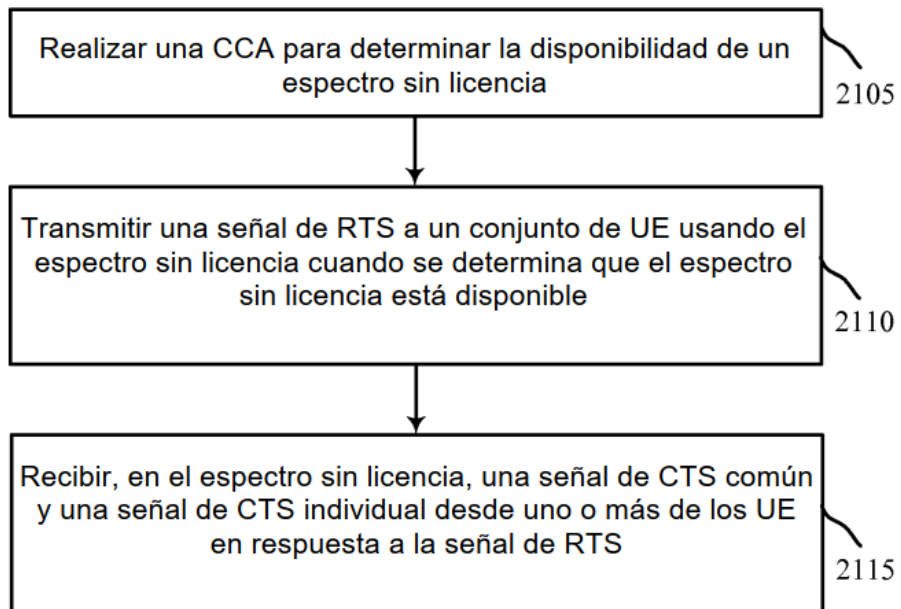


FIG. 21

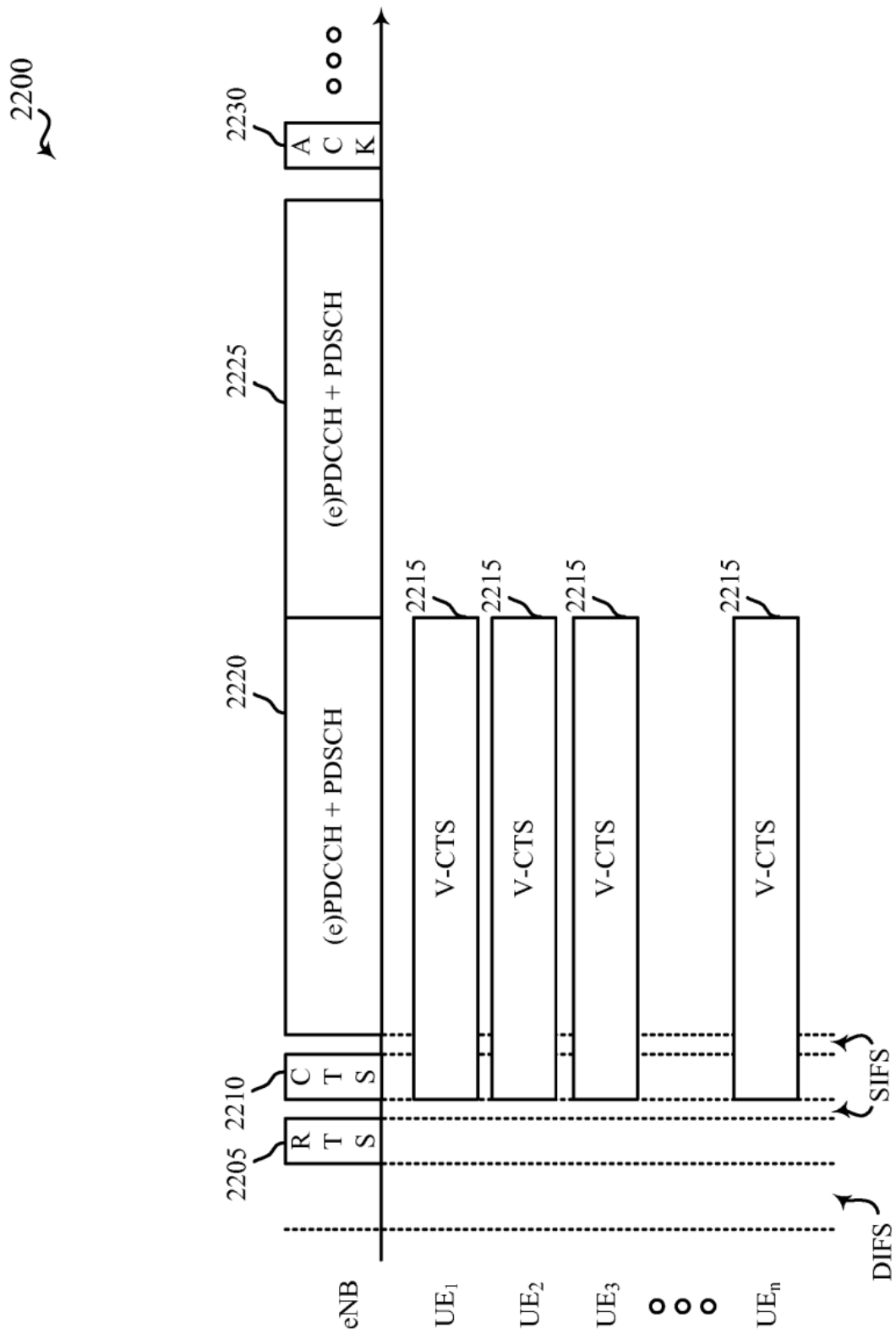


FIG. 22A

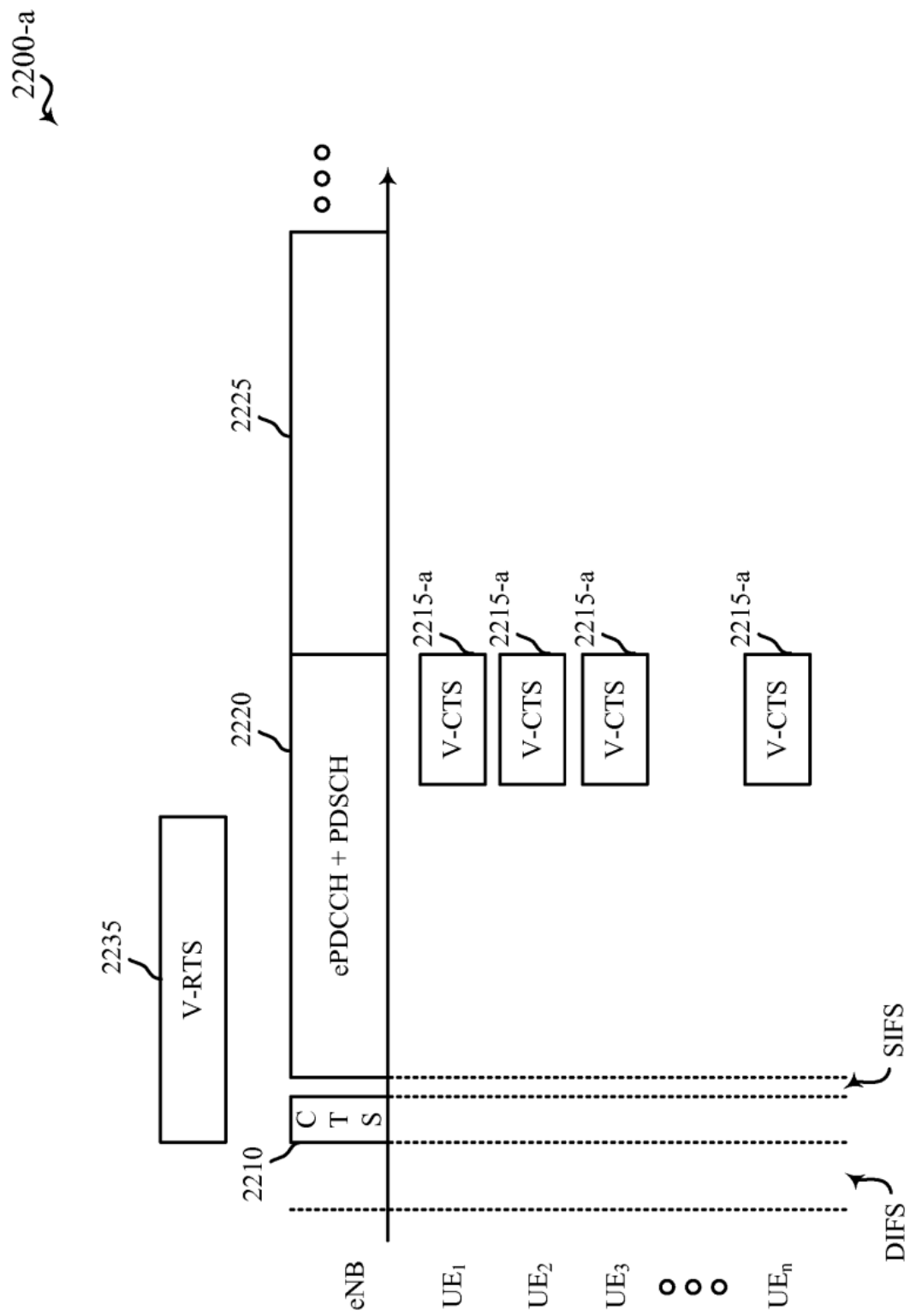


FIG. 22B

2300

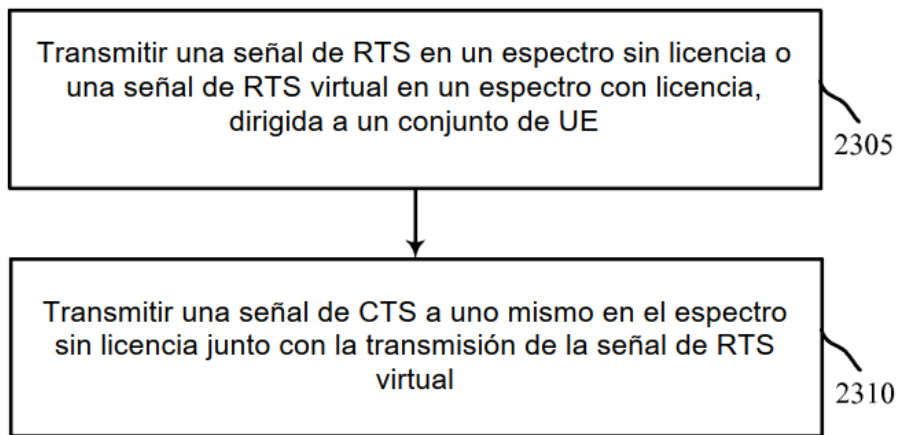


FIG. 23

2400

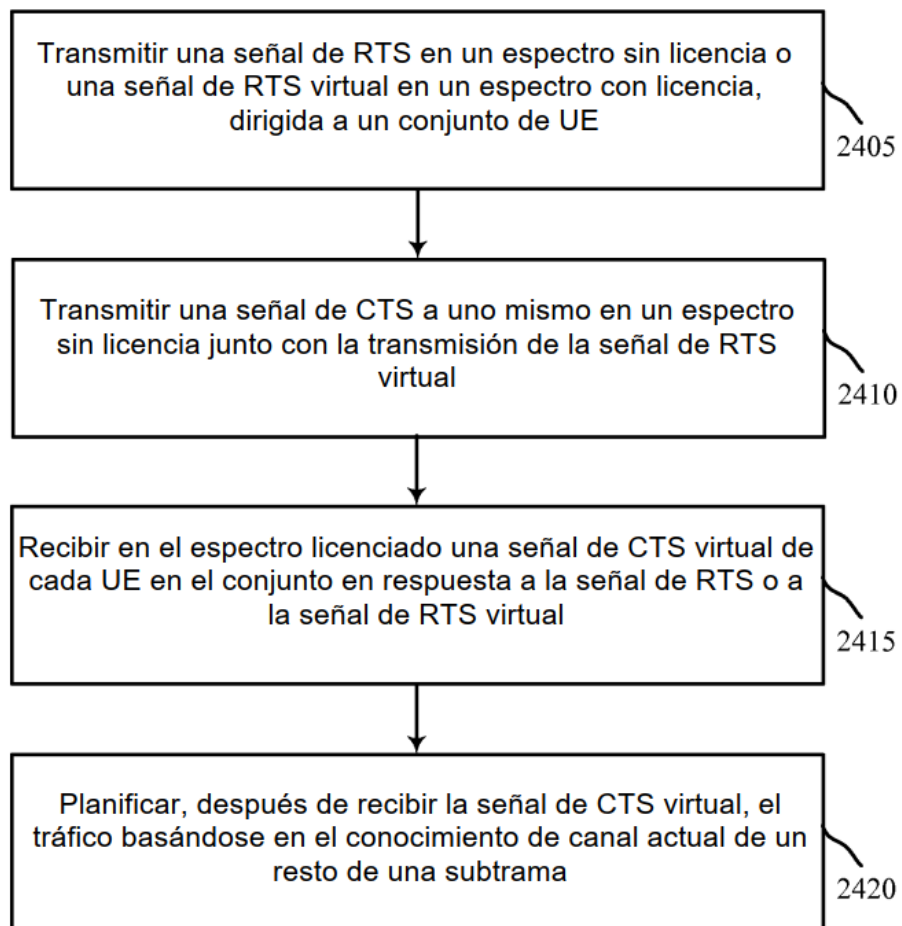


FIG. 24

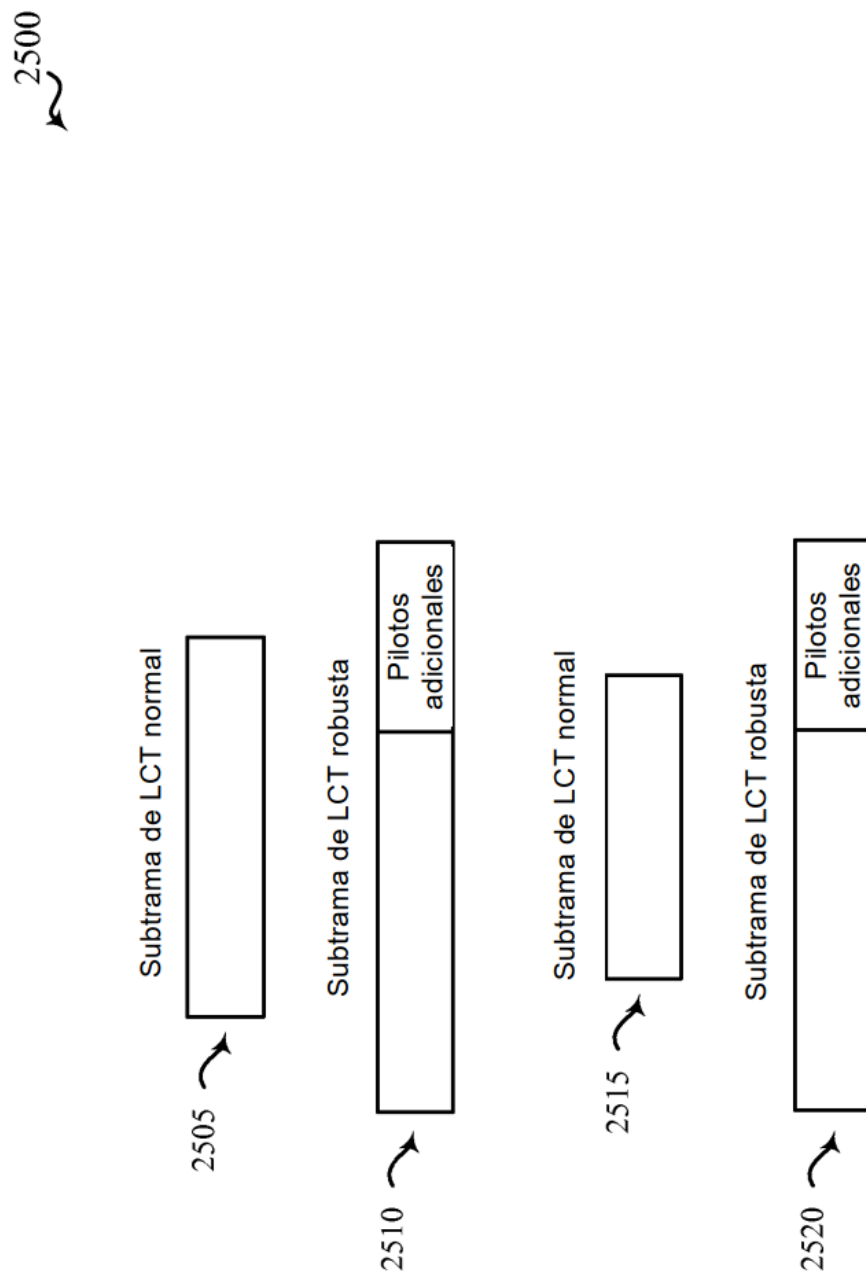


FIG. 25

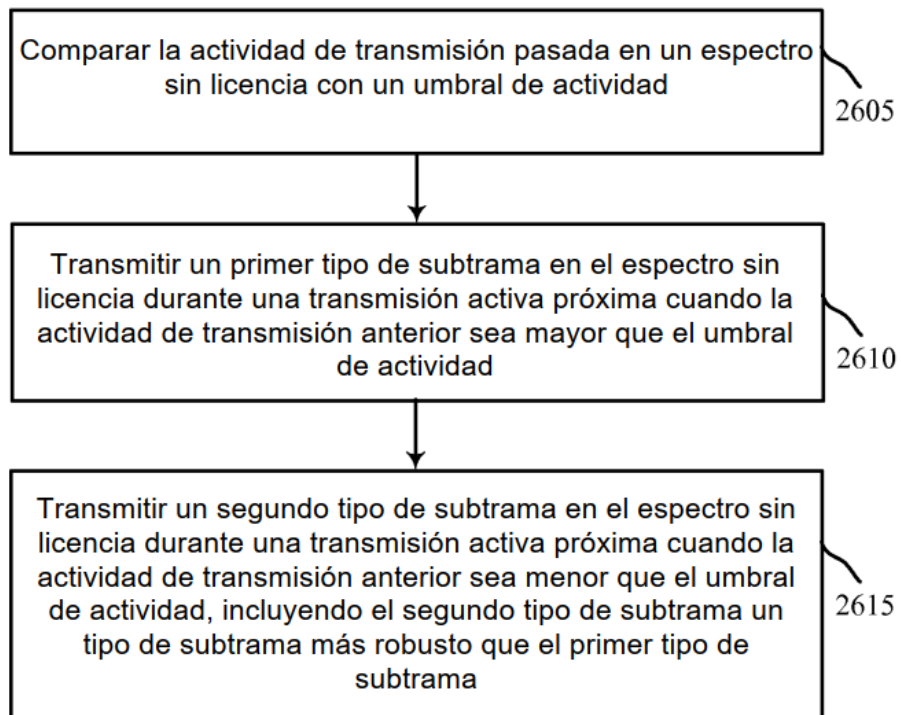
2600
~

FIG. 26

2700

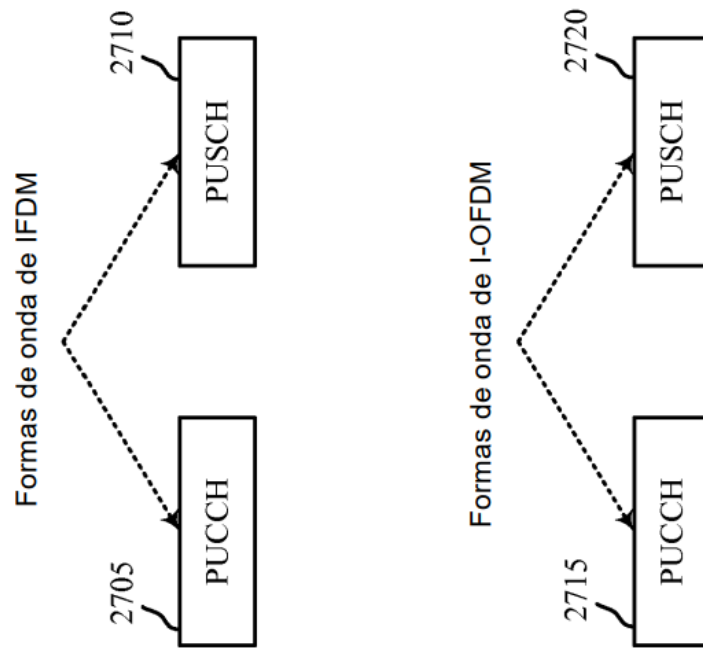


FIG. 27

2800

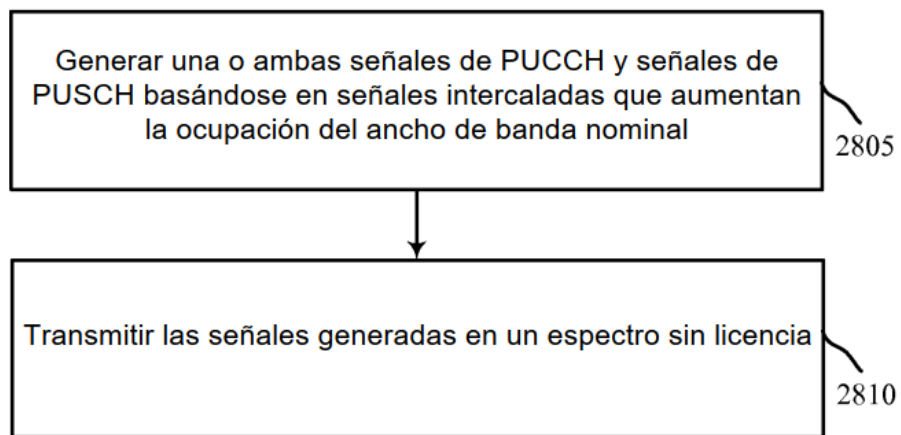


FIG. 28

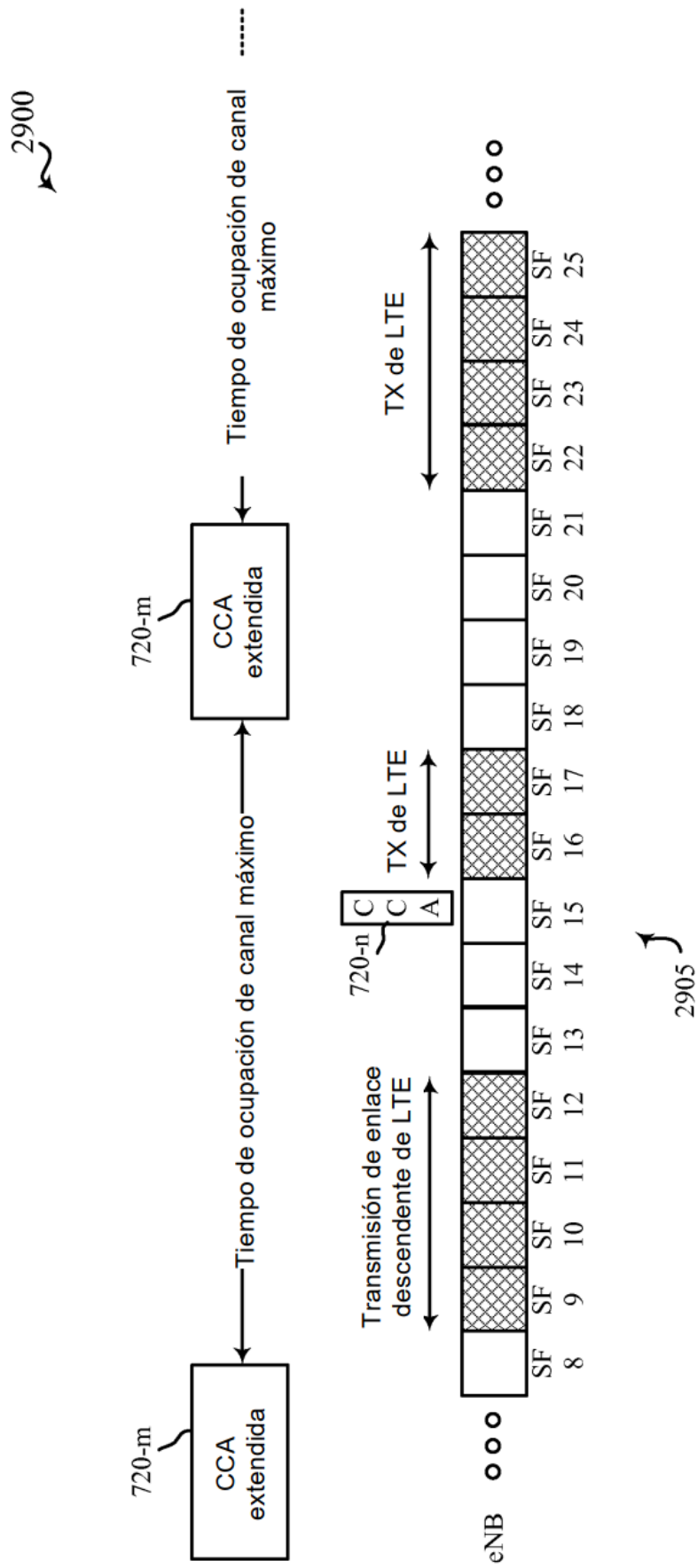


FIG. 29

3000

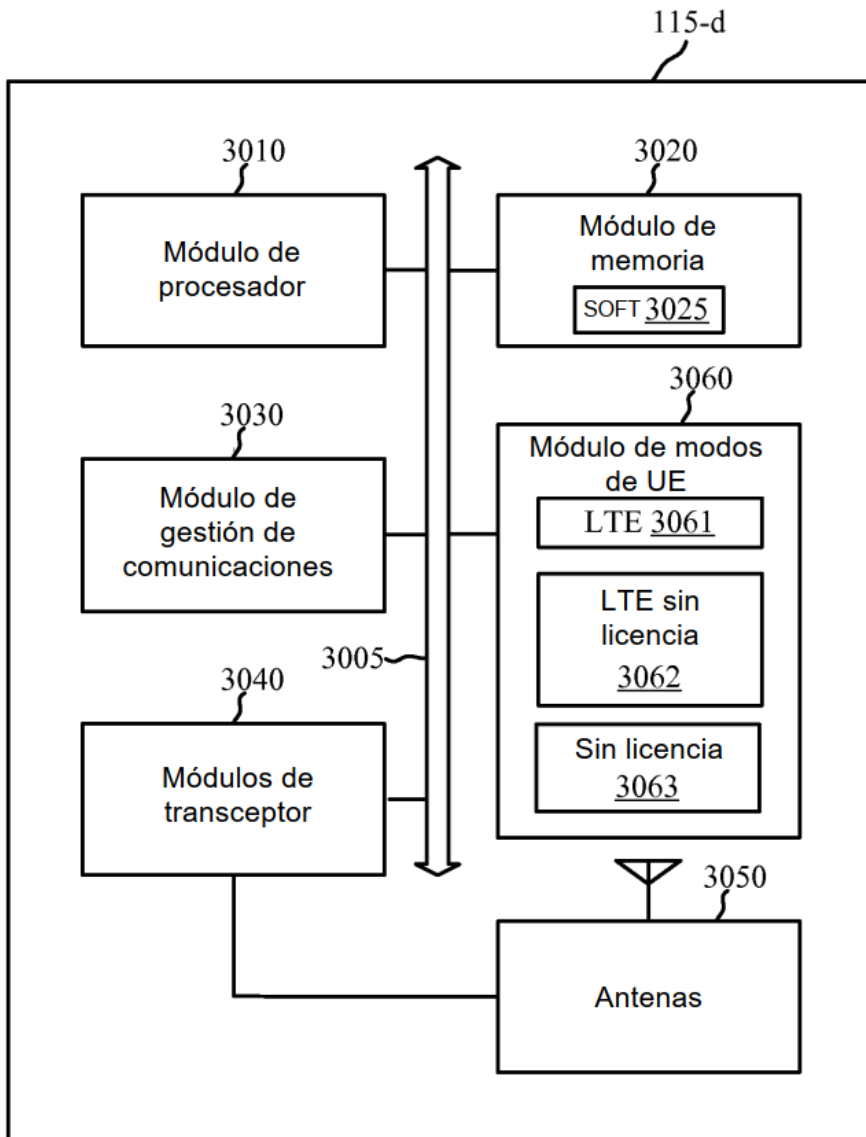


FIG. 30

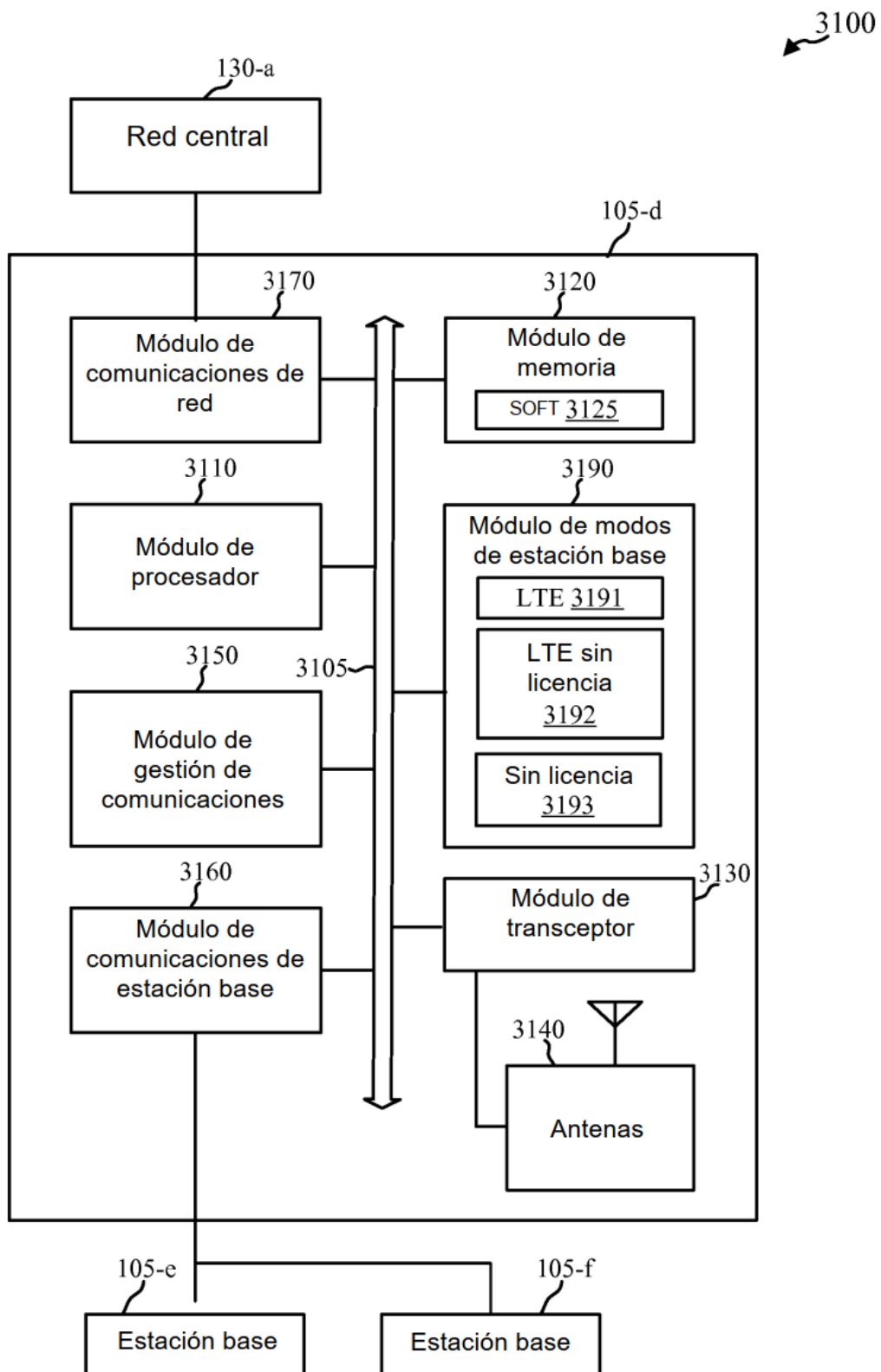


FIG. 31

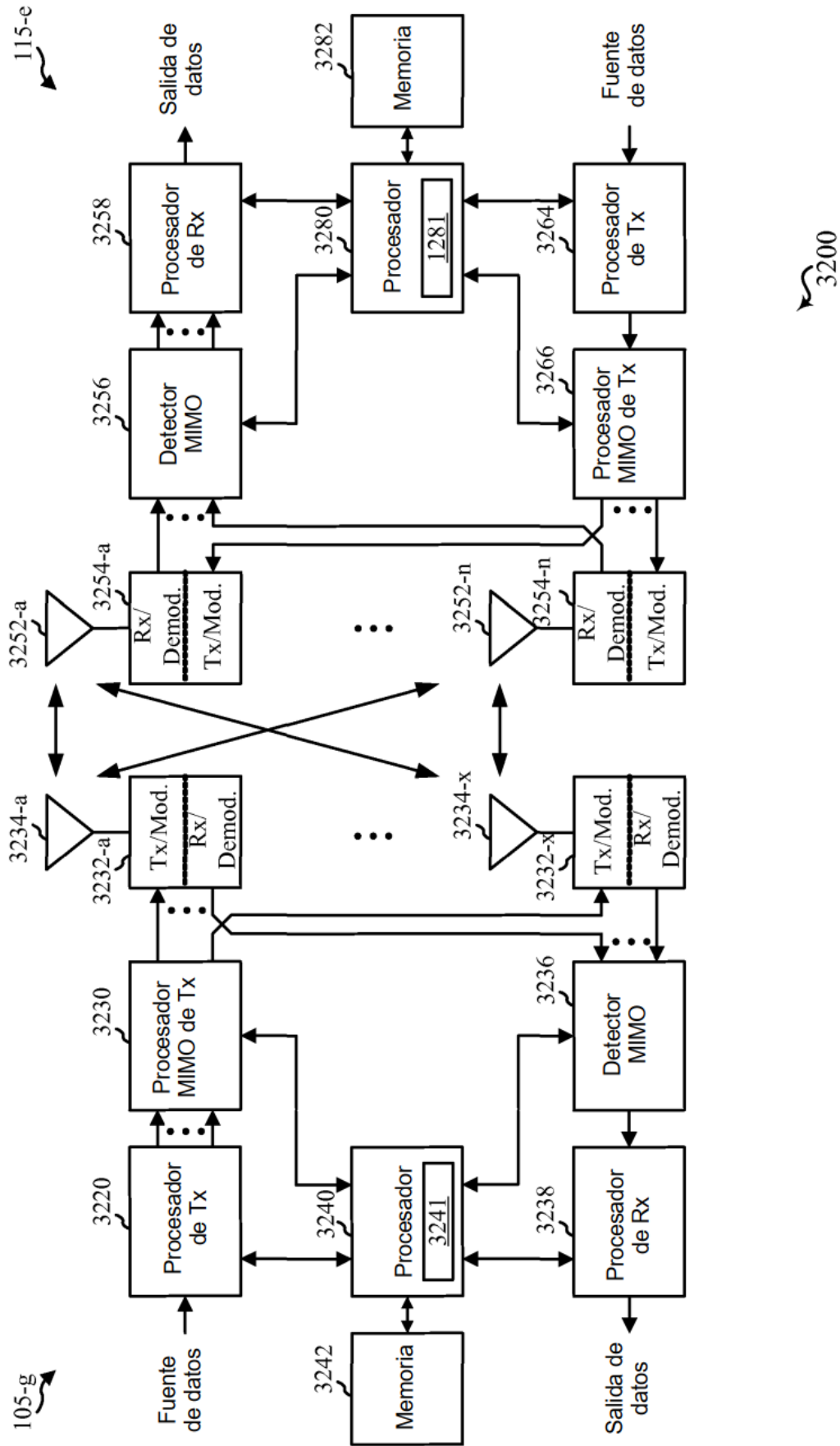


FIG. 32