

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 962 789**

51 Int. Cl.:

H04W 72/1268 (2013.01)

H04W 72/54 (2013.01)

H04W 72/23 (2013.01)

H04W 74/08 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.08.2016 E 21152331 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.10.2023 EP 3826411**

54 Título: **Control de programación de recursos de enlace ascendente en respuesta a la condición de canal ocupado**

30 Prioridad:

12.08.2015 US 201514824723

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

21.03.2024

73 Titular/es:

**BLACKBERRY LIMITED (100.0%)
2200 University Avenue East
Waterloo, Ontario N2K 0A7, CA**

72 Inventor/es:

**ANDERSON, NICHOLAS WILLIAM y
VUTUKURI, ESWAR**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 962 789 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Control de programación de recursos de enlace ascendente en respuesta a la condición de canal ocupado

5 Antecedentes

Dispositivos tales como ordenadores, dispositivos portátiles u otros tipos de dispositivos pueden comunicarse a través de redes cableadas o inalámbricas. Las redes inalámbricas pueden incluir redes celulares que incluyen celdas y nodos de red de acceso inalámbrico asociados. Un dispositivo inalámbrico dentro de una celda puede conectarse a un nodo de red de acceso inalámbrico correspondiente para permitir que el dispositivo se comuniquen con otros dispositivos. El documento US 2014/0362780 A1 es un ejemplo de evaluación de canal libre que se realiza en respuesta a una concesión de enlace ascendente para determinar la disponibilidad de un espectro sin licencia.

Otro tipo de red inalámbrica es una red de área local inalámbrica (WLAN), que incluye puntos de acceso inalámbrico a los que los dispositivos son capaces de conectarse de forma inalámbrica.

Según la presente invención, se proporciona un método, un dispositivo de red de acceso inalámbrico y un medio de almacenamiento legible por máquina que tiene las características de las respectivas reivindicaciones independientes. Las reivindicaciones dependientes se refieren a realizaciones preferidas.

20 Breve descripción de los dibujos

Algunas implementaciones de la presente descripción se describen con respecto a las siguientes figuras.

La Figura 1 es un diagrama de bloques de una disposición ejemplar en la que cada una incluye una red celular que incluye un nodo de red de acceso inalámbrico configurado para operar en el espectro con licencia y en el espectro sin licencia, según algunas implementaciones.

La Figura 2 es un diagrama de bloques de una disposición ejemplar en la que se pueden incorporar técnicas o mecanismos según algunas implementaciones.

La Figura 3 es un diagrama esquemático que ilustra subtramas de enlace descendente y de enlace ascendente según algunas implementaciones.

La Figura 4 es un diagrama de flujo de un proceso de un nodo de red de acceso inalámbrico, según algunas implementaciones.

La Figura 5 es un diagrama de flujo de mensajes de un proceso ejemplar que involucra un nodo de red de acceso inalámbrico y equipos de usuario (UE), según algunas implementaciones.

La Figura 6 es un diagrama de flujo de un procedimiento de reducción de potencia, según algunas implementaciones.

La Figura 7 es un diagrama de flujo de un procedimiento de detección modificado, según implementaciones adicionales.

La Figura 8 es un diagrama de flujo de mensajes de otro proceso ejemplar que implica un nodo de red de acceso inalámbrico y equipos de usuario (UE), según implementaciones adicionales.

La Figura 9 es un diagrama de bloques de un sistema ejemplar según algunas implementaciones.

Descripción detallada

La presente invención es como se define en el conjunto de las reivindicaciones adjuntas.

La Figura 1 ilustra un ejemplo de una disposición de red que incluye una red 102 celular y un equipo 106 de usuario (UE) que está en una ubicación dentro del área de cobertura de un nodo 108 de red de acceso inalámbrico en la red 102 celular.

Un UE puede referirse a cualquiera de los siguientes: un ordenador (por ejemplo, un ordenador de escritorio, un ordenador portátil, una tableta, un servidor, etc.), un dispositivo portátil (por ejemplo, un asistente digital personal, un teléfono inteligente, etc.), un dispositivo portátil que puede llevar una persona, un ordenador integrado en un vehículo o aparato, un dispositivo de almacenamiento, un nodo de comunicación, etc.

El nodo 108 de red de acceso inalámbrico puede operar según los estándares de evolución a largo plazo (LTE) (u otros estándares) según lo provisto por el proyecto de asociación de tercera generación (3GPP). Los estándares LTE también se conocen como estándares de acceso por radio terrestre universal evolucionado (E-UTRA). Aunque en la exposición siguiente se hace referencia a LTE o E-UTRA, se observa que las técnicas o mecanismos según algunas implementaciones se pueden aplicar a otras tecnologías de acceso inalámbrico, tales como 5G (quinta generación) u otras tecnologías. El UE 106 puede comunicarse con el nodo 108 de la red de acceso inalámbrico a través de un enlace 109 de red celular.

Aunque en la Figura 1 sólo se representa un nodo 108 de red de acceso inalámbrico, se observa que la red 102 celular puede incluir múltiples nodos de red de acceso celular que corresponden a celdas respectivas de la red 102 celular. Una celda puede referirse al área de cobertura proporcionada por un nodo de red de acceso celular correspondiente. Los UE pueden moverse entre celdas y conectarse a los respectivos nodos de red de acceso celular.

Los operadores de redes celulares que proporcionan redes celulares en un espectro con licencia se están quedando sin espectro nuevo para comprar, y la licencia del espectro disponible puede resultar costosa. Así, los operadores de redes celulares están buscando formas de ampliar las redes celulares para utilizar espectro sin licencia. Un espectro sin licencia incluye frecuencias que no forman parte del espectro con licencia para una red celular determinada. Por ejemplo, LTE puede asociarse con un espectro con licencia específico que incluye frecuencias sobre las cuales pueden realizarse las comunicaciones LTE. Un espectro sin licencia incluye frecuencias fuera del espectro con licencia LTE, por ejemplo, frecuencias utilizadas actualmente por una red de área local inalámbrica (WLAN) que opera según los estándares 802.11 del instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos (IEEE). Obsérvese que una WLAN que opera según los estándares 802.11 también puede denominarse red Wi-Fi. En otros ejemplos, una WLAN puede operar con diferentes estándares.

Una forma de aumentar la capacidad en la red celular es agregar múltiples frecuencias operativas o portadoras en una sola celda. Esta característica se conoce como agregación de portadoras proporcionada por LTE. La agregación de portadoras habilita la operación simultánea en un número (N) de portadoras de componentes agregados (CC). Cada CC determinado puede tener hasta 20 megahercios (MHz) de ancho y puede estar presente, bien dentro de la misma banda, o bien en una banda diferente de otros CC con las que se agrega el CC determinado.

En una agregación de portadoras formada por múltiples CC, uno de los múltiples CC proporciona una celda primaria o PCell, mientras que los CC restantes de la agregación de portadoras proporcionan celdas secundarias o SCell. Ciertas operaciones pueden limitarse a la PCell (por ejemplo, la transmisión de información del sistema de emisión). El nodo 108 de red de acceso inalámbrico es responsable de programar recursos compartidos de enlace ascendente y de enlace descendente en los CC. Ejemplos de recursos compartidos de enlace ascendente incluyen recursos de canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH), y ejemplos de recursos compartidos de enlace descendente incluyen recursos de canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH). El PUSCH se utiliza para comunicaciones de enlace ascendente (desde el UE 106 al nodo 108 de red de acceso inalámbrico), mientras que el PDSCH se utiliza para comunicaciones de enlace descendente (desde el nodo 108 de red de acceso inalámbrico al UE 106). Las asignaciones de programación para recursos PUSCH o PDSCH pueden estar contenidas dentro de mensajes de información de control de enlace descendente (DCI) que se transmiten dentro de un canal físico de control de enlace descendente (PDCCH) o un canal físico de control de enlace descendente mejorado (E-PDCCH). Estas asignaciones de programación pueden dirigirse a un UE específico mediante el uso de una dirección específica de UE denominada identificador temporal de red de radio (RNTI). Las asignaciones de programación identifican recursos PDSCH o PUSCH para un CC determinado (aquí denominado CC "objetivo"). El CC que se utiliza para transmitir las asignaciones (aquí denominado "CC de control" puede ser, bien el mismo que el CC objetivo (en cuyo caso este mecanismo se conoce como autoprogramación), o bien un CC diferente (conocido como programación entre portadoras).

A medida que el espectro con licencia se vuelve más concurrido, la agregación de portadoras con licencia por sí sola no es suficiente para satisfacer las demandas de ancho de banda en una red. Otra forma de ampliar la capacidad de una red celular es utilizar tanto el espectro con licencia como el espectro sin licencia. Con la agregación de portadoras, esto se puede lograr agregando portadoras en el espectro con licencia con portadoras en el espectro sin licencia. En algunos casos, esto se puede lograr adaptando la red celular LTE para operar tanto en el espectro con licencia como en el espectro sin licencia. Los nodos de la red de acceso inalámbrico pueden dar servicio a los UE tanto a través de portadoras con licencia como sin licencia utilizando una tecnología LTE adaptada. Como parte de las mejoras de LTE Rel-13, 3GPP está estudiando el despliegue de LTE en espectro sin licencia. La idea general es que esta tecnología sigue la infraestructura de agregación de portadoras como se ha mencionado anteriormente, donde la PCell está en el espectro con licencia y una o más SCell pueden estar en el espectro sin licencia. Añadir SCell en el espectro sin licencia para añadir la capacidad de comunicaciones de una red celular LTE se conoce como acceso asistido con licencia LTE (LAA).

Como se muestra en la Figura 1, el nodo 108 de red de acceso inalámbrico proporciona una PCell 104 en un CC en el espectro con licencia, y proporciona una SCell 105 en un CC en el espectro sin licencia, donde la PCell 104 y la SCell 105 son parte de una agregación de portadoras.

El UE 106 puede comunicarse a través del enlace ascendente (UL) y del enlace descendente (DL) con cada PCell 104 y SCell 105 respectivas.

En una red E-UTRA, el nodo 108 de la red de acceso inalámbrico se puede implementar como un Nodo B mejorado (eNB), que incluye las funcionalidades de una estación base y un controlador de estación base. En la exposición siguiente, el nodo 108 de red de acceso celular también se denomina indistintamente eNB 108. Aunque se hace referencia a los eNB en la exposición siguiente, se observa que las técnicas o mecanismos según la presente descripción se pueden aplicar con otros tipos de nodos de red de acceso inalámbrico a redes celulares que operan según otros protocolos.

La red 102 celular también incluye una red 112 central, que incluye varios nodos de red central. Como ejemplos, en

una red E-UTRA, los nodos de la red central pueden incluir una puerta de enlace de servicio (SGW) y una puerta de enlace de red de paquetes de datos (PDN-GW). La SGW enruta y reenvía paquetes de datos de tráfico de un UE atendido por la SGW. La SGW también puede actuar como ancla de movilidad para un plano de usuario durante los procedimientos de traspaso. La SGW proporciona conectividad entre el UE y una red externa (tal como una red de paquetes de datos, por ejemplo, Internet u otra red). La PDN-GW es el punto de entrada y salida de datos comunicados entre un móvil en la red E-UTRA y un elemento de red acoplado a una PDN (no mostrada).

En una red E-UTRA, los nodos de la red central también pueden incluir un nodo de control denominado entidad de gestión de movilidad (MME). Una MME es un nodo de control para realizar diversas tareas de control asociadas con una red E-UTRA. Por ejemplo, la MME puede realizar seguimiento y radiolocalización de UE en modo inactivo, activación y desactivación de portador, selección de una puerta de enlace de servicio) cuando un UE se conecta inicialmente a la red E-UTRA, traspaso del UE entre eNB, autenticación de un usuario, generación y asignación de una identidad temporal a un UE, y así sucesivamente. En otros ejemplos, la MME puede realizar otras tareas o tareas alternativas.

Cuando se conecta al eNB 108, el UE 106 es capaz de comunicarse con otros dispositivos, que pueden conectarse a la red 102 celular o pueden conectarse a otras redes, incluyendo redes cableadas y/o inalámbricas.

Tradicionalmente, para comunicaciones de UL en una red celular tal como una red LTE, el acceso a recursos de radio (para utilizar en una comunicación de UL desde un UE al eNB 108) se logra utilizando programación dinámica controlada por la red 102 celular, y más específicamente, por el eNB 108. Más específicamente, el eNB 108, para programar una comunicación de UL, el eNB 108 proporciona una concesión de recursos de radio de UL al UE 106 para utilizarlos para realizar la comunicación de UL.

Por el contrario, una WLAN que opera según IEEE 802.11 utiliza un método distribuido de acceso al medio basado en la técnica de escuchar antes de transmitir (Listen-Before-Talk, LBT). La técnica LBT también puede denominarse técnica de acceso múltiple con detección de canales (CSMA).

Con la técnica LBT, un nodo inalámbrico (por ejemplo, UE 106 o un punto de acceso inalámbrico o AP de una WLAN) con datos para transmitir primero escucha el medio (en el canal en el que el nodo inalámbrico desea operar) durante un período de tiempo para detectar si el canal está libre para su uso. Escuchar el canal para detectar si el canal está libre para su uso también se conoce como evaluación de canal libre (Clear Channel Assessment, CCA) o detector de portador (Carrier Sense, CS). Un "canal" puede referirse a cualquier recurso de comunicación (por ejemplo, una portadora de una frecuencia determinada, un intervalo de tiempo, etc.) que puede utilizarse para transportar información (por ejemplo, datos de usuario o señalización de control) para ser transmitida por el nodo inalámbrico. Un canal está libre si no hay otro nodo inalámbrico que esté transmitiendo actualmente en el canal. Un canal está ocupado (no libre) si hay otro nodo inalámbrico transmitiendo actualmente en el canal.

La determinación de si el canal está libre u ocupado puede basarse en una comparación de una métrica de señal recibida (tal como potencia) con un valor umbral específico. Si el nodo inalámbrico determina que el canal está libre, el nodo inalámbrico puede proceder a transmitir durante un período de tiempo, que puede denominarse oportunidad de transmisión (TXOP). La TXOP es menor que una TXOP máxima definida (una duración de tiempo máxima). Por el contrario, si el nodo inalámbrico determina que el canal está ocupado (no libre), el nodo inalámbrico no transmite y ejecuta un procedimiento para elegir un tiempo aleatorio (un tiempo de reducción de potencia) para intentar la transmisión nuevamente. Un estado del nodo inalámbrico en el que el nodo inalámbrico no transmite durante el tiempo de espera se denomina estado de reducción de potencia o estado de CCA extendida (eCCA). Durante el estado de reducción de potencia, el dispositivo utiliza varios temporizadores y contadores que controlan cuánto tiempo permanece el dispositivo en el estado de reducción de potencia.

Cuando se emplea LAA utilizando SCell que operan en frecuencias sin licencia, la coexistencia de co-canal de eNB de red celular y AP de WLAN se puede mejorar si la técnica LBT se emplea también para comunicaciones entre UE y eNB (además de utilizar LBT para comunicaciones entre UE y AP de WLAN). En estas disposiciones, un UE o un eNB con datos para transmitir primero detecta el canal y, a continuación, procede, bien a transmitir (si el canal está libre), o bien a retroceder y volver a intentarlo más tarde (si el canal está ocupado). Diversas variantes de los protocolos LBT se dividen en 4 categorías:

- Categoría 1: No se utiliza LBT.
- Categoría 2: se utiliza LBT sin reducción de potencia (pero con una duración determinista para detectar el canal ocupado antes de la transmisión). Obsérvese que los esquemas en los que esta duración se repite periódicamente (por ejemplo, la definición de equipo basado en trama (FBE) de la norma EN 301 893 del ETSI) también entran en esta categoría.
- Categoría 3: LBT con reducción de potencia dentro de un tiempo de tamaño fijo (ventana de contención). Esto significa que el período de reducción de potencia incluye un período de tiempo determinado aleatoriamente (proporcionado por un temporizador o contador de reducción de potencia) hasta la duración

de la ventana de contención. Un estado de reducción de potencia de LBT cuando se utiliza LBT de categoría 3 también se denomina estado de reducción de potencia aleatorio. Durante el estado de reducción de potencia aleatorio, el nodo inalámbrico que está en reducción de potencia realiza una detección adicional de canal con el fin de disminuir el contador o temporizador de reducción de potencia al detectar un intervalo de reducción de potencia inactivo. Debido a esta detección de canal adicional, este estado de reducción de potencia también se denomina estado de eCCA.

- Categoría 4: LBT con reducción de potencia dentro de una ventana de contención de tamaño variable (por ejemplo, una que crece basándose en cada reintento sucesivo). Esto es similar al estado de reducción de potencia aleatorio anterior con LBT de categoría 3, pero la ventana de contención en este caso puede adaptarse (normalmente incrementada en un factor) después de detectar una transmisión fallida u otros eventos que indiquen que el canal está congestionado.

LAA ha adoptado el uso de la categoría 4 de LBT. Obsérvese que cuando se encuentra en un estado de eCCA, el contador de reducción de potencia solamente disminuye al identificar un intervalo de eCCA inactivo (que se da a conocer más adelante en relación con la Figura 6).

Ya que LTE es un sistema programado en el que los recursos de UL están programados para permitir que los UE realicen comunicaciones de UL, LAA también puede utilizar la programación de recursos de UL. Según algunas implementaciones de la presente descripción, se proporcionan técnicas o mecanismos para permitir la coexistencia de un LAA programado de UL y comunicaciones basadas en el uso de LBT. Más específicamente, un eNB puede transmitir una concesión de UL para programar un recurso de UL a un UE para realizar una comunicación de UL; si el recurso de UL programado por la concesión de UL es parte de un espectro sin licencia, entonces una transmisión de UL con el recurso de UL está sujeta a LBT.

El uso de LBT en un UE (es decir, el UE utiliza LBT antes de la transmisión para detectar un canal libre) se puede realizar por varias razones. Por ejemplo, LBT antes de la transmisión puede ser un requisito regulatorio en algunas regiones, tales como Europa. Como otro ejemplo, los problemas debidos a la coexistencia entre nodos WLAN y sistemas programados pueden abordarse si el UE realiza LBT (y más específicamente, LBT con reducción de potencia aleatoria dentro de una ventana de contención de tamaño variable que crece en cada reintento sucesivo) antes de la transmisión. Como ejemplo adicional, los nodos ocultos de un eNB (nodos que están ocultos del eNB, es decir, nodos para los cuales el eNB no es capaz de detectar transmisiones inalámbricas desde los nodos) no se verían afectados por las transmisiones del UE si el UE realiza LBT antes de la transmisión.

Sin embargo, simplemente combinar un sistema programado con LBT en el UE puede dar lugar a situaciones en las que el eNB no tenga conocimiento de:

- el LBT actual del UE o el estado de reducción de potencia, y/o
- la presencia de nodos ocultos asociados con el UE para el cual el eNB está programando recursos de enlace ascendente, donde un nodo oculto es un nodo que el UE puede escuchar y con el que interferirá mientras este nodo no esté dentro del alcance del CCA del eNB).

Lo anterior puede causar los siguientes problemas específicos:

- Problema 1: El eNB no puede optimizar su programación y puede asignar concesiones de UL desperdiciadas cuando el UE no es capaz de transmitir en el UL (por ejemplo, cuando el UE está en estado de reducción de potencia debido a transmisiones en curso desde otros nodos que están ocultos para el eNB).
- Problema 2: Pueden ocurrir problemas de coexistencia y falta de reparto justo si no se adopta una técnica LBT apropiada que incluya la reducción de potencia (especialmente en presencia de nodos ocultos).

El problema 2 se da a conocer con más detalle en el contexto de una disposición ejemplar según la Figura 2 y un diagrama ejemplar que muestra mensajes enviados en las respectivas subtramas en la Figura 3. La Figura 2 muestra un eNB y un AP WLAN, y varios UE. Los UE1 y UE2 han establecido conexiones con el eNB, mientras que varios otros nodos 202 inalámbricos (incluyendo STA1) se comunican con el AP.

La Figura 2 también muestra los respectivos alcances de CCA del eNB, del UE2 y del AP. Un alcance de CCA puede referirse a la distancia desde el nodo respectivo (eNB, UE2 o AP) dentro del cual se puede detectar la transmisión de otro nodo inalámbrico al realizar LBT. En el ejemplo de la Figura 2, el nodo STA1 está dentro del alcance de CCA del eNB y del UE2, pero fuera del alcance de CCA del UE1. Por lo tanto, el nodo STA1 es un nodo oculto para el UE1. Los nodos 202 están fuera del alcance de CCA del eNB y así, son nodos ocultos para el eNB. Los nodos 202 también están fuera del alcance de CCA del UE1 y así, son nodos ocultos para el UE1. Sin embargo, los nodos 202 y el AP están dentro del alcance de CCA del UE2.

Como se muestra en la Figura 3, se supone que el eNB realiza una comprobación LBT (en 300) antes de transmitir

en DL y esto incluye la transmisión de tramas de DL, por ejemplo, mensaje 1 de información de control de enlace descendente (DCI) y mensaje 2 de DCI, que contienen concesiones de UL. El mensaje 1 de DCI enviado por el eNB incluye una concesión de UL al UE1 (para realizar la transmisión de UL en la subtrama K+4), y el mensaje 2 de DCI enviado por el eNB incluye una concesión de UL al UE2 (para realizar la transmisión de UL en la subtrama K+5).
 5 Obsérvese que el eNB ha realizado un primer LBT que ha tenido éxito, lo que le ha permitido transmitir el mensaje 1 de DCI y el mensaje 2 DCI en las subtramas K y K+1, respectivamente, durante la fase de DL.

En la disposición ejemplar de la Figura 2 donde hay nodos ocultos, el LBT en el UE2 puede detectar una o más transmisiones desde nodos (por ejemplo, 202) que están ocultos para el eNB. Estos nodos 202 que están ocultos para el eNB pueden iniciar transmisiones de UL incluso durante la fase de DL del eNB.
 10

Además, en el escenario ejemplar mostrado en las Figuras 2 y 3, se supone que el LBT del UE1 tiene éxito, en cuyo caso el UE1 inicia una transmisión de UL en la subtrama K+4 de UL programada. También, se supone que el LBT del UE2 tiene éxito, en cuyo caso el UE2 inicia una transmisión de UL en la subtrama de UL programada K+5. Se proporcionan interrupciones 320 de transmisión como se muestra en la Figura 3 para facilitar el rendimiento de LBT por parte de los respectivos UE. Más específicamente, se proporciona una interrupción de transmisión entre el final de la última subtrama en la fase de DL y el inicio de la subtrama K+4, se proporciona una interrupción de transmisión entre el final de la subtrama K+4 y el inicio de la subtrama K+5, etc.
 15

En el momento en que el UE1 realiza una transmisión de UL en la subtrama K+4, la fase de DL del eNB ha finalizado (es decir, el eNB ha detenido las transmisiones de DL); como resultado, cualquiera de los nodos ocultos al UE1 (es decir, aquellos que están fuera del alcance de CCA del UE1 pero potencialmente en el alcance del eNB y/o del UE2) también pueden detectar que el canal está inactivo e iniciar las propias transmisiones de UL de los nodos ocultos. Por ejemplo, STA1 (por ejemplo, un nodo Wi-Fi que se comunica con el AP) puede detectar que el canal está inactivo durante la subtrama K+4 e iniciar una transmisión de UL en algún momento después del final de la fase de DL anterior. Esta transmisión desde STA1 puede continuar en la subtrama K+5, en cuyo caso, la fiabilidad de la transmisión del UE2 en la subtrama programada (es decir, la subtrama K+5) puede verse afectada en el receptor eNB (en otras palabras, la transmisión de UL por STA1 puede interferir con la recepción por parte del eNB de la transmisión de UL desde el UE2).
 20
 25
 30

Adicionalmente, si el UE2 transmite sin ninguna comprobación de CCA antes de la subtrama K+5 de UL programada (es decir, el UE2 no realiza LBT), a continuación, la transmisión de UL desde el UE2 puede afectar a la transmisión en curso desde STA1 (que es un nodo oculto al UE1) tal como se recibe por el AP, generando problemas de coexistencia. Obsérvese que en este ejemplo, todos los nodos que se comunican con el AP (incluyendo el propio AP) están ocultos para el UE1 y, por lo tanto, en teoría cualquiera de estos nodos puede iniciar una transmisión después de que la fase de DL haya finalizado, lo que genera problemas similares.
 35

Como se representa en el ejemplo según las Figuras 2 y 3, el problema 2 dado a conocer anteriormente es más grave cuando el eNB programa múltiples subtramas de UL sucesivas para los respectivos UE.
 40

Los problemas anteriores se pueden abordar utilizando cualquiera o alguna combinación de las técnicas o mecanismos dados a conocer a continuación.

Control de programación basado en la condición de canal ocupado

La Figura 4 es un diagrama de flujo de un proceso ejemplar que puede ser realizado por un eNB (y más generalmente el nodo 108 de red de acceso inalámbrico) para permitir la operación adecuada de la programación de UL por parte del eNB mientras se permite el uso de una técnica LBT para detectar si un canal está ocupado.
 45

Según la Figura 4, el eNB determina (en 402) que un UE ha experimentado una condición de canal ocupado relacionada con un recurso de UL que ha impedido que el UE transmita sobre el recurso de UL al eNB. La detección del UE que experimenta una condición de canal ocupado puede basarse en el uso de una técnica LBT, tal como la que se ha dado a conocer anteriormente, en algunos ejemplos.
 50

En respuesta a la determinación de que el UE ha experimentado una condición de canal ocupado, el eNB se abstiene (en 404) de programar un recurso de UL para el UE.
 55

La determinación (en 402) de una condición de canal ocupado puede denominarse detección de canal, mientras que la abstención (en 404) puede denominarse realización de reducción de potencia.

En algunas soluciones ejemplares, la detección de canal y la reducción de potencia se pueden realizar en nodos separados; por ejemplo, la detección de canal se puede realizar en el UE, mientras que la reducción de potencia se puede realizar en el eNB.
 60

En soluciones ejemplares adicionales, el UE puede indicar explícitamente una condición de un estado de detección de canal al eNB.
 65

En soluciones ejemplares adicionales, se puede ajustar una técnica LBT basándose en si se detectan o no nodos ocultos.

Detección de canal y reducción de potencia realizados en nodos separados

5 Tradicionalmente, la detección de canal (o LBT antes de la transmisión en un canal) y la ejecución de reducción de potencia en respuesta a la detección de una condición de canal ocupado son ambas realizadas por un nodo inalámbrico que tiene datos para transmitir, o ambas son realizadas por otro nodo que es capaz de competir en nombre del nodo inalámbrico y donar (o programar) toda o parte de la oportunidad de transmisión obtenida al nodo inalámbrico.

10 Por el contrario, según algunas implementaciones de la presente descripción, la detección de canal inicial se puede realizar en el UE, mientras la reducción de potencia se puede realizar en el eNB. La detección de canal inicial puede referirse a la primera detección de canal realizada por un nodo inalámbrico antes de la transmisión. Se ha de observar que en un procedimiento de reducción de potencia en un nodo inalámbrico (realizado en respuesta a la detección de una condición de canal ocupado), se puede realizar una detección de canal adicional para determinar si un canal está libre.

15 En una implementación ejemplar, el eNB transmite una concesión de UL (por ejemplo, utilizando un mensaje de DCI en un canal físico de control de enlace descendente (PDCCH) o un canal físico de control de enlace descendente mejorado (E-PDCCH)) durante la subtrama K. El UL asigna recursos de UL al UE para su uso en una subtrama posterior K+M. En algunos ejemplos, la transmisión del mensaje de DCI sigue a la ejecución de LBT en el eNB para la transmisión de DL, tal como utilizando el LBT de Categoría 4 en el caso de autoprogramación) o utilizando concesiones entre portadoras en los que la portadora de programación está en el espectro con licencia (y por lo tanto no sujeto a LBT) mientras que la portadora programada para transportar la transmisión de UL está en el espectro sin licencia. La categoría 4 de LBT puede referirse a LBT con reducción de potencia aleatoria dentro de una ventana de contención de tamaño variable (por ejemplo, una que crece basándose en cada reintento sucesivo).

20 A continuación se describen operaciones ejemplares en respuesta a una concesión de UL del eNB. El UE recibe la concesión de UL en la subtrama K. Justo antes de la transmisión en la subtrama asignada K+M, el UE realiza una comprobación de CCA para realizar la detección inicial de canal y determinar si el canal está ocupado o libre. Si el canal está libre, el UE realiza una transmisión de UL en la subtrama asignada K+M. El eNB detecta la presencia de la transmisión de UL, recibe la transmisión de UL y decodifica datos de UL en la transmisión de UL.

25 Por otro lado, si el UE detecta que el canal está ocupado, el UE se abstiene de transmitir durante el intervalo asignado K+M. El eNB determina implícitamente que el UE ha fallado en su comprobación LBT (es decir, el UE ha detectado una transmisión en curso que tiene una potencia de transmisión por encima de un umbral de CCA, que es un umbral de potencia predeterminado), o alternativamente, se puede proporcionar al eNB con una indicación explícita de que el UE ha fallado en su comprobación LBT.

30 El eNB detecta que el UE no ha transmitido, por ejemplo comprobando la potencia de la señal recibida o la relación señal/interferencia. Como ejemplos, el eNB puede comprobar una indicación de intensidad de la señal recibida (RSSI), una potencia de referencia de la señal recibida (RSRP), una relación señal-ruido (SNR), una relación señal-interferencia más ruido (SNIR) u otra indicación. Alternativamente, el eNB puede realizar un procesamiento de estimación de canal basado en el procesamiento de señales de referencia de demodulación (DMRS) que se sabe que están asociadas dentro de la transmisión de UL de los UE. Las comprobaciones anteriores permiten al eNB determinar que el UE no ha transmitido una señal esperada en su subtrama de UL programada (recurso de UL programado) y, por lo tanto, el eNB puede concluir que el UE ha fallado en su comprobación LBT.

35 En ejemplos alternativos, el eNB puede detectar que la comprobación LBT en el UE ha fallado al recibir una indicación explícita de fallo de LBT transmitida por el UE. El UE puede transmitir dicha indicación utilizando cualquiera de los siguientes:

- Un mensaje de control de recursos de radio (RRC).
- Un elemento de control MAC.
- 55 • Una indicación de capa física tal como una solicitud de programación (SR), un acuse de recibo o un acuse de recibo negativo (ACK/NACK) del canal físico de control de enlace ascendente (PUCCH); una indicación de calidad del canal (CQI) (por ejemplo, utilizando un punto de código específico), o cualquier otra indicación.
- Cualquier otra indicación de que el UE puede transmitir de forma autónoma (es decir, sin programación explícita del eNB).

60 En respuesta a la determinación (determinación implícita o determinación explícita) de que el UE ha fallado en su comprobación LBT, el eNB ejecuta un procedimiento de reducción de potencia LBT en nombre del UE. Esto puede incluir que un eNB mantenga temporizadores o contadores LBT de UL para cada UE (en otras palabras, el eNB puede mantener múltiples conjuntos de temporizadores o contadores LBT para múltiples UE respectivos).

Según algunas implementaciones, la comprobación de LTE la realiza el UE, mientras que el eNB ejecuta el procedimiento de reducción de potencia en nombre del UE.

La realización de comprobación de LTE en el UE puede ayudar a evitar el problema del nodo oculto de la interferencia de la recepción del nodo A de una transmisión desde el nodo B debido a la transmisión del UE a un eNB, en un ejemplo donde el nodo B está oculto del eNB pero el nodo A está en el alcance del UE. Más específicamente, si el nodo B está dentro del alcance del UE, el UE puede detectar la transmisión del nodo B durante la comprobación LBT del UE, y no transmitir si la comprobación LBT detecta la transmisión del nodo B, evitando por ello, la interferencia con la recepción de la transmisión del nodo B en el nodo A.

Como se muestra además en la Figura 5, con el fin de enviar información de DL a los UE (por ejemplo, UE1 y UE2 en la Figura 5), un eNB realiza (en 502) una comprobación LBT en el DL. Si la LBT realizada en el eNB tiene éxito (lo que significa que el canal está libre), a continuación, el eNB realiza una transmisión de DL (en 504) al UE1 y realiza una transmisión de DL (en 506) al UE2. La transmisión de DL (en 504) incluye una concesión de UL al UE1, mientras que la transmisión de DL (en 506) incluye una concesión de UL al UE2.

En respuesta a la concesión de UL (recibida en 504), el UE1 realiza una comprobación LBT (en 508) antes de la transmisión en la subtrama de UL programada. Se supone que la comprobación LBT del UE1 falla debido a otra transmisión desde otro nodo que excede el umbral de CCA. En respuesta a la concesión de UL (recibida en 506), el UE2 realiza una comprobación LBT (en 510) antes de la transmisión en la subtrama de UL programada. Se supone que la comprobación LBT del UE2 tiene éxito.

Ya que la comprobación LBT del UE2 ha tenido éxito, el UE2 transmite (en 512) datos de UL en un canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH) en la subtrama de UL programada.

Sin embargo, ya que la comprobación LBT del UE1 ha fallado, el UE1 no transmite datos de PUSCH en la subtrama de UL programada. En algunos ejemplos, el UE1 puede transmitir (en 514) una indicación de estado de LBT tal como un mensaje de control corto para indicar que la comprobación LBT ha fallado (es decir, la comprobación LBT ha detectado una transmisión en curso, tal como desde un nodo oculto). Más adelante se dan a conocer más detalles sobre las indicaciones para indicar los estados de LBT.

En general, la indicación del estado de LBT puede enviarse, bien en una portadora de UL en el espectro sin licencia (por ejemplo, la misma portadora en la que ha fallado la comprobación LBT) o en una portadora de UL en la portadora con licencia, tal como una portadora proporcionada por una celda primaria (PCell) en la que no es necesario realizar la comprobación LBT. Sin embargo, en algunos ejemplos, se debería enviar una indicación de estado de LBT en la PCell (portadora con licencia) con el fin de no interferir con la transmisión en curso detectada en el espectro sin licencia. Si se transmite en el espectro sin licencia, la indicación de estado de LBT debería ser relativamente corta. Se puede utilizar una nueva indicación de señalización corta para la indicación de estado de LBT o, alternativamente, se puede modificar o reutilizar una indicación existente para proporcionar la indicación de estado de LBT.

Como se muestra además en la Figura 5, el eNB detecta (en 516) la transmisión de UL desde el UE2, y detecta además (en 516) que un UE programado (UE1) no ha transmitido PUSCH en el recurso de UL programado mediante, bien, (a) implícitamente detectando una ausencia de transmisión desde el UE1 (por ejemplo, detectando una transmisión discontinua o DTX) en el recurso PUSCH de UL; o bien, (b) recibiendo explícitamente una indicación de fallo de LBT (o detección de canal ocupado) desde el UE1.

En respuesta a la detección de que el UE1 no ha transmitido un PUSCH en el recurso de UL programado, el eNB inicia (en 518) un procedimiento de reducción de potencia en nombre del UE1, y el eNB además se abstiene (en 520) de programar recursos de UL de la portadora sin licencia asociados para el UE1 hasta que finalice el procedimiento de reducción de potencia.

Obsérvese que ya que el eNB ha detectado la transmisión PUSCH desde el UE2, el eNB continúa (en 522) programando recursos de UL para el UE2.

Como se muestra en la Figura 6, como parte del procedimiento de reducción de potencia en nombre del UE1, el eNB puede generar (en 602) un número aleatorio N y, a continuación, iniciar el procedimiento de reducción de potencia. El número aleatorio N se utiliza para determinar la duración del tiempo de reducción de potencia. El número aleatorio N se utiliza como valor inicial de un contador de reducción de potencia decreciente, que disminuye N para realizar una cuenta regresiva a partir del número aleatorio N generado. El eNB no sale del estado de reducción de potencia hasta que el contador de reducción de potencia haya llegado a cero. De manera más general, el procedimiento de reducción de potencia puede inicializar un temporizador de reducción de potencia a un valor distinto de cero, donde el temporizador de reducción de potencia puede implementarse como un contador o una variable que puede disminuirse después de cada intervalo de tiempo de reducción de potencia.

El eNB determina (en 604) si el canal (a través del cual el UE1 ha de realizar la transmisión de UL) ha estado

5 inactivo durante un período de aplazamiento de eCCA específico, que es un período específico. Si el canal ha estado inactivo durante el período de aplazamiento de eCCA especificado, el eNB determina (en 606) si $N = 0$, lo que significa que el contador de reducción de potencia ha contado regresivamente hasta cero. Si N es mayor que 0, el eNB detecta (en 608) el canal durante una duración de un intervalo de eCCA, que es una duración especificada. Un intervalo eCCA se refiere a un intervalo de tiempo que tiene una duración específica para el procedimiento de reducción de potencia.

10 A continuación, el eNB determina (en 610) si se ha detectado un intervalo de eCCA inactivo (un intervalo de tiempo libre de interferencias). De lo contrario, el eNB vuelve a la tarea 604. Sin embargo, si se ha detectado un intervalo de eCCA inactivo (en 610), entonces el contador de reducción de potencia disminuye (en 612) el valor de N y vuelve a la tarea 606.

15 Si el contador de reducción de potencia ha disminuido hasta cero, como se detecta en 606, el eNB finaliza (en 614) el procedimiento de reducción de potencia para el UE1. Cuando finaliza el procedimiento de reducción de potencia para el UE1, el eNB vuelve a considerar al UE1 en las decisiones de programación de UL.

20 Al utilizar el proceso anterior, el eNB asegura que un UE que ha fallado en LBT aparecería ante otros nodos en competencia alrededor del UE como si ese UE entrara en un estado de reducción de potencia desde la perspectiva de transmisión de UL. El proceso anterior asegura que un UE programado comparta el medio de una manera más justa con otros UE, tales como nodos Wi-Fi alrededor del UE.

Detalles adicionales del procedimiento de detección en el eNB

25 Como se ha dado a conocer anteriormente en relación con la Figura 6, el procedimiento de reducción de potencia realizado por el eNB en nombre del UE incluye múltiples instancias en las que el eNB evalúa el estado de un canal para determinar si el canal está ocupado o inactivo. Con un procedimiento de reducción de potencia tradicional o heredado, el canal se detecta como inactivo cuando no se detecta ninguna otra transmisión por encima del umbral de CCA. En algunas implementaciones ejemplares, el procedimiento de reducción de potencia de la Figura 6 también puede utilizar el mismo criterio para determinar el estado de un canal.

30 En otros ejemplos, el procedimiento de reducción de potencia de la Figura 6 puede clasificar un canal como inactivo incluso cuando se detecta la presencia de transmisiones particulares programadas/que no interfieren. Ciertas transmisiones que no interfieren pueden ocurrir simultáneamente por el aire (por ejemplo, dos UE programados en diferentes bloques de recursos (RB) de UL dentro del ancho de banda del sistema son ortogonales en el dominio de frecuencia y, por lo tanto, no interfieren entre sí). En general, en un nodo de detección (tal como el eNB), si un primer nodo de transmisión que transmite en un canal no hubiera creado una interferencia sustancial en la recepción de una transmisión en el canal desde un segundo nodo de transmisión, entonces el nodo de detección puede tratar el canal como limpio o inactivo para el segundo nodo de transmisión incluso cuando se detecta la transmisión desde el primer nodo de transmisión.

40 Desde la perspectiva del eNB, cuando se ejecuta el procedimiento de reducción de potencia en nombre de un UE determinado (digamos el UE1), se detecta un canal como inactivo (tareas 608 y 610 en la Figura 6) en presencia de una transmisión desde un nodo determinado, siempre y cuando la transmisión no interfiera, es decir, siempre y cuando el eNB determine que la transmisión detectada no habría interferido con la transmisión desde el UE1.

45 En algunas implementaciones de la presente descripción, un eNB determinado puede considerar un intervalo de eCCA como inactivo (tarea 610 en la Figura 6) en cualquiera o alguna combinación de los siguientes casos:

- No se detecta ninguna transmisión en el intervalo de eCCA por encima del umbral de CCA.
- Se detecta una transmisión por encima del umbral de CCA en el intervalo de eCCA, pero la transmisión detectada proviene de un transmisor conocido "amigo" o que no interfiere. Una transmisión desde un transmisor amigo o que no interfiere puede incluir cualquiera o alguna combinación de las siguientes transmisiones:
 - Una transmisión desde un transmisor de enlace descendente del eNB determinado;
 - Una transmisión desde uno de los UE de UL programados según lo programado por el eNB determinado;
 - Una transmisión desde un transmisor conocido que coopera y no interfiere, donde dicha transmisión puede incluir:
 - Una transmisión desde eNB contiguos conectados al eNB dado mediante una interfaz a través de la cual se puede intercambiar señalización de control rápida para posibilitar transmisiones cooperativas para mitigar la interferencia mutua; o
 - Una transmisión desde cualquier UE atendido por dichos eNB contiguos. En algunos ejemplos, los transmisores cooperativos que no interfieren pueden incluir una indicación que los identifique como transmisiones que no interfieren para facilitar lo anterior. Además o alternativamente, estas transmisiones pueden detectarse basándose en una secuencia de

codificación conocida o cualquier otra característica conocida asociada con estas transmisiones.

5 Un eNB que considera un intervalo de eCCA que tiene una transmisión que no interfiere como un intervalo de eCCA inactivo es capaz de contar hacia atrás el contador de reducción de potencia más rápidamente durante una operación de reducción de potencia realizada en nombre de un UE que en el caso tradicional o heredado donde un intervalo de eCCA está considerado inactivo solamente si no hay transmisión dentro del intervalo de eCCA por encima del umbral de CCA. El procedimiento de detección modificado que considera un intervalo de eCCA que tiene una transmisión que no interfiere como un intervalo de eCCA inactivo esencialmente tiene en cuenta el hecho de que el eNB de servicio y cualesquiera transmisores que no interfieren no compiten de forma independiente por el acceso al canal (es decir, no interferirán con las transmisiones de cada uno) y, por lo tanto, el procedimiento de reducción de potencia no tiene que distinguirlos en el mecanismo de acceso al canal para asegurar la equidad.

15 La Figura 7 es un diagrama de flujo del procedimiento de detección modificado que considera un intervalo de eCCA que tiene una transmisión que no interfiere como un intervalo de eCCA inactivo, que sirve como ejemplo ilustrativo para una mejor comprensión de la presente invención y que no está cubierto por las reivindicaciones adjuntas. El procedimiento de reducción de potencia modificado de la Figura 7 lo realiza un eNB en nombre de un UE. El procedimiento de detección modificado de la Figura 7 puede corresponder a la tarea 610 en la Figura 6.

20 El eNB determina (en 702) si hay una transmisión en un intervalo de eCCA con potencia por encima del umbral de CCA. De lo contrario, a continuación, el eNB indica (en 704) que se detecta un intervalo de eCCA inactivo.

25 Si la transmisión en el intervalo de eCCA está por encima del umbral de CCA, a continuación, el eNB determina (en 706) si la transmisión proviene de un transmisor que no interfiere. Si es así, a continuación, el eNB indica (en 704) que se detecta un intervalo de eCCA inactivo.

Si el eNB determina (en 706) que la transmisión no proviene de un transmisor que no interfiere, a continuación el eNB indica (en 708) que se detecta un intervalo de eCCA ocupado.

30 Indicación explícita del estado de detección del canal al eNB

Como alternativa o complemento a otras soluciones dadas a conocer en la presente memoria, un UE puede enviar una indicación explícita de un estado de LBT (es decir, si una comprobación LBT ha fallado o ha tenido éxito) a un eNB. Proporcionar dicha indicación explícita puede ayudar a mejorar la fiabilidad de la detección del estado del UE en el eNB (en comparación con una detección implícita del estado de LBT como se ha dado a conocer anteriormente). Proporcionar la indicación explícita se puede utilizar para abordar el problema 1 dado a conocer anteriormente.

Un UE puede enviar una indicación de estado de LBT a un eNB al detectar uno o más de los siguientes:

- 40 • El fallo del UE en una comprobación LBT debido a que el UE detecta un canal ocupado (por ejemplo, en respuesta a la recepción de una concesión de UL, el UE realiza una comprobación LBT y detecta una transmisión en curso por encima de un umbral de CCA).
- La detección del UE de un canal inactivo, por ejemplo, después de fallar previamente una comprobación LBT.
- 45 • La detección del UE de un evento que resulta en un cambio en el estado de LBT del UE.
- La detección del UE de un cambio en uno o más de los parámetros que rigen el estado del LBT del UE, por ejemplo,
 - 50 ○ reinicio, vencimiento o cambio (por ejemplo, más allá de un umbral) de un contador tal como un contador de reducción de potencia en el UE,
 - cambio (por ejemplo, más allá de un umbral) de la duración de una ventana de contención.

La indicación de estado LBT se puede enviar utilizando cualquiera de varios mecanismos diferentes. Por ejemplo, el UE puede transmitir un mensaje o una indicación a través de una portadora con licencia u otra portadora sin licencia.

55 Los ejemplos de mensajes pueden incluir cualquiera o alguna combinación de los siguientes:

- Un mensaje RRC.
- Un elemento de control MAC, tal como
 - 60 ○ un informe de estado de la memoria intermedia (BSR), o
 - un nuevo elemento de control MAC.
- Una indicación de capa física, tal como

65

- o un SR,
- o un PUCCH ACK/NACK, o
- o una indicación CQI (por ejemplo, utilizando un punto de código específico).

5 En general, puede darse el caso de que se utilicen nuevos mensajes o indicaciones para proporcionar la indicación del estado de LBT, o alternativamente, los mensajes o indicaciones existentes puedan reutilizarse o modificarse para transmitir la indicación del estado de LBT al eNB. Un nuevo mensaje, una nueva indicación o un nuevo elemento de control pueden referirse a un mensaje, una indicación o un elemento de control que no está especificado en los estándares actuales que rigen las comunicaciones móviles o inalámbricas, pero que puede o no especificarse en los estándares posteriores. Un mensaje existente, una indicación existente o un elemento de control existente pueden referirse a un mensaje, una indicación o un elemento de control que se especifican en los estándares actuales que rigen las comunicaciones móviles o inalámbricas.

15 Al recibir la indicación de estado de LBT, el eNB puede tomar varias acciones, incluyendo cualquiera o alguna combinación de las siguientes.

- El eNB puede controlar las decisiones de programación relacionadas con los recursos de UL (que pueden abordar los problemas 1 y 2 dados a conocer anteriormente), donde el control de las decisiones de programación puede incluir cualquiera o alguna combinación de lo siguiente:

- abstención de programar un recurso de UL para el UE,
- Programación de un recurso de UL para el UE (por ejemplo, después de abstenerse previamente de programar un recurso de UL para el UE), o
- programación del UE en otra portadora de UL.
- programación de otro UE en lugar de que el UE indique un estado de canal ocupado (es decir, un LBT fallido o entrar en un estado de reducción de potencia)

- El eNB puede actualizar un estado de LBT para el UE en el eNB (para abordar el problema 1), tal como mediante reinicio o vencimiento o cambio de contadores tales como un contador de reducción de potencia en el eNB.

- El eNB puede asignar o actualizar el estado de un nodo oculto en el eNB (para abordar el problema 2). Esto puede utilizarse en el eNB para:

- o seleccionar una portadora o canal en el eNB, es decir, para mover el UE a una portadora diferente, o para programar el UE en una portadora diferente cuando se detecta un problema de nodo oculto,
- o controlar o actualizar la técnica de LBT (o sus parámetros rectores) utilizada en el UE o para el UE. Esto puede permitir que el eNB optimice la técnica de LBT utilizada según el entorno de radio detectado como se describe más adelante.

40 La Figura 8 es un diagrama de flujo de mensajes de un proceso realizado por un eNB, UE1 y UE2, según implementaciones adicionales. El proceso de la Figura 8 incluye varias tareas de la Figura 5 dadas a conocer anteriormente, donde a dichas tareas se les asignan los mismos números de referencia que en la Figura 5.

45 En el proceso de la Figura 8, en respuesta al fallo de la comprobación LBT (en 508), el propio UE1 inicia (en 802) un procedimiento de reducción de potencia, en contraste con el proceso de la Figura 5, donde el eNB inicia un procedimiento de reducción de potencia en nombre del UE1. Mientras ejecuta el procedimiento de reducción de potencia, el UE1 no transmite ningún dato en el UL de la portadora sin licencia al que el eNB ha proporcionado una concesión de UL. Si el UE recibe una concesión de UL posterior en la portadora de UL sin licencia, el UE ignora dicha concesión siempre que esté en el estado de reducción de potencia.

En cambio, el UE1 puede transmitir (en 514) una indicación de fallo de LBT opcional al eNB, donde esta indicación de fallo de LBT es una de las indicaciones de estado de LBT explícitas dadas a conocer anteriormente.

55 El eNB detecta (en 804) la transmisión de UL desde el UE2 y detecta además (en 804) la indicación de fallo de LBT desde el UE1. En respuesta a la detección de la indicación de fallo de LBT del UE1, el eNB se abstiene (en 520) de programar recursos de UL de la portadora asociada sin licencia para el UE1 hasta que finalice el procedimiento de reducción de potencia. Obsérvese que el eNB se abstendrá de programar recursos de UL para el UE1 nuevamente (o equivalentemente prohibirá que el UE1 sea programado en el UL) hasta que el eNB reciba una indicación adicional del UE1 que indique que el UE1 ha salido del procedimiento de reducción de potencia. Obsérvese que el eNB también puede ser consciente del hecho de que un UE en estado de reducción de potencia ignorará y se abstendrá de transmitir en la portadora de UL correspondiente siempre que el UE esté en el estado de reducción de potencia. Por lo tanto, cualquier concesión de UL transmitida para programar transmisiones de UL en esta portadora se desperdiciará e idealmente, por lo tanto, un eNB se abstendría de transmitir más concesiones de UL para dicho UE en la portadora de UL correspondiente hasta que el eNB reciba una indicación de que el UE ha salido del

procedimiento de reducción de potencia. Una implementación alternativa es que el eNB transmita especulativamente concesiones de UL sabiendo que el UE las utilizará cuando el UE finalmente salga del estado de reducción de potencia. Esto tiene el coste de señalización de DL adicional y también recursos de UL concedidos potencialmente desperdiciados. Sin embargo, esto puede evitar la señalización explícita de que el UE salga del estado de reducción de potencia.

Ahora, considerando el caso del UE2 en la Figura 8, ya que el eNB ha detectado la transmisión PUSCH desde el UE2, el eNB continúa (en 522) programando recursos de UL para el UE2.

Como parte del procedimiento de reducción de potencia, el UE1 puede generar un número aleatorio N e iniciar el procedimiento de reducción de potencia. Durante el tiempo de reducción de potencia, el UE1 disminuye el número N como se da a conocer más adelante. El proceso de cuenta regresiva del contador de reducción de potencia en el UE1 es similar al que se ha dado a conocer anteriormente en relación con la Figura 6, excepto que la cuenta regresiva se realiza en el UE1 en lugar de en el eNB. Cuando el valor del contador (N) de reducción de potencia llega a cero, el UE1 sale (en 806) del procedimiento de reducción de potencia.

Al salir del procedimiento de reducción de potencia, si hay datos en la memoria intermedia de UL del UE1, el UE1 transmite (en 808) una indicación al eNB que indica que el UE1 es capaz nuevamente de realizar transmisiones de UL en la portadora sin licencia. Esta indicación también puede indicar, bien implícita, o bien explícitamente que el UE ha salido del estado de reducción de potencia. El UE también puede enviar dicha indicación justo antes de salir realmente del estado de reducción de potencia, por ejemplo, cuando el valor del temporizador de reducción de potencia alcanza un umbral predeterminado o cae por debajo de un valor de umbral predeterminado. Esta transmisión temprana de dicha indicación ayudará a reducir la latencia potencial para el tráfico de enlace ascendente, pero tiene el coste de que potencialmente el temporizador de reducción de potencia no venza cuando el UE reciba la siguiente concesión de enlace ascendente y, por lo tanto, es una compensación entre latencia y uso excesivo potencial de recursos de enlace ascendente y/o de enlace descendente en la celda. El UE1 puede proporcionar esta indicación utilizando cualquiera de los siguientes:

- Utilizando una solicitud de programación (SR) transmitida en la PCell:

- En este caso, la SR puede modificarse para transportar información adicional para indicar al eNB que el UE1 es capaz de transmitir nuevamente en la portadora sin licencia (es decir, el UE1 ha salido del procedimiento de reducción de potencia).
- Alternativamente, se pueden utilizar diferentes recursos o particiones de SR para distinguir entre SR heredada y una SR que indica que el UE1 es capaz de transmitir nuevamente en la portadora sin licencia (puede ser posible que los recursos de SR se segreguen o particionen y asociar cada recurso o partición SR a una causa de acceso particular para posibilitar que el UE1 indique una causa para el acceso de UL durante SR).

- Utilizando una SR en la portadora sin licencia de la celda secundaria (SCell):

- Mientras está en el estado de reducción de potencia, se puede impedir que el UE1 transmita cualquier señalización de control tal como una SR (tanto SR en el PUCCH como SR en la SR basada en el canal de acceso aleatorio (RACH)). Cuando el UE1 sale del procedimiento de reducción de potencia, al UE se le permite nuevamente transmitir en el siguiente recurso SR disponible en la portadora de SCell sin licencia para indicar al eNB que el UE1 ha salido del procedimiento de reducción de potencia.

- Utilizando una señal de control dedicada en SCell:

- Se puede definir una nueva señal de control corta que puede transmitirse sin realizar una comprobación LBT según los requisitos reglamentarios para posibilitar que el UE1 transmita la indicación de que el UE1 pueda transmitir nuevamente en la SCell.

- Utilizando un nuevo mensaje RRC:

- Se puede utilizar un nuevo mensaje RRC para indicar explícitamente al eNB que el UE1 ha salido del procedimiento de reducción de potencia. Este mensaje puede transmitirse en la PCell o SCell.

- Utilizando un nuevo elemento de control MAC:

- Se puede utilizar un nuevo elemento de control MAC para indicar al eNB que el UE1 ha salido del procedimiento de reducción de potencia y este nuevo elemento de control MAC se puede transmitir en la PCell o SCell.

En general, como alternativa al uso de un nuevo mensaje o una nueva indicación, también es posible reutilizar o modificar mensajes o indicaciones existentes, o añadir nuevos campos o extensiones a los mensajes o indicaciones existentes.

5 El procedimiento de reducción de potencia realizado en el UE1 incluye múltiples instancias en las que el UE1 evalúa el estado de un canal para determinar si el canal está ocupado o inactivo. Con un procedimiento de reducción de potencia tradicional o heredado, el canal se detecta como inactivo cuando no se detecta ninguna otra transmisión por encima del umbral de CCA. En algunas implementaciones ejemplares, el procedimiento de reducción de potencia del UE1 también puede utilizar el mismo criterio para determinar el estado de un canal.

10 En otros ejemplos, el procedimiento de reducción de potencia del UE1 puede clasificar un canal como inactivo incluso cuando se detecta la presencia de transmisiones particulares programadas/que no interfieren.

15 Al ejecutar el procedimiento de reducción de potencia en el UE1, se detecta un canal como inactivo en presencia de una transmisión desde un nodo dado, siempre y cuando la transmisión no interfiera, es decir, siempre y cuando el UE1 determine que la transmisión detectada no habría interferido con la transmisión desde el UE1.

20 En algunas implementaciones de la presente descripción, el UE1 puede considerar un intervalo de eCCA como inactivo en cualquiera o alguna combinación de los siguientes casos:

25 • No se detecta ninguna transmisión en el intervalo de eCCA por encima del umbral de CCA.
 • Se detecta una transmisión por encima del umbral de CCA en el intervalo de CCA, pero la transmisión detectada proviene de un transmisor conocido que no interfiere. Una transmisión desde un transmisor que no interfiere puede incluir cualquiera o alguna combinación de las siguientes transmisiones:

30 ○ una transmisión desde el eNB de servicio (el eNB que da servicio al UE1);
 ○ una transmisión desde uno de los UE de UL programados según lo programado por el eNB de servicio, que puede ser detectado por el UE basándose en:

35 ■ un campo conocido específico de celda (o específico de eNB) incluido en las transmisiones de UL desde los UE que pertenecen a una celda del eNB de servicio, o
 ■ un código de codificación específico de celda utilizado en señales de UL, tal como la señal de referencia de demodulación (DMRS) en PUSCH;

40 ○ una transmisión desde un transmisor conocido que coopera y no interfiere, donde dicha transmisión puede incluir:

45 ■ una transmisión desde eNB contiguos conectados al eNB de servicio a través de una interfaz a través de la cual se puede intercambiar señalización de control rápida para permitir transmisiones cooperativas para mitigar la interferencia mutua; o
 ■ una transmisión desde cualesquiera UE asociados con dichos eNB contiguos. En algunos ejemplos, los transmisores que cooperan, que no interfieren pueden incluir una indicación que los identifique como transmisiones que no interfieren para facilitar lo anterior. Además o alternativamente, estas transmisiones pueden detectarse basándose en una secuencia de codificación conocida o cualquier otra característica conocida asociada con estas transmisiones.

50 Un UE que considera un intervalo de eCCA que tiene una transmisión que no interfiere como un intervalo de eCCA inactivo es capaz de contar hacia atrás el contador de reducción de potencia más rápidamente durante una operación de reducción de potencia realizada en el UE que en el caso tradicional o heredado donde un intervalo de eCCA se considera inactivo solamente si no hay transmisión dentro del intervalo de eCCA por encima del umbral de CCA. El procedimiento de detección modificado que considera un intervalo de eCCA que tiene una transmisión que no interfiere como un intervalo de eCCA inactivo esencialmente tiene en cuenta el hecho de que el UE y cualesquiera transmisores que no interfieren no compiten de forma independiente por el acceso al canal (es decir, no interferirán con las transmisiones de cada uno) y, por lo tanto, el procedimiento de reducción de potencia no tiene que distinguirlos en el mecanismo de acceso al canal para asegurar la equidad.

El procedimiento de detección modificado en el UE es similar al representado en la Figura 7.

60 Recepción de concesión de UL y aspectos relacionados con el marco de UL/DL

65 En un sistema programado, el eNB transmite concesiones de UL que permiten transmisiones desde los UE en las subtramas de UL programadas. Si el UL y el DL funcionan utilizando duplexación por división de tiempo (TDD) (en otras palabras, el UL y el DL están separados en intervalos de tiempo diferentes), las concesiones de UL enviadas por el eNB y las transmisiones de UL programadas desde los UE están en la misma frecuencia de portadora. En este caso, el eNB realiza una comprobación LBT antes de enviar la concesión de UL en el DL. La Figura 3 muestra un ejemplo en el que el eNB realiza una comprobación LBT (en 300) antes de la transmisión de concesiones de UL

en los mensajes DCI 1 y 2 al UE1 y UE2, respectivamente.

Alternativamente, se puede omitir una comprobación LBT en el eNB en el caso de programación cruzada de portadoras donde la portadora de programación (DL) se encuentra en el espectro con licencia.

Como se muestra en la Figura 3, al recibir la concesión de UL y antes de transmitir en el UL, cada UE (UE1 o UE2) ejecuta una comprobación LBT para determinar si se detectan algunas transmisiones por encima del umbral de CCA en el UE. Ya que uno de los objetivos de LBT es detectar la presencia de transmisiones de otros nodos (sistema no programado/extraño), debería haber una pausa o interrupción (por ejemplo, 302) en la transmisión en el sistema (es decir, no hay transmisiones de ningún nodo que pertenezca al mismo sistema) durante este período de CCA. Esta interrupción (que puede denominarse "interrupción de CCA") puede crearse al no transmitir durante parte de una transmisión programada (ya sea en de UL o de DL). Por ejemplo, se puede crear una interrupción en la transmisión (en la que se puede realizar una comprobación LBT) absteniéndose de transmitir en uno o más símbolos de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) que pertenecen a una subtrama dada. Estos símbolos OFDM pueden pertenecer al comienzo de una subtrama o pueden ser parte del final de una subtrama.

Como se representa en la Figura 3, se puede ver que no es necesario proporcionar dicha interrupción si el mismo nodo transmisor está transmitiendo en subtramas consecutivas. Específicamente, como se muestra en la Figura 3, esto significa que todas las subtramas de DL consecutivas del eNB se pueden transmitir sin ninguna interrupción de CCA entre las subtramas de DL. Evitando interrupciones de CCA entre subtramas consecutivas en el DL puede mejorar la eficiencia espectral de las transmisiones de DL. De manera similar, las interrupciones de CCA también pueden evitarse potencialmente para el UL si el mismo UE (o conjunto de UE) está transmitiendo a través de múltiples subtramas consecutivas. Con el fin de facilitar la transmisión contigua a través de subtramas consecutivas sin interrupciones de CCA en el caso de UL, el eNB puede indicar explícitamente a los UE programados si omitir o incluir las interrupciones de CCA en las subtramas de UL. Por ejemplo, si el mismo UE o el mismo conjunto de UE están programados en subtramas consecutivas en el UL, a continuación, el eNB puede incluir una indicación explícita en el DL que indique que estos UE pueden omitir interrupciones de CCA en el UL entre las subtramas consecutivas.

En general, el eNB, después de obtener acceso al canal, puede optar por compartir la oportunidad de transmisión (TXOP) que ha obtenido el eNB con uno o más UE bajo el control del eNB. Esto puede verse como análogo a la programación de enlace ascendente dentro de la TXOP del eNB. En una TXOP compartida de este tipo hay, por tanto, una fase de DL y una fase de UL. Durante la fase de DL, el eNB puede transmitir una concesión ("asignación de UL") para programar un UE particular para transmitir durante la fase de UL.

En el sistema LTE actual, existe un retraso (por ejemplo, 4 milisegundos o ms) entre la transmisión del mensaje de asignación de UL en DL y la propia transmisión de UL real. Este retraso puede denominarse aquí $\Delta_{\text{concesión_UL}}$. Si se va a utilizar el uso compartido de TXOP, la presencia de dicho retraso impone una restricción a la duración mínima de la TXOP; es decir, si la TXOP es más corta que $\Delta_{\text{concesión_UL}}$, entonces no es posible compartir TXOP.

Por lo tanto, si la longitud de la TXOP, es decir, la duración total de transmisión de la fase de DL (la transmisión del eNB) y la siguiente fase de enlace ascendente (es decir, transmisiones desde todos los UE programados) es mayor que un umbral predeterminado (por ejemplo, mayor que $\Delta_{\text{concesión_UL}}$ o un valor derivado del mismo), como puede ser el caso en algunas jurisdicciones, se le puede permitir al eNB realizar la LBT (por ejemplo, LBT de categoría 4) en nombre de los UE que el eNB desea programar para el UL. En otras palabras, en tales casos, los UE pueden omitir, bien la LBT completa, o bien realizar una LBT reducida según la LBT de categoría 2 o 3, por ejemplo. Sin embargo, si la duración total de la transmisión (es decir, TXOP) es menor que el umbral predeterminado (por ejemplo, menor que $\Delta_{\text{concesión_UL}}$ o un valor derivado del mismo), a continuación, no se permite dicha excepción para que el UE omita LBT o realice LBT reducida. Ya que la duración de la fase de DL y la fase de UL es variable (y puede incluir transmisiones hacia/desde UE distintos del propio UE), el UE tiene que saber si la transmisión del UE cae dentro de la duración total permitida de TXOP del eNB o no. Para posibilitar esto, el eNB puede indicar explícitamente al UE que realice, bien una LBT completa, o bien que realice una LBT reducida/sin LBT.

Alternativamente, el UE puede emplear un enfoque implícito, por ejemplo basado en una regla (por ejemplo, basado en uno o más de los $\Delta_{\text{concesión_UL}}$, el tiempo de llegada de la asignación de UL dentro de la TXOP, la duración o una duración máxima de la TXOP y la duración real de la transmisión de UL) con el fin de derivar si se debería emplear LBT completa o reducida/sin LBT. Debería observarse que esto implica que el UE sea consciente del inicio de la TXOP del eNB. Cuando esto no sea posible, se puede emplear el enfoque explícito mencionado anteriormente.

En general, el eNB puede indicar explícitamente al UE si realizar LBT completa o reducida/sin LBT, basándose en uno o más de los siguientes:

- 1) el inicio del TXOP (T_0),
- 2) una duración de la TXOP del eNB (Δ_{TXOP}),
- 3) la temporización del mensaje de asignación de UL (T_g),
- 4) el retraso ($\Delta_{\text{concesión_UL}}$) entre el mensaje de asignación de UL y la transmisión de UL programada,

- 5) la temporización de la transmisión de UL programada para el UE (T_{UL}),
 6) la duración de la transmisión UL (Δ_{UL_tx}).

Como ejemplo, supongamos que $T_{UL} = T_g + \Delta_{concesión_UL}$, entonces:

- 5
- Si $T_{UL} + \Delta_{UL_tx}$ (es decir, el final de la transmisión UL) cae dentro de la TXOP permitida del eNB (es decir, $T_0 \leq (T_{UL} + \Delta_{UL_tx}) \leq (T_0 + \Delta_{TXOP})$), el UE realiza LBT reducida/sin LBT (de nuevo, ya sea como resultado de la recepción de señalización explícita del eNB, o como resultado de la determinación de esta condición por sí misma);
- 10
- De lo contrario (es decir, al menos una parte de la transmisión del UE quedaría fuera de la TXOP del eNB), el UE realiza LBT completa (nuevamente, ya sea como resultado de la recepción de señalización explícita del eNB o como resultado de la determinación de esta condición por sí misma).

15 Esta indicación explícita puede incluirse en un mensaje, tal como un mensaje DCI del PDCCH que transmite la concesión de UL. Si se incluye en la concesión del PDCCH como se propone, el eNB puede controlar dinámicamente el comportamiento del UE para cada transmisión de UL. Si no es necesario realizar dicho control dinámico, entonces se puede emplear, por ejemplo, una indicación semi-estática incluida en un mensaje RRC o un elemento de control MAC.

20 En resumen, las siguientes son varias opciones para abordar las interrupciones de CCA:

- 1) La interrupción de CCA se crea al no transmitir en uno o más símbolos OFDM que pertenecen a una subtrama.
- 2) Entre dos subtramas consecutivas, se puede incluir una interrupción de CCA, por ejemplo, al inicio de la segunda subtrama o al final de la primera subtrama.
- 25
- a. Esta opción de incluir una interrupción de CCA se emplea cuando un nodo de transmisión diferente transmite en cada una de las subtramas consecutivas.
- 3) Se puede omitir una interrupción de CCA entre dos subtramas consecutivas (o de manera equivalente, se realiza una transmisión contigua sin interrupciones de CCA) cuando el mismo nodo de transmisión (o el mismo conjunto de nodos de transmisión) está o están transmitiendo en ambas subtramas consecutivas.
- 30

Basándose en lo anterior, se pueden hacer las siguientes observaciones como se muestra en la Figura 3:

- 35
- En el DL, la opción 1) anterior implica que no hay interrupciones de CCA entre subtramas de DL consecutivas del mismo eNB.
 - La opción 2) implica que hay una interrupción de CCA incluida en el punto de conmutación entre la fase de DL y la fase de UL.
- 40
- Esto se debe a que el nodo de transmisión es diferente, es decir, el eNB transmite la última subtrama de DL seguida de uno o más UE de UL programados que transmiten en la primera subtrama de UL después de la fase de DL, estos uno o más UE de UL programados que transmiten en la primera subtrama de UL realizarán una comprobación LBT durante el intervalo de CCA entre la fase de DL y la fase de UL.
 - Esta interrupción de CCA en el punto de conmutación entre la fase de DL y la fase de UL puede incluirse al final de la última subtrama de DL o al comienzo de la primera subtrama de UL.
- 45
- La combinación de las opciones 1) y 2) puede implicar que si el mismo UE o el mismo conjunto de UE está o están transmitiendo a través de subtramas de UL consecutivas, a continuación, no se incluye una interrupción de CCA entre estas subtramas.
- 50

Un eNB puede indicar si incluye o no dicha interrupción de CCA mediante señalización explícita como se ha mencionado anteriormente.

55 Ajuste de la técnica LBT

La técnica LBT utilizada se puede ajustar basándose en si hay o no nodos ocultos.

60 Si, desde la perspectiva del eNB, no hay nodos ocultos para un UE en una portadora específica o dentro de la red (es decir, cada nodo de transmisión que está dentro del alcance de CCA del UE también está dentro del alcance de CCA del eNB), entonces el UE no tiene que realizar LBT o procedimientos de reducción de potencia antes de transmitir, siempre que el eNB realice su propia comprobación LBT antes de enviar una concesión de UL.

65 En general, el UE adopta una técnica LBT basada en la portadora en la que se recibe la concesión de UL y/o basada en la existencia de nodos ocultos en el sistema. Específicamente:

5 • Si el eNB no realiza una comprobación LBT antes de transmitir una concesión de UL, entonces el UE tiene que realizar una LBT similar a una LBT de categoría 4 antes de las transmisiones de UL. Una LBT de categoría 4 es una LBT con reducción de potencia aleatoria dentro de una ventana de contención de tamaño variable (por ejemplo, una que crece basándose en cada reintento sucesivo).

10 ○ Cuando la portadora de programación (es decir, la portadora de DL en caso de programación cruzada de portadora) está en el espectro con licencia, a continuación, el UE adopta una técnica LBT que incluye reducción de potencia, tal como una LBT de categoría 3 o LBT de categoría 4. Una LBT de categoría 3 es una LBT con reducción de potencia aleatoria dentro de un tiempo de tamaño fijo (ventana de contención).

15 • Si el eNB realiza una comprobación LBT antes de transmitir una concesión de UL, a continuación, se adopta una técnica LBT basada en la presencia de nodos ocultos en el sistema.

○ Si se detectan nodos ocultos, se pueden adoptar soluciones como las dadas a conocer en la sección "Detección y reducción de potencia de canal realizadas en nodos separados" y en la sección "Indicación explícita del estado de detección de canal al eNB".

20 ▪ La detección de nodos ocultos puede ser realizada por el eNB o por el UE; si el eNB detecta nodos ocultos, se señala a los UE la presencia o ausencia de nodos ocultos.

○ Si no se detectan nodos ocultos, a continuación al recibir una concesión de UL, se puede emplear uno de los siguientes:

25 ▪ Uso de aplazamiento exclusivo en la UE (es decir, solo comprobación LBT pero sin reducción de potencia); con transmisión de UE posterior si LBT tiene éxito. Obsérvese que esto está implícitamente integrado en los procedimientos descritos en la sección "Detección y reducción de potencia de canal realizadas en nodos separados" y en la sección "Indicación explícita del estado de detección de canal al eNB".

30 ▪ No realizar LBT en el UE, por ejemplo el eNB puede indicarle al UE que omita temporalmente la comprobación LBT antes de transmitir en las subtramas de UL programadas al detectar que no existen nodos ocultos en el sistema.

35 Si todos los nodos de transmisión dentro del alcance de CCA de cualquiera de los UE asociados de un eNB dado también están dentro del alcance de CCA del eNB dado, a continuación, dicho sistema no tiene nodos ocultos.

40 La presencia de nodos ocultos en el sistema se puede detectar utilizando cualquiera o alguna combinación de los siguientes:

- Informe de RSSI basado en el UE al eNB que el eNB puede utilizar para detectar la presencia de nodos ocultos.
- El eNB puede detectar la presencia de nodos ocultos detectando que el UE ha fallado en la comprobación LBT después de que el eNB haya enviado una concesión de UL.

50 ○ Como se ha dado a conocer anteriormente, la detección por parte del eNB del hecho de que el UE ha fallado en LBT se puede realizar, bien implícitamente detectando DTX en un recurso PUSCH de UL programado, o bien recibiendo una indicación explícita que indique ha fallado LBT en el UE.

55 Si el eNB detecta la presencia o ausencia de nodos ocultos en el sistema, el eNB puede enviar una indicación de la presencia o ausencia de nodos ocultos a los UE asociados. Dicha indicación se puede realizar utilizando cualquiera o alguna combinación de los siguientes:

- señalización dedicada, por ejemplo, señalización RRC o elemento de control MAC,
- una indicación en una información del sistema de emisión,
- una indicación incluida en el PDCCH, o
- cualquier otra indicación.

60 Basándose en la indicación de la presencia o ausencia de nodos ocultos, los UE pueden elegir una técnica LBT apropiada como se ha dado a conocer anteriormente.

Arquitectura del sistema

65 La Figura 9 es un diagrama de bloques de un sistema 900 ejemplar (o nodo de red), que puede representar

cualquiera de: un UE o un nodo de red de acceso inalámbrico. El sistema 900 puede implementarse como un dispositivo informático o una disposición de múltiples dispositivos informáticos.

5 El sistema 900 incluye un procesador (o múltiples procesadores) 902, que se puede acoplar a una interfaz 904 de comunicación (o múltiples interfaces de comunicación) para comunicarse con otra entidad, ya sea de forma inalámbrica o a través de un enlace por cable. Un procesador puede incluir un microprocesador, un microcontrolador, un módulo o subsistema de procesador físico, un circuito integrado programable, una agrupación de puertas programables u otro control físico o circuito informático.

10 El procesador o procesadores 902 también pueden acoplarse a un medio 906 de almacenamiento (o medios de almacenamiento) legible por máquina o por ordenador no transitorio, que puede almacenar instrucciones 908 legibles por máquina que son ejecutables en el procesador o procesadores 902 para realizar diversas tareas como se ha dado a conocer anteriormente.

15 El medio 906 de almacenamiento (o medios de almacenamiento) puede incluir uno o múltiples medios de almacenamiento legibles por ordenador o por máquina. Los medios de almacenamiento incluyen diferentes formas de memoria, incluyendo dispositivos de memoria semiconductores tales como memorias de acceso aleatorio dinámicas o estáticas (DRAM o SRAM), memorias de sólo lectura programables y borrables (EPROM), memorias de sólo lectura programables y borrables eléctricamente (EEPROM) y memorias flash; discos magnéticos tales como discos fijos, flexibles y extraíbles; otros medios magnéticos, incluyendo cintas; medios ópticos tales como discos compactos (CD) o discos de vídeo digital (DVD); u otros tipos de dispositivos de almacenamiento. Obsérvese que las instrucciones dadas a conocer anteriormente se pueden proporcionar en un medio de almacenamiento legible por ordenador o por máquina, o alternativamente, se pueden proporcionar en múltiples medios de almacenamiento legibles por ordenador o por máquina distribuidos en un sistema grande que tiene posiblemente varios nodos. Dicho medio o medios de almacenamiento legibles por ordenador o por máquina se consideran parte de un artículo (o artículo de fabricación). Un artículo o artículo de fabricación puede referirse a cualquier componente único o múltiples componentes fabricados. El medio o medios de almacenamiento pueden ubicarse, bien en la máquina que ejecuta las instrucciones legibles por máquina, o bien ubicados en un sitio remoto desde el cual se pueden descargar instrucciones legibles por máquina a través de una red para su ejecución.

30 En la descripción anterior, se exponen numerosos detalles para proporcionar una comprensión del tema descrito en la presente memoria. Sin embargo, las implementaciones pueden practicarse sin algunos de estos detalles. Otras implementaciones pueden incluir modificaciones y variaciones de los detalles dados a conocer anteriormente. Se pretende que las reivindicaciones adjuntas cubran tales modificaciones y variaciones.

35

REIVINDICACIONES

1. Un método que comprende:

5 la transmisión, mediante un nodo de red de acceso inalámbrico, de información de programación que asigna un recurso de enlace ascendente para un equipo de usuario, UE;
 la detección, en el nodo de la red de acceso inalámbrico, de si el UE no ha transmitido utilizando el recurso de enlace ascendente asignado;
 10 la determinación, basándose en la detección, de que el UE ha fallado en una comprobación de escuchar antes de hablar, LBT, en el UE;
 en respuesta a la determinación de que el UE ha fallado en la comprobación LBT, la realización, por parte del nodo de red de acceso inalámbrico, de un proceso de reducción de potencia en nombre del UE; y
 cuando finaliza el proceso de interrupción, la programación adicional, por parte del nodo de red de acceso inalámbrico, de un recurso de enlace ascendente para el UE.

15 2. El método de la reivindicación 1, en donde el nodo de red de acceso inalámbrico determina que el UE ha fallado en la comprobación LBT en el UE basándose en que el UE ha detectado una transmisión en curso que tiene una potencia de transmisión superior a un umbral de potencia.

20 3. El método de la reivindicación 1, en donde la detección comprende que el nodo de la red de acceso inalámbrico comprueba una indicación de una potencia recibida o de una relación señal/interferencia para una transmisión del UE.

25 4. El método de la reivindicación 1, en donde la detección comprende que el nodo de la red de acceso inalámbrico realice un procesamiento de estimación de canal basado en el procesamiento de una señal de referencia de demodulación, DMRS, correspondiente a una transmisión del UE.

5. El método de la reivindicación 1, en el que la detección se basa en una indicación explícita proporcionada por el UE.

30 6. El método de la reivindicación 1, en donde la información de programación comprende un mensaje de Información de control de enlace descendente, DCI, en un canal físico de control de enlace descendente, PDCCH, o un canal físico de control de enlace descendente mejorado, E-PDCCH.

35 7. El método de la reivindicación 1, en donde la programación adicional se basa en el proceso de reducción de potencia.

8. El método de la reivindicación 1, en donde el proceso de reducción de potencia en nombre del UE comprende el mantenimiento, por parte del nodo de red de acceso inalámbrico, de un temporizador o contador de enlace ascendente para el UE.

40 9. El método de la reivindicación 8, en donde el nodo de red de acceso inalámbrico mantiene múltiples temporizadores o contadores de enlace ascendente para realizar procesos de reducción de potencia para respectivos UE diferentes.

45 10- El método de la reivindicación 1, en donde la programación adicional implica una LBT de categoría 4 con una ventana de contención de tamaño variable.

50 11. El método de la reivindicación 10, en donde la programación adicional utiliza la ventana de contención de tamaño variable que crece en el tiempo con cada reintento sucesivo antes de la próxima asignación de un recurso de enlace ascendente al UE.

12. Un nodo de red de acceso inalámbrico (900) que comprende:

55 una interfaz (904) de comunicación para comunicarse a través de una red inalámbrica; y
 al menos un procesador (902) configurado para realizar el método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.

60 13. El nodo de red de acceso inalámbrico de la reivindicación 12, en donde el proceso de reducción de potencia utiliza una ventana de contención de tamaño variable.

14. Un medio (906) de almacenamiento legible por máquina que comprende instrucciones (908) que, tras su ejecución, hacen que un nodo de red de acceso inalámbrico realice el método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.

65

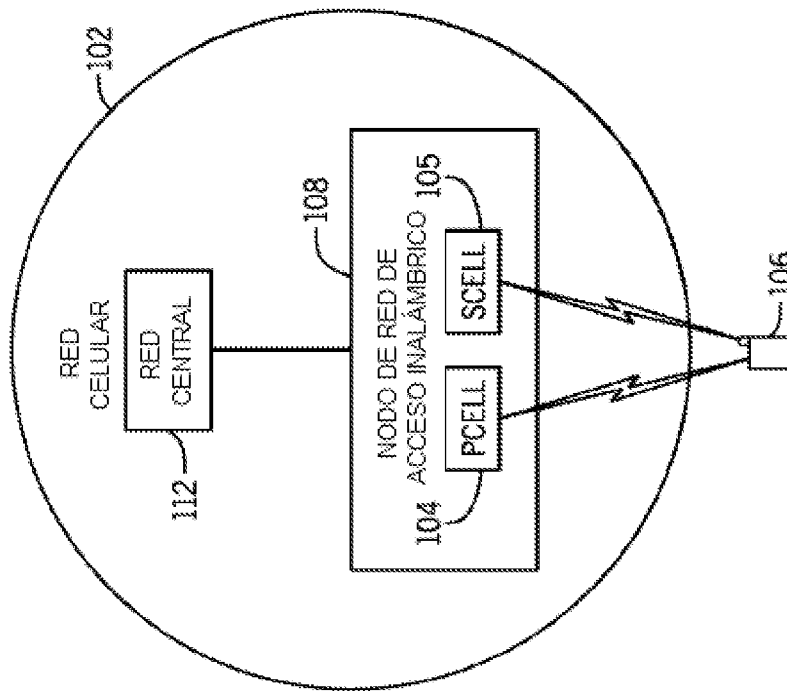


FIG. 1

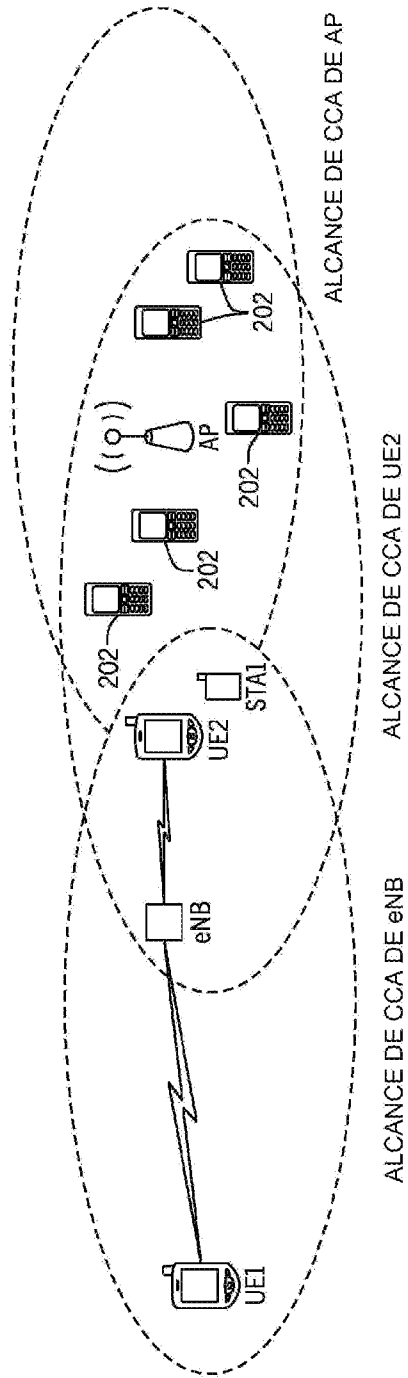


FIG. 2

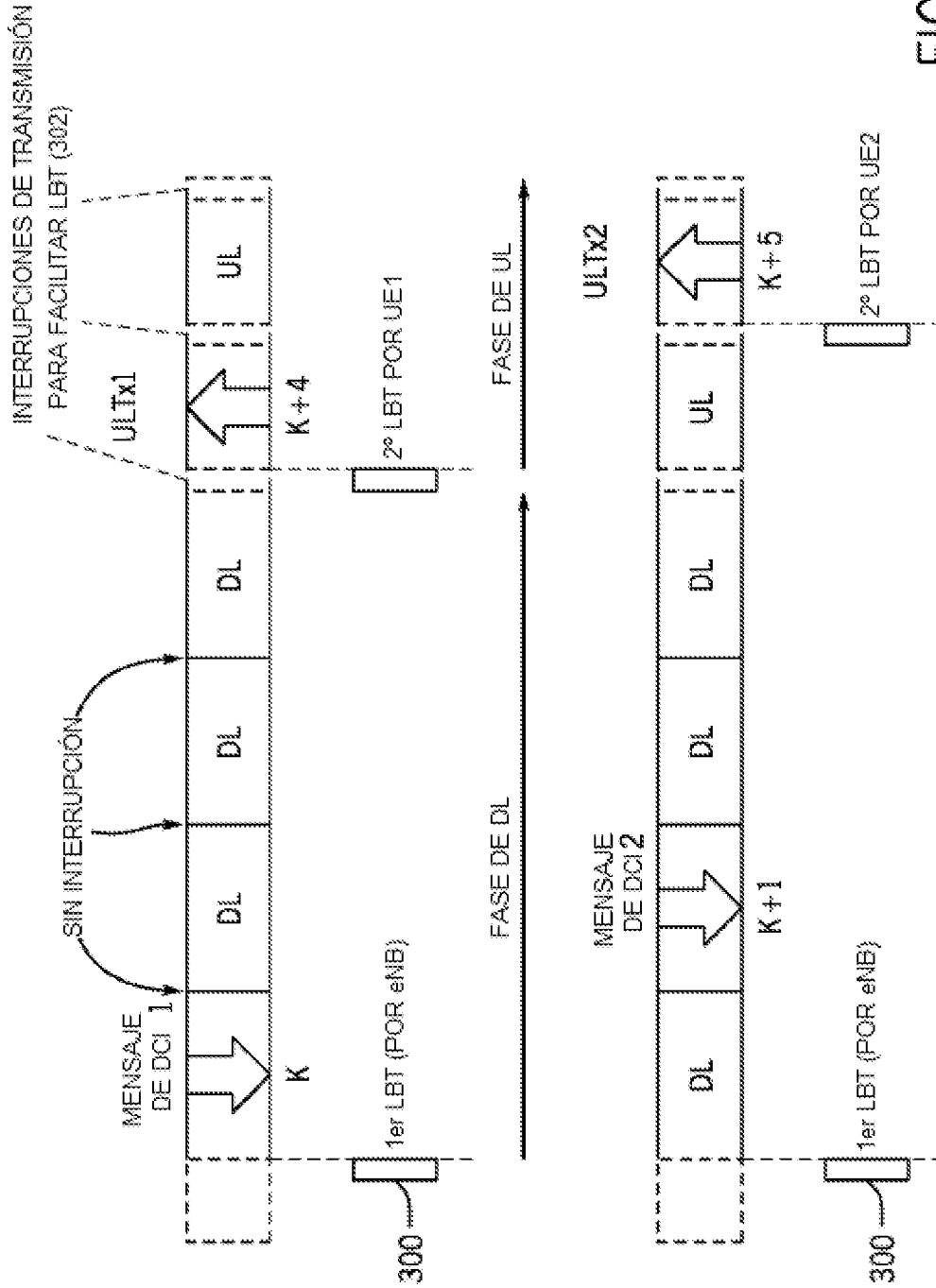


FIG. 3

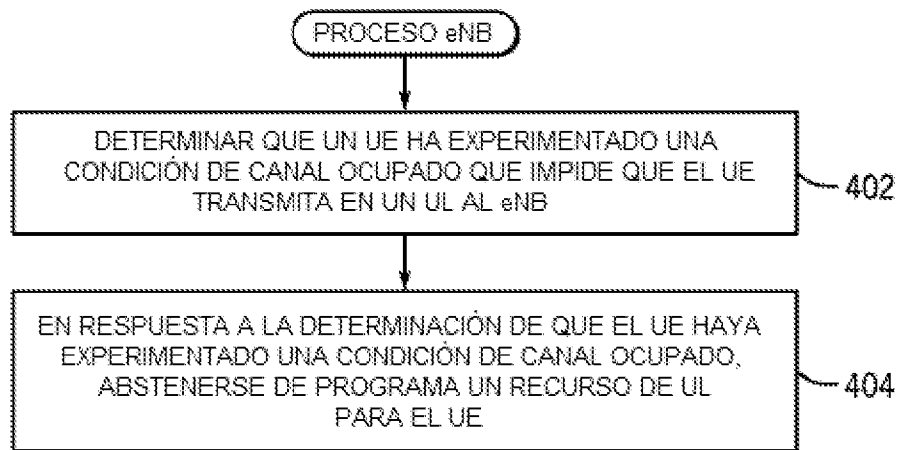


FIG. 4

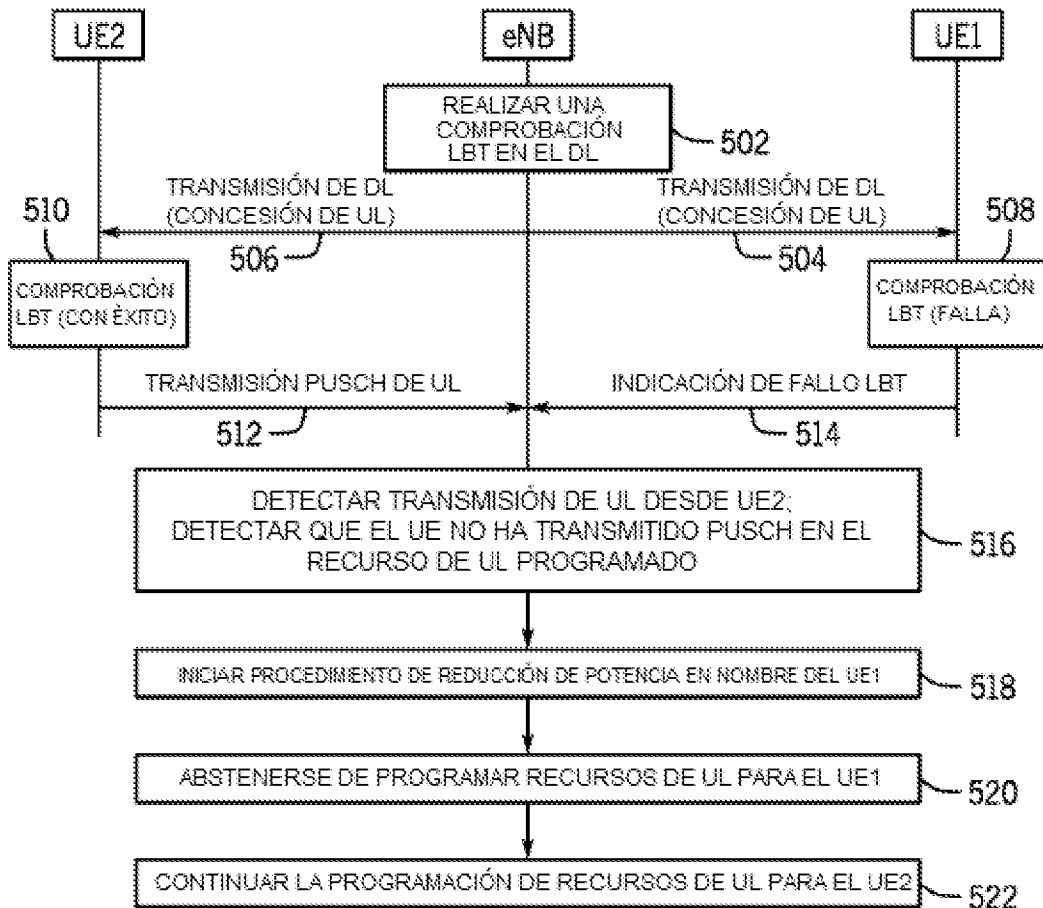


FIG. 5

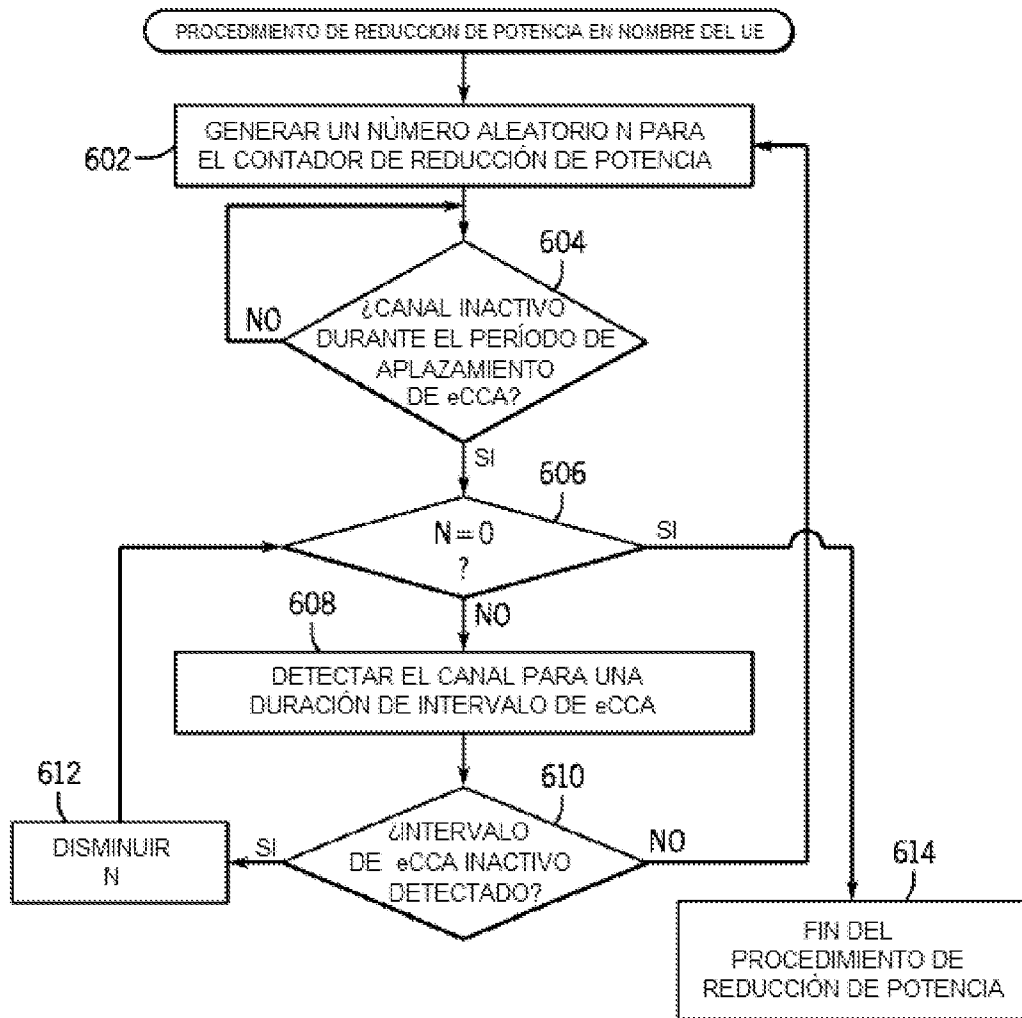


FIG. 6

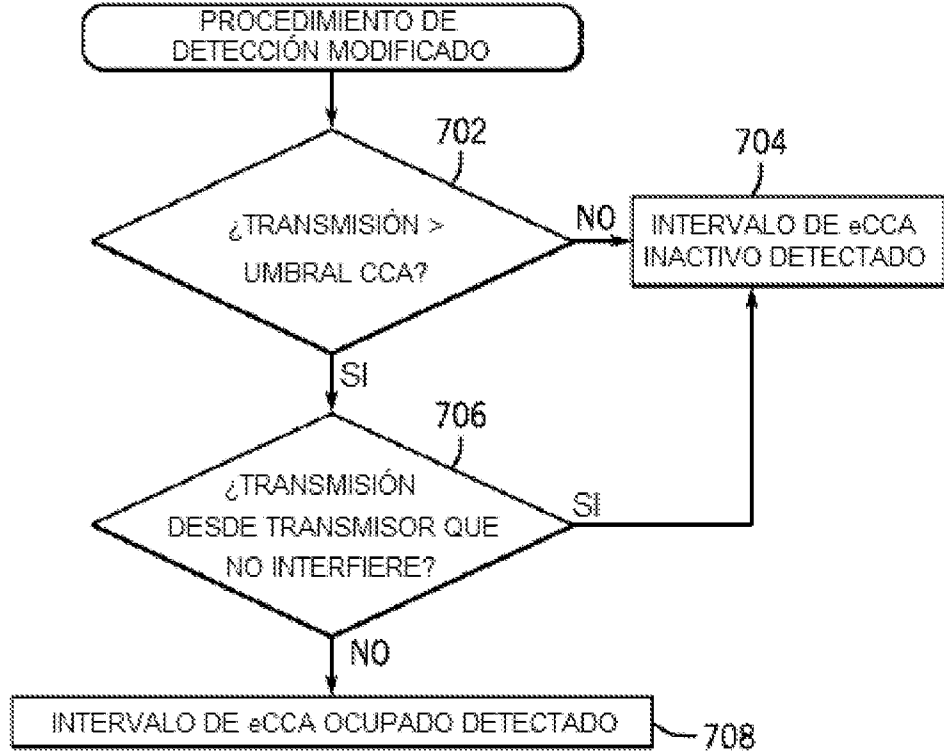


FIG. 7

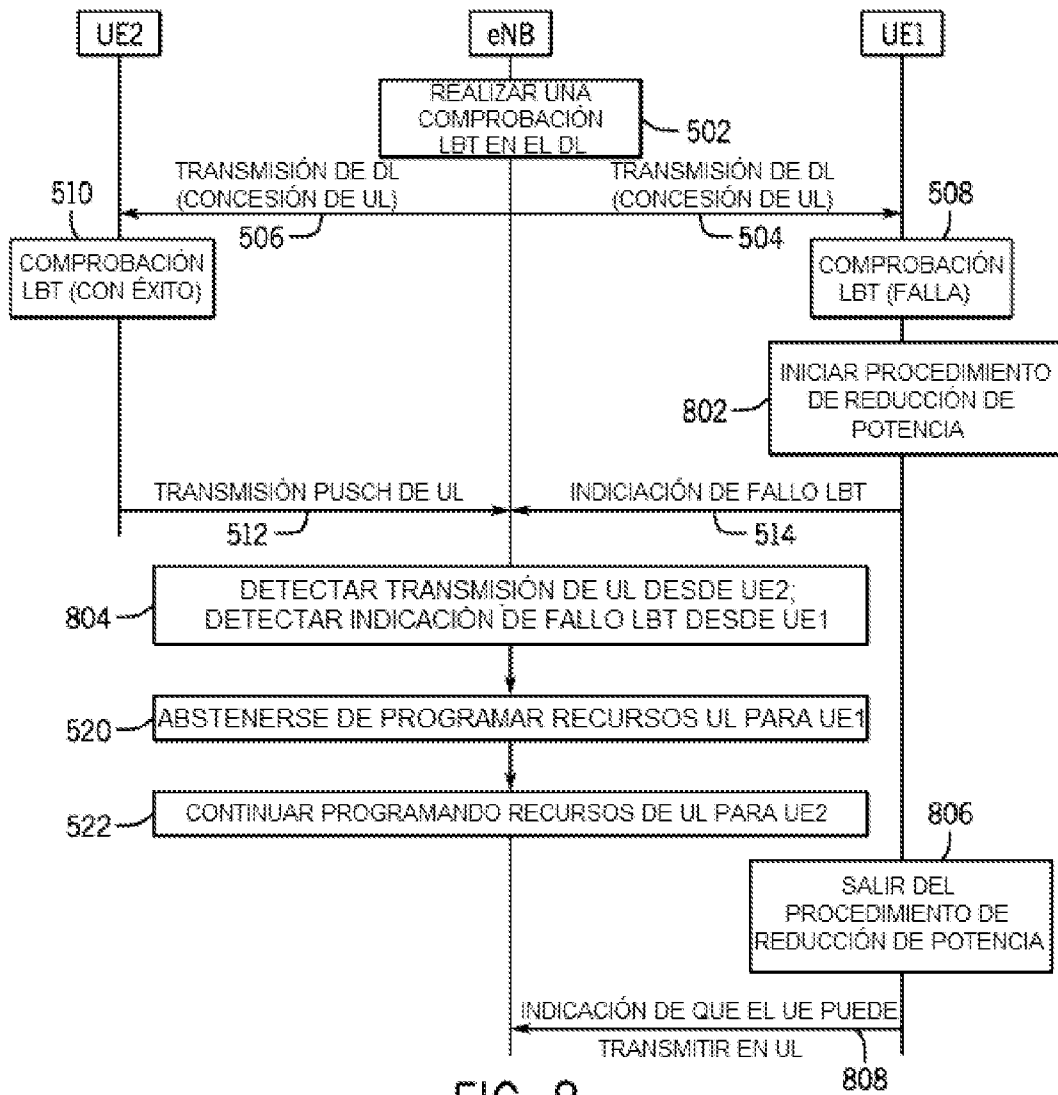


FIG. 8

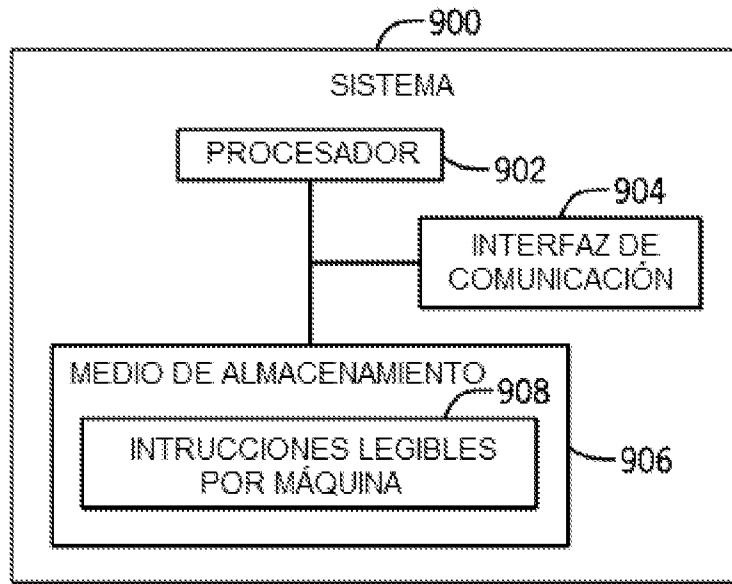


FIG. 9