

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 886 518**

51 Int. Cl.:

H04W 72/04 (2009.01)

H04W 16/14 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2017** E 20171794 (9)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.08.2021** EP 3709742

54 Título: **Control de las transmisiones de radio de enlace ascendente en recursos asignados de manera semipersistente**

30 Prioridad:

24.03.2017 US 201762476089 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.12.2021

73 Titular/es:

**TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)
(100.0%)
164 83 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:

**KARAKI, REEM;
MUKHERJEE, AMITAV y
CHENG, JUNG-FU**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 886 518 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

Control de las transmisiones de radio de enlace ascendente en recursos asignados de manera semipersistente

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a métodos para controlar transmisiones de radio en una red de comunicación inalámbrica, y a los dispositivos y sistemas correspondientes.

Antecedentes

10 Las redes de comunicación inalámbrica, tales como las redes de comunicación inalámbrica basadas en la tecnología LTE (Long Term Evolution, en inglés) especificada por 3GPP (Proyecto de Asociación de 3ª Generación, en inglés), habitualmente operan en un espectro de frecuencias con licencia, es decir, en recursos de frecuencia que están dedicados a una determinada tecnología y portadora de radio. Además, también puede ser posible la utilización de recursos de radio desde un espectro de frecuencias sin licencia, por ejemplo, en la banda de frecuencia de 5 GHz o 3.5 GHz. Habitualmente, los recursos de radio de dicho espectro de frecuencias sin licencia se comparten con otra portadora o con una o más de otras tecnologías de radio. El espectro sin licencia se utiliza como complemento del espectro con licencia, o permite un funcionamiento completamente autónomo.

15 En la tecnología LTE, los recursos de radio de un espectro de frecuencias sin licencia pueden ser utilizados sobre la base de una tecnología denominada "Acceso asistido con licencia" (LAA – Licensed-Assisted Access, en inglés). Los aspectos de la tecnología LAA se analizan en el documento 3GPP TR 36.889 V13.0.0 (2015-06). En la tecnología LAA, el espectro sin licencia se utiliza como complemento del espectro con licencia. Utilizando portadoras del espectro con licencia, un UE (Equipo de usuario – User Equipment, en inglés) se conecta a la red. Las portadoras del espectro con licencia también se denominan celda primaria o PCell. Además, se utilizan una o más portadoras adicionales, denominadas celda secundaria o SCell, del espectro sin licencia para mejorar la capacidad de transmisión. Para este propósito, se utiliza una funcionalidad de agregación de portadoras de la tecnología LTE. La funcionalidad de agregación de portadoras permite agregar dos o más portadoras, es decir, canales de frecuencia. En un escenario habitual de LAA, al menos una de las portadoras agregadas es del espectro con licencia y al menos una de las portadoras agregadas es del espectro sin licencia.

20 Debido a los requisitos reglamentarios, las transmisiones en el espectro sin licencia habitualmente se permiten solo con detección previa de canales, limitaciones de potencia de transmisión y/o tiempo máximo de ocupación del canal impuesto. Para tener en cuenta que los recursos de radio del espectro sin licencia son compartidos con otras portadoras u otras tecnologías de radio, es posible que sea necesario realizar un procedimiento de LBT (Escuchar antes de hablar – Listen Before Talk, en inglés) antes de proceder a una transmisión en el espectro sin licencia. Habitualmente, el procedimiento de LBT implica detectar el operador durante un tiempo mínimo predefinido, y retroceder si el portador está ocupado. Si, por otro lado, las transmisiones en los recursos de radio se coordinan de manera centralizada, tal como mediante la programación dinámica tal como se utiliza en la tecnología LTE, el rendimiento se puede degradar significativamente, porque pueden ocurrir situaciones en las que la programación centralizada puede otorgar una transmisión, pero la transmisión no es posible porque la portadora está ocupada, o pueden ocurrir situaciones en las que la portadora estaría libre, pero la programación centralizada no otorgó una transmisión. En el caso de la tecnología LAA, esto puede afectar, por ejemplo, al rendimiento de las transmisiones de enlace ascendente (UL) desde el UE a la red. Sin embargo, el buen rendimiento de las transmisiones UL se está volviendo más relevante, por ejemplo, debido a la utilización cada vez mayor de aplicaciones centradas en el usuario y a una necesidad cada vez mayor de enviar datos al almacenamiento en la nube.

30 Una degradación del rendimiento cuando se utiliza la tecnología LTE en el espectro sin licencia también puede ser debida a la competencia desleal con otras tecnologías de radio. Por ejemplo, la banda de 5 GHz sin licencia se utiliza principalmente en la comunicación de WLAN (Red de área local inalámbrica – Wireless Local Area Network, en inglés) según la familia de estándares IEEE 802.11. Según estos estándares, un dispositivo puede acceder de manera asíncrona a un canal de frecuencia determinado, sin requerir ninguna coordinación centralizada. En comparación con la tecnología LTE, que utiliza programación centralizada, esto aumenta las posibilidades de obtener acceso al canal de frecuencia, en particular en condiciones de red congestionadas. En consecuencia, un UE que intente obtener acceso a una determinada portadora del espectro sin licencia para una transmisión de UL basada en LAA tendrá menos posibilidades de obtener acceso a la portadora que un dispositivo de la WLAN que opere en un canal de frecuencia que se solape al menos parcialmente con esta portadora.

40 El documento EP 3 128 798 A1 da a conocer una estación móvil que se comunica con una estación base utilizando una banda sin licencia, e incluye una unidad de gestión de recursos configurada para gestionar información sobre un recurso de transmisión de enlace ascendente asignado por la estación base. Además, la estación móvil incluye una unidad de detección de transmisión configurada para detectar si la transmisión en la banda sin licencia es posible antes de la llegada del recurso de transmisión de enlace ascendente asignado, y una unidad de transmisión configurada para transmitir una señal de enlace ascendente en el recurso de transmisión de enlace ascendente asignado, cuando la transmisión en la banda sin licencia es posible.

55 Por consiguiente, existe la necesidad de técnicas que permitan un control eficaz de las transmisiones de radio de UL

en un espectro sin licencia.

Resumen

La invención se da a conocer en las reivindicaciones independientes. Las realizaciones ventajosas están descritas en las reivindicaciones dependientes.

5 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 ilustra esquemáticamente un sistema de comunicación inalámbrica en el que las transmisiones de radio están controladas, según una realización de la invención.

La figura 2 ilustra la utilización de recursos de radio de un espectro sin licencia, según una realización de la invención.

Las figuras 3A a 3D ilustran la asignación de recursos de radio según una realización de la invención.

10 La figura 4A ilustra esquemáticamente un esquema para evitar colisiones, tal como se utiliza según una realización de la invención.

La figura 4B ilustra esquemáticamente un esquema adicional para evitar colisiones, tal como se utiliza según una realización de la invención.

15 La figura 5A ilustra los ajustes de los parámetros de DCI para la activación de la asignación semipersistente de recursos de radio en un espectro de frecuencias sin licencia, tal como se utiliza en una realización de la invención.

La figura 5B ilustra los ajustes de los parámetros de DCI para la activación de la asignación semipersistente de recursos de radio en un espectro de frecuencias sin licencia, tal como se utiliza en una realización de la invención.

Las figuras 6A y 6B ilustran elementos de control que pueden ser utilizados en una realización de la invención.

La figura 7 ilustra un ejemplo de procesos, según una realización de la invención.

20 La figura 8 muestra un diagrama de flujo para ilustrar esquemáticamente un método según una realización de la invención.

La figura 9 muestra un diagrama de bloques para ilustrar las funcionalidades de un dispositivo de radio, según una realización de la invención.

25 La figura 10 muestra un diagrama de flujo para ilustrar esquemáticamente un método adicional, según una realización de la invención.

La figura 11 muestra un diagrama de bloques para ilustrar las funcionalidades de un nodo de red, según una realización de la invención.

La figura 12 ilustra esquemáticamente las estructuras de un dispositivo de radio, según una realización de la invención.

La figura 13 ilustra esquemáticamente las estructuras de un nodo de red, según una realización de la invención.

30 Descripción detallada de ejemplos

La invención está definida mediante las reivindicaciones independientes adjuntas, y las realizaciones adicionales están descritas mediante las reivindicaciones dependientes.

35 A continuación, los conceptos según los ejemplos de la invención se explicarán con más detalle y con referencia a los dibujos adjuntos. Los ejemplos ilustrados se refieren al control de las transmisiones de radio en una red de comunicación inalámbrica, específicamente al control de las transmisiones de radio de UL desde un dispositivo de radio, en lo sucesivo también denominado UE. Se supone que la red de comunicación inalámbrica se basa en una tecnología de radio que puede operar en un espectro de frecuencias sin licencia, tal como la banda sin licencia de 3.5 GHz o 5 GHz. Específicamente, la tecnología de radio puede estar basada en la utilización de la tecnología de radio LTE en un espectro de frecuencias sin licencia, por ejemplo, utilizando la tecnología de acceso asistido con licencia (LAA) tal como se describe en el documento 3GPP TR 36.889 V13.0.0 (2015-06). Sin embargo, cabe señalar que los conceptos ilustrados también se pueden aplicar a otras tecnologías, por ejemplo, una tecnología de comunicación inalámbrica 5G (5ª Generación). Además, los conceptos también se podrían aplicar al funcionamiento autónomo de la tecnología de radio LTE o tecnología de radio similar en el espectro de frecuencias sin licencia, sin coordinación u otra asistencia, mediante transmisiones en un espectro de frecuencia con licencia, por ejemplo, utilizando el funcionamiento de MuLTEfire tal como se especifica en la versión 1.0 de MuLTEfire. Documento técnico (2017-01).

45 Los conceptos ilustrados, se refieren a transmisiones de radio de UL desde un UE basadas en la asignación semipersistente de recursos de radio. Tal como se utiliza en el presente documento, la asignación semipersistente de recursos de radio se refiere a una asignación de recursos de radio que es válida de manera recurrente en múltiples

subtramas, sin requerir una solicitud del UE. Sin embargo, la asignación semipersistente de recursos de radio puede, no obstante, ser controlada por la red de comunicación inalámbrica. Específicamente, la red de comunicación inalámbrica puede configurar la asignación semipersistente de recursos de radio, por ejemplo, en términos de recursos de radio, y también controlar la activación y desactivación de la asignación semipersistente de recursos de radio. En consecuencia, al utilizar la asignación semipersistente de recursos de radio, los recursos de radio pueden ser asignados al UE en un intervalo de tiempo extendido a partir de la activación de la asignación semipersistente de recursos de radio por parte de la red de comunicación inalámbrica, hasta la desactivación o liberación de la asignación semipersistente de recursos de radio. La desactivación o liberación de la asignación semipersistente de recursos de radio puede ser iniciada activamente por la red de comunicación inalámbrica, o ser desencadenada de manera implícita, por ejemplo, por falta de uso de los recursos de radio asignados de manera semipersistente. En lo sucesivo, se supone que la asignación semipersistente de recursos de radio en el espectro de frecuencias sin licencia se basa en una concesión de SPS (Programación semipersistente – Semi-Persistent Scheduling, en inglés), utilizando información de control transmitida en diferentes capas de protocolo, en particular en un canal físico de control, en una capa de MAC (Control de acceso al medio – Medium Access Control, en inglés) y/o en una capa RRC (Control de recursos de radio – Radio Resource control, en inglés). La asignación semipersistente de los recursos de radio puede ser utilizada como una alternativa, o además de la asignación dinámica de recursos de radio, en respuesta a una solicitud del UE.

La figura 1 ilustra esquemáticamente un escenario a modo de ejemplo en el que un UE 10, por ejemplo, un teléfono móvil, una tableta u otro tipo de dispositivo de comunicación, se comunica con un nodo de acceso 100 de la red de comunicación inalámbrica. Según la utilización supuesta de la tecnología de radio LTE, el nodo de acceso 100 también se puede denominar eNB (“Nodo B evolucionado”). En el escenario de la figura 1, la comunicación entre el UE 10 y el nodo de acceso 100 está basada en LAA, es decir, utiliza portadoras tanto de un espectro de frecuencia con licencia como del espectro de frecuencias sin licencia. Específicamente, una portadora de DL (Enlace descendente - DownLink, en inglés) 21 del espectro de frecuencias con licencia se utiliza para transmisiones de radio de DL desde el nodo de acceso 100 al UE 10, y una portadora de UL (Enlace ascendente - UpLink, en inglés) 22 del espectro de frecuencias con licencia se utiliza para transmisiones de radio de UL desde el UE 10 al nodo de acceso 100. Las portadoras 21, 22 también se pueden denominar PCell del UE 10. Además, una portadora de DL 31 del espectro de frecuencias sin licencia puede ser utilizada para transmisiones de radio de DL desde el nodo de acceso 100 al UE 10, y/o una portadora de UL 32 del espectro de frecuencias sin licencia puede ser utilizada para transmisiones de radio de UL desde el UE 10 al nodo de acceso 100. Cabe señalar que, en algunos escenarios, la misma portadora, por ejemplo, la portadora 31 o la portadora 32, también podría ser utilizada para transmisiones de radio de DL desde el nodo de acceso 100 al UE 10 y transmisiones de radio de UL desde el UE 10 al nodo de acceso 100, por ejemplo, utilizando la portadora en un modo de TDD (Duplexación por división del tiempo). Las portadoras 31, 32 también se pueden denominar SCell del UE 10.

La figura 2 ilustra esquemáticamente las portadoras 21, 22, 31, 32 en el espacio de la frecuencia (f). Tal como se ilustra, las portadoras 21, 22 están en un espectro de frecuencia con licencia, por ejemplo, en una de las bandas de LTE entre 700 MHz y 2.7 GHz. Las portadoras 21, 22, que están dedicadas a la tecnología de radio LTE y con licencia para la portadora de la red de comunicación inalámbrica, es decir, no pueden ser utilizadas por otras tecnologías de radio o portadoras, se pueden utilizar para la transmisión fiable de información de control entre el UE 10 y el nodo de acceso 100. Por ejemplo, uno o más canales de control de DL, tal como un PDCCH (Canal físico de control de DL - Physical DL Control CHannel, en inglés) o un ePDCCH (PDDCH mejorado – Enhanced PDDCH, en inglés) pueden ser transmitidos en la portadora de DL 21. De manera similar, uno o más canales de control de UL, tal como un PUCCH (Canal físico de control de UL – Physical UL Control CHannel, en inglés) pueden ser transmitidos en la portadora de UL 22. Además, las portadoras pueden ser utilizadas para la transmisión de un canal de datos. Por ejemplo, uno o más canales de datos de DL, tal como un PDSCH (Canal físico compartido de DL – Physical UL Shared CHannel, en inglés) pueden ser transmitidos en la portadora de DL 21. De manera similar, uno o más canales de datos de UL, tal como un PUSCH (Canal físico compartido de UL – Physical UL Shared CHannel, en inglés) pueden ser transmitidos en la portadora de UL 22. El PDSCH y el PUSCH son utilizados de manera compartida por múltiples UE, y la asignación de recursos de radio del PDSCH o el PUSCH a un determinado UE, tal como el UE 10, se realiza mediante el nodo de acceso 100. Las portadoras 31, 32, que son compartidas con otras portadoras o tecnologías de radio, pueden ser utilizadas para mejorar la capacidad de transmisión o el rendimiento de transmisión entre el UE 10 y el nodo de acceso 100. La información de control para las portadoras 31, 32 puede ser transmitida en las portadoras 21, 22, es decir, las transmisiones en las portadoras 31, 32 son asistidas por transmisiones en las portadoras 21, 22. Por tanto, las portadoras 31, 32 también pueden ser denominadas SCell de LAA. Para mejorar la capacidad de transmisión o el rendimiento, uno o más canales de datos de DL, tal como un PDSCH, pueden ser transmitidos en la portadora de DL 31, y/o uno o más canales de datos de UL, tal como un PUSCH, pueden ser transmitidos en la portadora de UL 32. Como en el espectro de frecuencia con licencia, el PDSCH y el PUSCH en el espectro de frecuencias sin licencia son utilizados de manera compartida por múltiples UE, y se logra la asignación de recursos de radio del PDSCH o el PUSCH a un determinado UE, tal como el UE 10 por parte del nodo de acceso 100.

El funcionamiento tal como se ilustra en la figura 1 y 2, que utiliza portadoras separadas para la dirección de transmisión DL y UL, corresponde a un modo de FDD (Duplexación por división de la frecuencia – Frequency Division Duplex, en inglés). Sin embargo, cabe señalar que, en algunos escenarios, las transmisiones de radio de DL y las transmisiones de radio de UL también podrían ser realizadas en la misma portadora, por ejemplo, una de las

portadoras 21, 22, 31, 32, utilizando diferentes intervalos de tiempo para las transmisiones de radio de DL y las transmisiones de radio de UL, por ejemplo, utilizando un modo de TDD (Duplexación por división del tiempo).

En el caso de funcionamiento autónomo utilizando exclusivamente portadoras del espectro de frecuencias sin licencia, por ejemplo, el funcionamiento de MuLTEfire, se podría omitir la utilización de las portadoras 21, 22, y, asimismo, los canales de control, tal como un PDCCH, ePDCCH, MF-sPUCCH o MF-ePUCCH, podrían ser transmitidos en las portadoras 31, 32 del espectro de frecuencias sin licencia.

Las figuras 3A a 3D ilustran la asignación de recursos de radio en la tecnología de radio LTE. Para las transmisiones de radio de DL, la tecnología de radio LTE utiliza OFDM (Multiplexación por división ortogonal de la frecuencia – Orthogonal Frequency Division Multiplexing, en inglés). Tal como se ilustra en la figura 3A, la cuadrícula de tiempo-frecuencia subyacente está en el dominio de la frecuencia (f), definido por múltiples subportadoras de ancho de 15 kHz, y en el dominio de tiempo (t), definido por una secuencia de símbolos de OFDM que forman una subtrama de 1 ms de duración. Cada símbolo de OFDM comienza con un prefijo cíclico. Para las transmisiones de radio de UL se utiliza una cuadrícula de tiempo-frecuencia similar, que utiliza la misma separación de subportadoras y el mismo número de símbolos de modulación. Para las transmisiones de radio de UL, la tecnología de radio LTE utiliza OFDM difundida mediante DFT (Transformada discreta de Fourier – Discrete Fourier Transform, en inglés), también conocido como FDMA (Acceso múltiple por división de la frecuencia – Frequency Division Multiple Access, en inglés) de portadora única. Por consiguiente, los recursos de radio de la tecnología de radio LTE se pueden considerar organizados en una cuadrícula de tiempo-frecuencia que define elementos de recursos, cada uno de los cuales corresponde a la duración de una subportadora y a un intervalo de un símbolo de modulación, por ejemplo, tal como se ilustra en la figura 1.

La figura 3B ilustra, además, la organización de las transmisiones de radio LTE en el dominio del tiempo. Tal como se ilustra, las transmisiones de radio están organizadas en una secuencia de tramas de radio, y cada trama de radio está formada por múltiples subtramas. Las transmisiones de radio de DL están organizadas en tramas de radio de 10 ms, y cada una de estas tramas de radio consta de diez subtramas del mismo tamaño que tienen una longitud $T_{\text{subtrama}} = 1$ ms, tal como se indica en la figura 3B. Cada subtrama comprende dos intervalos, cada uno de los cuales tiene una duración de 0.5 ms. Dentro de una trama de radio, los intervalos se numeran secuencialmente dentro de un rango de 0 a 19. Para una longitud de prefijo cíclico normal, una subtrama consta de 14 símbolos de OFDM y la duración de cada símbolo es de aproximadamente 71.4 μs .

La asignación de recursos en la tecnología de radio LTE está definida habitualmente en términos de bloques de recursos, donde un bloque de recursos corresponde a un intervalo (0.5 ms) en el dominio del tiempo y a 12 subportadoras contiguas en el dominio de la frecuencia. Un par de dos bloques de recursos adyacentes en la dirección del tiempo (1.0 ms) también se denomina par de bloques de recursos. Los bloques de recursos están indexados en el dominio de la frecuencia, comenzando con el índice 0 desde un extremo del ancho de banda del sistema.

Las transmisiones de radio de DL habitualmente están sujetas a programación dinámica. Es decir, en cada subtrama, el nodo de acceso 100 transmite información de control de DL (DCI – DL Control Information, en inglés). La información de control indica a qué UE se transmiten datos en esta subtrama, y qué bloques de recursos incluyen los datos para un UE específico. La figura 3C muestra un ejemplo de subtrama de DL. Tal como se ilustra, la DCI puede ser transmitida en los primeros símbolos de OFDM de la subtrama de DL, también denominada región de control de la subtrama de DL. Habitualmente, la región de control corresponde a los primeros 1, 2, 3 o 4 símbolos de OFDM de la subtrama de DL. El número n de los símbolos de OFDM que definen la región de control también se denomina CFI (Indicador de formato de control – Control Format Indicator, en inglés). Tal como se ilustra, la subtrama de DL también contiene símbolos de referencia, que son conocidos por el receptor y utilizados con fines de demodulación, por ejemplo, para demodulación coherente de la información de control. En el ejemplo de la figura 3C, se supone $\text{CFI} = 3$. Los símbolos de referencia también pueden incluir símbolos de referencia específicos (CRS – Specific Reference Symbols, en inglés) de una celda que pueden ser utilizados para soportar diversas funciones, tales como sincronización fina de tiempo y frecuencia y estimación de canal para ciertos modos de transmisión.

Asimismo, las transmisiones de radio de UL están sujetas habitualmente a programación dinámica. Para este propósito, el nodo de acceso 100 puede indicar en la información DCI qué UE transmitirán datos de UL en una subtrama posterior, y en qué bloques de recursos los datos de UL deben ser transmitidos por los UE. La figura 3D muestra un ejemplo de una subtrama de UL. La red de recursos de UL puede incluir datos de UL e información de control de UL. Los datos de UL y la información de control de UL pueden estar incluidos en un canal de datos compartido, denominado PUSCH (canal físico compartido de UL). Además, la información de control de UL puede estar incluida en un canal de control, denominado PUCCH (Canal físico de control de UL). Tal como se ilustra adicionalmente, una subtrama de UL también puede incluir varias señales de referencia, tales como señales de referencia de demodulación (DMRS – Demodulation Reference Signals, en inglés) y señales de referencia de sondeo (SRS – Sounding Reference Signals, en inglés). Las DMRS se utilizan para la demodulación coherente del PUSCH y del PUCCH. Las SRS habitualmente no están asociadas con ningún dato o información de control, y se utilizan para estimar la calidad del canal de UL, por ejemplo, para propósitos de programación selectiva de frecuencia. Tal como se ilustra en la figura 3D, la DMRS y una SRS son multiplexadas en el tiempo en la subtrama de UL, y las SRS son transmitidas en el último símbolo de la subtrama de UL. Las DMRS son transmitidas habitualmente una vez en cada intervalo para subtramas con prefijo cíclico normal, y pueden estar situadas en el cuarto y undécimo símbolo de SC-

FDMA.

En la tecnología de radio LTE, la DCI puede indicar, por ejemplo, la siguiente información para controlar las transmisiones de radio de UL:

- recursos de radio asignados para una transmisión de radio de UL (incluido si se aplica salto de frecuencia).
- 5 • un esquema de modulación y codificación (MCS – Modulation and Coding Scheme, en inglés) que se aplicará a una transmisión de radio de UL
- Versiones de redundancia (RV – Redundancy Versions, en inglés) a aplicar para una transmisión de radio de UL
- un indicador de datos nuevos (NDI – New Data Indicator, en inglés) para controlar si el UE transmitirá datos nuevos o realizará una retransmisión
- 10 • un comando de control de potencia de transmisión (TPC – Transmit Power Control, en inglés)
- información sobre DMRS que se utilizará en una transmisión de radio de UL
- en el caso de la programación de portadoras cruzadas, un índice de portadora objetivo que indica una portadora a la que aplica la DCI.

15 La DCI es habitualmente específica del UE y está protegida por CRC (Verificación por redundancia cíclica – Cyclic Redundancy Check, en inglés), utilizando, habitualmente, bits de CRC. El carácter específico del UE de la DCI se logra codificando los bits de CRC con un identificador específico del UE, por ejemplo, un C-RNTI (Identificador temporal de red de radio celular – Cell Radio Temporary Identifier, en inglés). Además, los bits de DCI y CRC codificados habitualmente están protegidos por codificación convolucional. Habitualmente, el nodo de acceso 100 asigna un C-RNTI único a cada UE asociado a él. El C-RNTI puede adoptar valores en el rango comprendido entre 0001 y FFF3 en formato hexadecimal. Cuando el UE 10 es atendido simultáneamente por múltiples celdas, tales como las PCell y SCell mencionadas anteriormente, el UE 10 habitualmente utilizará el mismo C-RNTI en todas las celdas de servicio.

20 La DCI puede ser transmitida en un canal de control de DL denominado PDCCH (Canal físico de control de DL), que utiliza exclusivamente elementos de recursos de la región de control de la subtrama de DL. Además, la información de control de DL también puede ser transmitida en un canal de control de DL denominado ePDCCH, que utiliza elementos de recursos fuera de la región de control. Un tipo específico de información de control de DL que puede ser transmitida en el PDCCH o el ePDCCH es la información de programación, tal como una asignación de DL, la asignación de recursos de radio de DL para una transmisión de radio de DL al UE 10, o una concesión de UL, la asignación de recursos de radio de UL para una transmisión de radio de UL desde el UE 10.

25 La programación dinámica de transmisiones de radio de UL se puede lograr de la siguiente manera: el UE 10 informa al nodo de acceso 100 de cuándo necesita transmitir datos de UL, por ejemplo, enviando una solicitud de programación (SR – Scheduling Request, en inglés). En respuesta a la SR, el nodo de acceso 100 asigna los recursos de radio y envía la información de programación correspondiente en una concesión de UL al UE 10. Si los recursos de radio asignados no son suficientes para transmitir todos los datos de UL, el UE 10 puede enviar, además, un informe del estado de la memoria intermedia (BSR – Buffer Status Report, en inglés) acerca de los recursos de radio asignados, informando de ese modo al nodo de acceso 100 sobre la cantidad de datos de UL todavía pendientes de transmisión. En respuesta al BSR, el nodo de acceso 100 puede asignar más recursos de radio al UE 10, de manera que el UE 10 pueda continuar con la transmisión de los datos de UL.

Más detalladamente, si la memoria intermedia 10 del UE para la transmisión de datos de UL está vacía y llegan nuevos datos de UL a la memoria intermedia, la programación dinámica se puede realizar según el siguiente procedimiento:

40 1. Utilizando el PUCCH, el UE 10 envía una SR al nodo de acceso 100. La SR informa al nodo de acceso 100 de que el UE 10 necesita transmitir datos de UL. Para enviar la SR, el UE 10 puede utilizar un intervalo de tiempo que se asigna según un programa periódico, por ejemplo, con un intervalo de 5, 10 o 20 ms.

2. Cuando el nodo de acceso 100 recibe la SR, responde con una pequeña concesión de UL que asigna recursos de radio que son suficientes para indicar la cantidad de datos de UL pendientes en la memoria intermedia mediante un BSR. Esta reacción a la SR suele tardar 3 ms.

3. Después de que el UE 10 recibió y procesó la concesión de UL inicial, lo que puede tardar aproximadamente 3 ms, habitualmente envía una transmisión de radio de UL con el BSR. El BSR es un CE (Elemento de control – Control Element, en inglés) de un protocolo de MAC (Control de acceso a medio) de la tecnología de radio LTE. Si la concesión de UL inicial es suficientemente grande, el UE 10 también puede incluir al menos una parte de los datos de UL en la transmisión de radio de UL.

4. Tras la recepción del BSR, el nodo de acceso 100 asigna recursos de radio según la cantidad de datos de UL pendientes indicados por el BSR, y envía una concesión UL adicional correspondiente al UE 10. Mediante la

transmisión de los datos de UL pendientes en los recursos de radio asignados, el UE 10 puede, por lo tanto, vaciar su memoria intermedia.

5 En el ejemplo citado anteriormente de un procedimiento de programación dinámica, se puede producir un retardo de 16 ms o más entre la llegada de los datos de UL a la memoria intermedia vacía y la recepción de estos datos de UL por parte del nodo de acceso 100. Este retardo puede ser incrementado aún más debido a que el UE 10 tiene que esperar la siguiente oportunidad para la SR, y/o debido a que el UE 10 tiene que realizar un procedimiento de acceso aleatorio para obtener sincronización y que se le asignen oportunidades de SR.

10 Un tipo específico de información que puede ser transmitida entre el UE 10 y el nodo de acceso 100 es la retroalimentación de HARQ (Solicitud de repetición automática híbrida – Hybrid Automatic Repeat ReQuest, en inglés). Para una transmisión de radio de DL desde el nodo de acceso 100 al UE 10, la retroalimentación de HARQ es transmitida en una transmisión de radio de UL, e indica si la transmisión de radio de DL fue recibida con éxito por el UE 10. La retroalimentación de HARQ puede ser transmitida al PUCCH. La recepción con éxito es confirmada mediante un acuse de recibo positivo de HARQ (HARQ ACK – HARQ ACKnowledgement, en inglés). Una recepción fallida se indica mediante un acuse de recibo negativo de HARQ (HARQ NACK – HARQ NACKnowledgement, en inglés). Un NACK de HARQ o la falta de un ACK de HARQ pueden desencadenar una retransmisión de la transmisión de radio de DL. Para una transmisión de radio de UL desde el UE 10 al nodo de acceso 100, la retroalimentación de HARQ se transmite en una transmisión de radio de DL, e indica si la transmisión de radio de UL fue recibida con éxito por el nodo de acceso 100. La retroalimentación de HARQ puede ser transmitida explícitamente en un PHICH (Canal físico de indicación de HARQ) o incluido implícitamente en la DCI para futuras transmisiones de radio de UL. Nuevamente, la recepción con éxito es confirmada mediante un ACK de HARQ. La recepción fallida se indica mediante un NACK de HARQ. Un NACK de HARQ o la falta de un ACK de HARQ pueden desencadenar una retransmisión de la transmisión de radio de UL. A modo de ejemplo, se pueden utilizar 8 o 16 procesos de HARQ en paralelo.

25 Si la tecnología de radio LTE se utiliza en el modo de FDD, se puede utilizar el funcionamiento de HARQ asíncrona para las transmisiones de radio de DL. Esto significa que los procesos de HARQ se pueden utilizar en cualquier orden. Para cada transmisión de radio de DL, el nodo de acceso 100 puede indicar un ID de proceso de HARQ y la RV en el PDCCH o ePDCCH, de modo que el UE 10 pueda identificar a qué proceso de HARQ pertenece una determinada transmisión de radio de DL. Para la transmisión de radio de UL, se puede utilizar el funcionamiento de HARQ síncrona. En este caso, el UE 10 necesita utilizar el mismo número de proceso HARQ cada 8 subtramas. Esto significa que cada subtrama está asociada con un ID de proceso de HARQ correspondiente, que permite al nodo de acceso 100 identificar, a partir del índice de subtrama, a qué proceso de HARQ pertenece la transmisión de radio de UL recibida. Además, el nodo de acceso 100 puede conocer la RV a partir de la DCI utilizada para enviar la concesión de UL para esta transmisión de radio de UL. Para las transmisiones de radio de UL se puede utilizar un modo de HARQ adaptativa o un modo de HARQ no adaptativa. En el modo de HARQ adaptativa, el UE 10 no utilizará el PHICH, sino que utilizará la DCI relacionada con el UL para controlar las retransmisiones de HARQ. En el modo de HARQ no adaptativa, las retransmisiones de HARQ se controlan a su vez sobre la base de la retroalimentación de HARQ indicada en el PHICH, y el UE 10 puede realizar la retransmisión de UL sobre la base de los mismos parámetros, por ejemplo, bloques de recursos, MCS, etc., como lo indica el DCI para la transmisión de radio de UL inicial. La utilización del funcionamiento de HARQ síncrona tiene el efecto de que se produce un retardo fijo entre la transmisión de radio de UL inicial y la retransmisión de UL, también conocida como tiempo de ida y vuelta RTT (Round Trip Time, en inglés de HARQ. Un RTT de HARQ habitual corresponde a 8 subtramas.

45 Si la tecnología de radio LTE se utiliza en el modo de FDD, se puede utilizar una subtrama de UL para indicar la retroalimentación de HARQ para múltiples subtramas de DL, teniendo en cuenta que algunas configuraciones de TDD tienen números distintos de subtramas de DL y de UL, utilizando una configuración de PUCCH que difiere de la configuración de PUCCH utilizada en el modo de FDD. Sin embargo, también es posible utilizar la misma configuración del PUCCH que en el modo de FDD, utilizando una operación lógica "Y" para agrupar la retroalimentación de HARQ de múltiples transmisiones de radio de DL en un solo ACK de HARQ o NACK de HARQ, indicando si se recibieron cero o más de cero bloques con errores.

50 En este caso, se transmitiría un NACK de HARQ si al menos una de las transmisiones de radio de DL no tuvo éxito. Esto puede tener el efecto de que se activen múltiples retransmisiones de DL, incluso si solo una de las correspondientes transmisiones de radio DL iniciales no tuvo éxito.

55 Para las transmisiones de radio UL de la SCell de LAA, se puede utilizar el funcionamiento de HARQ asíncrona. Es decir, las retransmisiones de UL no solo pueden ocurrir un RTT de HARQ después de la transmisión inicial. Esto puede facilitar la consideración de que las retransmisiones de una UL se pueden retrasar debido a LBT. Para HARQ asíncrona, el UE 10 puede suponer que todas las transmisiones de radio de UL transmitidas tuvieron éxito, estableciendo localmente el estado de HARQ en ACK, a menos que reciba un NACK de HARQ y una concesión de UL para una retransmisión de UL desde el eNB.

60 En el caso del funcionamiento de MuLTEfire, la transmisión de retroalimentación de HARQ para una transmisión de radio de DL se puede lograr de la siguiente manera: Después de la recepción del PDCCH o el ePDCCH y el PDSCH asociado en la subtrama 'n', el UE 10 puede preparar la retroalimentación de HARQ asociada para transmisión en la subtrama 'n + 4'. A continuación, el UE 10 puede transmitir cualquier retroalimentación de HARQ pendiente en la

oportunidad de transmisión de UL más temprana posible siguiendo la restricción 'n + 4', es decir, en la subtrama n + 4 o en una subtrama posterior. La oportunidad de transmisión de UL se puede definir según los recursos de MF-sPUCCH o MF-ePUCCH que están disponibles para el UE 10. Cuando se transmite la retroalimentación de HARQ, el UE 10 puede agregar una retroalimentación de HARQ pendiente. En consecuencia, tal como en el modo de TDD mencionado anteriormente, la retroalimentación de HARQ transmitida puede incluir potencialmente la retroalimentación de HARQ para varias transmisiones de radio de DL. La retroalimentación de HARQ pendiente puede ser agregada en un mapa de bits con una asociación implícita entre un índice en el mapa de bits y un ID del proceso de HARQ. El tamaño de este mapa de bits puede ser configurado por el nodo de acceso 100. Un número máximo de procesos de HARQ para transmisiones de radio de DL puede ser 16. En el mapa de bits, el estado predeterminado de la retroalimentación de HARQ puede ser NACK, y este estado predeterminado puede ser cambiado solo si hay un ACK disponible para ser enviado.

La transmisión de la retroalimentación de HARQ para una transmisión de radio de UL en funcionamiento de MuLTEfire se puede lograr de manera asincrónica, de manera similar al funcionamiento de HARQ de UL especificado por el 3GPP para eMTC (comunicación de tipo máquina mejorada – Enhanced Machine Type Communication, en inglés). En consecuencia, solo se podría utilizar el funcionamiento de HARQ adaptativa y, con respecto a su funcionamiento de HARQ, el UE 10 puede ignorar cualquier contenido de información en el PHICH, y se puede activar y programar una retransmisión de radio de UL mediante una concesión de UL incluida en la DCI.

Para la utilización de las portadoras 31, 32 de la banda de frecuencias sin licencia, el UE 10 y el nodo de acceso 100 pueden necesitar implementar un procedimiento de LBT o mecanismo similar, para evitar conflictos con otros dispositivos de radio o tecnologías de radio que, potencialmente, pueden utilizar las portadoras 31, 32.

La figura 4A ilustra un ejemplo de un procedimiento de LBT que puede ser utilizado para garantizar la coexistencia con transmisiones de WLAN en la portadora 32.

En el ejemplo de la figura 4A, se supone que dos estaciones de WLAN, denominadas estación A y estación B, transmiten en la portadora 32 desde el espectro de frecuencias sin licencia. En el tiempo t1, la estación A finaliza la transmisión de una trama de datos a la estación B. Después de un tiempo denominado SIFS (Espacio corto entre tramas – Short Inter Frame Space, en inglés), la estación B devuelve una trama de ACK a la estación A. El tiempo SIFS puede ser, por ejemplo, 16 μ s. La estación B envía la trama de ACK sin realizar una operación de LBT. Antes de que otro dispositivo de radio, tal como el UE 10, pueda transmitir en la portadora 32, en primer lugar, necesita detectar la portadora 32 para determinar si está ocupada. Si durante la transmisión de la trama de ACK por parte de la estación B se encuentra que la portadora 32 está ocupada, el otro dispositivo de radio debe diferir durante un tiempo denominado DIFS (Espacio distribuido entre tramas - Distributed Inter Frame Space, en inglés), que es más largo que el tiempo SIFS, tal como 34 μ s. De esta forma, se puede evitar que el otro dispositivo de radio interfiera con la transmisión de la trama de ACK. Por lo tanto, un dispositivo de radio, tal como el UE 10, que desea realizar una transmisión, en primer lugar, realiza una CCA (Evaluación de canal libre – Clear Channel Assessment, en inglés) detectando la portadora durante el tiempo DIFS. Si el medio está inactivo, entonces el dispositivo de radio supone que la portadora 32 está libre y que puede transmitir en la portadora 32. Si se encuentra que la portadora 32 está ocupada, el dispositivo de radio espera hasta que la portadora 32 quede inactiva y pospone el tiempo DIFS. Además, el dispositivo de radio puede esperar un período de retroceso aleatorio antes de que pueda comenzar a transmitir en la portadora 32 en t4. El período de retroceso aleatorio tiene el propósito de reducir el riesgo de colisiones cuando múltiples dispositivos de radio están listos para transmitir cuando la portadora 32 queda inactiva. En el ejemplo de la figura 4A, el dispositivo de radio inicia un contador de retroceso aleatorio en t3 y difiere un número correspondiente de intervalos de tiempo. El contador de retroceso aleatorio puede ser seleccionado como un número entero aleatorio de no más de un tamaño CW (Contention Window, en inglés) de la ventana de contención de retroceso. Para evitar colisiones recurrentes, el tamaño CW de la ventana de contención de retroceso puede ser duplicado siempre que se detecte una colisión, hasta un límite de CWmax. Cuando un intento de transmisión tiene éxito sin colisión, la ventana de contención es restablecida a su valor inicial.

La figura 4B ilustra un ejemplo adicional de un procedimiento de LBT que se basa en CCA basado en carga según el documento del ETSI Borrador de EN 301893 V2.1.0 (2017-03). En este caso, un dispositivo de radio que no utilice un protocolo de WLAN, tal como el UE 10, puede utilizar un acceso al canal adaptativo, basado en la carga. El dispositivo de radio que inicia una secuencia de una o más transmisiones se denomina dispositivo de iniciación. De lo contrario, el dispositivo de radio se indica como dispositivo de respuesta. El dispositivo de iniciación implementa un mecanismo de acceso al canal que se basa en un retroceso exponencial truncado y priorizado. Antes de una transmisión o una ráfaga de transmisiones en un canal operativo, tal como la portadora 32, el dispositivo de inicio acciona al menos un motor de acceso al canal (se pueden accionar hasta cuatro motores de acceso simultáneamente, correspondientes a diferentes clases de prioridad de datos) que ejecuta un procedimiento descrito en la etapa 1) a la etapa 8) a continuación. Un solo espacio de observación tendrá una duración de no menos de 9 μ s.

1) El motor de acceso al canal establece una ventana de contención, CW, en un valor mínimo CWmin.

2) El motor de acceso al canal selecciona un número q aleatorio de una distribución uniforme en el rango de 0 a CW.

3) El motor de acceso al canal inicia un período de priorización tal como se describe en la etapa 3) a) a la etapa 3) c):

a) El motor de acceso al canal establece p según la clase de prioridad asociada con este motor de acceso al canal

5

b) El motor de acceso al canal espera un período de $16 \mu\text{s}$.

c) El motor de acceso al canal realiza CCA en el canal operativo durante un solo intervalo de observación:

10

i) El canal de operación se considera ocupado si se detectan otras transmisiones dentro de este canal, con un nivel por encima de un umbral de detección de energía (ED – Energy Detection, en inglés). En este caso, el motor de acceso al canal iniciará un nuevo período de priorización que comienza con la etapa 3) a) después de que la energía dentro del canal haya caído por debajo del umbral de ED.

15

ii) En caso de que no se detecte energía dentro del canal operativo con un nivel por encima del umbral de ED, p puede reducirse en no más de 1. Si p es igual a 0, el motor de acceso al canal continuará a la etapa 4); de lo contrario, el motor de acceso al canal continuará con la etapa 3) c).

4) El motor de acceso al canal realiza un procedimiento de retroceso tal como se describe en la etapa 4) a) a la etapa 4) d):

20

a) Esta etapa verifica si el motor de acceso al canal satisface la condición posterior al retroceso. Si $q < 0$ y el motor de acceso al canal está listo para una transmisión, el motor de acceso al canal establecerá CW igual a CW_{min} y seleccionará un número aleatorio q de una distribución uniforme en el rango de 0 a CW antes de continuar con la etapa 4) b).

25

b) Si $q < 1$, el motor de acceso al canal continúa con la etapa 4) d). De lo contrario, el motor de acceso al canal puede reducir el valor q en no más de 1 y el motor de acceso al canal continuará con la etapa 4) c).

c) El motor de acceso al canal realizará CCA en el canal operativo durante un solo intervalo de observación

30

d) Si el motor de acceso al canal está listo para una transmisión, el motor de acceso al canal continuará con la etapa 5). De lo contrario, el motor de acceso al canal disminuirá el valor q en 1 y el motor de acceso al canal continuará con la etapa 4) c). Se debe entender que q puede volverse negativo y seguir disminuyendo mientras el motor de acceso al canal no esté listo para una transmisión.

35

5) Si solo un motor de acceso al canal del dispositivo de inicio se encuentra en esta etapa, el motor de acceso al canal continúa con la etapa 6). Si el dispositivo de inicio tiene una multitud de motores de acceso al canal en esta etapa, el motor de acceso al canal con la clase de prioridad más alta en esta multitud procederá con la etapa 6) y todos los demás motores de acceso al canal en la etapa actual continuarán con la etapa 8).

6) El motor de acceso al canal puede iniciar transmisiones pertenecientes a las clases de prioridad correspondientes o superiores, en uno o más canales operativos.

40

a) El motor de acceso al canal puede tener múltiples transmisiones sin realizar un CCA adicional en este canal operativo, siempre que el espacio entre dichas transmisiones no exceda los $16 \mu\text{s}$. De lo contrario, si este espacio excede los $16 \mu\text{s}$ y no excede los $25 \mu\text{s}$, el dispositivo de inicio puede continuar las transmisiones siempre que no se detecte energía con un nivel por encima del umbral de ED durante un intervalo de observación.

45

b) El motor de acceso al canal puede otorgar una autorización para transmitir en el canal operativo actual a uno o más dispositivos de respuesta. Si el dispositivo de inicio emite una concesión de transmisión de este tipo a un dispositivo de respuesta, el dispositivo de respuesta funcionará según el procedimiento que se describe a continuación después de la etapa 8.

50

c) El Dispositivo de iniciación puede tener transmisiones simultáneas de clases prioritarias inferiores a la clase prioritaria del motor de acceso al canal, siempre que la duración de transmisión correspondiente (Tiempo de Ocupación del Canal) no se extienda más allá del tiempo necesario para la transmisión o transmisiones correspondientes a la clase de prioridad del motor de acceso al canal.

7) Cuando la Ocupación del Canal se ha completado, y se ha confirmado que al menos una transmisión que comenzó al comienzo de la Ocupación del Canal tuvo éxito, el dispositivo de iniciación continúa con la etapa

1); de lo contrario, el dispositivo de iniciación continúa con la etapa 8).

8) El dispositivo de iniciación puede realizar una retransmisión. Si el dispositivo de iniciación no retransmite, el motor de acceso al canal descartará todos los paquetes de datos asociados con la ocupación fallida del canal y el motor de acceso al canal continuará con la etapa 1). De lo contrario, el motor de acceso al canal ajustará CW a $((CW + 1) \times m) - 1$, siendo $m \geq 2$. Si el valor ajustado de CW es mayor que CW_{max} , el motor de acceso al canal puede establecer CW igual a CW_{max} . El motor de acceso al canal continuará con la etapa 2).

El dispositivo de respuesta puede transmitir sin realizar una CCA, si estas transmisiones se inician como máximo 16 μs después de la última transmisión por parte del dispositivo de iniciación que emitió la concesión, o realizar CCA en el canal operativo durante un solo intervalo de observación dentro de un período de 25 μs que finaliza inmediatamente antes de la hora de transmisión concedida.

Para transmisiones de radio de UL basadas en LTE que utilizan programación dinámica, el requisito de un procedimiento de LBT o un mecanismo similar basado en CCA puede tener el efecto de que el UE 10 necesite realizar un procedimiento de LBT antes de poder enviar una SR, que el nodo de acceso 100 necesita para realizar un procedimiento de LBT antes de que pueda enviar una concesión de UL, y que el UE 10 necesite realizar un procedimiento de LBT antes de que pueda realizar la transmisión de radio de UL. En comparación con otras tecnologías de radio que no utilizan programación dinámica, tal como WLAN, esto puede reducir las posibilidades de que el UE 10 obtenga acceso a la portadora 32. En consecuencia, los conceptos descritos en este documento implican la utilización de la asignación semipersistente de recursos de radio para las transmisiones de radio de UL en el espectro de frecuencias sin licencia. Utilizando la asignación semipersistente de recursos de radio, el UE 10 puede iniciar la transmisión de radio de UL sin obtener permiso del nodo de acceso 100. En otras palabras, siempre que la asignación semipersistente sea válida, el UE 10 puede realizar inmediatamente el procedimiento de LBT para obtener acceso a la portadora 32 de UL, sin tener que transmitir una SR o tener que esperar hasta que reciba una concesión de UL del nodo de acceso 100.

En los ejemplos que se detallan más adelante, se puede utilizar SPS en el espectro sin licencia, por ejemplo, habilitando SPS para una SCell de LAA o para el funcionamiento de MuLTEfire. El RRC puede ser utilizado para configurar una SPS para transmisiones de radio de UL en una o más SCell en el espectro de frecuencias sin licencia (por ejemplo, para LAA o MuLTEfire). Además, se puede utilizar RRC para configurar una SPS para transmisiones de radio UL en una o más PCell en el espectro de frecuencias sin licencia (por ejemplo, para MuLTEfire). En lo sucesivo, una concesión de SPS correspondiente también se denominará concesión de US-SPS (concesión de SPS del espectro sin licencia). La activación y/o liberación de la concesión de US-SPS se puede señalar desde el nodo de acceso 100 al UE 10 en un canal físico de control, tal como el PDCCH o ePDCCH, garantizando de este modo una activación o desactivación rápida. Tal como se explica con más detalle a continuación, esto se puede lograr utilizando el formato de DCI 0A/4A con algunos campos configurados con valores especiales. Además, se puede utilizar un CE de MAC para confirmar la activación o desactivación de la concesión de SPS. Este CE de MAC puede indicar para cada una de las múltiples portadoras, por ejemplo, múltiples SCell o PCell y SCell, si la concesión de US-SPS está activa o en activo, por ejemplo, en términos de un mapa de bits. El CE de MAC también podría indicar si una concesión de SPS para una portadora del espectro con licencia está activa o inactiva.

Para lograr la configuración basada en RRC de SPS en la banda de frecuencias sin licencia, se puede transmitir un mensaje de RRC que incluye un Elemento de Información (IE – Information Element, en inglés) que define una configuración que se aplicará para SPS en la banda de frecuencias sin licencia. Esto se puede lograr modificando o complementando el IE de SPS-config tal como se define en la sección 6.3.2 de 3GPP TS 36.331 V14.1.0 (2016-12). El IE puede definir múltiples configuraciones, cada una de las cuales pertenece a una portadora correspondiente de la banda de frecuencias sin licencia, por ejemplo, a una SCell o PCell. El IE de RRC de RRC también puede definir múltiples configuraciones, de las cuales al menos una pertenece a una portadora correspondiente de la banda de frecuencias sin licencia, por ejemplo, a una SCell, y al menos una pertenece a una portadora correspondiente de la banda de frecuencias con licencia, por ejemplo, a una PCell o SCell. Por consiguiente, el IE puede indicar configuraciones de SPS separadas para una o más portadoras, correspondientes a una SCell o a una PCell, y al menos una de estas portadoras puede ser del espectro de frecuencias sin licencia.

Además, o como alternativa, el IE de RRC de RRC puede indicar un conjunto de una o más longitudes máximas de las ráfagas de UL que deben ser observadas por el UE 10 cuando se utilizan los recursos de radio asignados por la concesión de US-SPS. La longitud máxima de una ráfaga de UL se puede utilizar para optimizar la coexistencia con otras tecnologías de radio.

Además, o como alternativa, el IE de RRC de RRC puede incluir una indicación de un conjunto de celdas de servicio de DL para las cuales se notificará la retroalimentación de HARQ y/o la CSI (Información del estado del canal – Channel State Information, en inglés) mediante transmisiones de radio de UL en los recursos asignados por la concesión UL-SPS. El nodo de acceso 100 puede configurar por separado el conjunto de celdas de servicio de DL para las cuales reportar el ACK de HARQ y/o la CSI, por ejemplo, para reportar la retroalimentación de HARQ y/o la CSI, según una de las siguientes opciones: utilizar un PUSCH sin concesión con UL-SCH, es decir, un canal de datos que se define en los recursos de radio de US-SPS y que también soporta la transmisión de datos del plano de usuario, PUSCH sin concesión sin UL-SCH, es decir, un canal de datos que se define en los recursos de radio de US-SPS y

que no soporta la transmisión adicional de datos del plano de usuario y/o del PUCCH o el ePUCCH sin concesión, es decir, un canal físico de control de UL.

5 Además, o como alternativa, el IE de RRC de RRC puede indicar una o más configuraciones separadas que se aplicarán para agrupar la retroalimentación de HARQ en el dominio del espacio, el dominio del tiempo y/o el dominio de la frecuencia, cuando la información de control de UL se transmite en un canal de datos definido en los recursos de radio de US-SPS.

Además, o como alternativa, el IE de RRC puede indicar una configuración de parámetros de recursos en el dominio del tiempo, el dominio de código y/o el dominio de la frecuencia para la multiplexación de transmisiones en un canal de control de UL definido en los recursos de radio de US-SPS.

10 Además, o como una alternativa, el IE de RRC puede indicar una compensación del retroceso de LBT específica del UE: Para evitar colisiones intraceldas debido a un punto de inicio alineado de transmisiones por parte de diferentes UE que comparten al menos una parte de los recursos de radio de US-SPS, una compensación específica del UE puede ser añadida al retroceso regular requerido por el procedimiento de LBT, por ejemplo, tal como se explica en conexión con la figura 4A o 4B, y esta compensación puede ser indicada por el IE de RRC.

15 La concesión de US-SPS puede ser activada o liberada enviando información de control en un canal físico de control, por ejemplo, un PDCCH o un ePDCCH. El canal de control puede ser transmitido en un PDCCH o un ePDCCH de la celda (SCell o PCell) para la que el US-SPS asigna los recursos de radio. Sin embargo, también es posible utilizar una programación de portadoras cruzadas y enviar la información de control en un canal físico de control de otra celda. Para enviar la información de control sobre el canal físico de control, el nodo de acceso 100 puede utilizar el formato de DCI 0, el formato de DCI 0A o el formato de DCI 4A, tal como se define, por ejemplo, en el documento 3GPP TS 36.212 V14.1.1 (2017-01)), con algunos parámetros o campos establecidos en valores especiales. Si la concesión de US-SPS se activa o desactiva mediante programación de portadoras cruzadas, la DCI puede incluir una indicación de la portadora o celda objetivo, por ejemplo, en el campo de índice de portadora (CIF – Carrier Index Field, en inglés) tal como se define para el formato de DCI 0A y 4A. De lo contrario, no es necesario incluir el CIF.

25 Para tener en cuenta que el nodo de acceso 100 puede activar, liberar o reactivar el US-SPS en cualquier momento, el UE 10 debe monitorizar de manera continua el PDCCH o el ePDCCH por lo que respecta a la información de control que controla la activación y liberación de la concesión de US-SPS. Esto se puede lograr utilizando el formato de DCI 0A o 4A en el PDCCH o el ePDCCH de la PCell si se utiliza la programación de portadoras cruzadas, o utilizando el formato de DCI 0A o 4A en el PDCCH o el ePDCCH de la SCell si no se utiliza la programación de portadoras cruzadas.

30 El UE 10 puede activar la concesión de US-SPS si se cumplen las siguientes condiciones para la información de control recibida en el canal físico de control:

- Los bits de CRC de la DCI se codifican con un SPS-C-RNTI específico del UE, es decir, un C-RNTI asignado específicamente para el control del SPS, o un grupo de SPS-RNTI que se asigna a varios UE y se puede utilizar para la activación de SPS basada en grupo para estos UE.

35 • El campo de NDI se establece en '0'.

- Los campos de la DCI se establecen según la tabla de la figura 5A.

En la DCI tal como se ilustra en la figura 5A, el nodo de acceso 100, es decir, el eNB, puede controlar los siguientes campos:

- Desplazamiento cíclico DMRS: El eNB puede asignar a cada UE un desplazamiento cíclico DMRS diferente.

40 • Valor de la solicitud de CSI: El eNB puede establecer el campo: en A) un valor fijo, en B) "activar CSI según la configuración de capa superior", o en C) "se aplica a la primera ráfaga de UL". En el caso de la opción A), la DCI solicitará al UE 10 que envíe una DCI o no. En el caso de la opción B), el envío de la CSI por parte del UE 10 será controlado por una configuración de capa superior, por ejemplo, por una configuración de RRC. En el caso de la opción C), la DCI solicita al UE 10 que envíe la CSI solo en la primera ráfaga de UL en los recursos de US-SPS.

45 • Valor de la solicitud de SRS: El eNB puede establecer el campo: en A) un valor fijo, en B) "activar SRS según la configuración de capa superior", o en C) "se aplica a la primera ráfaga de UL". En el caso de la opción A), la DCI solicitará al UE 10 que envíe un SRS o no. En el caso de la opción B), el envío de SRS por parte del UE 10 será controlado por una configuración de capa superior, por ejemplo, por una configuración de RRC. En el caso de la opción C), la DCI solicita al UE 10 que envíe una SRS solo en la primera ráfaga de UL en los recursos de US-SPS.

50 • Valor del punto de inicio del PUSCH: El eNB puede establecer el campo en A) un valor fijo para definir el punto de inicio del PUSCH, o en B) un valor que define el punto de inicio del PUSCH solo para la primera

ráfaga de UL en los recursos de US-SPS.

- Valor del punto final del PUSCH: El eNB puede establecer el campo en A) un valor fijo para definir el punto final del PUSCH, o en B) un valor que define el punto final del PUSCH solo para la primera ráfaga de UL en los recursos de US-SPS.
- 5 • Asignación de bloque de recursos: utilizando este campo, el eNB puede asignar entrelazados para la concesión de US-SPS según el tipo 3 de asignación de recursos.
- Esquema de modulación y codificación: utilizando este campo, el eNB puede definir el MCS que se utilizará en los recursos de US-SPS. El MSB de este campo no se fija en cero. En consecuencia, el eNB puede elegir cualquier MCS posible con RV cero, también un MCS con un orden de más de 4.
- 10 • CIF: El eNB puede utilizar este campo para indicar la portadora a la que se aplica la activación de la concesión de US-SPS.

Además, el eNB puede activar el envío de información de control de UL para el PUSCH sin un canal de datos para los datos del usuario, por ejemplo, estableciendo uno o más campos en la DCI con valores especiales. Por ejemplo, el eNB puede lograr esto configurando el tipo de acceso al canal y el campo de clase de prioridad en 1s, o configurando el campo A del activador del PUSCH en 1s.

El UE 10 puede liberar la concesión de US-SPS si se cumplen las siguientes condiciones para la información de control recibida en el canal físico de control:

- Los bits de CRC de la DCI se codifican con un SPS-C-RNTI específico del UE, es decir, un C-RNTI asignado específicamente para el control del SPS, o un grupo SPS-RNTI que se asigna a varios UE y se puede utilizar para la desactivación del SPS basada en grupo para estos UE.
- 20 • El campo de NDI se establece en '0'.
- Los campos de la DCI se establecen según la tabla de la figura 5B.

Para confirmar la activación o desactivación de la concesión de US-SPS, el UE 10 puede enviar un mensaje de MAC al nodo de acceso 100. Específicamente, el CE de MAC de confirmación de SPS tal como se define en la sección 6.3.1.11 del documento 3GPP TS 36.321 V14.1.0 (2016-12) puede ser modificado o complementado para este fin, o se puede definir un nuevo CE de MAC para este fin. Si se utiliza el CE de MAC de confirmación de SPS, puede ser identificado mediante el LCID (Identificador de canal lógico – Logical Channel Identifier, en inglés) "10101" en una cabecera del mensaje de MAC. Si se utiliza CE de MAC dedicado con el fin de confirmación de concesión de US-SPS, otro LCID asignado al CE de MAC de este tipo puede identificarlo.

El CE de MAC para confirmar la activación o desactivación de la concesión de US-SPS tiene un tamaño fijo y consta de al menos un valor de múltiples bits. Para el caso de que ninguna celda de servicio tenga un ServCellIndex (Índice de celda de servicio – Serving Cell Index, en inglés) mayor de 8, el CE de MAC puede consistir en un solo octeto que define ocho campos. De lo contrario, el CE de MAC puede constar de cuatro octetos, cada uno de los cuales define ocho campos. Cada campo se asigna a una celda correspondiente, por ejemplo, PCell o SCell, y consta de un bit que indica si la concesión de US-SPS está activada. Por ejemplo, un valor de bit de "1" puede indicar que la concesión de US-SPS está activada para la celda correspondiente, mientras que un valor de bit de "0" indica que la concesión de US-SPS está desactivada para la celda correspondiente. La figura 6A muestra un ejemplo de CE de MAC para el caso de utilizar solo un octeto O1. La figura 6B muestra un ejemplo de CE de MAC para el caso de utilizar cuatro octetos O1, O2, O3, O4.

Tal como se ilustra, cada octeto incluye ocho valores, indicados por C_i , donde i es un índice de celda, por ejemplo, correspondiente al SCellIndex de una SCell. El valor de C_i indica si para la SCell correspondiente la concesión de US-SPS está activada o desactivada, es decir, un estado de activación/desactivación de SPS. A modo de ejemplo, C_i se puede establecer en "1" para indicar que la concesión de US-SPS está activada para el índice de celda i , mientras que C_i se establece en "0" para indicar que la concesión de US-SPS está desactivada para el índice de celda i . Si no se configura ninguna celda con el índice de celda i , se puede ignorar el campo de C_i correspondiente.

Según el documento 3GPP TS 36.321 V14.1.0, el LCID 10101 identifica un CE de MAC con un tamaño fijo de cero bits. Para soportar este comportamiento heredado, el UE 10 y el nodo de acceso 100 pueden ser configurados para distinguir entre el caso en que el LCID 10101 identifica el CE de MAC de confirmación de SPS heredado con longitud cero y el caso en que el LCID 10101 identifica el CE de MAC mencionado anteriormente que consta de al menos un valor de varios bits. Por ejemplo, el UE 10 y el nodo de acceso 100 podrían utilizar un procedimiento de configuración de capa superior, por ejemplo, configuración de RRC, para seleccionar entre los dos casos. De esta manera, se puede controlar si el UE 10 envía el CE de MAC de confirmación de SPS heredado con longitud cero o el CE de MAC mencionado anteriormente que consta de al menos un valor de múltiples bits. De manera similar, el nodo de acceso 100 puede saber si debe esperar el CE de MAC de confirmación de SPS heredado con longitud cero o el CE de MAC mencionado

anteriormente que consiste en al menos un valor de múltiples bits.

El CE de MAC para confirmar la activación o desactivación de la concesión de US-SPS puede ser enviado en los recursos de concesión de US-SPS, por ejemplo, en un canal de datos lógicos definido en estos recursos de radio, como un UL-SCH. Sin embargo, el MAC para confirmar la activación o desactivación de la concesión de US-SPS también podría ser enviado a otros recursos de radio que están disponibles para transmisiones de radio de UL, por ejemplo, recursos de radio programados dinámicamente. Además, cabe señalar que el CE de MAC también podría ser utilizado para confirmar la activación o desactivación de una concesión de SPS en cualquier tipo de célula o portadora, incluida la PCell o una o más SCell en el espectro con licencia. En algunos escenarios, el CE de MAC podría ser enviado en la misma portadora a la que pertenece la concesión de US-SPS, indicando de este modo implícitamente a qué portadora o celda se refiere la confirmación de activación/desactivación. En este caso, también se puede utilizar el CE de MAC de confirmación de SPS heredado para indicar la confirmación de activación/desactivación.

Cabe señalar que un CE de MAC similar al explicado anteriormente también podría ser utilizado en la dirección de DL para controlar la activación o liberación de la concesión de US-SPS.

La figura 7 muestra procesos a modo de ejemplo que se basan en los conceptos descritos anteriormente. Los procesos de la figura 7 involucran al UE 10 y al nodo de acceso (AN – Access Node, en inglés) 100. Se supone que el UE 10 y el nodo de acceso 100 utilizan comunicación basada en LAA o comunicación basada en MuLTEfire en una o más portadoras de un espectro sin licencia, tal como la portadora 32 mencionada anteriormente.

En los procesos de la figura 7, el nodo de acceso 100 envía un mensaje de RRC 701 al UE 10. El mensaje de RRC incluye información de configuración de SPS. Por ejemplo, la información de configuración de SPS puede indicar recursos de radio asignados por SPS en la portadora o portadoras del espectro sin licencia. La información de la configuración de SPS puede definir configuraciones independientes de múltiples portadoras, por ejemplo, correspondientes a una SCell o a una PCell, y al menos una de estas portadoras puede ser del espectro de frecuencias sin licencia. Además, la información de configuración de SPS puede indicar un conjunto de una o más longitudes máximas de las ráfagas de UL que deben ser observadas por el UE 10 cuando se utilizan los recursos de radio asignados por la concesión de UL-SPS. Además, la información de configuración de SPS puede incluir una indicación de un conjunto de celdas de servicio de DL para las cuales se notificará la retroalimentación de HARQ y/o la CSI (Información del estado del canal – Channel State Information, en inglés) mediante transmisiones de radio de UL en los recursos asignados por SPS en la portadora o portadoras del espectro sin licencia. Además, la información de configuración de SPS puede indicar una o más configuraciones separadas que se aplicarán para agrupar la retroalimentación de HARQ en el dominio del espacio, el dominio del tiempo y/o el dominio de la frecuencia, cuando la información de control del UL es transmitida en un canal de datos definido en los recursos de radio asignados por el SPS en la portadora o portadoras del espectro sin licencia. Además, la información de configuración de SPS puede indicar una configuración de parámetros de recursos en el dominio del tiempo, el dominio del código y/o el dominio de la frecuencia, para la multiplexación de transmisiones en un canal de control de UL definido en los recursos de radio asignados por el SPS en las portadoras del espectro sin licencia. Además, la información de configuración de SPS puede indicar una compensación del retroceso de LBT específico del UE.

Para activar la concesión de US-SPS, el nodo de acceso 100 envía a continuación la DCI 702 en el PDCCH o el ePDCCH. Esto se puede lograr tal como se explicó anteriormente, utilizando el formato de DCI 0A o el formato de DCI 4A. A continuación, el UE 10 confirma la activación de la concesión de US-SPS enviando un mensaje de MAC 703 al nodo de acceso 100. El mensaje de MAC 703 puede incluir el CE de MAC mencionado anteriormente para confirmar la activación/desactivación de la concesión de US-SPS. El CE de MAC puede incluir al menos un valor de múltiples bits para confirmar el estado de activación para múltiples portadoras.

Con la concesión de US-SPS activada, el UE 10 puede realizar transmisiones de radio de UL en los recursos de radio asignados por el SPS en la portadora o portadoras del espectro sin licencia, es decir, los recursos de US-SPS. Tal como se indica mediante el bloque 704, esto implica que el UE 10 realiza, en primer lugar, un CCA, y a continuación, envía una transmisión de radio de UL 705 en los recursos de US-SPS. El nodo de acceso 100 responde con retroalimentación de HARQ 706 a la transmisión de radio de UL 605.

Puesto que la concesión de US-SPS es válida para los recursos de radio que se repiten periódicamente, el UE 10 puede realizar múltiples transmisiones de radio de UL en los recursos de US-SPS, sin requerir programación adicional por parte del nodo de acceso 100. En el ejemplo de la figura 7, el UE 10 vuelve a realizar un CCA en el bloque 707 y, a continuación, otra transmisión de radio de UL 708 en los recursos de US-SPS, y el nodo de acceso 100 envía, a continuación, retroalimentación de HARQ 709 para la transmisión de radio de UL 708. Además, el UE 10 vuelve a realizar un CCA en el bloque 710 y, a continuación, otra transmisión de radio de UL 711 en los recursos de US-SPS, y el nodo de acceso 100 envía, a continuación, retroalimentación de HARQ 712 para la transmisión de radio de UL 711.

En el ejemplo de la figura 7, el nodo de acceso 100 decide liberar la concesión de US-SPS para el UE 10. En consecuencia, el nodo de acceso 100 envía la DCI 713 en el PDCCH o el ePDCCH al UE 10. La DCI 713 indica la liberación de la concesión de US-SPS. El nodo de acceso 100 puede enviar la DCI 713 tal como se explicó anteriormente, utilizando el formato de DCI 0, el formato de DCI 0A o el formato de DCI 4A. A continuación, el UE 10

confirma la desactivación de la concesión de US-SPS enviando un mensaje de MAC 714 al nodo de acceso 100. El mensaje de MAC 714 puede incluir el CE de MAC mencionado anteriormente para confirmar la activación/desactivación de la concesión de US-SPS. El CE de MAC puede incluir al menos un valor de múltiples bits para confirmar el estado de activación para múltiples portadoras.

5 La figura 8 muestra un diagrama de flujo para ilustrar un método de controlar transmisiones de radio. El método de la figura 8 se puede utilizar para implementar los conceptos ilustrados en un dispositivo de radio, tal como el UE 10 mencionado anteriormente. Si se utiliza una implementación basada en procesador del dispositivo de radio, las etapas del método se pueden realizar mediante uno o más procesadores del dispositivo de radio. En dicho caso, el dispositivo de radio puede comprender, además, una memoria en la que se almacena el código de programa para implementar las funcionalidades que se describen a continuación.

10 En la etapa 810, el dispositivo de radio recibe información de control de un nodo de la red de comunicación inalámbrica. El nodo puede corresponder a un nodo de acceso de la red de comunicación inalámbrica, tal como el nodo de acceso 100 mencionado anteriormente. La información de control tiene el propósito de controlar la asignación semipersistente de recursos de radio de un espectro de frecuencias sin licencia. Por ejemplo, la información de control puede ser utilizada para controlar la concesión de US-SPS mencionada anteriormente. El dispositivo de radio puede recibir la información de control en un nivel de protocolo de capa física, por ejemplo, en un canal físico de control, tal como un PDCCH o un ePDCCH. Además, el dispositivo de radio puede recibir la información de control en un nivel de protocolo de capa de MAC, por ejemplo, en un CE de MAC. Además, el dispositivo de radio puede recibir la información de control en un nivel de protocolo de capa superior, por ejemplo, en uno o más mensajes de RRC.

15 La información de control puede definir una primera configuración aplicable para una primera portadora de UL, y una segunda configuración aplicable para una segunda portadora de UL. Por consiguiente, para cada una de las múltiples portadoras de UL, la información de control puede definir una configuración correspondiente para controlar la asignación semipersistente de recursos de radio. Al menos una de estas múltiples portadoras de UL puede ser del espectro de frecuencias sin licencia. Las configuraciones pueden estar definidas mediante uno o más mensajes de un protocolo de RRC.

20 Además, la información de control, por ejemplo, tal como se recibe en uno o más mensajes de un protocolo de RRC, puede indicar al menos una longitud máxima de ráfaga permitida para la al menos una transmisión de radio de UL en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia.

25 Además, la información de control, por ejemplo, tal como se recibe en uno o más mensajes de un protocolo de RRC, puede indicar al menos una portadora de DL. La al menos una transmisión de radio de UL puede incluir, por lo tanto, información de control de UL para la al menos una portadora de DL. Por lo tanto, se pueden utilizar uno o más mensajes de un protocolo de RRC para definir una configuración de utilización de los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia para la transmisión de información de control de UL relacionada con una determinada portadora de DL. La información de control de UL puede incluir retroalimentación de HARQ para una o más transmisiones de radio de DL en la al menos una portadora de DL. Alternativamente, o además, en el que la información de control de UL puede incluir una CSI para al menos una portadora de DL.

30 Además, la información de control puede indicar, por ejemplo, tal como se recibe en uno o más mensajes de un protocolo de RRC, una configuración aplicable para la transmisión de información de control de UL por la al menos una transmisión de radio de UL en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia. Por ejemplo, la información de control podría indicar una configuración aplicable para agrupar la información de control de UL en el dominio del tiempo, el dominio del espacio y/o el dominio de la frecuencia. Además, la información de control podría indicar una configuración aplicable para multiplexar diferentes transmisiones de radio de UL en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia.

35 Además, la información de control, por ejemplo, tal como se recibe en uno o más mensajes de un protocolo de RRC, puede indicar una configuración aplicable para multiplexar diferentes transmisiones de canales de control de UL en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia.

40 Además, la información de control, por ejemplo, tal como se recibe en uno o más mensajes de un protocolo de RRC, puede indicar uno o más parámetros de un procedimiento de LBT para ser aplicado por el dispositivo de radio para controlar la al menos una transmisión de radio de UL en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia. Ejemplos de dicho procedimiento de LBT se explican en relación con las figuras 4A y 4B. Por ejemplo, el uno o más parámetros del procedimiento de LBT pueden incluir una compensación del retroceso. La compensación del retroceso puede controlar un retardo aplicado antes de iniciar una transmisión cuando se detectó que los recursos de radio no estaban ocupados. La compensación del retroceso puede diferir de una compensación del retroceso aplicada por uno o más de otros dispositivos de radio que utilizan los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia. Es decir, la compensación del retroceso se puede establecer de una manera específica del dispositivo.

45 Además, la información de control, por ejemplo, tal como se recibe en un canal físico de control, tal como un PDCCH o un ePDCCH, puede indicar la activación de la asignación semipersistente de recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia.

- Además, la información de control, por ejemplo, tal como se recibe en un canal físico de control, tal como un PDCCH o un ePDCCH, puede indicar un desplazamiento cíclico de una señal de referencia de demodulación para ser transmitida por el dispositivo de radio en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia. El desplazamiento cíclico de la señal de referencia de demodulación puede diferir de un desplazamiento cíclico aplicado por uno o más de otros dispositivos de radio para la transmisión de una señal de referencia de demodulación en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia. Es decir, el desplazamiento cíclico puede ser específico del dispositivo.
- Además, la información de control, por ejemplo, tal como se recibe en un canal físico de control, tal como un PDCCH o un ePDCCH, puede solicitar al dispositivo de radio que transmita uno o más SRS en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia.
- Además, la información de control, por ejemplo, tal como se recibe en un canal físico de control, tal como un PDCCH o un ePDCCH, puede solicitar al dispositivo de radio que transmita uno o más SRS en una primera ráfaga de la al menos una transmisión de radio de UL en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia.
- Además, la información de control, por ejemplo, tal como se recibe en un canal físico de control, tal como un PDCCH o un ePDCCH, puede solicitar al dispositivo de radio que transmita una CSI en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia.
- Además, la información de control, por ejemplo, tal como se recibe en un canal físico de control, tal como un PDCCH o un ePDCCH, puede solicitar al dispositivo de radio que transmita una CSI en una primera ráfaga de la al menos una transmisión de radio de UL en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia.
- Además, la información de control, por ejemplo, tal como se recibe en un canal físico de control, tal como un PDCCH o un ePDCCH, puede indicar un símbolo de inicio de un canal de datos de UL en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia, por ejemplo, un símbolo de inicio de un PUSCH.
- Además, la información de control, por ejemplo, tal como se recibe en un canal físico de control, tal como un PDCCH o un ePDCCH, puede indicar el símbolo de inicio de un canal de datos de UL en una primera ráfaga de la al menos una transmisión de radio de UL en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia, por ejemplo, un símbolo de inicio de un PUSCH.
- Además, la información de control, por ejemplo, tal como se recibe en un canal físico de control, tal como un PDCCH o un ePDCCH, puede indicar un símbolo de final de un canal de datos de UL en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia, por ejemplo, un símbolo de final de un PUSCH.
- Además, la información de control, por ejemplo, tal como se recibe en un canal físico de control, tal como un PDCCH o un ePDCCH, puede indicar un símbolo de final de un canal de datos de UL en una primera ráfaga de la al menos una transmisión de radio de UL en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia, por ejemplo, un símbolo de final de un PUSCH.
- Además, la información de control, por ejemplo, tal como se recibe en un canal físico de control, tal como un PDCCH o un ePDCCH, puede indicar un MCS que se aplicará para la al menos una transmisión de radio de UL en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia. El esquema de modulación y codificación puede tener un orden de modulación de más de 4.
- Además, la información de control, por ejemplo, tal como se recibe en un canal físico de control, tal como un PDCCH o un ePDCCH, puede indicar al menos una portadora de UL que proporciona los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia, por ejemplo, en el CIF mencionado anteriormente.
- Además, la información de control, por ejemplo, tal como se recibe en un canal físico de control, tal como un PDCCH o un ePDCCH, puede solicitar al dispositivo de radio que envíe información de control de UL en un canal de datos de UL en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia, por ejemplo, en un PUSCH. El canal de datos de UL puede ser configurado con un canal de datos lógico para datos de capa superior. Por ejemplo, el canal de datos podría ser un PUSCH y estar configurado con UL-SCH o sin UL-SCH.
- Además, la información de control, por ejemplo, tal como se recibe en un canal físico de control, tal como un PDCCH o un ePDCCH, puede indicar la liberación de la asignación semipersistente de recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia.
- En la etapa 820, el dispositivo de radio controla al menos una transmisión de radio de UL sobre los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia. Esto se logra basándose en la información de control recibida en la etapa 810.
- En la etapa 830, el dispositivo de radio envía información de confirmación al nodo de la red de comunicación inalámbrica. La información de confirmación indica si la asignación semipersistente de recursos de radio está activada. Si la asignación semipersistente se utiliza en múltiples portadoras de UL, la información de confirmación puede indicar individualmente para cada una de las múltiples portadoras de UL si la asignación semipersistente de recursos de radio está activada. El dispositivo de radio puede transmitir la información de confirmación en un elemento de control de un

protocolo de MAC, tal como el CE de MAC descrito anteriormente para confirmar la activación/desactivación de la concesión de US-SPS. Para transportar la confirmación para las múltiples portadoras de UL, el CE de MAC puede constar de uno o más valores de múltiples bits. En dicho valor de múltiples bits, cada bit puede indicar el estado de activación de una portadora de UL correspondiente.

5 La figura 9 muestra un diagrama de bloques para ilustrar las funcionalidades de un dispositivo de radio 900 que funciona según el método de la figura 8. Tal como se ilustra, el dispositivo de radio 900 puede estar provisto de un módulo 910 configurado para recibir información de control, tal como se explica en conexión con la etapa 810. Además, el dispositivo de radio 900 puede estar provisto de un módulo 920 configurado para controlar al menos una transmisión de radio de UL en recursos de radio desde un espectro de frecuencias sin licencia, tal como se explica en relación con la etapa 820. Además, el dispositivo de radio 900 puede estar provisto de un módulo 930 configurado para enviar información de confirmación, tal como se explica en relación con la etapa 830.

10 Cabe señalar que el dispositivo de radio 900 puede incluir módulos adicionales para implementar otras funcionalidades, tales como funcionalidades conocidas de un UE que soporta la tecnología de radio LTE. Además, cabe señalar que los módulos del dispositivo de radio 900 no representan necesariamente una estructura de hardware del dispositivo de radio 900, sino que también pueden corresponder a elementos funcionales, por ejemplo, implementados mediante hardware, software o una combinación de los mismos.

15 La figura 10 muestra un diagrama de flujo para ilustrar un método de controlar transmisiones de radio. El método de la figura 10 puede ser utilizado para implementar los conceptos ilustrados en un nodo de una red de comunicación inalámbrica, tal como el nodo de acceso 100 mencionado anteriormente. Si se utiliza una implementación del nodo basada en procesador, las etapas del método pueden ser realizadas por uno o más procesadores del dispositivo de radio. En dicho caso, el nodo puede comprender, además, una memoria en la que se almacena el código de programa para implementar las funcionalidades que se describen a continuación.

20 En la etapa 1010, el nodo asigna de manera semipersistente, recursos de radio de un espectro de frecuencias sin licencia a un dispositivo de radio. El dispositivo de radio puede corresponder, por ejemplo, a un UE, tal como el UE 10 mencionado anteriormente.

25 En la etapa 1030, el nodo envía información de control al dispositivo de radio. La información de control tiene el propósito de controlar al menos una transmisión de radio de UL sobre los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia. Por ejemplo, la información de control puede ser utilizada para controlar la concesión de US-SPS mencionada anteriormente. El nodo puede enviar la información de control a un nivel de protocolo de capa física, por ejemplo, en un canal físico de control, tal como un PDCCH o un ePDCCH. Además, el dispositivo de radio puede recibir la información de control en un nivel de protocolo de capa de MAC, por ejemplo, en un CE de MAC. Además, el dispositivo de radio puede recibir la información de control en un nivel de protocolo de capa superior, por ejemplo, en uno o más mensajes de RRC.

30 La información de control puede definir una primera configuración aplicable para una primera portadora de UL, y una segunda configuración aplicable para una segunda portadora de UL. Por consiguiente, para cada una de las múltiples portadoras de UL, la información de control puede definir una configuración correspondiente para controlar la asignación semipersistente de recursos de radio. Al menos una de estas múltiples portadoras de UL puede ser del espectro de frecuencias sin licencia. Las configuraciones pueden ser definidas mediante uno o más mensajes de un protocolo de RRC.

35 Además, la información de control, por ejemplo, transmitida en uno o más mensajes de un protocolo de RRC, puede indicar al menos una longitud máxima de ráfaga permitida para la al menos una transmisión de radio de UL en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia.

40 Además, la información de control, por ejemplo, transmitida en uno o más mensajes de un protocolo de RRC, puede indicar al menos una portadora de DL. La al menos una transmisión de radio de UL puede incluir, por lo tanto, información de control de UL para la al menos una portadora de DL. Por lo tanto, se pueden utilizar uno o más mensajes de un protocolo de RRC para definir una configuración de utilización de los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia para la transmisión de información de control de UL relacionada con una determinada portadora de DL. La información de control de UL puede incluir retroalimentación de HARQ para una o más transmisiones de radio de DL en la al menos una portadora de DL. Alternativamente, o además, en el que la información de control de UL puede incluir una CSI para al menos una portadora de DL.

45 Además, la información de control puede indicar, por ejemplo, cómo se transmite en uno o más mensajes de un protocolo de RRC, una configuración aplicable para la transmisión de información de control de UL mediante la al menos una transmisión de radio de UL en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia. Por ejemplo, la información de control podría indicar una configuración aplicable para agrupar la información de control de UL en el dominio del tiempo, el dominio del espacio y/o el dominio de la frecuencia. Además, la información de control podría indicar una configuración aplicable para multiplexar diferentes transmisiones de radio de UL en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia.

50 Además, la información de control, por ejemplo, tal como se transmite en uno o más mensajes de un protocolo de

RRC, puede indicar una configuración aplicable para multiplexar diferentes transmisiones de canales de control de UL en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia.

5 Además, la información de control, por ejemplo, tal como se transmite en uno o más mensajes de un protocolo de RRC, puede indicar uno o más parámetros de un procedimiento de LBT para ser aplicado por el dispositivo de radio para controlar la al menos una transmisión de radio de UL en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia. Ejemplos de dicho procedimiento de LBT se explican en relación con las figuras 4A y 4B. Por ejemplo, el uno o más parámetros del procedimiento de LBT pueden incluir una compensación del retroceso. La compensación del retroceso puede controlar un retardo aplicado antes de iniciar una transmisión cuando se detectó que los recursos de radio no estaban ocupados. La compensación del retroceso puede diferir de una compensación del retroceso aplicada por uno o más de otros dispositivos de radio que utilizan los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia. Es decir, la compensación del retroceso se puede establecer de una manera específica del dispositivo.

Además, la información de control, por ejemplo, transmitida en un canal físico de control, tal como un PDCCH o un ePDCCH, puede indicar la activación de la asignación semipersistente de recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia.

15 Además, la información de control, por ejemplo, tal como se transmite en un canal físico de control, tal como un PDCCH o un ePDCCH, puede indicar un desplazamiento cíclico de una señal de referencia de demodulación para ser transmitida por el dispositivo de radio en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia. El desplazamiento cíclico de la señal de referencia de demodulación puede diferir de un desplazamiento cíclico aplicado por uno o más de otros dispositivos de radio para la transmisión de una señal de referencia de demodulación en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia. Es decir, el desplazamiento cíclico puede ser específico del dispositivo.

Además, la información de control, por ejemplo, tal como se transmite en un canal físico de control, tal como un PDCCH o un ePDCCH, puede solicitar al dispositivo de radio que transmita uno o más SRS en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia.

25 Además, la información de control, por ejemplo, transmitida en un canal físico de control, tal como un PDCCH o un ePDCCH, puede solicitar al dispositivo de radio que transmita uno o más SRS en una primera ráfaga de la al menos una transmisión de radio de UL en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia.

Además, la información de control, por ejemplo, tal como se transmite en un canal físico de control, tal como un PDCCH o un ePDCCH, puede solicitar al dispositivo de radio que transmita una CSI en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia.

30 Además, la información de control, por ejemplo, tal como se transmite en un canal físico de control, tal como un PDCCH o un ePDCCH, puede solicitar al dispositivo de radio que transmita una CSI en una primera ráfaga de la al menos una transmisión de radio de UL en los recursos de radio del usuario del espectro de frecuencias sin licencia.

Además, la información de control, por ejemplo, tal como se transmite en un canal físico de control, tal como un PDCCH o un ePDCCH, puede indicar un símbolo de inicio de un canal de datos de UL en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia, por ejemplo, un símbolo de inicio de un PUSCH.

35 Además, la información de control, por ejemplo, transmitida en un canal físico de control, tal como un PDCCH o un ePDCCH, puede indicar el símbolo de inicio de un canal de datos de UL en una primera ráfaga de la al menos una transmisión de radio de UL en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia, por ejemplo, un símbolo de inicio de un PUSCH.

40 Además, la información de control, por ejemplo, tal como se transmite en un canal físico de control, tal como un PDCCH o un ePDCCH, puede indicar un símbolo final de un canal de datos de UL en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia, por ejemplo, un símbolo de final de un PUSCH.

Además, la información de control, por ejemplo, tal como se transmite en un canal físico de control, tal como un PDCCH o un ePDCCH, puede indicar un símbolo de final de un canal de datos de UL en una primera ráfaga de la al menos una transmisión de radio de UL en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia, por ejemplo, un símbolo de final de un PUSCH.

45 Además, la información de control, por ejemplo, tal como se transmite en un canal físico de control, tal como un PDCCH o un ePDCCH, puede indicar un MCS que se aplicará para la al menos una transmisión de radio de UL en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia. El esquema de modulación y codificación puede tener un orden de modulación de más de 4.

50 Además, la información de control, por ejemplo, tal como se transmite en un canal físico de control, tal como un PDCCH o un ePDCCH, puede indicar al menos una portadora de UL que proporciona los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia, por ejemplo, en el CIF mencionado anteriormente.

Además, la información de control, por ejemplo, transmitida en un canal físico de control, tal como un PDCCH o un

ePDCCH, puede solicitar al dispositivo de radio que envíe información de control de UL en un canal de datos de UL en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia, por ejemplo, en un PUSCH. El canal de datos de UL puede ser configurado con un canal de datos lógico para datos de capa superior. Por ejemplo, el canal de datos podría ser un PUSCH y estar configurado con UL-SCH o sin UL-SCH.

- 5 Además, la información de control, por ejemplo, tal como se transmite en un canal físico de control, tal como un PDCCH o un ePDCCH, puede indicar la liberación de la asignación semipersistente de recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia.

10 En la etapa 1030, el nodo recibe información de confirmación al nodo de la red de comunicación inalámbrica. La información de confirmación indica si la asignación semipersistente de recursos de radio está activada. Si la asignación semipersistente se utiliza en múltiples portadoras de UL, la información de confirmación indica individualmente, para cada una de las múltiples portadoras de UL, si la asignación semipersistente de recursos de radio está activada. El nodo puede recibir la información de confirmación en un elemento de control de un protocolo de MAC, tal como el CE de MAC descrito anteriormente, para confirmar la activación/desactivación de la concesión de US-SPS. Para transportar la confirmación para las múltiples portadoras de UL, el CE de MAC consta de uno o más valores de múltiples bits. En dicho valor de múltiples bits, cada bit indica el estado de activación de una portadora de UL correspondiente.

15 La figura 11 muestra un diagrama de bloques para ilustrar las funcionalidades de un nodo 1100 que funciona según el método de la figura 10. Tal como se ilustra, el nodo 1100 puede estar provisto de un módulo 1110 configurado para asignar recursos de radio de manera semipersistente de un espectro de frecuencias sin licencia, tal como se explica en relación con la etapa 1010. Además, el nodo 1100 puede estar provisto de un módulo 1120, configurado para enviar información de control para controlar al menos una transmisión de radio de UL en recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia, tal como se explica en relación con la etapa 1020. Además, el nodo 1100 puede estar provisto de un módulo 1130 configurado para recibir información de confirmación, tal como se explica en relación con la etapa 1030.

20 Cabe señalar que el nodo 1100 puede incluir módulos adicionales para implementar otras funcionalidades, tales como funcionalidades conocidas de un eNB de la tecnología de radio LTE u otro tipo de nodo de acceso. Además, cabe señalar que los módulos del nodo 1100 no representan necesariamente una estructura de hardware del nodo 1100, sino que también pueden corresponder a elementos funcionales, por ejemplo, implementados mediante hardware, software o una combinación de los mismos.

25 Se debe entender que los métodos de la figura 8 y 10 también pueden ser combinados, por ejemplo, en un sistema que incluye un dispositivo de radio que funciona según el método de la figura 8 y un nodo que funciona según el método de la figura 10. En dicho sistema, el nodo podría enviar la información de control para la asignación semipersistente de recursos de radio de un espectro de frecuencias sin licencia, y el dispositivo de radio podría recibir la información de control y, en base a la información de control recibida, controlar al menos una transmisión de radio de UL en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia.

30 La figura 12 ilustra una implementación basada en un procesador de un dispositivo de radio 1200, que puede ser utilizada para implementar los conceptos descritos anteriormente. Por ejemplo, las estructuras ilustradas en la figura 12 pueden ser utilizadas para implementar el UE 10 mencionado anteriormente.

35 Tal como se ilustra, el dispositivo de radio 1200 puede incluir una interfaz de radio 1210 para comunicarse con una red de comunicación inalámbrica, por ejemplo, con un nodo de acceso de la red de comunicación inalámbrica, tal como el nodo de acceso 100 mencionado anteriormente. La interfaz de radio 1210 puede ser utilizada para recibir la información de control mencionada anteriormente, para realizar las transmisiones de radio de UL mencionadas anteriormente o para enviar la información de confirmación mencionada anteriormente. La interfaz de radio 1210 puede estar basada, por ejemplo, en la tecnología de radio LTE.

40 Además, el dispositivo de radio 1200 puede incluir uno o más procesadores 1250, acoplados a la interfaz de radio 1210, y una memoria 1260, acoplada al procesador o procesadores 1250. A modo de ejemplo, la interfaz de radio 1210, el procesador o los procesadores 1250, y la memoria 1260 podrían estar acoplados mediante uno o más sistemas de bus interno del dispositivo de radio 1200. La memoria 1260 puede incluir una memoria de solo lectura (ROM – Read Only Memory, en inglés), por ejemplo, una ROM flash, una memoria de acceso aleatorio (RAM – Random Access Memory, en inglés), por ejemplo, una RAM dinámica (DRAM – Dynamic RAM, en inglés) o una RAM estática (SRAM – Static RAM, en inglés), un almacenamiento masivo, por ejemplo, un disco duro o un disco de estado sólido, o similar. Tal como se ilustra, la memoria 1260 puede incluir software 1270, firmware 1280 y/o parámetros de control 1290. La memoria 1260 puede incluir un código de programa configurado adecuadamente para ser ejecutado por el procesador o los procesadores 1250 para implementar las funcionalidades descritas anteriormente de un dispositivo de radio, tal como se explica en relación con la figura 8.

45 Se debe entender que las estructuras ilustradas en la figura 12 son simplemente esquemáticas y que el dispositivo de radio 1200 puede incluir realmente componentes adicionales que, en aras de la claridad, no se han ilustrado, por ejemplo, interfaces o procesadores adicionales. Asimismo, se debe entender que la memoria 1260 puede incluir código de programa adicional para implementar funcionalidades conocidas de un dispositivo de radio, por ejemplo,

funcionalidades conocidas de un UE. Según algunas realizaciones, también se puede proporcionar un programa informático para implementar funcionalidades del dispositivo de radio 1200, por ejemplo, en forma de un medio físico que almacena el código del programa y/u otros datos para ser almacenados en la memoria 1260 o haciendo el código de programa disponible para ser descargado o para transmisión en tiempo real (streaming, en inglés).

5 La figura 13 ilustra una implementación basada en un procesador de un nodo de red 1300, que puede ser utilizada para implementar los conceptos descritos anteriormente. Por ejemplo, las estructuras ilustradas en la figura 13 pueden ser utilizadas para implementar un nodo de acceso de la red de comunicación inalámbrica, tal como el nodo de acceso 100 mencionado anteriormente.

10 Tal como se ilustra, el nodo de red 1300 puede incluir una interfaz de radio 1310 para comunicarse con dispositivos de radio, tales como el UE 10 mencionado anteriormente y/o con otros UE. La interfaz de radio 1310 puede ser utilizada para enviar la información de control mencionada anteriormente, para recibir las transmisiones de radio de UL mencionadas anteriormente o para recibir la información de confirmación mencionada anteriormente. La interfaz de radio 1310 puede estar basada, por ejemplo, en la tecnología de radio LTE. Además, el nodo de red 1300 puede incluir una interfaz de red 1320 para comunicarse con otros nodos de una red de comunicación inalámbrica, por ejemplo, nodos de acceso o nodos de la red central.

15 Además, el nodo de red 1300 puede incluir uno o más procesadores 1350, acoplados a las interfaces 1310, 1320 y una memoria 1360, acoplada a los procesadores 1350. A modo de ejemplo, las interfaces 1310, 1320, los procesadores 1350, y la memoria 1360 podría estar acoplada mediante uno o más sistemas de bus internos del nodo de red 1300. La memoria 1360 puede incluir una ROM, por ejemplo, una ROM flash, una RAM, por ejemplo, una DRAM o SRAM, un almacenamiento masivo, por ejemplo, un disco duro o un disco de estado sólido, o similar. Tal como se ilustra, la memoria 1360 puede incluir software 1370, firmware 1380 y/o parámetros de control 1390. La memoria 1360 puede incluir código de programa configurado adecuadamente para ser ejecutado por el procesador o procesadores 1350 para implementar las funcionalidades descritas anteriormente de un nodo de red, tal como se explica en conexión con la figura 10.

25 Se debe entender que las estructuras ilustradas en la figura 13 son meramente esquemáticas y que el nodo de red 1300 puede incluir realmente componentes adicionales que, en aras de la claridad, no se han ilustrado, por ejemplo, interfaces o procesadores adicionales. Además, se debe entender que la memoria 1360 puede incluir código de programa adicional para implementar funcionalidades conocidas de un nodo de red, por ejemplo, funcionalidades conocidas de un eNB de la tecnología LTE o nodo de acceso similar. Según algunas realizaciones, también se puede proporcionar un programa informático para implementar funcionalidades del nodo de red 1300, por ejemplo, en forma de un medio físico que almacena el código del programa y/u otros datos para ser almacenados en la memoria 1360 o haciendo el código de programa disponible para ser descargado o mediante transmisión en tiempo real.

30 Tal como se puede ver, los conceptos descritos anteriormente pueden ser utilizados para controlar de manera eficiente las transmisiones de radio de UL en un espectro de frecuencias sin licencia. En particular, se puede evitar la programación dinámica de transmisiones de radio de UL individuales. Lo que puede mejorar el rendimiento en relación con otras tecnologías de radio que coexisten en el espectro de frecuencias sin licencia.

35

REIVINDICACIONES

1. Un método en un dispositivo de radio (10; 900; 1200) para controlar la transmisión de radio en una red de comunicación inalámbrica, comprendiendo el método:
- 5 recibir, desde un nodo (100; 1100; 1300) de la red de comunicación inalámbrica, información de control a través de un mensaje de control de recursos de radio para la asignación semipersistente de recursos de radio de un espectro de frecuencias sin licencia, en el que la información de control define una primera configuración aplicable para una primera portadora de enlace ascendente, y una segunda configuración aplicable para una segunda portadora de enlace ascendente, y en la que al menos una de la primera frecuencia de portadora de enlace ascendente y la segunda frecuencia de portadora de enlace ascendente es del espectro de frecuencias sin licencia;
- 10 enviar, en un elemento de control de un protocolo de control de acceso al medio, información de confirmación de concesión de programación semipersistente de espectro sin licencia al nodo (100; 1100; 1300) de la red de comunicación inalámbrica, la información de confirmación de concesión de programación semipersistente de espectro sin licencia que consiste en al menos un valor de múltiples bits, en el que cada bit del valor de múltiples bits indica individualmente, para cada una de las primera y segunda portadoras de enlace ascendente si está activada la
- 15 asignación semipersistente de recursos de radio; y
- basándose en la información de control, controlar al menos una transmisión de radio de enlace ascendente en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia.
2. El método según la reivindicación 1,
- 20 en el que la información de control indica al menos una longitud máxima de ráfaga permitida para la al menos una transmisión de radio de enlace ascendente en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia.
3. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
- en el que la información de control indica una configuración aplicable para multiplexar diferentes transmisiones de radio de enlace ascendente en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia.
4. El método según la reivindicación 3,
- 25 en el que la información de control indica una configuración aplicable para multiplexar diferentes transmisiones de canales de control de enlace ascendente en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia.
5. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
- en el que la información de control indica uno o más parámetros de un procedimiento de escuchar antes de hablar a ser aplicado por el dispositivo de radio (10; 900; 1200) para controlar la al menos una transmisión de radio de enlace
- 30 ascendente en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia.
6. El método según la reivindicación 5,
- en el que los uno o más parámetros de un procedimiento de escuchar antes de hablar comprenden una compensación del retroceso.
7. El método según la reivindicación 6,
- 35 en el que la compensación del retroceso difiere de la compensación del retroceso aplicada por uno o más de otros dispositivos de radio que utilizan los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia.
8. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
- en el que la información de control indica un desplazamiento cíclico de una señal de referencia de demodulación a transmitir por el dispositivo de radio (10; 900; 1200) en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia.
- 40 9. El método según la reivindicación 8,
- en el que el desplazamiento cíclico de la señal de referencia de demodulación difiere de un desplazamiento cíclico aplicado por uno o más de otros dispositivos de radio para la transmisión de una señal de referencia de demodulación en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia.
10. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
- 45 en el que la información de control indica un símbolo de inicio de un canal de datos de enlace ascendente en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia.
11. El método según la reivindicación 10,

en el que la información de control indica el símbolo de inicio del canal de datos de enlace ascendente en una primera ráfaga de la al menos una transmisión de radio de enlace ascendente en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia.

12. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores,

5 en el que la información de control indica un símbolo de final de un canal de datos de enlace ascendente en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia.

13. Un método en un nodo (100; 1100; 1300) para controlar la transmisión de radio en una red de comunicación inalámbrica, comprendiendo el método:

10 asignar de manera semipersistente recursos de radio de un espectro de frecuencias sin licencia a un dispositivo de radio (10; 900; 1200);

15 enviar, al dispositivo de radio (10; 900; 1200), información de control a través de un mensaje de control de recursos de radio para controlar al menos una transmisión de radio de enlace ascendente en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia, en donde la información de control define una primera configuración aplicable para una primera portadora de enlace ascendente y una segunda configuración aplicable para una segunda portadora de enlace ascendente, y en el que al menos una de la primera frecuencia de portadora de enlace ascendente y la segunda frecuencia de portadora de enlace ascendente es del espectro de frecuencias sin licencia; y

20 recibir, en un elemento de control de un protocolo de control de acceso al medio, información de confirmación de concesión de programación semipersistente de espectro sin licencia del dispositivo de radio (10; 900; 1200), consistiendo la información de confirmación de concesión de programación semipersistente del espectro sin licencia en al menos un valor de múltiples bits, en donde cada bit del valor de múltiples bits indica individualmente, para cada una de primera y segunda las portadoras de enlace ascendente, si está activada la asignación semipersistente de recursos de radio.

14. Un dispositivo de radio (10; 900; 1200) para una red de comunicación inalámbrica, estando configurado el dispositivo de radio (10; 900; 1200) para:

25 - recibir, desde un nodo (100; 1100; 1300) de la red de comunicación inalámbrica, información de control a través de un mensaje de control de recursos de radio para la asignación semipersistente de recursos de radio de un espectro de frecuencias sin licencia, en donde la información de control define una primera configuración aplicable para una primera portadora de enlace ascendente, y una segunda configuración aplicable para una segunda portadora de enlace ascendente, y en el que al menos una de la primera frecuencia de portadora de enlace ascendente y la segunda frecuencia de portadora de enlace ascendente es del espectro de frecuencias sin licencia;

30 - enviar, en un elemento de control de un protocolo de control de acceso al medio, información de confirmación de concesión de programación semipersistente del espectro sin licencia al nodo (100; 1100; 1300) de la red de comunicación inalámbrica, consistiendo la información de confirmación de concesión de programación semipersistente del espectro sin licencia en al menos un valor de múltiples bits, en donde cada bit del valor de múltiples bits indica individualmente, para cada una de las primera y segunda portadoras de enlace ascendente, si está activada la asignación semipersistente de recursos de radio; y

35 - basándose en la información de control, controlar al menos una transmisión de radio de enlace ascendente en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia.

40 15. Un nodo (100; 1100; 1300) para una red de comunicación inalámbrica, estando configurado el nodo (100; 1100; 1300) para:

- asignar de manera semipersistente recursos de radio de un espectro de frecuencias sin licencia a un dispositivo de radio (10; 900; 1200);

45 - enviar, al dispositivo de radio (10; 900; 1200), información de control a través de un mensaje de control de recursos de radio, para controlar al menos una transmisión de radio de enlace ascendente en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia, en donde la información de control define una primera configuración aplicable para una primera portadora de enlace ascendente, y una segunda configuración aplicable para una segunda portadora de enlace ascendente, y en donde al menos una de la primera frecuencia de portadora de enlace ascendente y la segunda frecuencia de portadora de enlace ascendente es del espectro de frecuencias sin licencia; y

50 - recibir, en un elemento de control de un protocolo de control de acceso al medio, información de confirmación de concesión de programación semipersistente del espectro sin licencia del dispositivo de radio (10; 900; 1200), consistiendo la información de confirmación de concesión de programación semipersistente del espectro sin licencia en al menos una valor de múltiples bits, en donde cada bit del valor de múltiples bits indica individualmente, para cada una de las primera y segunda portadoras de enlace ascendente si está activada la asignación semipersistente de recursos de radio.

16. Un sistema que comprende:

un nodo (100; 1100; 1300) de una red de comunicación inalámbrica; y

un dispositivo de radio (10; 900; 1200),

estando configurado el nodo (100; 1100; 1300) para:

- 5 - enviar información de control a través de un mensaje de control de recursos de radio para la asignación semipersistente de recursos de radio de un espectro de frecuencias sin licencia, en donde la información de control define una primera configuración aplicable para una primera portadora de enlace ascendente y una segunda configuración aplicable para una segunda portadora de enlace ascendente, y en donde al menos una de la primera frecuencia portadora de enlace ascendente y la segunda frecuencia de portadora de enlace ascendente es del espectro de frecuencias sin licencia,
- 10
- recibir, en un elemento de control de un protocolo de control de acceso al medio, información de confirmación de concesión de programación semipersistente del espectro sin licencia del dispositivo de radio (10; 900; 1200), consistiendo la información de confirmación de concesión de programación semipersistente del espectro sin licencia en al menos una valor de múltiples bits, en donde cada bit del valor de múltiples bits indica individualmente, para cada una de las primera y segunda portadoras de enlace ascendente si está activada la asignación semipersistente de recursos de radio;
- 15
- estando configurado el dispositivo de radio (10; 900; 1200) para:
- recibir la información de control a través de un mensaje de control de recursos de radio;
- enviar, en un elemento de control de un protocolo de control de acceso al medio, información de confirmación al nodo (100; 1100; 1300) de la red de comunicación inalámbrica, consistiendo la información de confirmación de concesión de programación semipersistente de espectro sin licencia en al menos un valor de múltiples bits, en donde cada bit del valor de múltiples bits indica individualmente, para cada una de las primera y segunda portadoras de enlace ascendente, si está activada la asignación semipersistente de recursos de radio; y
- 20
- basándose en la información de control, controlar al menos una transmisión de radio de enlace ascendente en los recursos de radio del espectro de frecuencias sin licencia.
- 25

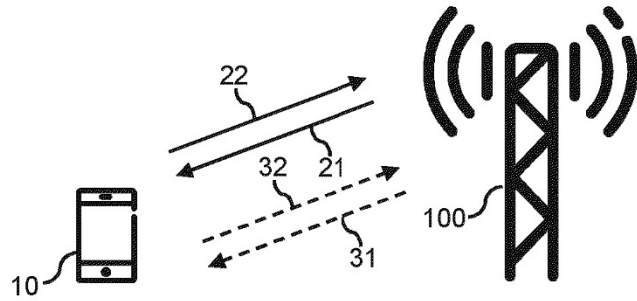


FIG. 1

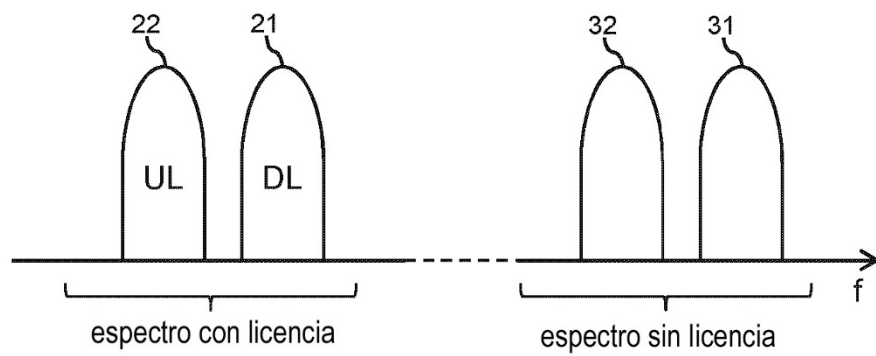


FIG. 2

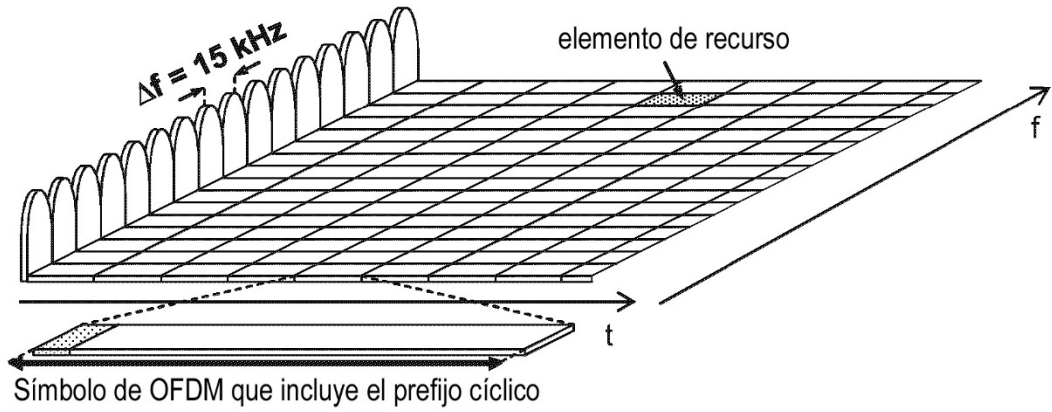


FIG. 3A

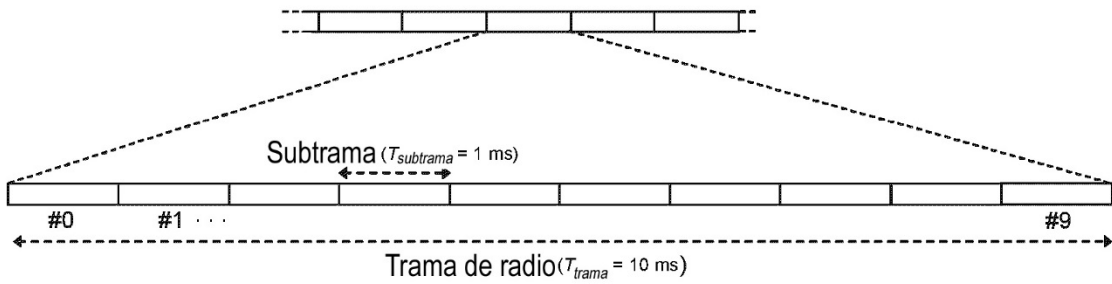


FIG. 3B

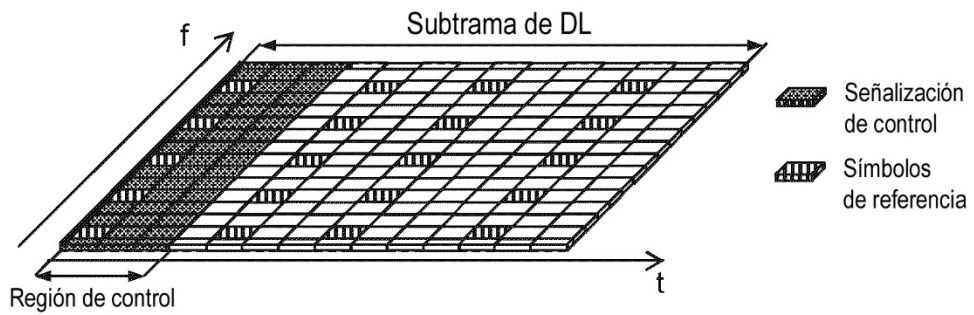


FIG. 3C

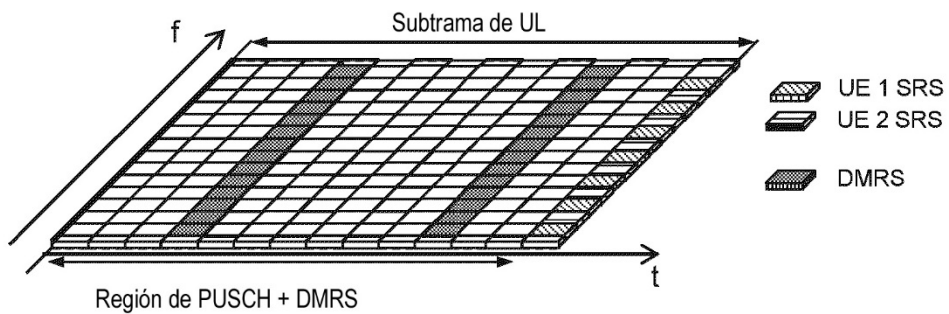


FIG. 3D

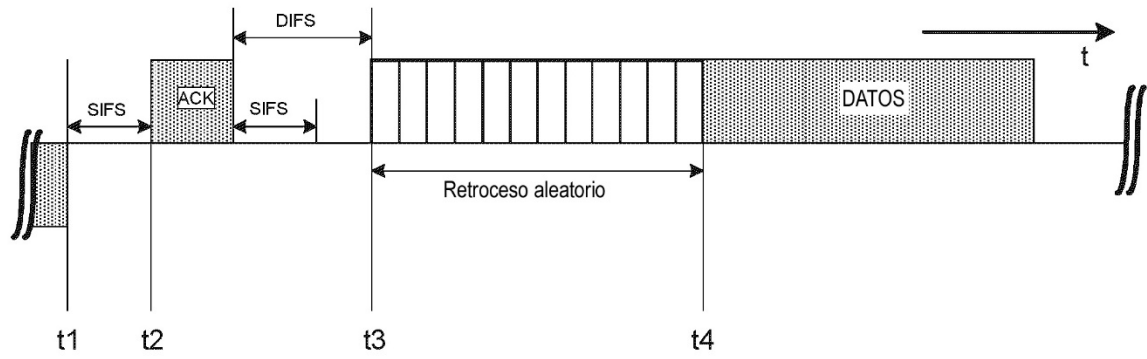


FIG. 4A

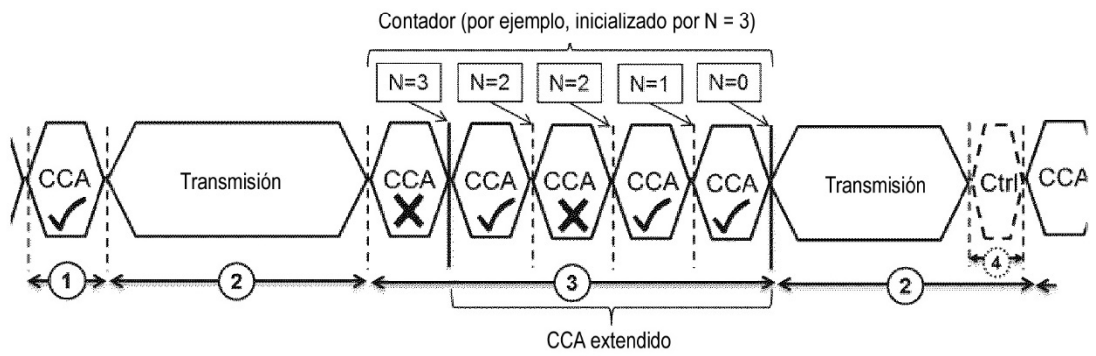


FIG. 4B

| | Formato de DCI 0A | Formato de DCI 4A | Comentarios |
|--|---------------------|---------------------|--|
| Comando de TPC para el PUSCH programado | Configurado en '00' | Configurado en '00' | Fijo |
| Desplazamiento cíclico DMRS | - | - | Controlado por el eNB |
| Esquema de modulación y codificación | - | - | Controlado por el eNB |
| Número de proceso de HARQ | Configurado en 0s | Configurado en 0s | Fijo |
| Versión de redundancia | Configurado en 0s | Configurado en 0s | Fijo, (el eNB supone cero a menos que el UE indique otra cosa) |
| A del activador del PUSCH | Configurado en 0s | Configurado en 0s | Fijo |
| Marca para diferenciación de formato0A / formato1A | | N/A | 0A |
| Asignación de bloque de recursos | - | - | Controlado por el eNB |
| Indicador de datos nuevos | 0 | 0 | Fijo |
| Solicitud de CSI | - | - | Controlado por el eNB |
| Solicitud de acuse de recibo de HARQ (si existe) | - | - | |
| Solicitud de SRS | - | - | Controlado por el eNB |
| Posición de inicio del PUSCH | - | - | Controlado por el eNB |
| Símbolo de final del PUSCH | - | - | Controlado por el eNB |
| Tipo de acceso a canal | Configurado en 0s | Configurado en 0s | Controlado por el UE |
| Clase de prioridad de acceso a canal | Configurado en 0s | Configurado en 0s | Controlado por el UE |
| CIF | - | | Controlado por el eNB, El campo se presenta si está activada la programación de portadoras cruzadas |
| Esquema de modulación y codificación, para TB2 | N/A | - | Controlado por el eNB |
| Versión de redundancia para TB2 | N/A | Configurado en 0s | Fijo, (el eNB supone cero a menos que el UE indique otra cosa) |
| Compensación de temporización | Configurado en 0s | Configurado en 0s | Fijo |

FIG. 5A

| | Formato de DCI 0A | Formato de DCI 0 | Formato de DCI 4A |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|
| Comando de TPC para el PUSCH programado | Configurado en '00' | Configurado en '00' | Configurado en '00' |
| Desplazamiento cíclico DMRS | Configurado en 0s | Configurado en 0s | Configurado en 0s |
| Esquema de modulación y codificación | Configurado en 1s | Configurado en 1s | Configurado en 1s |
| Número de proceso de HARQ | Configurado en 0s | N/A | Configurado en 0s |
| Versión de redundancia | Configurado en 0s | N/A | Configurado en 0s |
| Indicador de portadora | - | - | - |
| A del activador del PUSCH | Configurado en 0s | N/A | Configurado en 0s |
| Marca para diferenciación de formato0A / formato1A | - | N/A | - |
| Asignación de bloque de recursos | Configurado en 1s | N/A | Configurado en 1s |
| Indicador de datos nuevos | 0 | 0 | 0 |
| Solicitud de CSI | Configurado en 0s | Configurado en 0s | Configurado en 0s |
| Solicitud de acuse de recibo de HARQ (si existe) | Configurado en 0 | N/A | Configurado en 0 |
| Solicitud de SRS | Configurado en 0s | Configurado en 0s | Configurado en 0s |
| Posición de inicio del PUSCH | Configurado en 0s | N/A | Configurado en 0s |
| Símbolo de final del PUSCH | Configurado en 0s | N/A | Configurado en 0s |
| Tipo de acceso a canal | Configurado en 0s | N/A | Configurado en 0s |
| Clase de prioridad de acceso a canal | Configurado en 0s | N/A | Configurado en 0s |
| Esquema de modulación y codificación y versión de redundancia | N/A | Configurado en 1s | N/A |
| Asignación de bloque de recursos y asignación de salto de recurso | N/A | Configurado en 1s | N/A |
| Esquema de modulación y codificación, para TB2 | N/A | N/A | Configurado en 1s |
| Versión de redundancia para TB2 | N/A | N/A | Configurado en 1s |
| Compensación de temporización | Configurado en 0s | N/A | Configurado en 0s |

FIG. 5B

| | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| O1 | C8 | C7 | C6 | C5 | C4 | C3 | C2 | C1 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|

FIG. 6A

| | | | | | | | | |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| O1 | C8 | C7 | C6 | C5 | C4 | C3 | C2 | C1 |
| O2 | C16 | C15 | C14 | C13 | C12 | C11 | C10 | C9 |
| O3 | C24 | C23 | C22 | C21 | C20 | C19 | C18 | C17 |
| O4 | C32 | C31 | C30 | C29 | C28 | C27 | C26 | C25 |

FIG. 6B

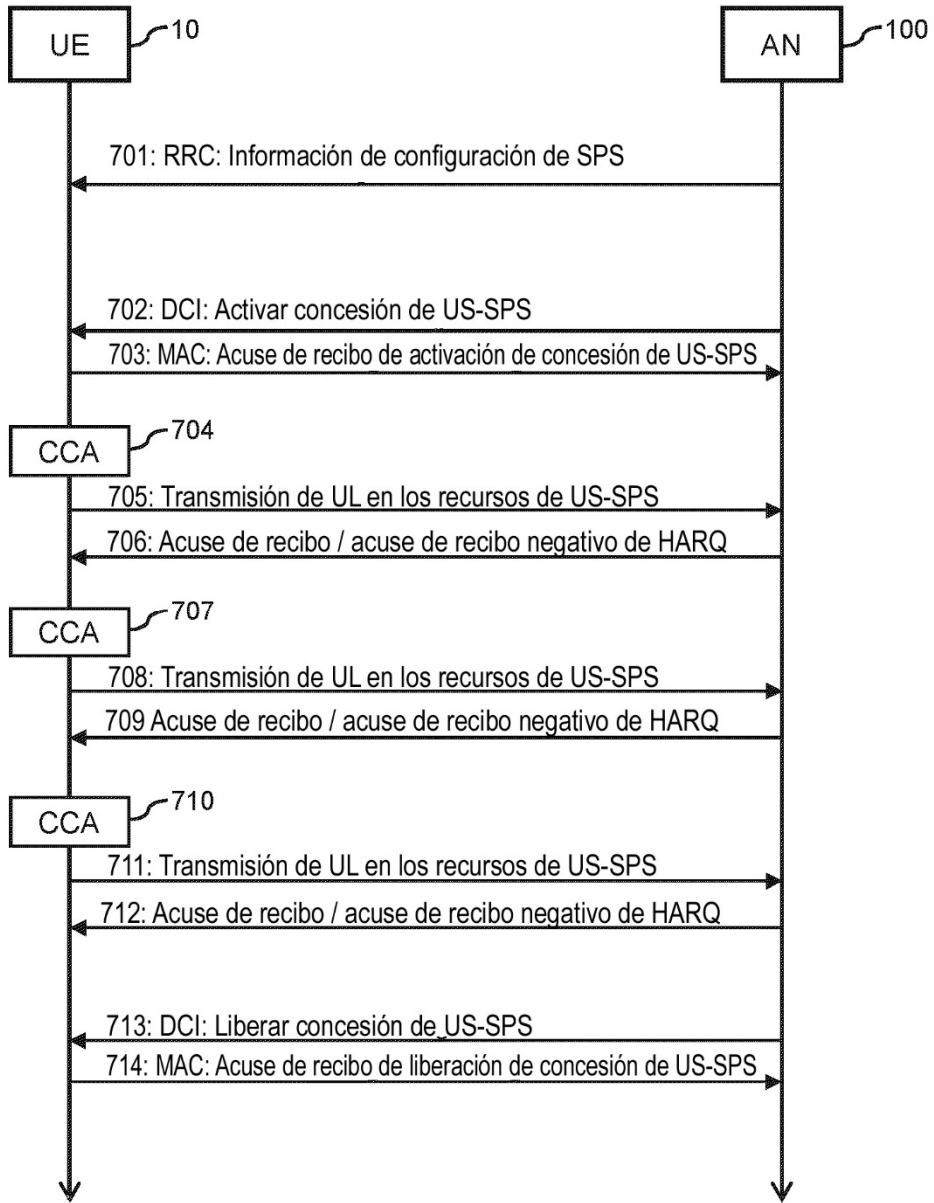


FIG 7

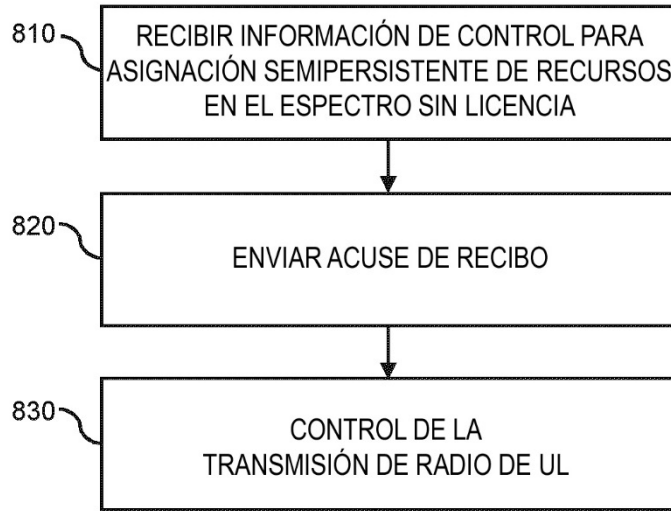


FIG. 8

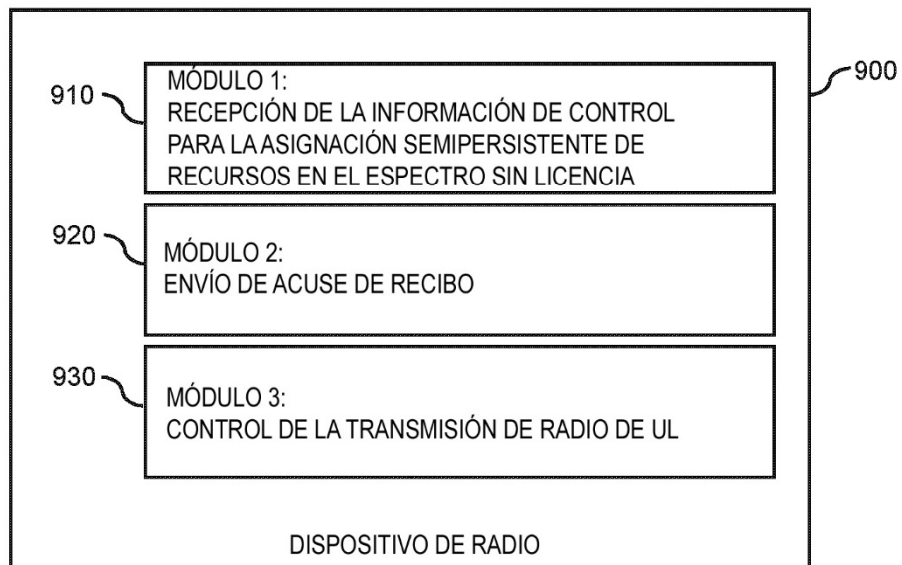


FIG. 9

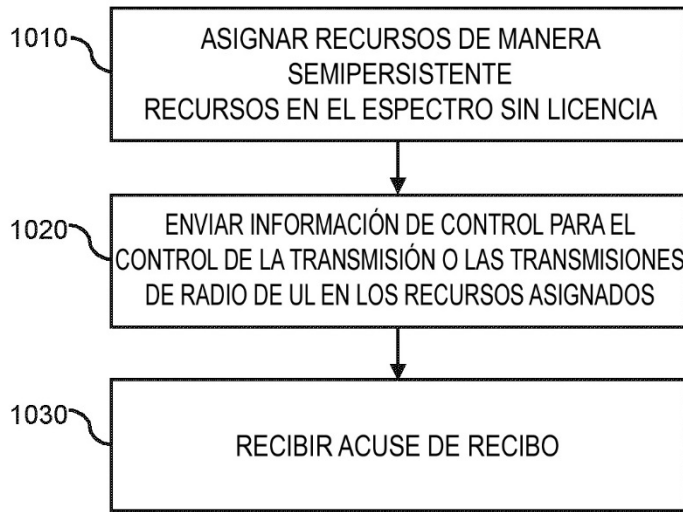


FIG. 10

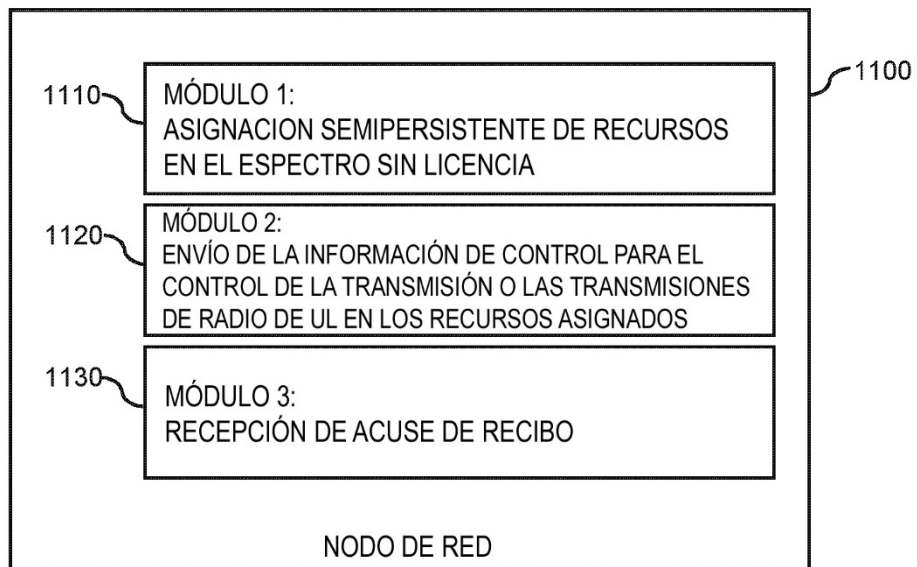


FIG. 11

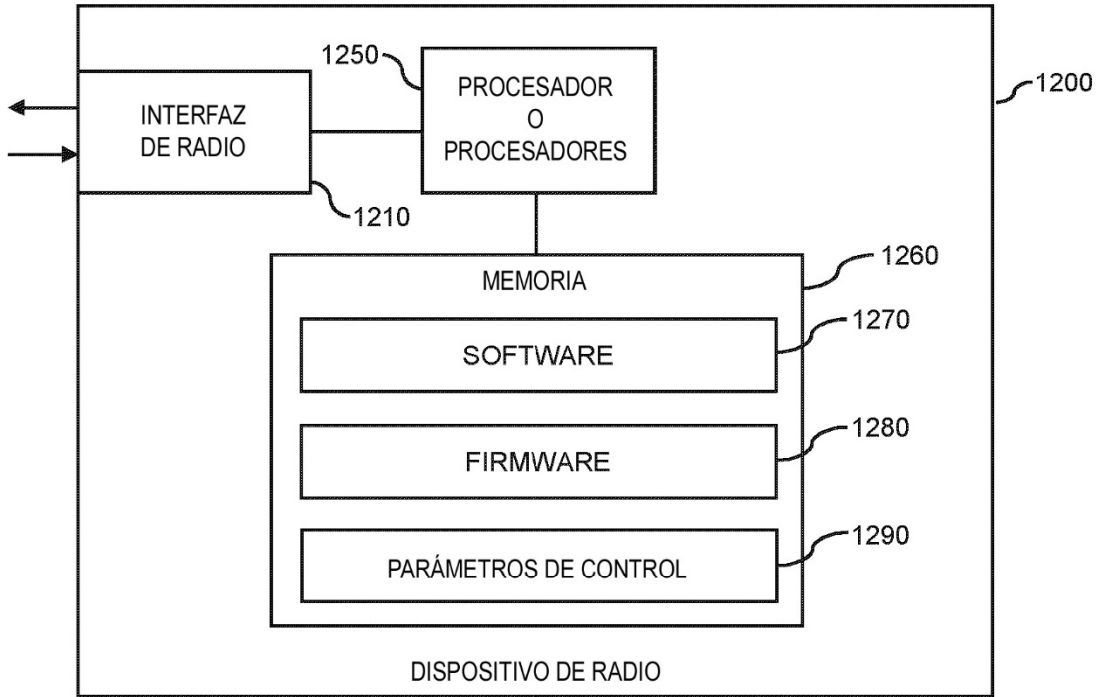


FIG. 12

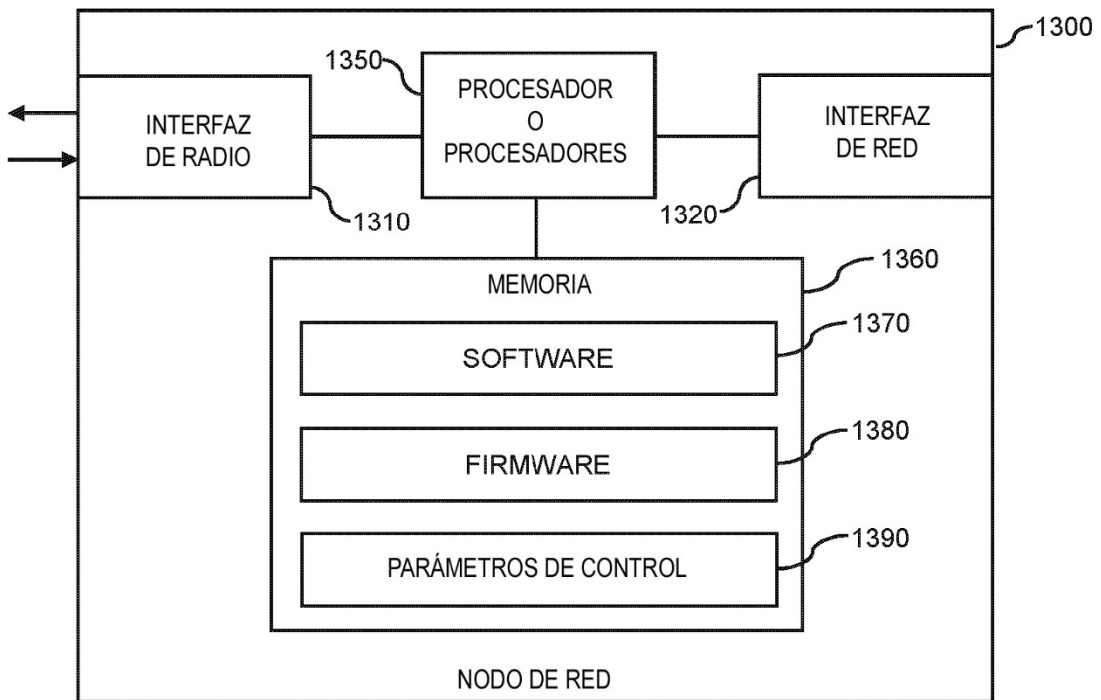


FIG. 13