

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 977 129**

51 Int. Cl.:

H04L 1/18 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.12.2016** **E 19151341 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.02.2024** **EP 3493448**

54 Título: **Transmisión de información de control de enlace ascendente en un espectro de frecuencia sin licencia**

30 Prioridad:

07.12.2015 US 201562264075 P

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

19.08.2024

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**WIEMANN, HENNING;
SAHLIN, HENRIK;
YANG, YU;
DRUGGE, OSKAR;
CHENG, JUNG-FU;
KOORAPATY, HAVISH y
BERGSTRÖM, MATTIAS**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 977 129 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

Transmisión de información de control de enlace ascendente en un espectro de frecuencia sin licencia

Campo técnico

5 Esta descripción está relacionada con aspectos del protocolo de Control de Acceso al Medio (MAC) de enlace ascendente, es decir, la funcionalidad para transmitir datos en un canal de Enlace Ascendente (UL) compartido (por ejemplo, Canal Físico Compartido de Enlace Ascendente (PUSCH)), así como la transmisión de retroalimentación de Acuse de Recibo/Acuse de Recibo Negativo (ACK/NACK) de Solicitud de Repetición Automática Híbrida (HARQ) y solicitud de programación en un canal de control de UL (por ejemplo, Canal Físico de Control de Enlace Ascendente (PUCCH)) o en un canal de UL compartido (por ejemplo, PUSCH).

10 Antecedentes

15 El acceso asistido con licencia (LAA) facilita que los equipos de Evolución a Largo Plazo (LTE) del Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP) operen en el espectro de radio sin licencia de 5 gigahercios (GHz). El espectro de 5 GHz sin licencia se usa como complemento del espectro con licencia. Los dispositivos pueden conectarse en el espectro con licencia (usando una Celda Primaria (PCell)) y usar Agregación de Portadoras (CA) para beneficiarse de la capacidad de transmisión adicional en el espectro sin licencia (usando una Celda Secundaria (SCell)). Para reducir los cambios involucrados al agregar espectro con y sin licencia, la temporización de trama LTE en la PCell se usa simultáneamente en la SCell.

20 Sin embargo, es posible que los requisitos regulatorios no permitan transmisiones en el espectro sin licencia sin una detección previa del canal. Dado que el espectro sin licencia debe compartirse con otras radios de tecnologías inalámbricas similares o diferentes, es necesario aplicar el procedimiento llamado Escuchar antes de Hablar (LBT). Hoy en día, el espectro sin licencia de 5 GHz es usado principalmente por equipos que implementan el estándar de Red de Área Local Inalámbrica (WLAN) 802.11 del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE). Este estándar se conoce bajo su marca comercial "Wi-Fi". En muchas regiones también existe una restricción en la duración máxima de una única ráfaga de transmisión en el espectro sin licencia, tal como 4 milisegundos (ms) o 10 ms.

25 1. LTE

30 La Figura 1A ilustra una red de recursos físicos básicos de enlace descendente LTE. LTE usa Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal (OFDM) en el enlace descendente y OFDM Ensanchado por Transformada Discreta de Fourier (DFT) (OFDM ensanchado por DFT), que también se conoce como Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA) de una única portadora, en el Enlace Ascendente (UL). Por lo tanto, el recurso físico básico del enlace descendente LTE puede verse como una red de tiempo-frecuencia como se ilustra en la Figura 1A, donde cada elemento de recurso corresponde a una subportadora de OFDM durante un intervalo de símbolo de OFDM. La duración de cada símbolo es de aproximadamente 71,4 microsegundos (μ s). La subtrama de UL tiene la misma separación de subportadoras que el Enlace Descendente (DL) y el mismo número de símbolos de FDMA de Portadora Única (SC-FDMA) en el dominio del tiempo que los símbolos de OFDM en el DL.

35 La Figura 1B ilustra una trama de radio de LTE. En el dominio del tiempo, las transmisiones de DL de LTE se organizan en tramas de radio de 10 ms, cada trama de radio consta de diez subtramas del mismo tamaño de longitud $T_{\text{SUBTRAMA}} = 1$ ms como se muestra en la Figura 1B. Para un prefijo cíclico normal, una subtrama consta de 14 símbolos de OFDM. Una subtrama se divide en dos intervalos de 0,5 ms. Para un prefijo cíclico normal, cada intervalo consta de 7 símbolos de OFDM. Además, la asignación de recursos en LTE se describe normalmente en términos de bloques de recursos, donde un bloque de recursos corresponde a un intervalo de 0,5 ms en el dominio del tiempo y 12 subportadoras contiguas en el dominio de la frecuencia. Un par de dos bloques de recursos adyacentes en dirección del tiempo (1,0 ms) se conoce como par de bloques de recursos. Los bloques de recursos se enumeran en el dominio de la frecuencia, comenzando con 0 desde un extremo del ancho de banda del sistema.

45 La Figura 1C ilustra una subtrama LTE de 1,0 ms de ejemplo (con 14 símbolos de OFDM) que muestra las ubicaciones de las señales de control y las señales de referencia. Las transmisiones de DL se programan dinámicamente, es decir, en cada subtrama la estación base transmite información de control sobre a qué terminales se transmiten los datos y sobre qué bloques de recursos se transmiten los datos, en la subtrama de DL actual. Esta señalización de control normalmente se transmite en los primeros 1, 2, 3 o 4 símbolos de OFDM en cada subtrama y el número $n = 1, 2, 3$ o 4 se conoce como Indicador de Formato de Control (CFI). La subtrama de DL también contiene símbolos de referencia comunes, que son conocidos por el receptor y usados para la demodulación coherente de, por ejemplo, la información de control. En la Figura 1C se ilustra un sistema de DL con CFI = 3 símbolos de OFDM como control.

55 Desde la Versión (Rel-) 11 de LTE en adelante, las asignaciones de recursos descritas anteriormente también se pueden programar en el Canal Físico de Control de Enlace Descendente Mejorado (EPDCCH). Para las Versiones 8 a 10 de LTE, solo está disponible el Canal Físico de Control de Enlace Descendente (PDCCH). Los símbolos de referencia que se muestran en la Figura 1C son los Símbolos de Referencia Específicos de la Celda (CRS) y se usan para soportar múltiples funciones, incluida la sincronización precisa de tiempo y frecuencia y la estimación del canal para ciertos modos de transmisión.

1.1 PDCCH y EPDCCH

El PDCCH/EPDCCH se usa para transportar Información de Control de Enlace Descendente (DCI), tal como decisiones de programación y comandos de control de potencia. Más específicamente, la DCI incluye:

- 5 • Asignaciones de programación de DL, incluida indicación de recursos del Canal Físico Compartido de Enlace Descendente (PDSCH), formato de transporte, información de Solicitud de Repetición Automática Híbrida (HARQ) e información de control relacionada con multiplexación espacial (si corresponde). Una asignación de programación de DL también incluye un comando para el control de potencia del Canal Físico de Control de Enlace Ascendente (PUCCH) usado para transmisión de acuses de recibo de HARQ en respuesta a asignaciones de programación de DL.
- 10 • Concesiones de programación de UL, incluida indicación de recursos del Canal Físico Compartido de Enlace Ascendente (PUSCH), formato de transporte e información relacionada con HARQ. Una concesión de programación de UL también incluye un comando para control de potencia del PUSCH.
- Comandos de control de potencia de un conjunto de terminales como complemento a los comandos incluidos en las asignaciones/concesiones de programación.

15 Un PDCCH/EPDCCH transporta un mensaje de DCI que contiene uno de los grupos de información enumerados anteriormente. Como se pueden programar múltiples terminales simultáneamente, y cada terminal se puede programar tanto en DL como en UL simultáneamente, debe existir la posibilidad de transmitir múltiples mensajes de programación dentro de cada subtrama. Cada mensaje de programación se transmite en recursos de PDCCH/EPDCCH separados y, en consecuencia, normalmente hay múltiples transmisiones de PDCCH/EPDCCH simultáneas dentro de cada subtrama en cada celda. Además, para soportar diferentes condiciones del canal de radio, se puede usar adaptación del enlace, donde la velocidad de código del (E)PDCCH se selecciona adaptando el uso de recursos para el (E)PDCCH, para que coincida con las condiciones del canal de radio.

1.2 CA

25 La Figura 2 ilustra un ejemplo de CA. El estándar de la Versión 10 de LTE soporta anchos de banda superiores a 20 megahercios (MHz). Un aspecto importante de Versión 10 de LTE es garantizar la compatibilidad hacia atrás con versiones anteriores a la Versión 8 de LTE. Esto también debería incluir la compatibilidad del espectro. Eso implicaría que una portadora de la Versión 10 de LTE, con un ancho superior a 20 MHz, debería aparecer como varias portadoras de LTE en un terminal de la Versión 8 de LTE. Cada una de estas portadoras puede denominarse Portadora Componente (CC). En particular, para las primeras implementaciones de la Versión 10 de LTE, se puede esperar que haya una cantidad menor de terminales compatibles con la Versión 10 de LTE en comparación con muchos terminales de LTE heredados. Por lo tanto, es necesario garantizar un uso eficiente de una portadora ancha también para terminales heredados, es decir, que sea posible implementar portadoras en las que se puedan programar terminales heredados en todas las partes del ancho de banda de la portadora de la Versión 10 de LTE. La forma más sencilla de obtenerlo sería mediante CA. CA implica que un terminal de la Versión 10 de LTE puede recibir múltiples CC, donde las CC tienen, o al menos tienen la posibilidad de tener, la misma estructura que una portadora de la Versión 8. CA se ilustra en la Figura 2. A un dispositivo de Equipo de Usuario (UE) compatible con CA se le asigna una PCell que siempre está activada y una o más SCell que pueden activarse o desactivarse dinámicamente.

35 El número de CC agregadas, así como el ancho de banda de la CC individual, pueden ser diferentes para UL y DL. Una configuración simétrica se refiere al caso en el que el número de CC en DL y UL es el mismo, mientras que una configuración asimétrica se refiere al caso en que el número de CC es diferente. Es importante tener en cuenta que el número de CC configuradas en una celda puede ser diferente del número de CC vistas por un terminal: un terminal puede, por ejemplo, soportar más CC de DL que CC de UL, aunque la celda esté configurada con el mismo número de CC de UL y de DL.

45 Además, una característica clave de CA es la capacidad de realizar programación entre portadoras. Este mecanismo permite que un (E)PDCCH en una CC programe transmisiones de datos en otra CC mediante un Campo Indicador de Portadora (CIF) de 3 bits insertado al comienzo de los mensajes de (E)PDCCH. Para transmisiones de datos en una CC determinada, un UE espera recibir mensajes de programación en el (E)PDCCH en solo una CC, ya sea la misma CC o una CC diferente mediante programación entre portadoras; este mapeo de (E)PDCCH a PDSCH también se configura de forma semiestática. Tenga en cuenta que la programación de PDSCH entre subtramas y entre portadoras no se soporta en CA Versión 11, es decir, la concesión de (E)PDCCH en una subtrama particular se aplica a una asignación de PDSCH en ese mismo Intervalo de Tiempo de Transmisión (TTI).

2. WLAN

55 La Figura 3 es una ilustración general de un mecanismo de LBT. En implementaciones típicas de WLAN, el Acceso Múltiple con Detección de Portadora y Prevención de Colisiones (CSMA/CA) se usa para el acceso al medio. Se detecta que el canal realiza una Evaluación de Canal Libre (CCA) y se inicia una transmisión solo si el canal se declara inactivo. Si el canal se declara ocupado, la transmisión esencialmente se aplaza hasta que se considere que el canal

está inactivo. Cuando el alcance de varios Puntos de Acceso (AP) que usan la misma frecuencia se solapa, las transmisiones relacionadas con un AP pueden aplazarse en caso de que se pueda detectar una transmisión en la misma frecuencia hacia o desde otro AP que esté dentro del alcance. Si varios AP están dentro del alcance, tendrán que compartir el canal en el tiempo y la velocidad de transferencia de datos de los AP individuales puede verse gravemente degradada.

3. LAA para Espectro Sin Licencia usando LTE

Hasta ahora, el espectro usado por LTE está dedicado a LTE (es decir, espectro con licencia). Esto tiene la ventaja de que el sistema de LTE no necesita preocuparse por la cuestión de la coexistencia y se puede maximizar la eficiencia del espectro. Sin embargo, el espectro asignado a LTE es limitado y, como tal, no puede satisfacer la demanda cada vez mayor de mayor velocidad de transferencia de datos de aplicaciones/servicios. Por lo tanto, se ha iniciado un nuevo tema de estudio en el 3GPP sobre la ampliación de LTE para explotar espectro sin licencia además del espectro con licencia. El espectro sin licencia puede, por definición, ser usado simultáneamente por múltiples tecnologías diferentes. Por lo tanto, LTE necesita considerar la cuestión de la coexistencia con otros sistemas tal como 802.11 de IEEE (Wi-Fi). Operar LTE de la misma manera en el espectro sin licencia que en el espectro con licencia puede degradar gravemente el rendimiento de Wi-Fi, dado que el Wi-Fi no transmitirá una vez que detecte que el canal está ocupado.

Además, una forma de utilizar el espectro sin licencia de manera fiable es transmitir señales y canales de control esenciales en una portadora con licencia. Es decir, un UE está conectado a una PCell en la banda con licencia y a una o más SCell en la banda sin licencia. Tal como se usa en la presente memoria, una SCell en un espectro sin licencia se denomina SCell de LAA. En el caso de programación entre portadoras, las concesiones de PDSCH y de PUSCH para SCell de LAA se transmiten en la PCell.

Otra forma de utilizar el espectro sin licencia es utilizar celdas de LAA independientes.

El documento US 2015/049709 A1 describe el ACK/NACK de grupo para LTE en espectro sin licencia.

Compendio

Esta descripción está relacionada con aspectos del protocolo de Control de Acceso al Medio (MAC) de enlace ascendente, es decir, la funcionalidad para transmitir datos en un canal de Enlace Ascendente (UL) compartido (por ejemplo, Canal Físico Compartido de Enlace Ascendente (PUSCH)), así como la transmisión de retroalimentación de Acuse de recibo/Acuse de Recibo Negativo (ACK/NACK) de una Solicitud de Repetición Automática Híbrida (HARQ) y solicitud de programación en un canal de control de UL (por ejemplo, Canal Físico de Control de Enlace Ascendente (PUCCH)) o en un Canal de UL Compartido (por ejemplo, PUSCH). En particular, en la presente memoria se describen aspectos del protocolo MAC relacionados con celdas de Acceso Asistido con Licencia (LAA) y, más generalmente, con celdas de una red de comunicaciones celular que operan en un espectro de frecuencia sin licencia.

La presente invención está definida por las reivindicaciones independientes adjuntas, a las que ahora debe hacerse referencia. Realizaciones específicas se definen en las reivindicaciones dependientes.

Los expertos en la técnica apreciarán el alcance de la presente descripción y comprenderán aspectos adicionales de la misma después de leer la siguiente descripción detallada de las realizaciones en asociación con las figuras de los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

Las figuras de los dibujos adjuntos incorporados y que forman parte de esta memoria descriptiva ilustran varios aspectos de la descripción y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la descripción.

La Figura 1A ilustra un ejemplo convencional de red de recursos físicos de Enlace Descendente (DL) de Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal (OFDM) usada por Evolución a Largo Plazo (LTE);

la Figura 1B ilustra una trama de radio de LTE convencional que muestra la estructura en el dominio de tiempo de OFDM;

la Figura 1C ilustra un ejemplo de subtrama de DL de OFDM de 1,0 ms de LTE (con 14 símbolos de OFDM) que muestra las ubicaciones de las señales de control y las señales de referencia;

la Figura 2 es un diagrama esquemático de un ejemplo de Agregación de Portadoras (CA);

la Figura 3 es un diagrama esquemático que muestra un esquema de Escuchar antes de Hablar (LBT);

la Figura 4A representa un Canal Físico de Control de Enlace Ascendente (PUCCH) corto a modo de ejemplo según algunas realizaciones del objeto descrito en la presente memoria;

la Figura 4B representa un PUCCH largo a modo de ejemplo según algunas realizaciones del objeto descrito en la

presente memoria;

la Figura 5A representa una alta sobrecarga de señalización requerida para ráfagas de Enlace Ascendente (UL) usando métodos de transmisión de concesión de UL heredados;

5 la Figura 5B representa un ejemplo de multiplexación de concesión de UL según algunas realizaciones de la presente descripción;

10 la Figura 6 representa un ejemplo de Información de Control de Enlace Ascendente (UCI) en un Canal Físico Compartido de Enlace Ascendente (PUSCH) donde el dispositivo de Equipo de Usuario (UE) ha recibido datos de DL (en el Canal Físico Compartido de Enlace Ascendente (PDSCH)) en cuatro subtramas consecutivas así como concesiones de UL válidas para las cuatro subtramas posteriores según algunas realizaciones de la presente descripción;

la Figura 7 representa un caso similar al de la Figura 6, pero aquí la UCI del UE que ha recibido PDSCH en las primeras cuatro subtramas se mapea a un PUCCH largo que abarca todos los símbolos disponibles de las cuatro subtramas siguientes, mientras que se supone que los recursos de PUSCH se asignan a otro UE;

15 la Figura 8 ilustra un ejemplo de una realización en la que se necesitan fases de LBT adicionales si diferentes UE proporcionan su retroalimentación de PUCCH en subtramas adyacentes;

la Figura 9 ilustra una transmisión de PUCCH agrupada según algunas realizaciones de la presente descripción;

la Figura 10 ilustra un ejemplo en el que un PUCCH corto (sPUCCH) está ubicado al final de una subtrama de DL acortada;

20 la Figura 11 representa un ejemplo en el que un UE está configurado con una opción de Solicitud de Programación Dedicada (D-SR) en cada cuarta subtrama;

las Figuras 12A y 12B ilustran ejemplos de una red de comunicaciones celular en la que se pueden implementar realizaciones de la presente descripción;

la Figura 13 ilustra la operación de una estación base y un dispositivo inalámbrico para implementar la propuesta 3 según algunas realizaciones de la presente descripción;

25 la Figura 14 es un diagrama de flujo que ilustra la operación de un dispositivo inalámbrico para implementar las propuestas 4-7 según algunas realizaciones de la presente descripción;

la Figura 15 ilustra la operación de una estación base y un dispositivo inalámbrico para implementar la propuesta 8 o 9 según algunas realizaciones de la presente descripción;

30 la Figura 16 es un diagrama de flujo que ilustra la operación de un dispositivo inalámbrico para implementar la propuesta 11 según algunas realizaciones de la presente descripción;

la Figura 17 es un diagrama de flujo que ilustra la operación de un dispositivo inalámbrico para implementar la propuesta 12 según algunas realizaciones de la presente descripción;

la Figura 18 ilustra la operación de una estación base y un dispositivo inalámbrico para implementar la propuesta 13 según algunas realizaciones de la presente descripción;

35 la Figura 19 ilustra la operación de una estación base y un dispositivo inalámbrico para implementar algunas o todas las propuestas 15-17 según algunas realizaciones de la presente descripción;

la Figura 20 ilustra la operación de una estación base y un dispositivo inalámbrico para implementar algunas o todas las propuestas 18-20 según algunas realizaciones de la presente descripción;

40 las Figuras 21 y 22 ilustran realizaciones de una estación base según algunas realizaciones de la presente descripción;

las Figuras 23 y 24 ilustran realizaciones de un dispositivo inalámbrico según algunas realizaciones de la presente descripción;

la Figura 25 ilustra la operación de un dispositivo inalámbrico en una celda de servicio primaria y en una celda de servicio secundaria según algunas realizaciones de la presente descripción; y

45 la Figura 26 ilustra una operación de LBT que se realiza al final de una subtrama justo antes de una subtrama de UL versus una operación de LBT que se realiza al comienzo de una subtrama de UL según algunas realizaciones de la presente descripción.

Descripción detallada

5 Las realizaciones expuestas a continuación representan información para permitir a los expertos en la técnica poner en práctica las realizaciones e ilustrar el mejor modo de poner en práctica las realizaciones. Al leer la siguiente descripción a la luz de las figuras de los dibujos adjuntos, los expertos en la técnica comprenderán los conceptos de la descripción y reconocerán aplicaciones de estos conceptos que no se abordan particularmente en la presente memoria.

Las realizaciones expuestas a continuación representan información para permitir a los expertos en la técnica poner en práctica las realizaciones e ilustrar el mejor modo de poner en práctica las realizaciones. Al leer la siguiente descripción a la luz de las figuras de los dibujos adjuntos, los expertos en la técnica comprenderán los conceptos de la descripción y reconocerán aplicaciones de estos conceptos que no se abordan particularmente en la presente memoria.

10 **Nodo de Radio:** tal como se usa en la presente memoria, un "nodo de radio" es un nodo de acceso de radio o un dispositivo inalámbrico.

15 **Nodo de Acceso de Radio:** tal como se usa en la presente memoria, un "nodo de acceso de radio" es cualquier nodo en una red de acceso de radio de una red de comunicaciones celular que opera para transmitir y/o recibir señales de forma inalámbrica. Algunos ejemplos de un nodo de acceso de radio incluyen, pero no se limitan a, una estación base (por ejemplo, un Nodo B evolucionado o mejorado (eNB) en una red de Evolución a Largo Plazo (LTE) del Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP)), una macroestación base o de alta potencia, una estación base de baja potencia (por ejemplo, una microestación base, una picoestación base, un eNB doméstico, o similar), y un nodo de retransmisión.

20 **Dispositivo Inalámbrico:** tal como se usa en la presente memoria, un "dispositivo inalámbrico" es cualquier tipo de dispositivo que tiene acceso a (es decir, es atendido por) una red de comunicaciones celular mediante la transmisión y/o recepción de señales de forma inalámbrica a un(os) nodo(s) de acceso de radio. Algunos ejemplos de un dispositivo inalámbrico incluyen, pero no se limitan a, un dispositivo de Equipo de Usuario (UE) en una red de LTE de 3GPP y un dispositivo de Comunicación Tipo Máquina (MTC).

25 **Nodo de Red:** tal como se usa en la presente memoria, un "nodo de red" es cualquier nodo que sea parte de la red de acceso de radio o de la red central de una red/sistema de comunicaciones celular.

Escuchar antes de hablar (LBT): tal como se usa en la presente memoria, "LBT" o un "esquema de LBT" es cualquier esquema en el que un nodo de acceso de radio o dispositivo inalámbrico monitoriza un canal en un espectro de frecuencia sin licencia para determinar si el canal está libre (por ejemplo, realiza una Evaluación de Canal Libre (CCA)) antes de transmitir en el canal.

30 **Celda de LBT:** tal como se usa en la presente memoria, una "celda de LBT" es una celda que opera en un canal en un espectro de frecuencia sin licencia en el que se debe realizar un esquema de LBT antes de transmitir.

35 **Celda Secundaria (SCell) de Acceso Asistido Con Licencia (LAA):** tal como se usa en la presente memoria, una "SCell de LAA" es un tipo de celda de LBT. En particular, una "SCell de LAA" es una SCell en una red de LTE, donde la SCell opera en un espectro de frecuencia sin licencia, con la ayuda de otra celda (es decir, la Celda Primaria (PCell)) que opera en un espectro de frecuencia con licencia.

40 **Celda de LBT Independiente:** tal como se usa en la presente memoria, una "celda de LBT independiente" es un tipo de celda de LBT (por ejemplo, una celda en una red de LTE) que opera por sí sola sin la ayuda de otra celda que opere en un espectro de frecuencia con licencia. Tenga en cuenta que la descripción proporcionada en la presente memoria se centra en LTE de 3GPP y, como tal, a menudo se usa la terminología de LTE de 3GPP. Sin embargo, los conceptos descritos en la presente memoria no se limitan a LTE de 3GPP.

45 Tenga en cuenta que, en la descripción de la presente memoria, se hace referencia al término "celda"; sin embargo, particularmente con respecto a los conceptos de Quinta Generación (5G), se pueden usar haces en lugar de celdas y, como tal, es importante tener en cuenta que los conceptos descritos en la presente memoria son igualmente aplicables tanto a celdas como a haces. Por lo tanto, en algunas realizaciones, las transmisiones descritas en la presente memoria pueden realizarse en haces en lugar de celdas (por ejemplo, un haz en un espectro de frecuencia sin licencia).

50 En esta descripción, se investigan los aspectos del protocolo de Control de Acceso al Medio (MAC) relacionados con el Enlace Ascendente (UL), es decir, la funcionalidad requerida para transmitir datos en el Canal Físico Compartido de Enlace Ascendente (PUSCH), así como la transmisión de realimentación de Acuse de Recibo/Acuse de Recibo Negativo (ACK/NACK) de Solicitud de Repetición Automática Híbrida (HARQ) y la solicitud de programación en el Canal Físico de Control de Enlace Ascendente (PUCCH) o PUSCH.

Realización de PUCCH en la Capa Física

En la presente descripción, se proporciona el diseño de capa física de PUCCH para LTE independiente en operación de Espectro Sin Licencia (LTE-U). Se describen dos opciones, el diseño de PUCCH corto (sPUCCH) y el diseño de

PUCCH largo, desde la perspectiva de la capa física. Se analizará a continuación el diseño del protocolo MAC de retroalimentación de HARQ y Solicitud de Programación (SR) en PUCCH.

5 La Información de Control del Enlace Ascendente (UCI), que incluye ACK de HARQ, SR e Información del Estado del Canal (CSI) periódica, se puede transmitir en PUCCH en LTE de 3GPP. Para la operación independiente en una banda sin licencia, se pueden considerar dos formatos de PUCCH para la transmisión de UCI dependiendo de la configuración de temporización del eNB y el protocolo de HARQ, como se describirá a continuación. Debe tenerse en cuenta que es beneficioso que cada celda de servicio de UL transporte la retroalimentación de HARQ para la celda de servicio de DL correspondiente en LTE-U independiente. Esto evita que el estado del canal de una celda determine las retroalimentaciones de ACK de HARQ de todas las celdas. Este enfoque es diferente de LTE, donde normalmente el PUCCH de la PCell transporta la UCI para todas las SCell. Sin embargo, en términos de utilización del canal y diseño del formato de PUCCH, se sugiere tener PUCCH independiente para cada portadora independiente.

PUCCH corto (sPUCCH)

15 Un sPUCCH ocupa de 1 a 3 símbolos de Acceso Múltiple por División de Frecuencia de Portadora Única (SC-FDMA)/Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal (OFDM) en el dominio del tiempo y abarca todo el ancho de banda mediante entrelazado. Ya que sPUCCH se puede transmitir al final de una subtrama parcial de DL o como parte de una subtrama de UL (al menos si el PUSCH está programado para el mismo UE). Para transmitir sPUCCH, se puede aplicar un LBT agresivo en el UE. Alternativamente, no se requiere LBT si la duración del sPUCCH es inferior al 5 % del ciclo de trabajo según los requisitos regulatorios.

20 La Figura 4A representa un sPUCCH a modo de ejemplo según una realización del objeto descrito en la presente memoria. En la realización ilustrada en la Figura 4A, el PUCCH ocupa 2 símbolos de SC-FDMA/OFDM en el tiempo y un entrelazado en el dominio de la frecuencia. La Señal de Referencia de Demodulación (DMRS) y el símbolo de datos para PUCCH se puede multiplexar en la frecuencia o en el tiempo como se ilustra en la figura como dos opciones. Se pueden multiplexar múltiples UE de PUCCH en el dominio de la frecuencia asignando diferentes patrones de entrelazado y/o en el dominio del código aplicando, por ejemplo, diferentes Códigos de Cobertura Ortogonales (OCC) dentro de un único entrelazado. El número de símbolos, patrones de entrelazado y configuración de OCC (si corresponde) se pueden configurar para un UE mediante señalización de eNB.

25 La retroalimentación de HARQ y los correspondientes Identificadores (ID) de proceso podrían enumerarse explícitamente o, por ejemplo, proporcionarse como un mapa de bits (uno o dos bits por proceso). Para alinear el diseño con la Agregación de Portadoras (CA) Versión 13 de 3GPP, la UCI en sPUCCH se une con una Verificación de Redundancia Cíclica (CRC) de 8 bits y se codifica usando el Código Convolutivo de Mordida de Cola (TBCC). Los símbolos codificados se mapean a Elementos de Recursos (RE) disponibles en una manera de primero frecuencia y segundo tiempo.

PUCCH largo

35 Un PUCCH largo ocupa una subtrama completa en el dominio del tiempo y abarca todo el ancho de banda mediante entrelazado. El eNB puede programar explícitamente un PUCCH largo cuando se requiera LBT en el UE para obtener acceso al canal de UL. El PUCCH largo es compatible y se puede multiplexar con transmisión de PUSCH desde el mismo o diferentes UE.

40 La Figura 4B representa un PUCCH largo a modo de ejemplo según una realización del objeto descrito en la presente memoria. En la realización ilustrada en la Figura 4B, el PUCCH ocupa un entrelazado en una subtrama. Hay una DMRS por intervalo que ocupa todo el ancho de banda en frecuencia, el cual se puede multiplexar con DMRS de PUSCH aplicando diferentes desplazamientos cíclicos. De manera similar al sPUCCH, se pueden multiplexar múltiples UE de PUCCH en el dominio de la frecuencia asignando diferentes patrones de entrelazado y/o en el dominio del código aplicando, por ejemplo, diferentes OCC dentro de un único entrelazado. Los entrelazados restantes dentro de la misma subtrama se pueden usar para transmisión de PUSCH y transmisión de PUCCH/PUSCH desde otros UE. El patrón de entrelazado, el Desplazamiento Cíclico (CS) y la configuración de OCC (si corresponde) se pueden configurar para un UE mediante señalización de eNB.

45 De manera similar al sPUCCH, la retroalimentación de HARQ y los ID de proceso correspondientes podrían enumerarse explícitamente o, por ejemplo, proporcionarse como un mapa de bits (uno o dos bits por proceso) en PUCCH largo. La UCI en PUCCH largo está unida con un CRC de 8 bits y codificada usando TBCC. Los símbolos codificados se mapean a RE disponibles en una manera de primero frecuencia y segundo tiempo.

55 En LTE de 3GPP, la transmisión de UCI en PUCCH incluye ACK de HARQ, SR y CSI periódica. Para LTE-U independiente, sería difícil soportar CSI periódica y, por lo tanto, la retroalimentación de CSI aperiódica es más esencial y debe soportarse en PUSCH programado por concesión de UL con o sin datos de Canal Compartido de UL (UL-SCH). Si se transmite más de un tipo de UCI en PUCCH, por ejemplo, HARQ y SR en la misma subtrama, se concatenan, se codifican conjuntamente y se envían en formato sPUCCH o PUCCH largo según la configuración de eNB basada en el protocolo de HARQ de DL como se describirá a continuación.

Algoritmos de Escucha Antes de Hablar de Enlace Ascendente

LBT de UL de LAA Versión 13

En la Versión 13 se analizaron varios aspectos de LBT de UL. Con respecto al marco de LBT de UL, el análisis se centró en los escenarios de programación automática y de programación entre portadoras.

- 5 Se reconoció que LBT de UL impone una etapa de LBT adicional para transmisiones de UL con autoprogramación, dado que la concesión de UL en sí requiere un LBT de DL por el eNB. Por lo tanto, la LAA Versión 13 recomienda que el LBT de UL para la autoprogramación use una única duración de CCA de al menos 25 μ s (similar a una Señal de Referencia Dedicada (DRS) de DL) o un esquema de desconexión aleatorio con un período de aplazamiento de 25 μ s, incluida una duración de aplazamiento de 16 μ s seguida de un intervalo de CCA y un tamaño de ventana de
10 contención máximo elegido entre $X = \{3, 4, 5, 6, 7\}$. Estas opciones también son aplicables para la programación de UL entre portadoras por otra SCell sin licencia.

Permanece abierto para estudio adicional un procedimiento de LBT de UL corto para el caso que involucra la programación entre portadoras por una PCell con licencia. La otra opción sobre la mesa es un procedimiento de desconexión aleatorio completo similar al usado por las estaciones Wi-Fi.

- 15 Finalmente, se dejó abierto para estudio adicional en la Versión 14 el caso de las transmisiones de UL sin LBT cuando una ráfaga de transmisión de UL sigue a una ráfaga de transmisión de DL en esa portadora respectiva (con un intervalo de como máximo 16 μ s entre las dos ráfagas).

Algoritmo de LBT de UL independiente

- 20 Es esencial que el diseño de LBT de UL independiente sea compatible con los posibles algoritmos de LBT de LAA de UL especificados en la LAA Versión 14. Además, el acceso al canal de UL debe ser competitivo en comparación con el enlace descendente. Estos aspectos conducen a las siguientes propuestas. Por lo tanto, la presente descripción propone conservar las opciones de LBT de UL de LAA Versión 13 como base para estudios adicionales y propone que el umbral de Detección de Energía de CCA (CCA-ED) de UL sea al menos tan alto como el umbral de CCA-ED de DL.

Transmisión de concesión de UL

- 25 En la transmisión de concesión de UL heredada, cada subtrama de UL se programa mediante una concesión dedicada enviada 4 ms antes. Esto conduce a una alta sobrecarga de señalización dado que se necesitan 4 subtramas consecutivas con una concesión de UL para indicar una única ráfaga de UL de 4 ms, como se ve en la Figura 5A.

- 30 La Figura 5A representa la alta sobrecarga de señalización requerida para las ráfagas de UL usando métodos de transmisión de concesión de UL heredados. Con cargas bajas, esto implica además que sería necesario realizar LBT de DL solo para enviar una concesión de UL sin datos en esa subtrama, lo que conduce a un uso ineficiente del canal sin licencia. El retardo de 4 ms entre la transmisión de concesión de UL y la transmisión de UL también dificulta tener una ráfaga de DL corta seguida inmediatamente por una ráfaga de UL.

- 35 Los inconvenientes de la transmisión de concesión de UL heredada reducen significativamente el potencial de LAA de UL, aunque se pueden solucionar con mejoras simples, tal como programar múltiples subtramas de UL desde una única subtrama de DL y reducir el retardo mínimo entre la recepción de concesión de UL y la subtrama de UL. Estos se abordarán ahora uno por uno.

- 40 Programación de múltiples subtramas. La programación de múltiples subtramas de UL desde una única subtrama de DL reduce la sobrecarga de señalización para LAA de UL y la interferencia causada a las celdas vecinas. Para una situación de carga baja con solo tráfico de UL en un momento dado, si es posible programar 4 subtramas de UL desde dentro de una subtrama de DL, la sobrecarga de la transmisión de concesión se reduce al 25 %. La reducción de la sobrecarga podría ser algo menor si fuera posible indicar diferentes configuraciones en las subtramas individuales. Es posible que deseemos cambiar el Esquema de Modulación y Codificación (MCS), los entrelazados, las configuraciones de la Señal de Referencia de Sondeo (SRS), las configuraciones de DMRS, etc. Esta característica ya es soportada en la Duplexación por División en el Tiempo (TDD), dado que la configuración 0 con 3 subtramas de UL para 2
45 subtramas de DL soporta la programación de múltiples subtramas de UL desde una única subtrama de DL. Si el número de subtramas de UL programadas con una subtrama de DL aumenta aún más, por ejemplo, a 12, la sobrecarga de señalización se puede reducir aún más, por ejemplo, al 8,33 %, y mejora aún más el rendimiento de la UL de LAA. Sin embargo, el número óptimo de subtramas de UL programadas con la misma subtrama de DL depende de muchos factores, tales como el tipo de tráfico, la carga de tráfico y el tamaño del búfer del UE. Por lo tanto, idealmente el eNB
50 debería tener la libertad de configurar cuántas subtramas de UL se programan con la misma subtrama de DL. El impacto del protocolo MAC es mínimo, como se analiza a continuación. Por tanto, otra propuesta de la presente descripción es soportar la programación de múltiples subtramas para UL.

- 55 Reducción del retardo en la concesión de UL. Para mejorar aún más el rendimiento del enlace ascendente, se debe reducir el retardo de concesión de UL fijo heredado de 4 ms. Considerando una situación de baja carga con solo tráfico de UL en un momento dado, si se aplica solo la multiplexación de concesión de UL sin optimización adicional, se

puede llegar a la situación representada en la Figura 5B.

La Figura 5B representa un ejemplo de multiplexación de concesión de UL según una realización de la presente descripción. La sobrecarga de señalización de la transmisión de concesión de UL se reduce, pero en lugar de usar subtramas de concesión de UL anteriores para la transmisión de datos de UL, simplemente se mantienen vacías hasta que comienzan las transmisiones de UL. Por tanto, la velocidad de transferencia de datos del enlace ascendente sigue siendo limitada.

La programación del eNB puede optimizarse para evitar en la medida de lo posible la situación representada en la Figura 5B. Sin embargo, esta situación ocurrirá cada vez que la transmisión de concesiones de UL multiplexadas no pueda ocurrir en la subtrama planificada debido a un fallo del LBT. El método más natural y sencillo para resolver el problema de la Figura 5B es reducir el retardo de concesión para el enlace ascendente. Por lo tanto, otra propuesta de la presente descripción es reducir el retardo entre la concesión de UL y la transmisión de UL correspondiente a menos de 4 ms.

HARQ de Enlace Ascendente para PUSCH

Propuesta 1: adoptar HARQ de UL asíncrona

En la sección 7.2.2.2 de la fase del tema de estudio de LAA del Informe Técnico (TR) 36.889 V13.0.0 de 3GPP, "se recomienda HARQ [a]síncrona para UL de LAA," específicamente para el PUSCH. Eso significa que las retransmisiones de UL pueden no solo ocurrir en un Tiempo de Ida y Vuelta (RTT) (por ejemplo, n+8) después de la transmisión inicial, sino más bien en cualquier momento. Esto se considera beneficioso en particular cuando las (re-) transmisiones se bloquean y posponen debido a LBT. Por lo tanto, para mantener la alineación con la funcionalidad de la Versión 14 de 3GPP, la presente descripción propone adoptar HARQ de UL asíncrona (como se acordó en el Tema de Estudio (SI) de la Versión 13 para UL de LAA).

Propuesta 2: no se soporta HARQ de Enlace Ascendente No Adaptativa

También se acordó en la sección 7.2.2.2 del documento TR 36.889 V13.0.0 de 3GPP que "con el protocolo de HARQ asíncrona de UL, toda transmisión o retransmisión debe programarse mediante el [Canal Físico de Control de Enlace Descendente (PDCCH)] o [PDCCH Mejorado (ePDCCH)]." En otras palabras, HARQ no adaptativa ya no se soporta porque no encajaría bien con el concepto de HARQ asíncrona y requeriría un canal fiable para transportar el ACK/NACK en DL. Tal como se usa en la presente memoria, el término "HARQ no adaptativa" se refiere al modo de operación en donde un NACK en el Canal Físico Indicador de HARQ (PHICH) activa la retransmisión de HARQ un RTT después de la transmisión inicial en el mismo recurso de frecuencia con el mismo MCS. PHICH no se puede usar tal como está: si el ACK en PHICH está bloqueado por LBT, el UE realizaría una retransmisión no adaptativa según el patrón HARQ existente y la asignación de programación. Por lo tanto, la presente descripción propone que no se soporte HARQ de UL no adaptativa.

Propuesta 3: supone que HARQ de UL fue exitosa, establece el estado en ACK

Por lo tanto, cuando se introduce HARQ asíncrona, el UE debería suponer que todos los procesos de HARQ de UL transmitidos fueron exitosos (establece el estado local en ACK). El UE realiza una retransmisión de HARQ para un proceso de HARQ solo tras la recepción de una concesión de UL correspondiente (Indicador de Datos Nuevos (NDI) no conmutado) del eNB. El índice de proceso se indica en el campo de índice de proceso de HARQ en la concesión de UL. Tenga en cuenta que esto también es eficiente considerando que la mayoría de los intentos de transmisión tienen éxito de todos modos y, por lo tanto, ya no se necesita ninguna retroalimentación (PHICH). Por lo tanto, la presente descripción propone que tras la transmisión de un proceso de HARQ de UL, el UE suponga que se transmitió con éxito y establezca el estado mantenido localmente en ACK. El UE realiza una retransmisión de HARQ para un proceso de HARQ de UL solo tras la recepción de una concesión de UL correspondiente.

El documento TR 36.889 V13.0.0 de 3GPP también menciona la necesidad de introducir nuevos medios para vaciar un búfer de HARQ de UL. Hasta ahora, esto sucedió con un contador por proceso de HARQ (CURRENT_TX_NB) que el UE incrementaba una vez por RTT, es decir, cada vez que el proceso tenía la oportunidad de ser retransmitido. Con la introducción de HARQ asíncrona, las retransmisiones pueden ocurrir en otros momentos. Por lo tanto, se analizó en el 3GPP que puede ser más apropiado usar un temporizador/contador que determine el número de subtramas desde la transmisión inicial de un proceso y elimine el proceso cuando el temporizador/contador exceda un umbral configurado. Pero si es necesario o no eliminar el proceso de HARQ depende, por ejemplo, de cómo se maneja la Recepción Discontinua (DRX).

El estudio del 3GPP también identificó la necesidad de redefinir el tiempo activo de DRX: el UE necesita determinar en qué subtramas monitorizará PDCCH para recibir concesiones de UL potencialmente entrantes para retransmisiones de HARQ. Dado que las retransmisiones para un proceso de HARQ particular ya no están vinculadas a subtramas específicas, las concesiones para retransmisiones de UL pueden, en principio, aparecer en cualquier subtrama para cualquier proceso que aún no haya sido eliminado. Por lo tanto, una solución simple sería cambiar la condición en el documento TS 36.321, V 12.7.0 de 3GPP de "puede ocurrir una concesión de enlace ascendente para una retransmisión de HARQ pendiente y hay datos en el búfer de HARQ correspondiente" a "hay datos en cualquiera de

los búferes de HARQ de enlace ascendente" y vaciar los búferes como se describe en el párrafo anterior. Sin embargo, este enfoque mantendría al UE activo continuamente durante un tiempo bastante largo después de cada transmisión de UL, incluso si no se requieren retransmisiones.

5 Propuesta 4: el UE inicia un "temporizador de Retroalimentación de HARQ de Enlace Ascendente" en una subtrama donde tiene una concesión de UL válida

Gracias a la introducción de HARQ asíncrona, afortunadamente ya no es necesario mantener el UE activo continuamente. El eNB puede programar una retransmisión para cualquier proceso de HARQ de UL en cualquier subtrama (siempre que el LBT haya tenido éxito). Por lo tanto, se sugiere usar un principio similar al Temporizador de RTT de HARQ y un Temporizador de Retransmisión de DRX que se han usado para HARQ de DL desde la Versión 8. La diferencia es que un temporizador, denominado en la presente memoria "Temporizador de Retroalimentación de HARQ de UL," comienza en la subtrama cuando la concesión de UL se vuelve válida – tanto si la transmisión se realiza como si fue bloqueada por un LBT fallido. El Temporizador de Retroalimentación de HARQ de UL se ejecuta hasta el primer momento en el que se pueda recibir una concesión de UL para una retransmisión. Por lo tanto, la presente descripción propone que el UE inicie un Temporizador de Retroalimentación de HARQ de UL en una subtrama donde
10 tiene una concesión de UL válida, es decir, si ocurre la transmisión de UL o si está bloqueada por LBT.

Propuesta 5: el Temporizador de Retroalimentación de HARQ de UL activa un Temporizador de Retransmisión de DRX

La presente descripción propone que al vencimiento del Temporizador de Retroalimentación de HARQ de UL, el UE inicie un Temporizador de Retransmisión de DRX correspondiente y permanezca en Tiempo Activo mientras dicho Temporizador de Retransmisión de DRX esté en marcha.

20 Propuesta 6: vaciar el búfer de HARQ detiene el Temporizador de Retroalimentación de HARQ de UL

La presente descripción propone además que el UE detenga el Temporizador de Retroalimentación de HARQ de UL al vaciar el búfer de HARQ correspondiente.

Propuesta 7: un Temporizador de RTT de HARQ de UL y un Temporizador de Retransmisión de DRX por proceso de HARQ de UL

25 La presente descripción también propone que un Temporizador de RTT de HARQ de UL y un Temporizador de retransmisión de DRX estén asociados con cada proceso de HARQ de UL.

Sin embargo, cabe señalar que si las propuestas 4 a 7 son aceptables, no existe una gran necesidad de vaciar los búferes de HARQ de UL; por lo tanto, la presente descripción no propone introducir tales medios por el momento. Alternativamente, la presente descripción propone que, cuando se adopten las propuestas 4 a 7, no sea necesario
30 realizar el vaciado de los búferes de HARQ de UL.

En el alcance del tema de estudio de LAA, también se ha analizado el soporte de programación de múltiples subtramas para que el eNB pueda enviar concesiones de UL para varias transmisiones de PUSCH en una única subtrama de DL. Esta mejora se considera útil dado que maximiza la utilización de recursos y la velocidad de transferencia de datos siempre que el tráfico sea intenso en UL. Actualmente, las interacciones entre L1 y MAC se modelan de manera que L1 se encarga de la temporización de concesiones y asignaciones. Si una DCI comprende dos concesiones de UL (por ejemplo, para TDD), L1 las proporciona en las dos subtramas apropiadas a MAC. Suponiendo que se aplique el mismo modelado, no se espera que la programación de UL de múltiples subtramas tenga ningún impacto adicional en la especificación de MAC. Tenga en cuenta que el Temporizador de retroalimentación de HARQ de UL sugerido en las propuestas 4-7 garantiza que el UE se active lo antes posible cuando pueda ocurrir una retransmisión para cualquiera de esos procesos de UL.
35

Retroalimentación de UL para HARQ de DL

El protocolo de HARQ de DL ya es asíncrono desde la Versión 8 de 3GPP y, por lo tanto, está listo para su uso por LAA, donde la retroalimentación de HARQ (ACK/NACK) se puede enviar de manera fiable en el PUCCH de una PCell con licencia. Sin embargo, para la operación independiente (por ejemplo, para una celda de LAA independiente) (así como para LAA con conectividad dual), la Información de Control del Enlace Ascendente (UCI) se transmite en un espectro sin licencia. A día de hoy, las normas regulatorias permiten omitir LBT para información de control (no para datos del plano de usuario) si esas transmisiones no ocupan el medio durante más del 5 % del tiempo. Si bien sería atractivo desde el punto de vista del protocolo diseñar el PUCCH basándose en esta regla, las colisiones resultantes podrían afectar negativamente al rendimiento del sistema. Además, no es improbable que haya intentos de modificar o rechazar esta regla del 5 %. Por lo tanto, se propone investigar la aplicación de LBT para controlar señales como la UCI.
40

Propuesta 8: la UCI identifica el(los) proceso(s) de HARQ de DL

A día de hoy, el diseño de HARQ de DL de LTE se basa únicamente en la relación de temporización fija entre el proceso de HARQ de DL y la retroalimentación de HARQ correspondiente. Debido a LBT, el tiempo entre la transmisión de DL y la retroalimentación de HARQ variará y, por lo tanto, se considera necesario incluir el ID del proceso de HARQ
45

en la retroalimentación de HARQ enviada en el UL.

5 Dado que cualquier tipo de agrupación aumenta el RTT, generalmente es preferible la retroalimentación inmediata (en la subtrama $n+4$). Sin embargo, también requiere que el eNB y el UE conmuten la dirección de transmisión (de DL a UL, de UL a DL) con mayor frecuencia, lo que aumenta la sobrecarga. Si de todos modos es necesario incluir el ID del proceso de HARQ en la retroalimentación de HARQ, es fácilmente posible agrupar la retroalimentación de HARQ para múltiples procesos de DL en un solo mensaje de UL. La retroalimentación de HARQ y los ID de proceso correspondientes podrían enumerarse explícitamente o proporcionarse como un mapa de bits (un bit por proceso o por bloque de transporte). Por lo tanto, la presente descripción propone que la UCI contenga los identificadores de proceso de HARQ de DL ya sea explícitamente o como un mapa de bits.

10 Propuesta 9: el eNB controla si y cuántas retroalimentaciones de HARQ el UE agrupa en una UCI

15 Si bien la retroalimentación inmediata por proceso reduce la latencia observada en la capa del Protocolo de Internet (IP), la agrupación de retroalimentación mejora la eficiencia espectral.Cuál de estos "modos" es preferible depende, por ejemplo, de la carga del sistema y de la cola del UE particular. Por lo tanto, el eNB debe tener medios para conmutar entre los modos, es decir, solicitar retroalimentación de HARQ con frecuencia o permitir que el UE agrupe retroalimentación para múltiples procesos.

Propuesta 10: cada celda de servicio de UL transporta la retroalimentación de HARQ para la celda de servicio de DL correspondiente

20 Como se analizó en la sección anterior titulada "Realización de PUCCH en la Capa Física", se sugiere que cada celda de servicio de UL transporte la retroalimentación de HARQ para la celda de servicio de DL correspondiente. Esto es diferente de LTE, donde normalmente el PUCCH de la PCell transporta la UCI para todas las SCell, pero en términos de utilización del canal y diseño del formato de PUCCH, se sugiere mantenerlo separado en LTE independiente sin licencia.

Esta solicitud podría ser explícita como parte de la asignación de DL o el UE podría determinarla basándose en la disponibilidad de recursos apropiados para enviar UCI. Los detalles pueden variar y también pueden depender del(de los) diseño(s) de PUCCH, que se analizan a continuación.

25 Aquí se centra el aprovisionamiento de retroalimentación de ACK/NACK para procesos de HARQ de enlace descendente, pero más allá de eso también es necesario transmitir la Solicitud de Programación Dedicada (D-SR) y/o CSI.

Propuesta 11: un UE con concesión de UL válida multiplexa HARQ pendiente (y posiblemente otra UCI) en PUSCH

30 En principio, debería ser posible transmitir retroalimentación de HARQ (UCI) en la misma subtrama que PUSCH desde el mismo UE, la misma subtrama que PUSCH desde otro UE, la misma subtrama que el Canal Físico Compartido de Enlace Descendente (PDSCH) para el mismo UE, la misma subtrama que el PDSCH para otro UE, o una subtrama vacía (el UE no recibió la concesión de UL ni detectó el PDSCH).

35 Si un UE tiene una concesión de PUSCH válida, es deseable mapear la información de UCI (si hay alguna disponible) en esos recursos de PUSCH en lugar de usar elementos de recursos adicionales. Al igual que en LTE, este mapeo a PUSCH ofrece características de transmisión preferibles en comparación con la asignación de elementos de recursos adicionales para un PUCCH, tal como una mejor métrica cúbica.

40 La Figura 6 representa un ejemplo de UCI en PUSCH donde el UE ha recibido datos de DL (PDSCH) en cuatro subtramas consecutivas, así como concesiones de UL válidas para las cuatro subtramas posteriores según una realización del objeto descrito en la presente memoria. Si bien sería posible agrupar la retroalimentación de HARQ (por ejemplo, en la última subtrama de PUSCH), es preferible enviar la retroalimentación de HARQ lo antes posible. Y dado que el UE tiene recursos de UL asignados de todos modos, el mapeo que se muestra a continuación parece preferible. Por lo tanto, la presente descripción propone que un UE con una concesión de UL válida pueda multiplexar el HARQ pendiente y posiblemente otra UCI en un PUSCH.

Propuesta 12: un UE sin concesión de UL válida envía retroalimentación de HARQ pendiente en PUCCH (largo) tras un LBT corto exitoso

45 La Figura 7 representa un ejemplo de UCI en PUSCH según otra realización del objeto descrito en la presente memoria. La Figura 7 representa un caso similar al de la Figura 6, pero en la realización ilustrada en la Figura 7, la UCI del UE que ha recibido PDSCH en las primeras cuatro subtramas se mapea a un PUCCH (largo) que abarca todos los símbolos disponibles de las cuatro subtramas siguientes, mientras que se supone que los recursos de PUSCH están asignados a otro UE.

50 Si bien los recursos de transmisión de PUSCH se conceden explícitamente, se supone que el UE deriva los recursos de PUCCH implícitamente de las concesiones de DL mediante mapeos similares a los definidos en LTE. Antes de realizar la transmisión de PUCCH, el UE tiene que realizar LBT. Como se analizó para PUSCH en el tema de estudio de la Versión 13, se considera posible realizar solo un LBT corto dado que la transmisión de PDSCH anterior estuvo sujeta a un LBT normal. En otras palabras, el PUCCH usa los mismos parámetros de LBT que el PUSCH programado,

lo que permite multiplexar las transmisiones en una única subtrama.

En el ejemplo de la Figura 7, el UE tiene que acortar la cuarta transmisión de PUCCH para que el eNB pueda realizar LBT de DL antes de una subtrama de DL posterior. Esto implica que al programar recursos de UL para la subtrama 8, el eNB también necesita decidir si la subtrama 9 posterior será una subtrama de UL o de DL. Si se supone que debe seguir una subtrama de DL, la subtrama de UL anterior debe finalizar antes. Si bien esta restricción se considera indeseable, sigue la referencia establecida en la Versión 13. El eNB podría usar la señalización de transmisión de PDCCH que se introdujo en LAA Versión 13 para indicar el acortamiento de la subtrama. Alternativamente, podría proporcionar esta información como parte de la asignación de DL.

Propuesta 13: omitir LBT de UL

La Figura 8 ilustra un ejemplo según otra realización del objeto descrito en la presente memoria en el que se necesitan fases de LBT adicionales si diferentes UE proporcionan su retroalimentación de PUCCH en subtramas adyacentes. Además del LBT en las transiciones de DL a UL y de UL a DL, se necesitan fases de LBT adicionales si diferentes UE proporcionan su retroalimentación de PUCCH en subtramas adyacentes. Esto se destaca en la Figura 8, donde un primer UE recibe PDSCH en las dos primeras subtramas y un segundo UE recibe PDSCH en las subtramas tercera y cuarta. Si bien el eNB puede realizar las transmisiones de DL consecutivas, el segundo UE necesita detectar que el canal está vacío antes de realizar su transmisión de PUCCH.

Cuando se comparan los ejemplos de la Figura 7 y la Figura 8, resulta evidente que un UE no puede determinar por sí mismo si debe realizar LBT al comienzo de una subtrama de UL. Incluso si usó la subtrama anterior para una transmisión de UL, es posible que tenga que realizar otro LBT antes de la subtrama posterior, dependiendo de si otros UE necesitan o no realizar LBT en esa subtrama. Por lo tanto, se sugiere que el eNB indique explícitamente en las concesiones de UL (para PUSCH) y las asignaciones de DL (para PUCCH) si el UE puede omitir LBT para la subtrama de UL correspondiente. Para evitar casos de error, el UE debería realizar LBT (corto) en una subtrama de UL programada si no había realizado una transmisión de UL en la subtrama anterior. Esta discrepancia podría haber ocurrido debido al LBT del UE en la subtrama anterior, o debido a la falta de una concesión de UL o una asignación de DL. Por lo tanto, la presente descripción propone que un UE puede omitir su LBT de UL si se cumplen ambas condiciones: 1) el UE había realizado una transmisión de UL (PUCCH o PUSCH) en la subtrama anterior; y 2) el eNB permitió explícitamente omitir LBT en la concesión de UL o asignación de DL.

También vale la pena señalar que, en los ejemplos de la Figura 7 y la Figura 8, el UE no (necesita) saber si su transmisión de PUCCH coincide con una transmisión de PUSCH de otro UE. En otras palabras, las propuestas 2 y 5 anteriores son equivalentes desde el punto de vista del UE que transmite el PUCCH.

Propuesta 14: el UE realiza LBT de UL al comienzo de la subtrama de UL en lugar de al final de la subtrama anterior

En LAA Versión 13, se decidió que el eNB realiza LBT de DL antes del inicio de una subtrama de DL y que acorta la última subtrama de PDSCH de una ráfaga de DL para dejar espacio para un LBT posterior. De manera similar, se podría considerar acortar la última transmisión de UL (PUSCH o PUCCH) de un UE. Entonces, un UE también debería realizar LBT de UL previo a su subtrama de UL. Sin embargo, este enfoque tiene inconvenientes importantes: requiere que el eNB no solo decida si la subtrama posterior también será una subtrama de UL (ver el análisis anterior), sino también si se asignará al mismo u otro UE. Si es así, la subtrama actual puede abarcar todas las subtramas; de lo contrario, se deberá acortar la subtrama actual. Esta "visión anticipada" requiere mucho procesamiento y aumenta el retardo en la programación. En segundo lugar, sería deseable que el eNB tuviera la oportunidad de ganar LBT contra uno de sus UE que pretenda transmitir PUCCH. Por estas razones, la presente descripción propone realizar LBT de UL en el comienzo de una subtrama de UL en lugar de al final de la subtrama anterior.

Propuesta 15: un UE envía retroalimentación de HARQ pendiente (y posiblemente otra UCI) en sPUCCH si el eNB indica una subtrama de DL acortada

Anteriormente en esta descripción se introdujo el concepto de agrupación de retroalimentación. En el ejemplo de la Figura 7, el UE proporciona su retroalimentación de HARQ lo antes posible (es decir, $n+4$), lo cual es deseable en términos de latencia. Si las subtramas se usan de todos modos para transmisiones de PUSCH de otros UE, la sobrecarga adicional debida a la retroalimentación de HARQ inmediata es insignificante. Sin embargo, si el eNB no necesita las subtramas intermedias, sería deseable dejarlas vacías y permitir que el UE agrupe la retroalimentación de HARQ dentro de una única transmisión de PUCCH.

La Figura 9 ilustra una transmisión de PUCCH agrupada según una realización del objeto descrito en la presente memoria. Dado que la agrupación se considera un caso especial, se sugiere que el eNB dé instrucciones al UE en la asignación de DL para que posponga la retroalimentación de HARQ. En el ejemplo de la Figura 9, proporciona esta indicación en las primeras tres subtramas de enlace descendente y, por lo tanto, el UE omite PUCCH en las subtramas 5, 6 y 7. Al comienzo de la subtrama 8, realiza LBT (corto) y envía la retroalimentación de HARQ pendiente para los cuatro procesos de HARQ de DL.

Hoy en día, el tráfico de usuarios es intenso en DL. Por lo tanto, habrá muchas ocasiones en las que el eNB pretenda programar más subtramas de DL que de UL. Gastar subtramas completas para el PUCCH crearía una sobrecarga

indeseable. Por lo tanto, se sugiere proporcionar un PUCCH corto además del PUCCH largo descrito hasta ahora aquí. Este sPUCCH puede aparecer al final de una subtrama de DL acortada como se muestra en la Figura 10.

La Figura 10 ilustra un ejemplo en el que un sPUCCH está ubicado en el extremo de una subtrama de DL acortada según una realización del objeto de la presente memoria. Las subtramas 1, 2, 3 y 5, 6, 7 dan instrucciones al UE para que posponga su retroalimentación de HARQ. Las asignaciones en las subtramas 4 y 8 no tienen esta indicación y, como consecuencia, el UE intenta transmitir UCI en la subtrama 8 (que refleja la retroalimentación de HARQ para las subtramas 1-4) y en la subtrama 12 (que refleja la retroalimentación de HARQ para las subtramas 5-8). Si el UE encontrara que esas subtramas están vacías o si recibiera una concesión de PUSCH para cualquiera de esas subtramas, proporcionaría la retroalimentación de UCI como se describió en los párrafos anteriores. Pero en este ejemplo, el eNB decidió usar estas subtramas principalmente para la transferencia de datos de DL. En las subtramas 7 y 11 notifica a todos los UE mediante la señalización de transmisión de PDCCH que las subtramas 8 y 12 se acortarán. Por lo tanto, el(los) UE con retroalimentación de HARQ pendiente enviarán esa retroalimentación en el sPUCCH.

Por lo tanto, la presente descripción propone que un UE pueda enviar retroalimentación de HARQ pendiente (y posiblemente otra UCI) en un sPUCCH si el eNB indica una subtrama de DL acortada.

15 Propuesta 16: el UE no necesita realizar LBT antes de la transmisión de sPUCCH

Dado que la UCI es puramente señalización de control y dado que sigue directamente a la transmisión de DL del eNB, el UE no realiza ningún LBT antes de la transmisión. Por supuesto, el eNB tuvo que realizar LBT al comienzo de esa ráfaga de DL.

20 Propuesta 17: el UE determina los recursos de sPUCCH basándose en la configuración de Control de Recursos de Radio (RRC) en combinación con la asignación de DL recibida (similar a PUCCH)

Si la subtrama que sigue al sPUCCH se programa para PUSCH, esos UE realizarán LBT (corto) al comienzo de esa subtrama de UL. Si el eNB pretende continuar con una transmisión de PDSCH después del sPUCCH, puede hacerlo después de un intervalo corto. Esto debería ocurrir al final del sPUCCH. Como se mencionó anteriormente, el eNB recuperará así el canal y puede evitar que sus UE envíen PUCCH normal en la subtrama posterior.

25 De manera similar al PUCCH, el UE determina los recursos de sPUCCH basándose en la configuración de RRC en combinación con la asignación de DL recibida.

D-SR

Propuesta 18: la red puede configurar el UE con recursos de D-SR usando señalización de RRC

30 En LTE, el eNB normalmente configura un UE que está en RRC conectado con un recurso de D-SR en PUCCH. La periodicidad (por ejemplo, 10, 20, 40 subtramas), así como el recurso de tiempo/frecuencia real, se configuran de forma de forma semiestática mediante RRC. Tras la llegada de datos (paquetes IP) desde una capa superior a la cola vacía del Protocolo de Convergencia de Datos por Paquetes (PDCP) del UE, se activa un Informe de Estado del Búfer (BSR). Si el UE no tiene una concesión de UL válida para enviar el BSR, envía una D-SR en su próxima ocasión de D-SR usando PUCCH. El mismo principio también podría aplicarse a LTE independiente sin licencia. Sin embargo, se puede suponer que el UE realiza LBT antes de la transmisión de la D-SR en PUCCH.

35 Propuesta 19: el UE puede enviar D-SR en aquellas ocasiones en PUCCH después de un LBT exitoso

La Figura 11 representa un ejemplo en el que un UE está configurado con una oportunidad de D-SR en cada cuarta subtrama según una realización del objeto descrito en la presente memoria. En momentos en que ninguno de los UE conectados con el eNB está transmitiendo o recibiendo datos activamente, el eNB minimiza las transmisiones de DL (solo DRS) y la mayoría de las subtramas estarán vacías. En este ejemplo, el UE intenta enviar una D-SR en la tercera aparición de la D-SR representada y logra hacerlo después de un LBT exitoso al comienzo de la subtrama.

Propuesta 20: el UE puede enviar D-SR en esas ocasiones en sPUCCH si el eNB anuncia que la subtrama es una subtrama de DL acortada

45 Una vez que el canal está ocupado por transmisiones de datos de UL o de DL, es probable que el LBT del UE antes de D-SR falle debido a las ráfagas de datos de PDSCH/PUSCH en curso. Sin embargo, lo que podría parecer un problema a primera vista es en realidad una propiedad deseable: usando una configuración de LBT más agresiva (que sigue siendo justa para Wi-Fi) que sus UE, el eNB puede capturar el canal y programar PDSCH/PUSCH de manera eficiente tan pronto como los datos estén disponibles. Para garantizar que los UE puedan informar al eNB sobre los datos disponibles, el eNB debe declarar al menos algunas de las ocasiones de D-SR de los UE como subtramas de DL acortadas o dejarlas vacías. Como se muestra en la última parte de la secuencia en la Figura 11, el UE usará esas ocasiones para enviar D-SR (y retroalimentación de HARQ).

50 Si bien existe la necesidad de multiplexar la retroalimentación de HARQ en los recursos de PUSCH del UE, no es necesario hacerlo con D-SR. La razón es que un UE que tenga una concesión de UL válida incluirá más bien un informe de estado del buffer (más detallado) dentro de la Unidad de Datos de Protocolo (PDU) de MAC enviada en PUSCH.

CSI

Además de la retroalimentación de HARQ y de D-SR, PUCCH también transporta la CSI. En LTE se puede mapear a PUCCH así como a PUSCH.

5 Propuesta 21: Como referencia, solo se soporta retroalimentación de CSI aperiódica. Se mapea a PUSCH según la concesión de UL proporcionada por el eNB

Como se analizó en la sección anterior titulada "Realización de PUCCH en la Capa Física", los informes aperiódicos de CSI se consideran importantes. Al igual que en LTE, la CSI aperiódica se mapea a PUSCH (con o sin datos de usuario de UL). Por lo tanto, se sugiere seguir este principio para LTE independiente sin licencia.

10 Las Figuras 12A y 12B ilustran ejemplos de una red de comunicaciones celular en la que se pueden implementar realizaciones de la presente descripción. Las realizaciones de ejemplo ilustradas en las Figuras 12A y 12B se implementan en una red 10 de comunicaciones celular (también denominada en la presente memoria sistema de comunicaciones). En el ejemplo de la Figura 12A, la red 10 de comunicaciones celular incluye una estación base 12 (por ejemplo, un eNB en terminología LTE) que presta servicio a una celda 14 que opera en una portadora f_1 en un espectro de frecuencia con licencia y una celda 16 que opera en una portadora f_2 en un espectro de frecuencia sin licencia (por ejemplo, el espectro de frecuencia de 5 gigahercios (GHz)). Según un esquema de LAA de ejemplo, la celda 14 está configurada como una PCell de un dispositivo 18 inalámbrico (por ejemplo, un UE de LTE), y la celda 16 está configurada como una SCell del dispositivo 18 inalámbrico, según un esquema de CA para LAA. Como tal, con respecto al dispositivo 18 inalámbrico, la celda 14 se denomina PCell 14 del dispositivo 18 inalámbrico, y la celda 16 se denomina SCell 16 o, más precisamente, SCell 16 de LAA del dispositivo 18 inalámbrico.

20 En la Figura 12B, las celdas 14 y 16 reciben servicio de estaciones base 12-1 y 12-2 separadas, respectivamente. A este respecto, la celda 16 puede ser una celda de LAA independiente o una celda de LAA utilizada con respecto al dispositivo 18 inalámbrico según un esquema de conectividad dual (donde las estaciones base 12-1 y 12-2 están conectadas mediante un enlace de retorno no ideal). Las estaciones base 12-1 y 12-2 están conectadas comunicativamente a una red 20 central (por ejemplo, un Núcleo de Paquetes Evolucionado (EPC)) y, en algunas realizaciones, pueden comunicarse entre sí mediante una interfaz de estación base a estación base (por ejemplo, la interfaz X2 en LTE) o mediante la red 20 central.

30 La Figura 13 ilustra la operación de la estación base 12-1 (o la estación base 12-2) y el dispositivo 18 inalámbrico para implementar la propuesta 3 anterior según algunas realizaciones de la presente descripción. Como se ilustra, cuando se utiliza HARQ asíncrona, el dispositivo 18 inalámbrico transmite una transmisión de UL para un proceso de HARQ de UL particular en la celda de LAA (etapa 100). El dispositivo 18 inalámbrico supone que la transmisión de UL fue exitosa y, como tal, establece un estado mantenido localmente para el proceso de HARQ de UL a ACK (etapa 102). El dispositivo 18 inalámbrico puede recibir o no una concesión de UL posterior (NDI no conmutada) desde la estación base 12-1 (o 12-2) correspondiente al proceso de HARQ de UL (etapa 104). En algunas realizaciones, el índice de proceso de HARQ de UL se indica en el campo índice de proceso de HARQ en la concesión de UL. El dispositivo 18 inalámbrico solo realiza la retransmisión de HARQ para el proceso de HARQ tras la recepción de una concesión de UL correspondiente para el proceso de HARQ de UL (etapa 106).

40 La Figura 14 es un diagrama de flujo que ilustra la operación del dispositivo 18 inalámbrico para implementar las propuestas 4-7 anteriores según algunas realizaciones de la presente descripción. Como se ilustra, el dispositivo 18 inalámbrico determina si el dispositivo 18 inalámbrico tiene una concesión de UL válida en la celda de LAA en una subtrama (etapa 200). De lo contrario, el dispositivo 18 inalámbrico continúa monitorizando una concesión de UL válida en la celda de LAA. Si el dispositivo 18 inalámbrico tiene una concesión de UL válida en la celda de LAA en la subtrama, el dispositivo 18 inalámbrico inicia un temporizador de Retroalimentación de HARQ de UL para un proceso de HARQ correspondiente (etapa 202). El dispositivo 18 inalámbrico monitoriza entonces la expiración del temporizador de Retroalimentación de HARQ de Enlace Ascendente para el proceso de HARQ (etapa 204). Una vez que el temporizador de Retroalimentación de HARQ de UL ha expirado, en este ejemplo, el dispositivo 18 inalámbrico inicia un Temporizador de Retransmisión DRX correspondiente y permanece en el Tiempo Activo de DRX mientras el Temporizador de Retransmisión DRX esté en marcha (etapas 206 y 208). Tenga en cuenta que si bien la Figura 14 utiliza tanto el temporizador de Retroalimentación de HARQ de UL como el temporizador de Retransmisión de DRX, el proceso puede usar alternativamente solo uno de los dos temporizadores, por ejemplo, el temporizador de Retroalimentación de HARQ de UL (en cuyo caso se puede realizar cualquier acción deseada al expirar el temporizador de Retroalimentación de HARQ de UL, donde esta acción no se limita a iniciar el Temporizador de Retransmisión de DRX).

55 La Figura 15 ilustra la operación de la estación base 12-1 (o la estación base 12-2) y el dispositivo 18 inalámbrico para implementar la propuesta 8 o 9 anterior según algunas realizaciones de la presente descripción. Como se ilustra, en algunas realizaciones, la estación base 12-1 (o la estación base 12-2) envía información de control de retroalimentación al dispositivo 18 inalámbrico para controlar si el dispositivo 18 inalámbrico debe realizar la agrupación de retroalimentación de HARQ para UCI (etapa 300). La información de control de retroalimentación también puede indicar cuántas retroalimentaciones de HARQ debe agrupar el dispositivo 18 inalámbrico en la UCI. Como indica la línea discontinua, la etapa 300 es opcional. La estación base 12-1 (o la estación base 12-2) transmite

una o más transmisiones de DL al dispositivo 18 inalámbrico en la celda de LAA para uno o más procesos de HARQ de DL (etapa 302). En algún momento, el dispositivo 18 inalámbrico transmite UCI (incluyendo retroalimentación de HARQ (agrupada)) que contiene los ID de proceso de HARQ de DL del uno o más procesos de HARQ de DL, por ejemplo, ya sea explícitamente o como un mapa de bits (etapa 304).

5 La Figura 16 es un diagrama de flujo que ilustra la operación del dispositivo 18 inalámbrico para implementar la propuesta 11 anterior según algunas realizaciones de la presente descripción. Como se ilustra, el dispositivo 18 inalámbrico determina si el dispositivo 18 inalámbrico tiene una concesión de UL válida en la celda de LAA en una subtrama (etapa 400). Si no, en este ejemplo, el proceso finaliza. Si el dispositivo 18 inalámbrico tiene una concesión de UL válida en la celda LAA en la subtrama, el dispositivo 18 inalámbrico multiplexa la retroalimentación de HARQ pendiente (y posiblemente otra UCI) en PUSCH (etapa 402).

10 La Figura 17 es un diagrama de flujo que ilustra la operación del dispositivo 18 inalámbrico para implementar la propuesta 12 anterior según algunas realizaciones de la presente descripción. Como se ilustra, el dispositivo 18 inalámbrico determina si el dispositivo 18 inalámbrico tiene una concesión de UL válida en la celda de LAA en una subtrama (etapa 500). Si es así, en este ejemplo, el proceso finaliza. Si el dispositivo 18 inalámbrico no tiene una concesión de UL válida en la celda de LAA en la subtrama, el dispositivo 18 inalámbrico envía retroalimentación de HARQ pendiente en PUCCH (largo) tras un LBT corto exitoso (etapa 502).

Tenga en cuenta que los procesos de las Figuras 16 y 17 se pueden utilizar juntos de manera que, si hay una concesión de UL válida, el dispositivo 18 inalámbrico multiplexa la retroalimentación de HARQ pendiente (y posiblemente otra UCI) en PUSCH; pero, si no hay una concesión de UL válida, el dispositivo 18 inalámbrico envía retroalimentación de HARQ pendiente en PUCCH (largo) tras un LBT corto exitoso.

15 La Figura 18 ilustra la operación de la estación base 12-1 (o la estación base 12-2) y el dispositivo 18 inalámbrico para implementar la propuesta 13 anterior según algunas realizaciones de la presente descripción. Como se ilustra, la estación base 12-1 (o la estación base 12-2) transmite una concesión de UL o una asignación de DL para la celda de LAA al dispositivo 18 inalámbrico (etapa 600). El dispositivo 18 inalámbrico omite LBT de UL para la celda de LAA si tanto (1) el dispositivo 18 inalámbrico realizó una transmisión de UL (PUCCH o PUSCH) en la subtrama anterior como si (2) la estación base 12-1 (o la estación base 12-2) permitió explícitamente omitir LBT para la celda de LAA en la concesión de UL (para PUSCH) o la asignación de DL (para PUCCH) (etapa 602). Suponiendo que ambas condiciones sean verdaderas, el dispositivo 18 inalámbrico realiza la transmisión de UL en la celda de LAA, omitiendo LBT (etapa 604).

20 La Figura 19 ilustra la operación de la estación base 12-1 (o la estación base 12-2) y el dispositivo 18 inalámbrico para implementar algunas o todas las propuestas 15-17 anteriores según algunas realizaciones de la presente descripción. Como se ilustra, la estación base 12-1 (o la estación base 12-2) envía una asignación de DL para una subtrama en la celda de LAA al dispositivo 18 inalámbrico y una indicación de que la subtrama es una subtrama de DL acortada (etapa 700). Opcionalmente (como lo indica la flecha discontinua), el dispositivo 18 inalámbrico determina los recursos de sPUCCH que se utilizarán para la retroalimentación de HARQ basándose, por ejemplo, en la configuración de RRC en combinación con la asignación de DL recibida (etapa 702). El dispositivo 18 inalámbrico envía retroalimentación de HARQ pendiente (y posiblemente otra UCI) en sPUCCH (por ejemplo, usando los recursos de sPUCCH determinados) al recibir la indicación de la subtrama de DL acortada (etapa 704).

25 La Figura 20 ilustra la operación de la estación base 12-1 (o la estación base 12-2) y el dispositivo 18 inalámbrico para implementar algunas o todas las propuestas 18-20 anteriores según algunas realizaciones de la presente descripción. Como se ilustra, la estación base 12-1 (o la estación base 12-2) configura el dispositivo 18 inalámbrico con recursos de D-SR usando, por ejemplo, señalización de RRC (etapa 800). El dispositivo 18 inalámbrico utiliza los recursos de D-SR configurados (etapa 802). Más específicamente, el dispositivo 18 inalámbrico puede enviar D-SR en esas ocasiones en PUCCH después de un LBT exitoso y/o puede enviar D-SR en esas ocasiones en sPUCCH si la estación base 12-1 (o 12-2) anuncia que la subtrama es una subtrama DL acortada.

30 La Figura 21 es un diagrama esquemático de la estación base 12 según algunas realizaciones de la presente descripción. Tenga en cuenta que este análisis es igualmente aplicable a las estaciones base 12-1 y 12-2. La estación base 12 puede ser una estación base de LTE (por ejemplo, un eNB o una estación base PCell) u otro tipo de estación base que pueda comunicarse de forma inalámbrica con el dispositivo 18 inalámbrico (que, en LTE, puede ser un UE) (por ejemplo, una estación de radio SCell que opera en espectro sin licencia). La estación base 12 incluye un transceptor 22, uno o más procesadores 24 (por ejemplo, uno o más Unidades Centrales de Procesamiento (CPU), uno o más Circuitos Integrados de Aplicación Específica (ASIC), una o más Matrices de Puertas Programables en Campo (FPGA), y /o similar), memoria 26 y una interfaz 28 de red. El transceptor 22, que puede incluir uno o más transmisores y uno o más receptores, permite que la estación base 12 envíe y reciba señales inalámbricas. El(Los) procesador(es) 24 pueden ejecutar instrucciones almacenadas en la memoria 26 basándose, por ejemplo, en señales recibidas de forma inalámbrica mediante el transceptor 22. En particular, en algunas realizaciones, la funcionalidad de la estación base 12 descrita en la presente memoria se implementa en software que se almacena en la memoria 26 y es ejecutado por el(los) procesador(es) 24. La interfaz 28 de red permite que la estación base 12 interactúe con una red central, tal como enviando y recibiendo señales desde un enlace por cable. La estación base 12 puede comunicarse de forma inalámbrica con uno o más dispositivos 18 inalámbricos.

En algunas realizaciones, un programa informático incluye instrucciones que, cuando son ejecutadas por al menos un procesador 24, hace que el al menos un procesador 24 lleve a cabo la funcionalidad de la estación base 12 (o la estación base 12-1 o 12-2) según cualquiera de las realizaciones descritas en la presente memoria. En algunas realizaciones, se proporciona un soporte que contiene el producto de programa informático antes mencionado. El soporte es una señal electrónica, una señal óptica, una señal de radio o un medio de almacenamiento legible por ordenador (por ejemplo, un medio no transitorio legible por ordenador tal como la memoria 26).

La Figura 22 ilustra la estación base 12 según algunas otras realizaciones de la presente descripción. Tenga en cuenta que este análisis es igualmente aplicable a las estaciones base 12-1 y 12-2. La estación base 12 incluye uno o más módulos 30, cada uno de los cuales está implementado en software. El(Los) módulos 30 operan para proporcionar la funcionalidad de la estación base 12 según cualquiera de las realizaciones descritas en la presente memoria.

La Figura 23 es un diagrama esquemático del dispositivo 18 inalámbrico según algunas realizaciones de la presente descripción. El dispositivo 18 inalámbrico está configurado para enviar y recibir señales inalámbricas usando recursos del espectro con licencia (por ejemplo, el espectro LTE con licencia en las realizaciones de ejemplo descritas en la presente memoria), el espectro sin licencia o ambos. El dispositivo 18 inalámbrico incluye un transceptor 32 que incluye uno o más transmisores y uno o más receptores, uno o más procesadores 34 (por ejemplo, una o más CPU, uno o más ASIC, una o más FPGA y/o similares), y memoria 36. El transceptor 32 permite que el dispositivo 18 inalámbrico envíe y reciba señales inalámbricas. El(Los) procesador(es) 34 pueden ejecutar instrucciones almacenadas en la memoria 36 basándose, por ejemplo, en señales recibidas de forma inalámbrica mediante el transceptor 32. En particular, en algunas realizaciones, la funcionalidad del dispositivo 18 inalámbrico descrito en la presente memoria se implementa en software que se almacena en la memoria 36 y es ejecutado por el(los) procesador(es) 34.

En algunas realizaciones, se proporciona un programa informático que incluye instrucciones que, cuando son ejecutadas por al menos un procesador 34, hace que el al menos un procesador 34 lleve a cabo la funcionalidad del dispositivo 18 inalámbrico según una cualquiera de las realizaciones descritas en la presente memoria. En algunas realizaciones, se proporciona un soporte que contiene el producto de programa informático antes mencionado. El soporte es una señal electrónica, una señal óptica, una señal de radio o un medio de almacenamiento legible por ordenador (por ejemplo, un medio no transitorio legible por ordenador tal como la memoria 36).

La Figura 24 ilustra el dispositivo 18 inalámbrico según algunas otras realizaciones de la presente descripción. El dispositivo 18 inalámbrico incluye uno o más módulos 38, cada uno de los cuales está implementado en software. El(Los) módulos 38 operan para proporcionar la funcionalidad del dispositivo 18 inalámbrico según cualquiera de las realizaciones descritas en la presente memoria.

La Figura 25 ilustra la operación de un dispositivo inalámbrico en una Celda de Servicio Primaria (PSC) y en una Celda de Servicio Secundaria (SSC) según algunas realizaciones de la presente descripción. En la realización ilustrada en la Figura 25, un dispositivo 18 inalámbrico que está operando en una red que tiene una celda 12-1 de servicio primaria y una SSC 12-2 recibe una transmisión de DL desde la PSC 12-1 (etapa 900). En respuesta a recibir la transmisión de DL desde la PSC, el dispositivo 18 inalámbrico proporciona retroalimentación de HARQ a la PSC (etapa 902). El dispositivo 18 inalámbrico recibe una transmisión de DL desde la SSC 12-2 (etapa 904) y responde proporcionando una retroalimentación de HARQ a la SSC en lugar de a la PSC (etapa 906).

La Figura 26 ilustra una operación de LBT (parte sombreada) que se realiza al final de una subtrama justo antes de una subtrama de UL versus una operación de LBT que se realiza al comienzo de una subtrama de UL según algunas realizaciones de la presente descripción.

Se pueden usar los siguientes acrónimos a lo largo de esta descripción.

• μs	Microsegundo
• 3GPP	Proyecto de Asociación de Tercera Generación
• 5G	Quinta Generación
• ACK	Acuse de Recibo
• AP	Punto de Acceso
• ASIC	Circuito Integrado de Aplicación Específica
• BSR	Informe de Estado del Búfer
• CA	Agregación de Portadoras
• CC	Componentes de Portadora
• CCA	Evaluación de Canal Libre
• CCA-ED	Detección de Energía de Evaluación de Canal Libre

ES 2 977 129 T3

•CFI	Indicador de Formato de Control
•CIF	Campo Indicador de Portadora
•CPU	Unidad Central de Procesamiento
•CRC	Verificación de Redundancia Cíclica
•CRS	Símbolo de Referencia Específico de la Celda
•CSI	Información del Estado del Canal
•CSMA/CA	Acceso Múltiple con Detección de Portadora y Prevención de Colisiones
•DCI	Información de Control de Enlace Descendente
•DFT	Transformada Discreta de Fourier
•DL	Enlace Descendente
•DMRS	Señal de Referencia de Demodulación
•DRS	Señal de Referencia Dedicada
•DRX	Recepción Discontinua
•D-SR	Solicitud de Programación Dedicada
•eNB	Nodo B Mejorado o Evolucionado
•EPC	Núcleo de Paquetes Evolucionado
•EPDCCH	Canal Físico de Control de Enlace Descendente Mejorado
•FDMA	Acceso Múltiple por División de Frecuencia
•FPGA	Matriz de Puertas lógicas Programables en Campo
•GHz	Gigahercios
•HARQ	Solicitud de Repetición Automática Híbrida
•ID	Identificador
•IP	Protocolo de Internet
•LAA	Acceso Asistido con Licencia
•LBT	Escuchar antes de Hablar
•LTE	Evolución a Largo Plazo
•LTE-U	Evolución a Largo Plazo en el Espectro Sin Licencia
•MAC	Control de Acceso Medio
•MCS	Esquema de Modulación y Codificación.
•MHz	Megahercio
•ms	Milisegundo
•MTC	Comunicación Tipo Máquina
•NACK	Acuse de Recibo Negativo
•NDI	Nuevo Indicador de Datos
•OCC	Código de Cobertura Ortogonal
•OFDM	Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal
•PCell	Celda Primaria
•PDCCH	Canal Físico de Control de Enlace Descendente
•PDCP	Protocolo de Convergencia de Datos por Paquetes
•PDSCH	Canal Físico Compartido de Enlace Descendente
•PDU	Unidad de Datos de Protocolo

ES 2 977 129 T3

• PHICH	Canal Físico Indicador de Solicitud de Repetición Automática Híbrida
• PSC	Celda de Servicio Primaria
• PUCCH	Canal Físico de Control de Enlace Ascendente
• PUSCH	Canal Físico Compartido de Enlace Ascendente
• RE	
• Rel-n	Versión n
• RRC	Control de Recursos de Radio
• RTT	Tiempo de Ida y Vuelta
• SCell	Celda Secundaria
• SC-FDMA	Acceso Múltiple por División de Frecuencia de Portadora Única
• SI	Tema de Estudio
• sPUCCH	Canal Físico de Control de Enlace Ascendente Corto
• SR	Solicitud de Programación
• SRS	Señal de Referencia de Sondeo
• SSC	Celda de Servicio Secundaria
• TBCC	Código Convolutivo de Mordida de Cola
• TDD	Duplexación por División en el Tiempo
• TR	Informe Técnico
• TTI	Intervalo de Tiempo de Transmisión
• UCI	Información de Control de Enlace Ascendente
• UE	Equipo de Usuario
• UL	Enlace Ascendente
• UL-SCH	Canal Compartido de Enlace Ascendente
• WLAN	Red de Área Local Inalámbrica

REIVINDICACIONES

1. Un método de operación de un dispositivo (18) inalámbrico, que comprende:

5 recibir información de control desde una estación base (12), comprendiendo la información de control una indicación de si se va a realizar retroalimentación de Solicitud de Repetición Automática Híbrida, HARQ, de agrupación de Enlace Descendente, DL, en Información de Control de Enlace Ascendente, UCI, y en donde la información de control comprende además información que indica un número de retroalimentaciones de HARQ de DL que el dispositivo (18) inalámbrico debe agrupar en la UCI; y

transmitir Información de Control de Enlace Ascendente, UCI, en una celda (16) que opera en un espectro de frecuencia sin licencia, comprendiendo la UCI:

10 información de realimentación de Solicitud de Repetición Automática Híbrida, HARQ, agrupada para uno o más procesos de HARQ de Enlace Descendente, DL; e

identificadores que identifican el uno o más procesos de HARQ de DL.

15 2. El método de la reivindicación 1, en donde el uno o más procesos de HARQ de DL se identifican mediante identificador explícito o mediante un mapa de bits en donde cada bit corresponde a uno de los uno o más procesos de HARQ de DL.

3. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en donde la información de control comprende además instrucciones al dispositivo (18) inalámbrico para posponer el envío de información de retroalimentación de HARQ para un número determinado de subtramas.

20 4. El método de la reivindicación 3, en donde el dispositivo (18) inalámbrico transmite UCI que incluye información de retroalimentación de HARQ pendiente en un Canal Físico de Control de Enlace Ascendente Corto, sPUCCH.

5. El método de la reivindicación 4, en donde el dispositivo inalámbrico no realiza Escuchar Antes de Hablar, LBT, entre la recepción de una transmisión de DL desde la estación base (12) y el envío de la información de retroalimentación de HARQ pendiente en el sPUCCH.

6. Un dispositivo (18) inalámbrico configurado para:

25 recibir información de control desde una estación base (12), comprendiendo la información de control una indicación de si se va a realizar retroalimentación de Solicitud de Repetición Automática Híbrida, HARQ, de agrupación de Enlace Descendente, DL, en Información de Control de Enlace Ascendente, UCI, y en donde la información de control comprende además información que indica un número de retroalimentaciones de HARQ de DL que el dispositivo (18) inalámbrico debe agrupar en la UCI; y

30 transmitir Información de Control de Enlace Ascendente, UCI, en una celda (16) que opera en un espectro de frecuencia sin licencia, comprendiendo la UCI:

información de retroalimentación de Solicitud de Repetición Automática Híbrida, HARQ, agrupada para uno o más procesos de HARQ de enlace descendente, DL; e

identificadores que identifican el uno o más procesos de HARQ de DL.

35 7. El dispositivo (18) inalámbrico de la reivindicación 6, en donde el uno o más procesos de HARQ de DL se identifican mediante identificador explícito o mediante un mapa de bits en donde cada bit corresponde al uno de uno o más procesos de HARQ de DL.

40 8. El dispositivo (18) inalámbrico de cualquiera de las reivindicaciones 6 o 7, en donde la información de control comprende además instrucciones al dispositivo (18) inalámbrico para posponer el envío de información de retroalimentación de HARQ para un número determinado de subtramas.

9. El dispositivo (18) inalámbrico de la reivindicación 8, configurado además para transmitir UCI que incluye información de retroalimentación de HARQ pendiente en un Canal Físico de Control de Enlace Ascendente Corto, sPUCCH.

45 10. El dispositivo (18) inalámbrico de la reivindicación 9, configurado además para no realizar Escuchar Antes de Hablar, LBT, entre la recepción de una transmisión de DL desde la estación base (12) y el envío de la información de retroalimentación de HARQ pendiente en el sPUCCH.

11. Un medio no transitorio legible por ordenador que incluye instrucciones que, cuando las ejecuta un procesador, hacen que el procesador lleve a cabo el método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.

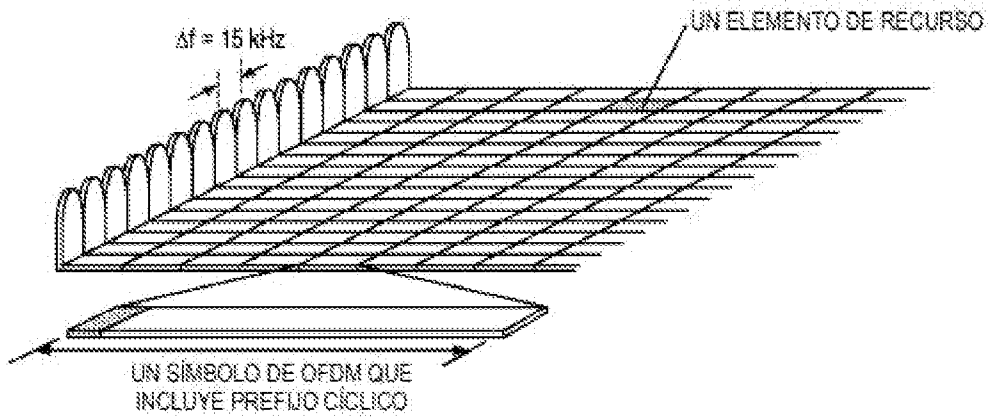


FIG. 1A

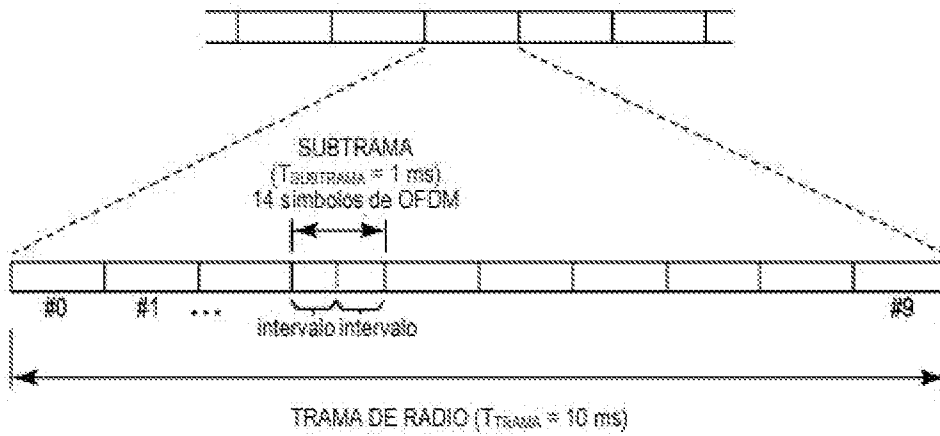


FIG. 1B

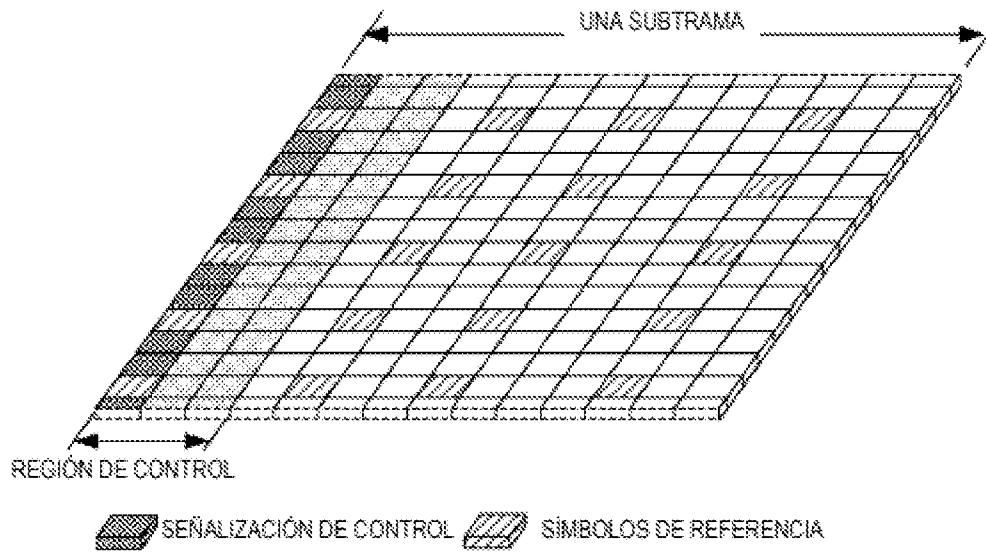


FIG. 1C



FIG. 2

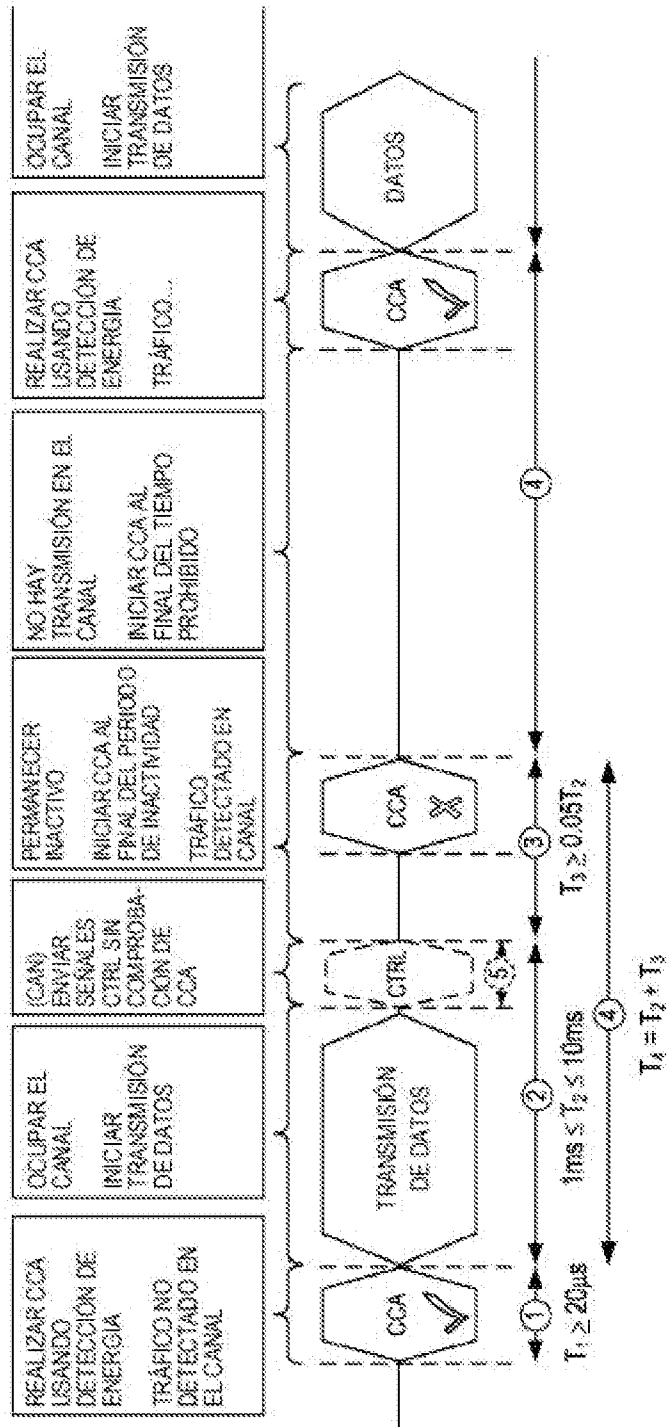


FIG. 3

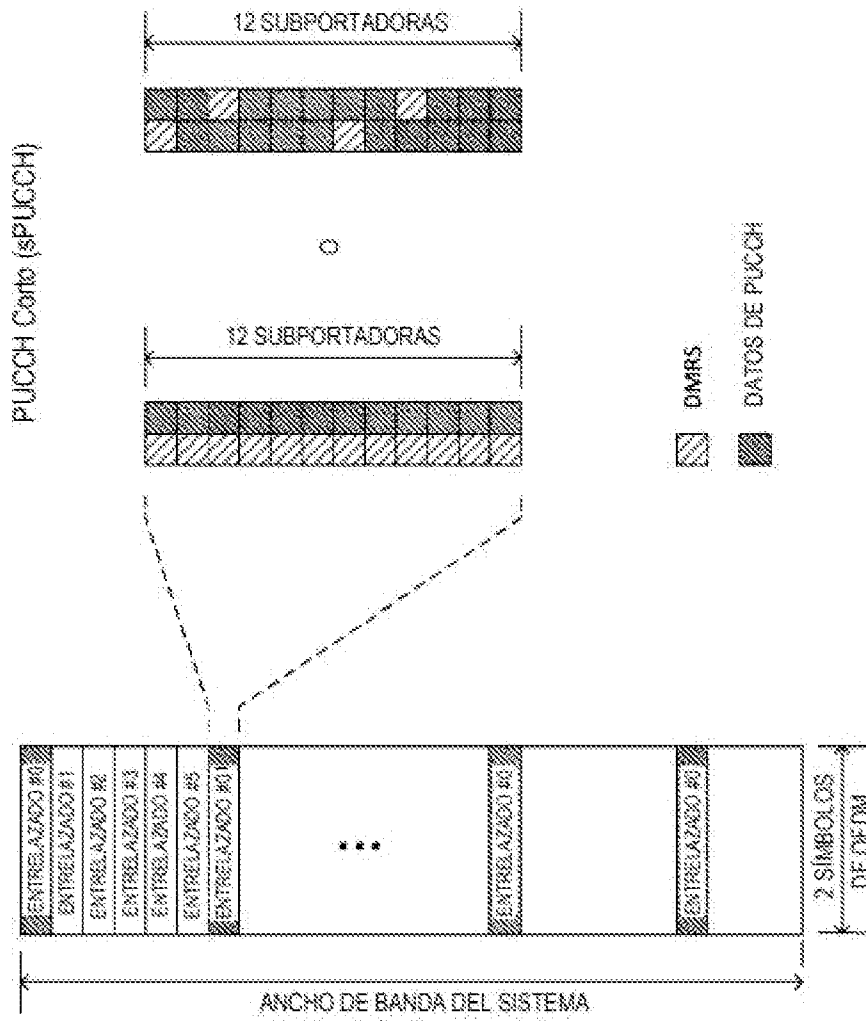


FIG. 4A

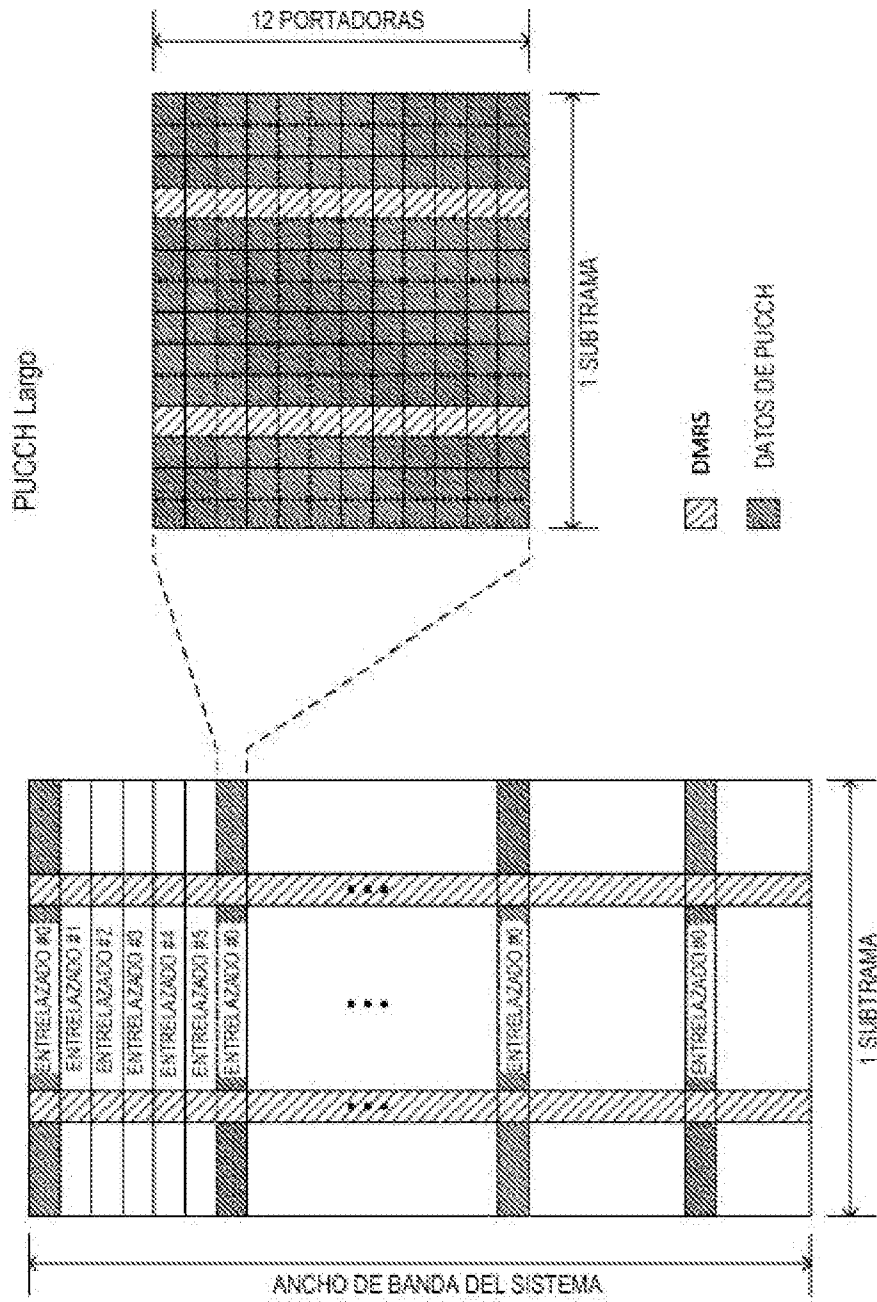


FIG. 4B

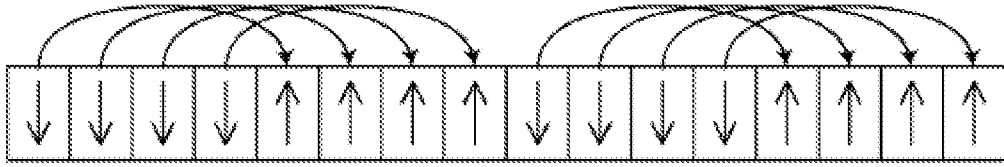


FIG. 5A

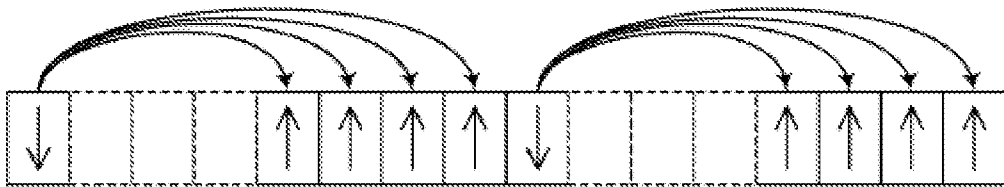
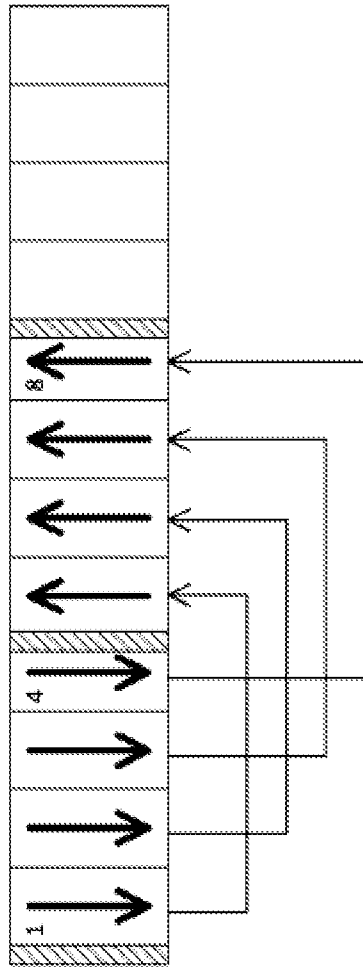


FIG. 5B



UCH EN PUSCH

FIG. 6

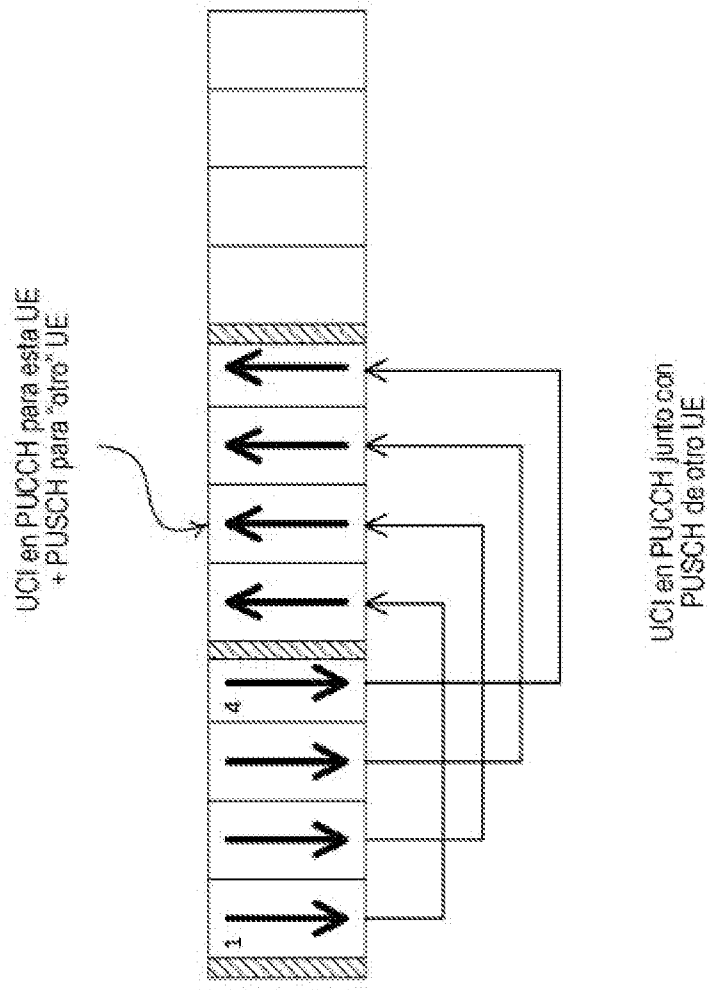
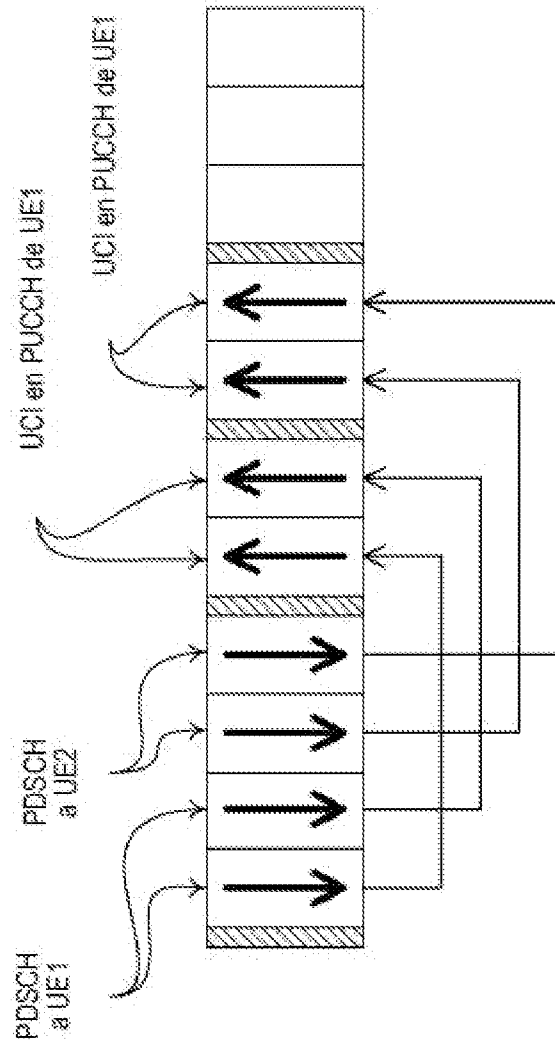
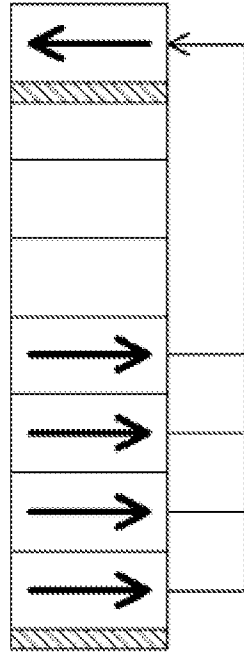


FIG. 7



UCI de dos UE diferentes en subtramas posteriores requieren fase de LET adicional

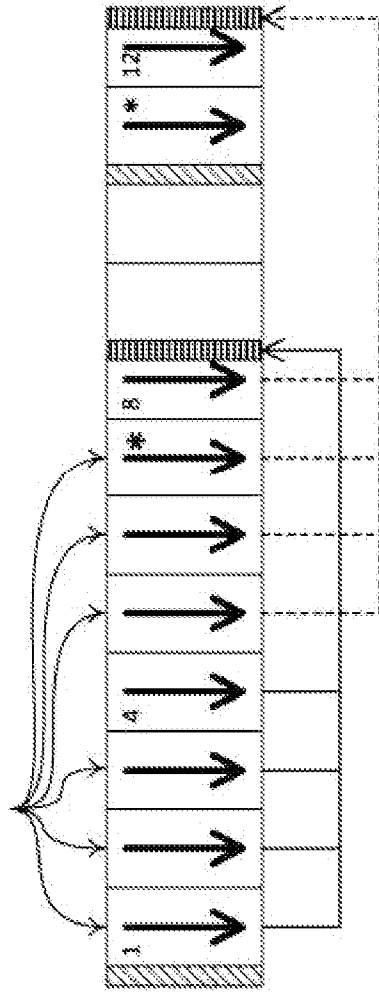
FIG. 8



Transmisión de PUCCH agrupada

FIG. 9

Asignación de DL que apleaza la retroalimentación de HARQ



* PDCCH anuncia "subtrama de DL acortada" en subtrama siguiente

PUCCH Corto al final de una subtrama de DL acortada

FIG. 10

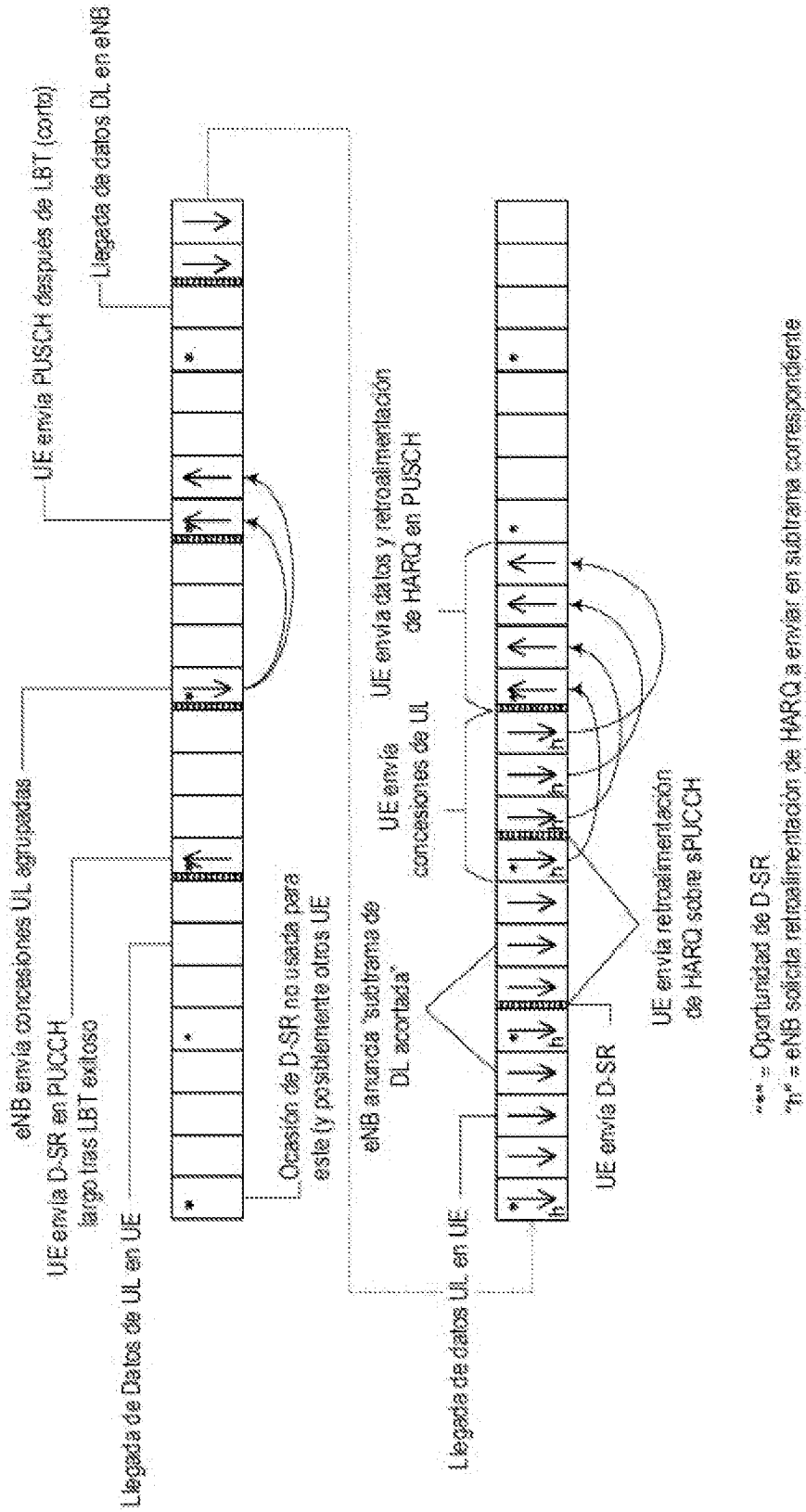


FIG. 11

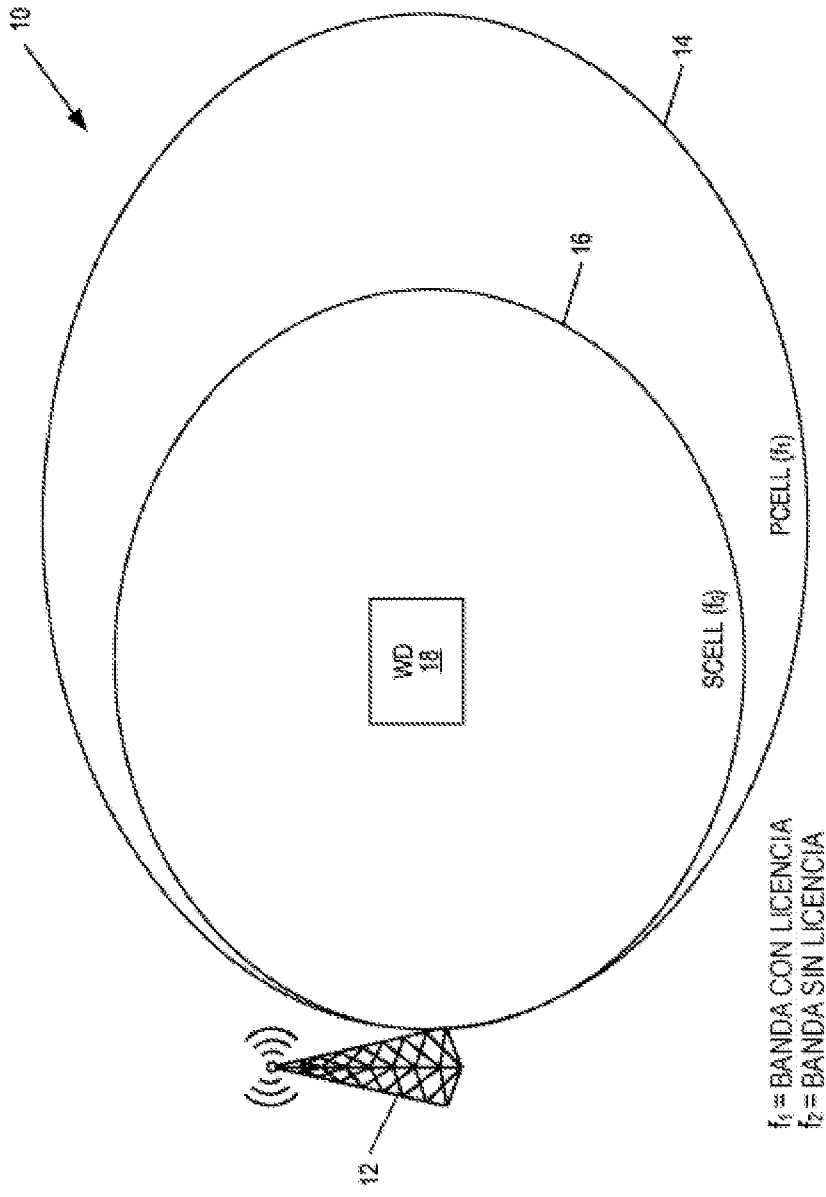


FIG. 12A

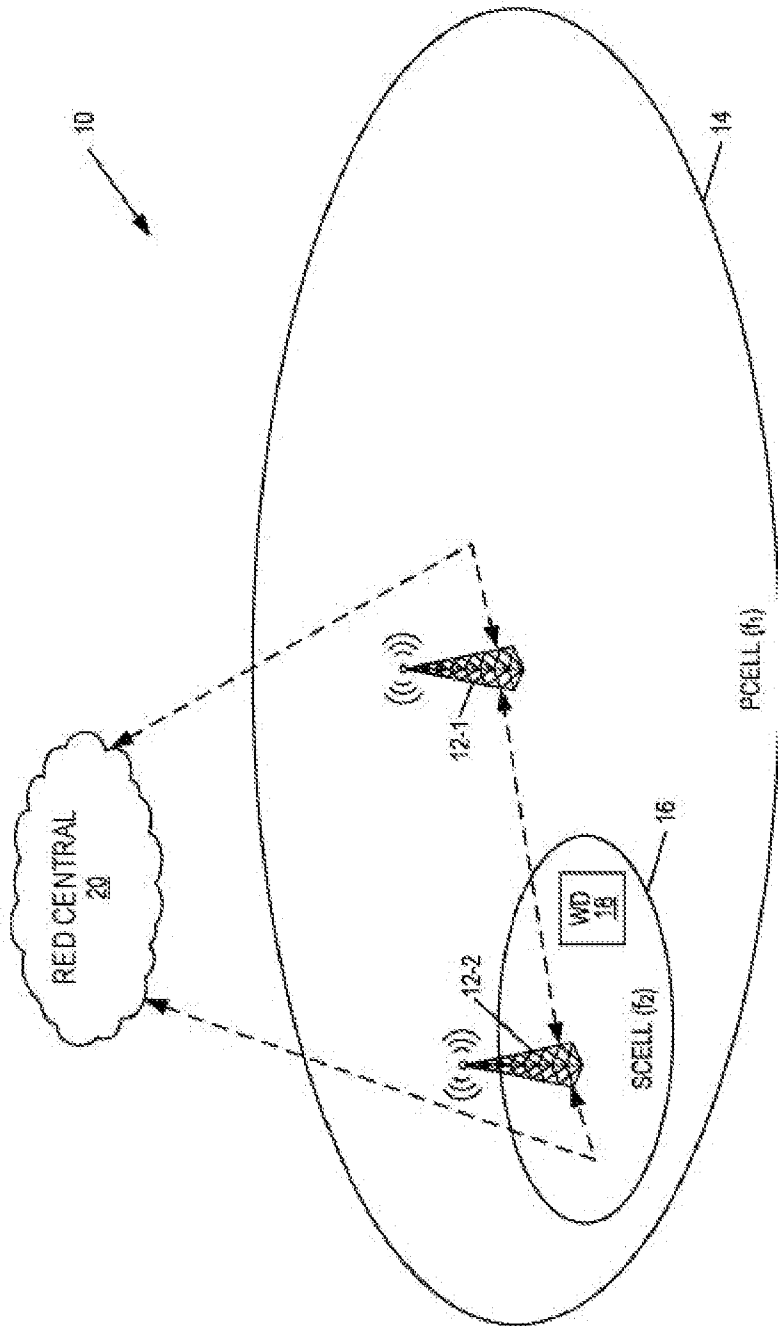


FIG. 12B

f₁ = BANDA CON LICENCIA
 f₂ = BANDA SIN LICENCIA

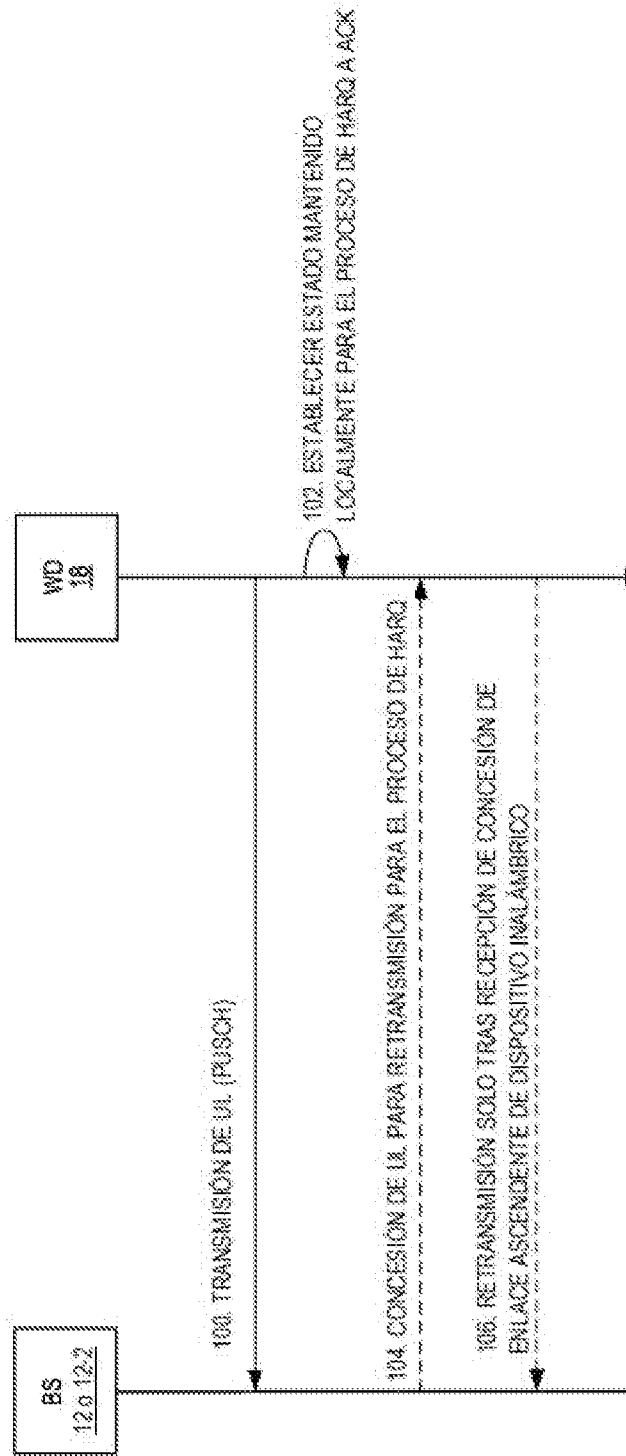


FIG. 13

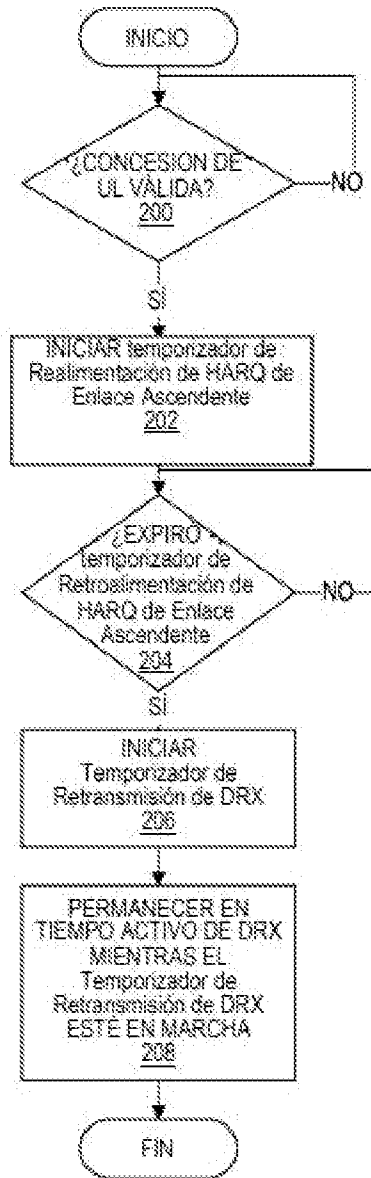


FIG. 14

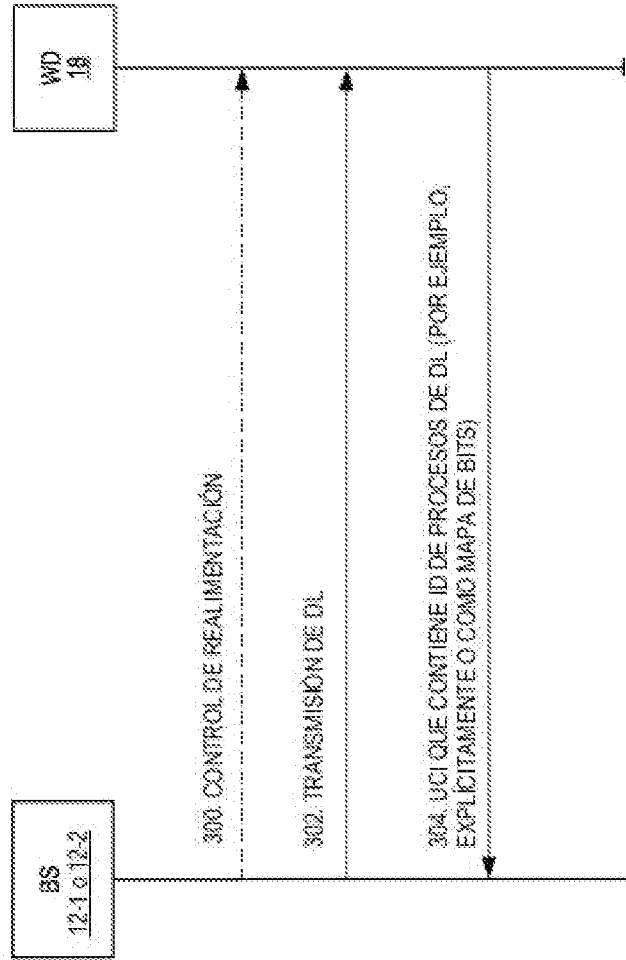


FIG. 15

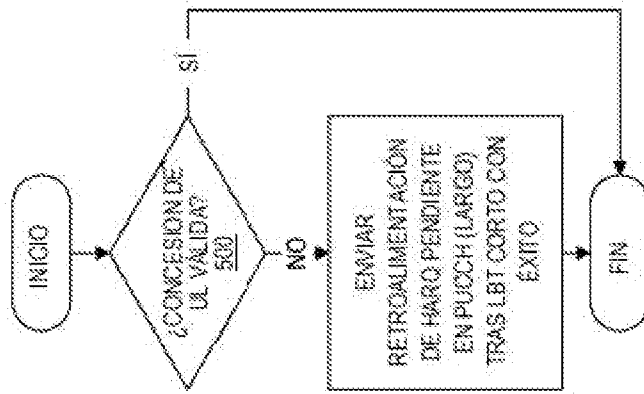


FIG. 16

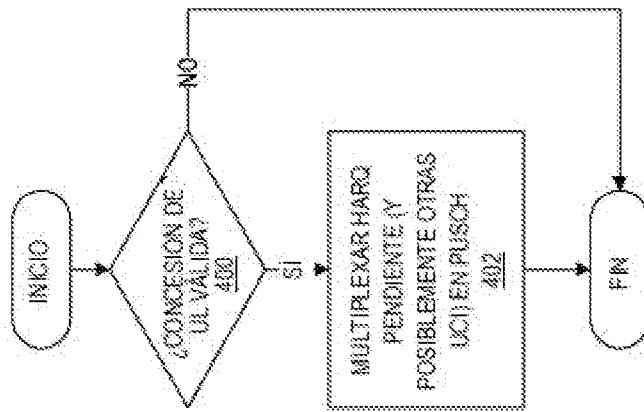


FIG. 17

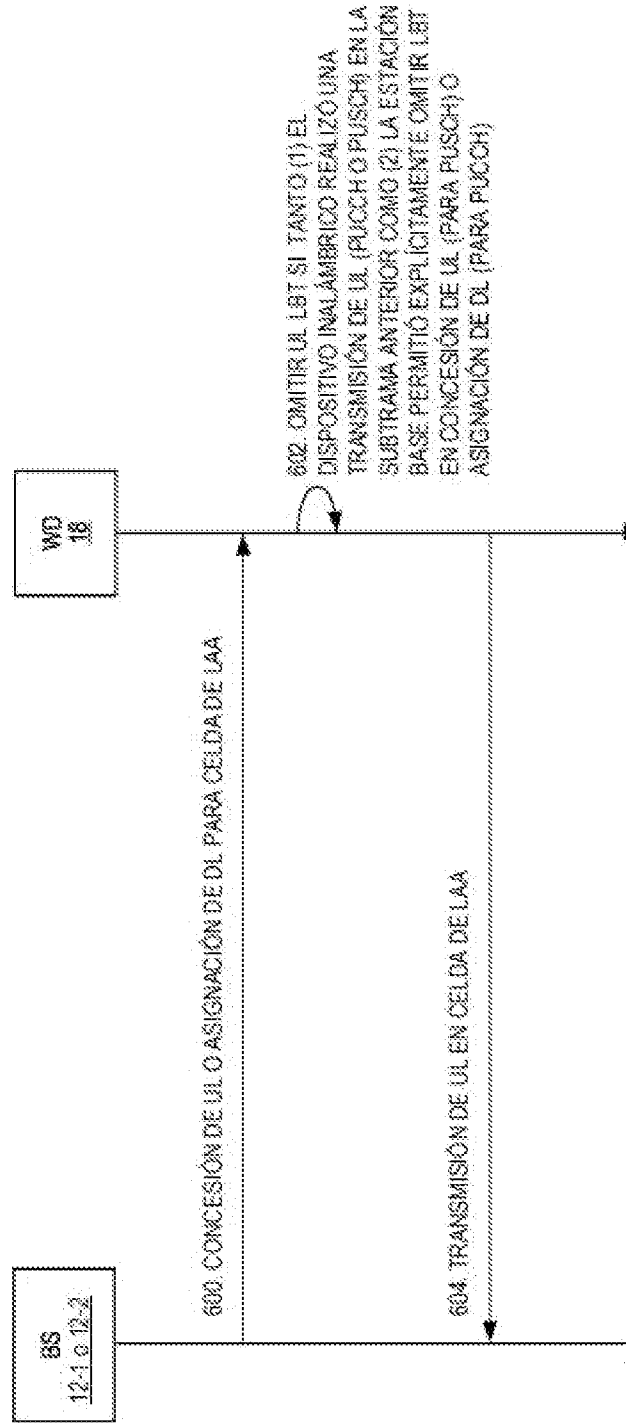


FIG. 18

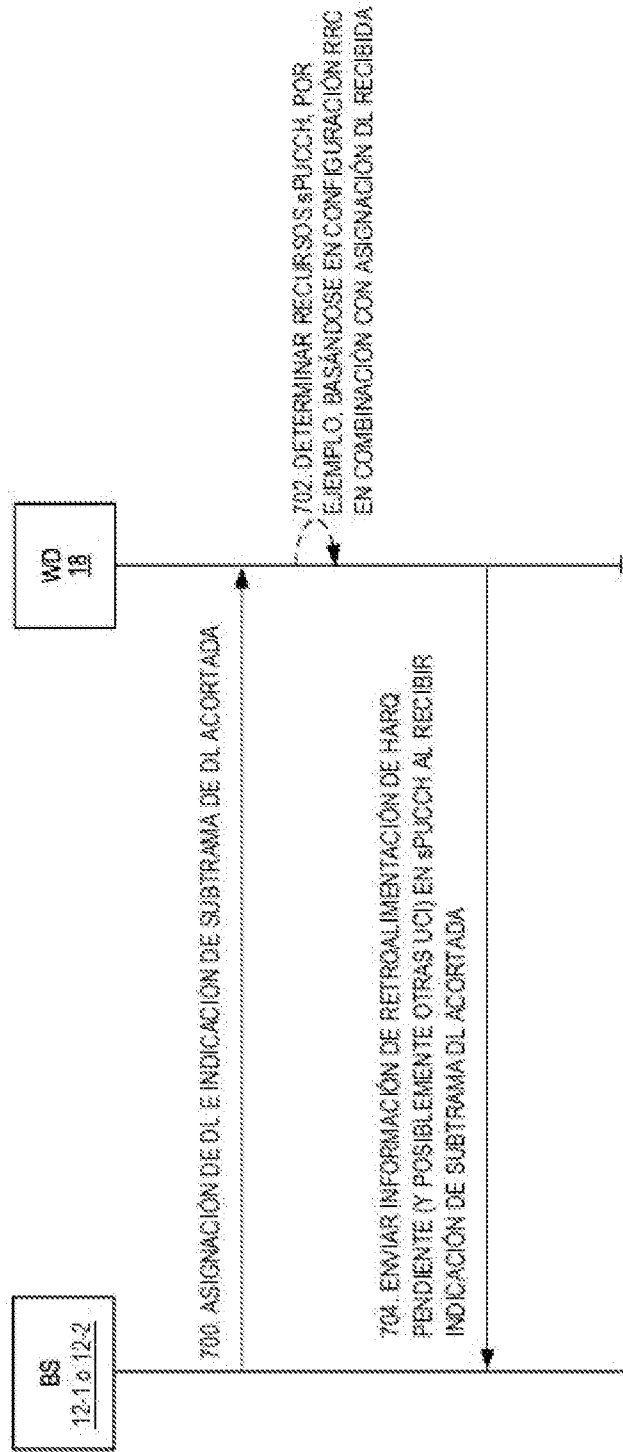


FIG. 19

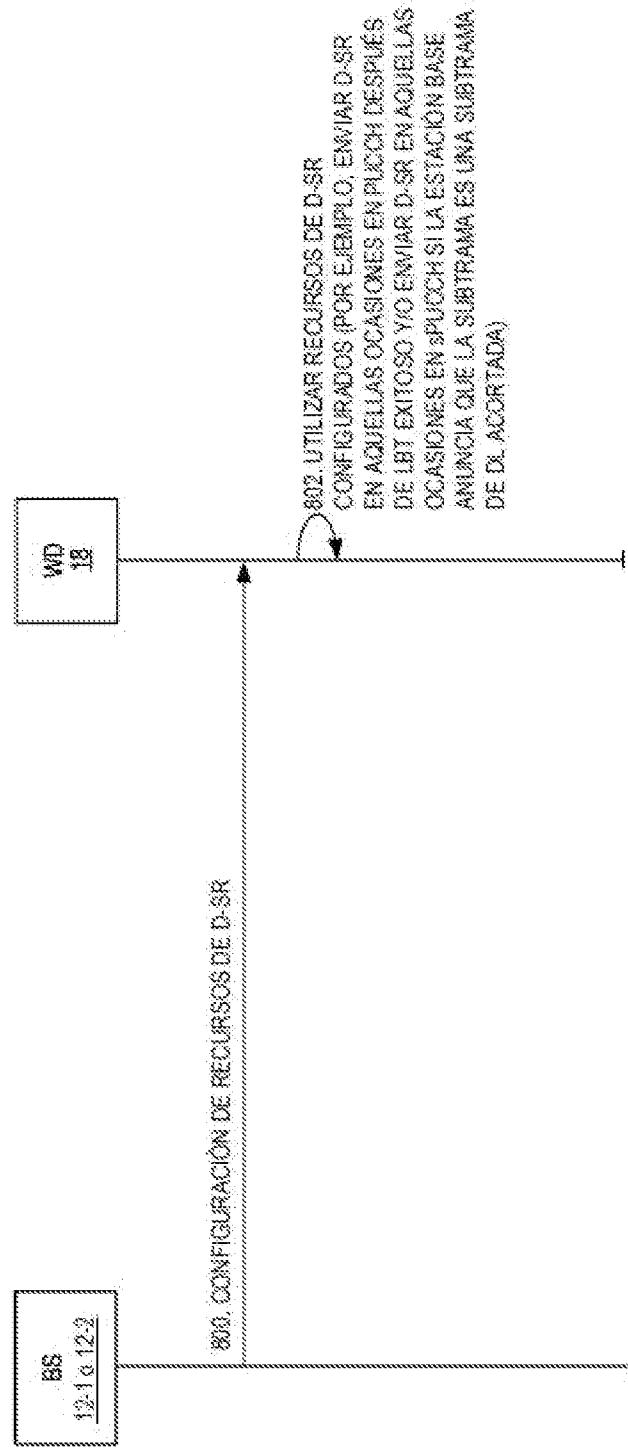


FIG. 20

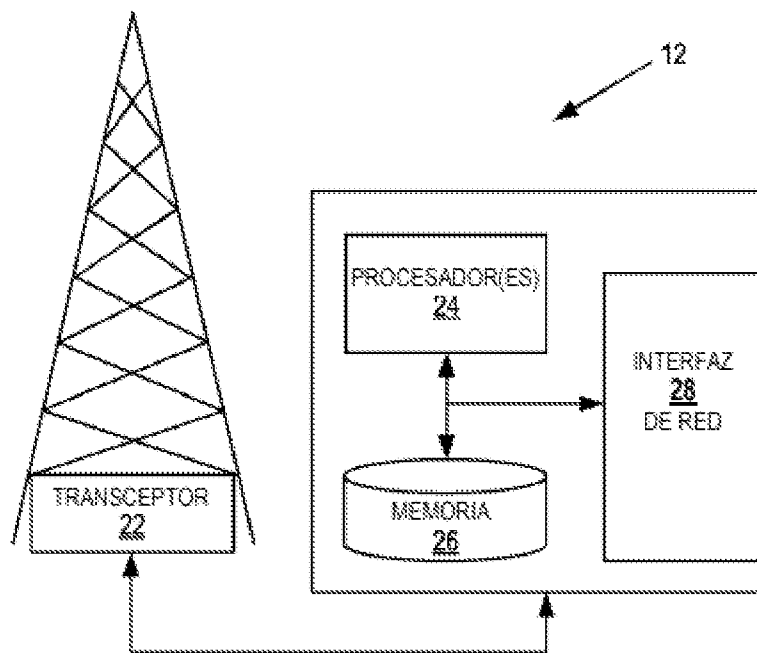


FIG. 21

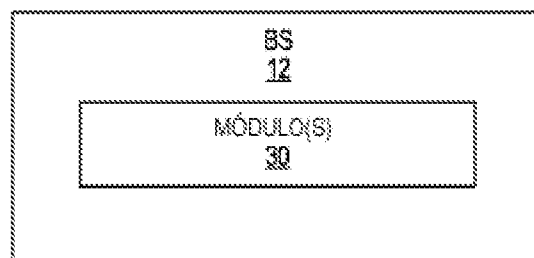


FIG. 22

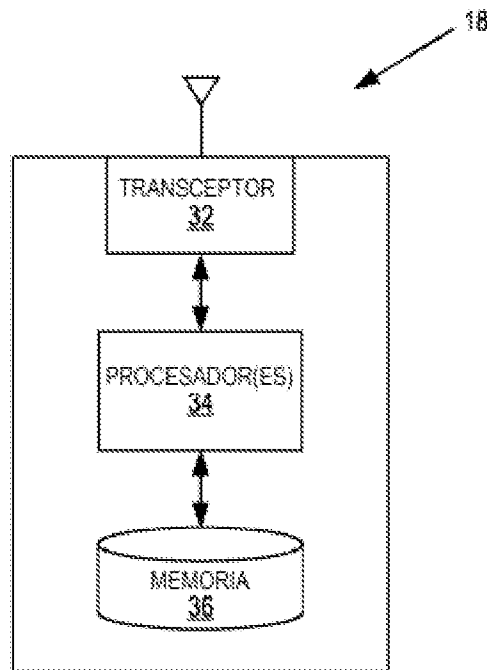


FIG. 23

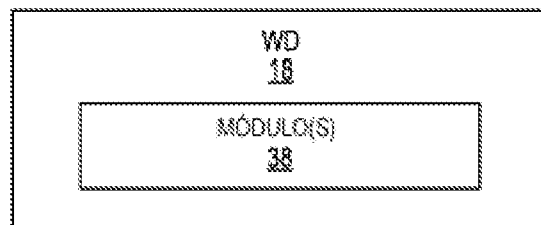


FIG. 24

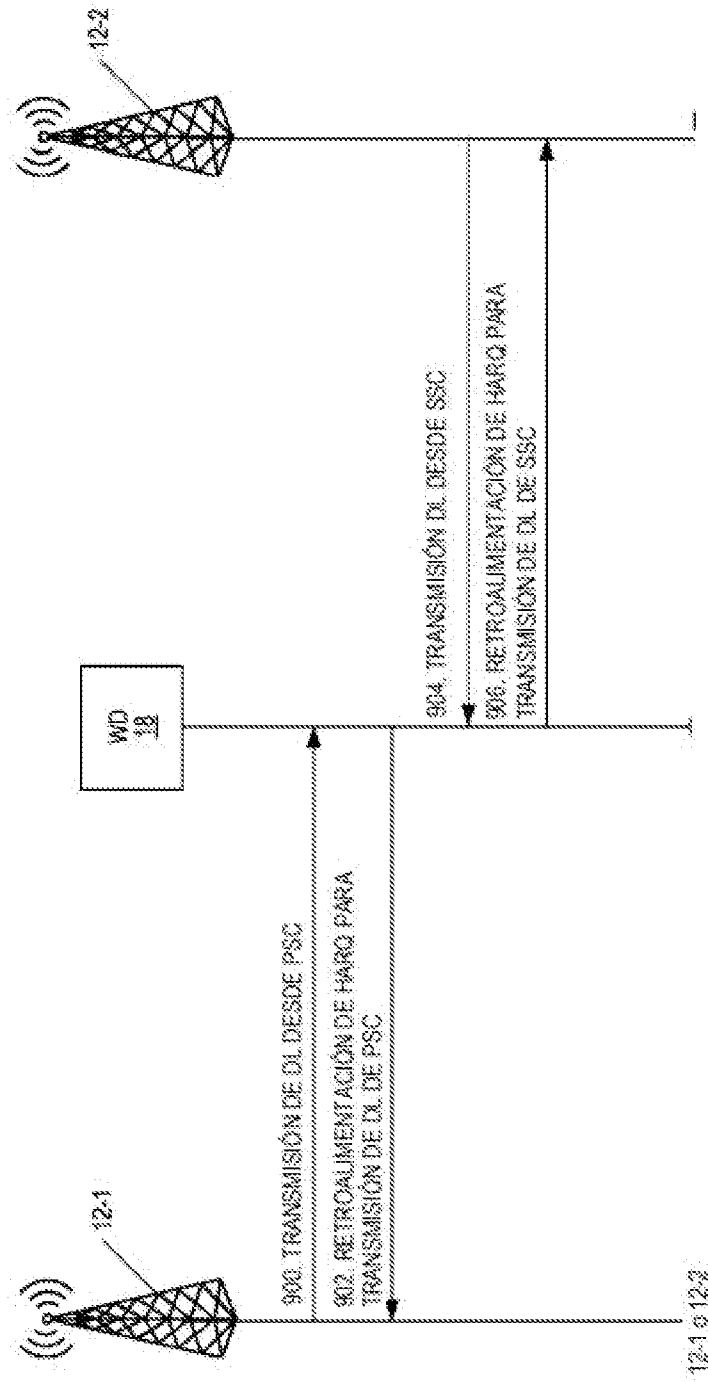


FIG. 25

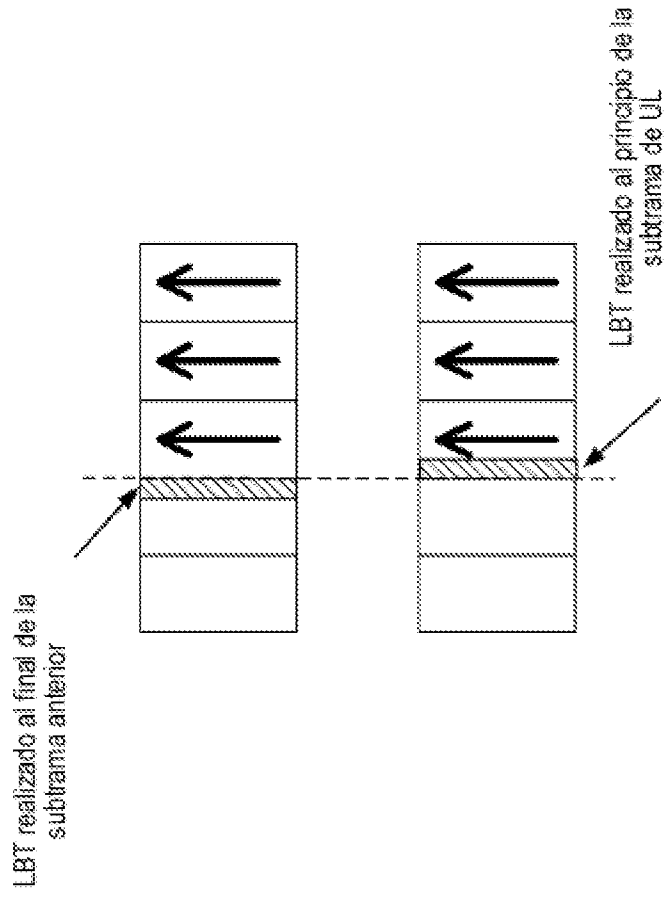


FIG. 26