

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 955 195**

51 Int. Cl.:

H04W 16/14 (2009.01)

H04W 28/04 (2009.01)

H04W 72/04 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.01.2016** **E 20215098 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.08.2023** **EP 3813405**

54 Título: **Comunicación en espectro sin licencia**

30 Prioridad:

29.01.2015 US 201514609019

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

29.11.2023

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

SUZUKI, TAKASHI;
VUTUKURI, ESWAR;
CAI, ZHIJUN y
KREUZER, WERNER

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 955 195 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

Comunicación en espectro sin licencia

Antecedentes

5 A medida que ha aumentado la demanda de comunicación inalámbrica de datos usando equipos de usuario (UE) inalámbricos, los proveedores de servicios de acceso inalámbrico enfrentan cada vez más desafíos para satisfacer las demandas de capacidad de los UE atendidos por nodos de red de acceso inalámbrico. Para satisfacer las demandas de capacidad relacionadas con las comunicaciones de los UE atendidos por nodos de red de acceso inalámbrico, se han realizado propuestas en las que se puede usar un espectro sin licencia para comunicaciones de datos. El espectro sin licencia incluye frecuencias que se suman a las frecuencias dentro de un espectro con licencia que están disponibles para un proveedor de servicios de acceso inalámbrico respectivo.

10 El estado de la técnica relevante está representado por el documento US 2014/204791 A1.

Breve descripción de los dibujos

Algunas implementaciones se describen con respecto a las siguientes figuras.

15 Las figuras 1A-1D son diagramas esquemáticos que ilustran el uso de portadoras con y sin licencia para soportar comunicaciones con un equipo de usuario (UE), según algunos ejemplos.

La figura 2 es un diagrama esquemático de ejemplo de una disposición de red que incluye varios nodos de red de acceso inalámbrico según algunos ejemplos.

La figura 3 es un diagrama de flujo de un proceso de un nodo de red de acceso inalámbrico según algunas implementaciones.

20 La figura 4 es un diagrama esquemático de ejemplo de un Elemento de Control (CE) de Control de Acceso al Medio (MAC) que informa del estado, según algunas implementaciones.

La figura 5 es un diagrama de flujo de mensajes de una realización entre un nodo B mejorado (eNB) y un equipo de usuario (UE).

25 La figura 6 es un diagrama esquemático de ejemplo de un Elemento de Control (CE) de Control de Acceso al Medio (MAC) de cancelación de transmisión, según algunas implementaciones.

La figura 7 es un diagrama esquemático de ejemplo de una región de frecuencia subdividida en bandas, según algunas implementaciones.

La figura 8 es un diagrama de bloques de ejemplo de una disposición que incluye un eNB y un punto de acceso de Red de Área Local Inalámbrica (WLAN), según algunas implementaciones.

30 La figura 9 es un diagrama de bloques que ilustra el intercambio de información entre eNB, según otras implementaciones.

La figura 10 es un diagrama de bloques de un nodo inalámbrico, según algunos ejemplos.

Descripción detallada

35 Una red de comunicaciones móviles puede operar según uno de varios tipos diferentes de estándares. En algunas implementaciones, una red de comunicaciones móviles puede operar según los estándares de Evolución a Largo Plazo (LTE) proporcionados por el Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP). Los estándares LTE también se denominan estándares de Acceso Radio Terrestre Universal Evolucionado (E-UTRA). Aunque se hace referencia a LTE o E-UTRA en el análisis subsiguiente, tenga en cuenta que las técnicas o mecanismos según algunas implementaciones pueden aplicarse a otras tecnologías de acceso inalámbrico.

40 Para expandir la capacidad de una red de comunicaciones móviles para soportar comunicaciones de datos de equipos de usuario (UE), se están considerando operaciones de Acceso Asistido Con Licencia (LAA), en las que las comunicaciones en la red de comunicaciones móviles se pueden realizar sobre un espectro sin licencia. Un espectro sin licencia incluye frecuencias que no forman parte del espectro con licencia para una red de comunicaciones móviles dada. Por ejemplo, LTE se puede asociar con un espectro específico con licencia que incluye frecuencias en las que pueden ocurrir comunicaciones LTE. Un espectro sin licencia incluye frecuencias fuera del espectro con licencia LTE, por ejemplo, frecuencias usadas actualmente por Wi-Fi.

45 LAA para un acceso o red LTE también puede denominarse LTE-U (Evolución a Largo Plazo en Espectro sin Licencia, por sus siglas en inglés). Las figuras 1A-1D ilustra ejemplos de disposiciones de Agregación de Portadoras Asistidas con Licencia, en los que el uso del espectro sin licencia está en el contexto de un marco de Agregación de Portadoras. La Agregación de Portadoras (CA) es una función que permite que un nodo de red de acceso inalámbrico use

simultáneamente dos o más Portadoras Componentes (CC) para enviar o recibir datos del mismo UE. LTE actualmente permite la agregación de portadoras para hasta cinco portadoras componentes al mismo tiempo. En otros ejemplos, se pueden proporcionar otras disposiciones de CA con diferentes números de portadoras componentes.

La operación de CA Asistida Con Licencia emplea una portadora en el espectro sin licencia como una de las portadoras componentes de CA. La figura 1A muestra las comunicaciones con un UE 102 usando tres portadoras componentes diferentes: una primera portadora 104 componente para comunicaciones de Enlace Ascendente (UL) desde el UE 102 a un nodo de red de acceso inalámbrico, una segunda portadora 106 componente para comunicaciones de Enlace Descendente (DL) desde el nodo de red de acceso inalámbrico al UE 102, y una tercera portadora 108 componente que está en el espectro sin licencia para comunicaciones DL con el UE 102.

En una red E-UTRA, un nodo de red de acceso inalámbrico se puede implementar como un Nodo B mejorado (eNB), que incluye funcionalidades de una estación base y un controlador de estación base. Aunque se hace referencia a los eNB en el análisis subsiguiente, tenga en cuenta que las técnicas o mecanismos según la presente descripción se pueden aplicar con otros tipos de nodos de red de acceso inalámbrico que operan según otros protocolos.

La primera y segunda portadoras 104 y 106 componentes en la figura 1A son parte del espectro con licencia LTE. La figura 1A muestra un ejemplo de comunicaciones Dúplex por División de Frecuencia (FDD) en el espectro con licencia, donde las comunicaciones de enlace ascendente y descendente se proporcionan sobre frecuencias separadas.

Dado que el espectro sin licencia se usa solo para comunicaciones DL con el UE 102, la disposición de la figura 1A puede denominarse disposición solo de Enlace Descendente Suplementario (SDL). Las portadoras 104, 106 y 108 componentes pueden formar una CA. Tenga en cuenta que las portadoras componentes adicionales del espectro con licencia y/o el espectro sin licencia pueden ser parte de la CA.

La figura 1B muestra un ejemplo de una disposición alternativa de una disposición SDL en la que las comunicaciones Dúplex por División en el Tiempo (TDD) se realizan en el espectro con licencia, donde las comunicaciones de enlace ascendente y descendente pueden ocurrir sobre una portadora 110 componente pero en diferentes períodos de tiempo. En el ejemplo de la figura 1B, la portadora 108 componente en el espectro sin licencia también se puede usar solo para comunicaciones DL.

En otros ejemplos, las celdas proporcionadas en portadoras en el espectro sin licencia se pueden usar para soportar comunicaciones UL y DL, como se muestra en cada una de las figuras 1C y 1D. Una disposición de este tipo se denomina portadora UL/DL Suplementaria en la disposición TDD. En la figura 1C, las comunicaciones FDD se proporcionan en el espectro con licencia usando portadoras 104 y 106 componentes, y las comunicaciones TDD (comunicaciones UL y DL en diferentes períodos de tiempo) se pueden realizar usando una portadora 112 componente. En la figura 1D, las comunicaciones TDD se realiza en el espectro con licencia usando la portadora 110 componente, mientras que las comunicaciones TDD también se realizan en el espectro sin licencia usando la portadora 112 componente.

En otros ejemplos, las portadoras de un espectro sin licencia se pueden usar en otras disposiciones, tal como en una disposición de conectividad Dual Asistida Con Licencia (donde un UE tiene una conexión dual con una portadora en el espectro con licencia y una portadora en el espectro sin licencia) o una disposición independiente (en el que el UE se comunica solo a través de una portadora en el espectro sin licencia, sin asociación con una portadora en el espectro con licencia) o una disposición en el que FDD se usa tanto en el espectro con licencia como en un espectro sin licencia.

En algunas implementaciones, la señalización relacionada con el acceso del UE a una red de acceso inalámbrico, la movilidad del UE y otros mensajes de control se pueden comunicar sobre la portadora principal (con licencia) (en el espectro con licencia). La portadora secundaria (en el espectro sin licencia) se puede usar para un aumento oportunista del rendimiento de las comunicaciones de datos entre un eNB y un UE (solo en la dirección DL, o en ambas direcciones, DL y UL).

Se pueden proporcionar una o más celdas en una portadora componente dada, ya sea en el espectro con licencia o sin licencia. En el contexto de CA, una "celda" puede referirse generalmente a un área de cobertura proporcionada por un nodo de red de acceso inalámbrico en la respectiva portadora componente. Se puede configurar una celda principal, o PCell, en una portadora componente en el espectro con licencia, mientras que una celda secundaria, o SCell, se puede configurar en cada una de las demás portadoras componentes de la CA, donde se puede configurar un SCell en una portadora componente en el espectro con licencia o sin licencia. La PCell se usa para comunicar determinada información de control además del tráfico de datos a los UE atendidos por la PCell, mientras que una SCell se usa para comunicar el tráfico de datos y determinada información de control relacionada con el tráfico de datos. El "tráfico de datos" puede referirse a datos del portador, que pueden incluir datos de usuario (por ejemplo, datos de voz u otros datos comunicados por un usuario), datos de aplicaciones, etc.

LTE-U tiene como objetivo compartir de manera justa los recursos del canal, tal como las frecuencias portadoras en un espectro sin licencia con los sistemas establecidos (por ejemplo, sistemas Wi-Fi) que operan en las mismas bandas sin licencia. Un sistema establecido se refiere a un sistema que normalmente usa portadoras del espectro sin licencia. Para que una posible solución LTE-U pueda aplicarse a todo el mundo, las características que permiten este intercambio justo deben ser independientes de la banda de frecuencia y la región.

Además, es deseable proteger las entidades de uso principal del espectro sin licencia. Una entidad de uso principal es una entidad que usa banda(s) de frecuencias específicas del espectro sin licencia, y se le debe dar prioridad para el uso de dichas banda(s) de frecuencias específicas, según la regulación gubernamental u otra disposición. Un ejemplo de una entidad de uso principal es una entidad que realiza detección y alcance de radio (Radar), que incluye el uso de señales de radio para determinar el alcance, la altitud, la dirección o la velocidad de objetos, tales como aeronaves, naves espaciales, vehículos motorizados, formaciones meteorológicas, etc. La Selección de Frecuencia Dinámica (DFS) y el Control de Potencia de Transmisión (TPC) se pueden emplear para evitar o reducir la interferencia con la operación de Radar. DFS proporciona una gestión del espectro de frecuencias que detecta y evita el uso de frecuencias portadoras en las que la operación de Radar está en curso, mientras que TPC reduce la potencia de transmisión para reducir la interferencia entre dispositivos.

Otro ejemplo de una entidad de uso principal es una entidad que transmite señales de televisión.

En algunos escenarios, tal como se muestra en un ejemplo según la figura 2, las frecuencias que un eNB de LTE-U considera vacantes o con poca interferencia pueden no ser vistas como vacantes o con poca interferencia por algunos de los UE en la cobertura del eNB de LTE-U. Un eNB de LTE-U se refiere a un eNB que es capaz de operar con LTE-U o LAA. La figura 2 muestra un área 202 de cobertura del eNB de LTE-U y las respectivas áreas 204 y 206 de cobertura de los correspondientes puntos de acceso AP1 y AP2, que pueden ser AP de WLAN que operan según IEEE 802.11, por ejemplo.

Cada uno de UE1, UE2 y UE3 está en el área 202 de cobertura del eNB de LTE-U, mientras que UE1 también está en el área 204 de cobertura de AP1 y UE3 está en el área de cobertura de AP2. Se supone que el eNB de LTE-U y AP1 usan el canal X, mientras que AP2 usa el canal Y. Un "canal" puede referirse a una frecuencia específica usada por el nodo respectivo para realizar comunicaciones. Dado que el UE2 está solo en el área 202 de cobertura del eNB de LTE-U, el UE2 no experimenta interferencias (o más específicamente, las comunicaciones inalámbricas entre el UE2 y el eNB de LTE-U no experimentan interferencias) de otro nodo de red de acceso inalámbrico (por ejemplo, otro AP). Además, aunque UE3 está en las áreas 202 y 206 de cobertura de tanto el eNB de LTE-U como del AP2, UE3 no experimenta interferencia debido a las comunicaciones de AP2 ya que eNB de LTE-U y AP2 usan diferentes canales (canal X y canal Y).

Sin embargo, UE1 puede experimentar interferencias (o más específicamente, las comunicaciones inalámbricas entre UE1 y el eNB de LTE-U pueden experimentar interferencias) en el canal X debido a la operación del AP1. De manera similar, cualquier dispositivo WLAN conectado a AP1 y el propio AP1 pueden experimentar interferencia debido a las comunicaciones entre UE1 y eNB de LTE-U.

Convencionalmente, los mecanismos de selección de canales efectivos no se proporcionan con los eNB de LTE-U para abordar los problemas de interferencia de los UE (atendidos por los eNB de LTE-U) debido a las operaciones de los AP próximos u otros nodos de red de acceso inalámbrico. La selección de canales por un eNB de LTE-U puede referirse a la selección de uno o más canales en un espectro sin licencia para usar en comunicaciones con un UE atendido por el eNB de LTE-U. Los mecanismos tradicionales de selección de canales no consideran la presencia de entidades de uso principal o las demás entidades en los canales del espectro sin licencia, ya sea que Radar o los UE usen determinados canales del espectro sin licencia para determinados propósitos según la preferencia del usuario, tal como comunicaciones Wi-Fi (por ejemplo, Wi-Fi empresarial o Wi-Fi doméstico) y/u otras consideraciones.

Además, si la selección de canales y el ajuste del ancho de banda se realizan de forma independiente por cada uno de los múltiples sistemas (por ejemplo, eNB de LTE-U y AP) que comparten una banda de frecuencia común, entonces el conocimiento de esos otro(s) sistema(s) no se puede tener en cuenta de manera preventiva. Es decir, un sistema solo puede reaccionar a las elecciones de canal y ancho de banda de otros sistemas basándose, por ejemplo, en las mediciones de la interferencia observada. Un esquema de este tipo se denomina aquí "coordinación reactiva".

Para realizar una selección de canales y un ajuste de ancho de banda más rápidos y eficientes, se puede considerar la coordinación entre sistemas (por ejemplo, entre AP de WLAN y eNB de LTE-U).

La invención se define mediante las reivindicaciones independientes adjuntas y otras realizaciones se describen mediante las reivindicaciones dependientes.

Cualquier referencia a invenciones o realizaciones que no caigan dentro del alcance de las reivindicaciones independientes deben interpretarse como ejemplos útiles para comprender la invención.

Informes de información de asistencia del UE y capacidades de UE de LTE-U

En una realización, como se muestra en la figura 3, un eNB de LTE-U (o más generalmente, un nodo de red de acceso inalámbrico) recibe (en 302) información de asistencia de un UE, donde la información de asistencia incluye información que indica uno o más canales de un espectro sin licencia a usar o evitar. Como se analiza más adelante, la información de asistencia también puede incluir otra información. Alternativamente, la información de asistencia se puede recibir desde otra entidad de red además de un UE, tal como otro nodo de red de acceso inalámbrico.

En respuesta a la información de asistencia, el eNB de LTE-U (o más generalmente, el nodo de red de acceso inalámbrico) selecciona (en 304) al menos un canal del espectro sin licencia para comunicar datos del UE. La selección de canales puede referirse a seleccionar o elegir un canal específico o múltiples canales (el(los) mejor(es) canal(es) según algún criterio o criterios) a usar en la operación. La selección de canales también se puede realizar como parte del ajuste del ancho de banda, que se refiere a una selección de una pluralidad de canales a usar, tal como la cantidad de canales para portadoras componentes de una CA o conectividad dual.

Información de asistencia del UE

En una realización, cualquiera o alguna combinación de la siguiente información de asistencia se puede notificar desde el UE a un eNB de LTE-U para ayudar al eNB de LTE-U en la selección de canales para la operación de LTE-U.

- 10 • Una lista de los canales más preferidos del espectro sin licencia desde la perspectiva del UE en función del nivel de interferencia o congestión o información del retardo promedio u otros criterios.
- Una lista de los canales o frecuencias menos preferidos del espectro sin licencia desde la perspectiva del UE en función del nivel de interferencia o congestión, u otros criterios.
- 15 • Una lista de canales del espectro sin licencia en los que una entidad de uso principal (por ejemplo, una entidad que realiza la operación de Radar o la transmisión de señal de TV) ha sido detectada. Por ejemplo, un UE puede detectar la operación de Radar en un canal que puede ser una SCell activa, una SCell configurada o un canal que el UE está supervisando. Una SCell configurada es una SCell que ha sido configurada, pero que un UE aún no la usa activamente. Una SCell configurada se puede activar para proporcionar una SCell activa que un UE usa activamente.
- 20 • Una lista de canales en los que el UE detecta una fuerte interferencia de AP vecinos, estaciones que no son AP.
- (STA) (tal como dispositivos móviles que no son AP) o eNB de LTE-U vecinos.
- (Varios) AP de WLAN detectados por el UE en un canal que se usa(n) como una SCell activa, una SCell configurada o un canal que el UE está supervisando. El UE puede incluir solo los N ($N \geq 1$) AP de WLAN principales con la intensidad de señal más fuerte u otra característica. El UE puede notificar otra información para cada AP de WLAN notificado, incluyendo cualquiera o alguna combinación de lo siguiente: Identificación del Conjunto de Servicios Básicos (BSSID), información de carga del Conjunto de Servicios Básicos (BSS), canal principal, ancho de banda operativo, intensidad de la señal (por ejemplo, Indicación de Intensidad de la Señal Recibida o RSSI), pérdida de ruta (si la potencia de transmisión del AP está disponible), otra información contenida en las tramas de baliza y otra información. Un AP junto con las STA que no son AP asociadas se denominan colectivamente BSS.
- 25 • (Varios) eNB de LTE-U vecinos detectados por el UE en un canal que se usa(n) como una SCell activa, una SCell configurada o un canal que el UE está supervisando. El UE puede incluir solo los M ($M \geq 1$) eNB de LTE-U principales con la intensidad de señal más fuerte u otra característica. Para cada eNB de LTE-U notificado, el UE también puede notificar otra información, incluida cualquiera o alguna combinación de las siguientes: Identidad de Celda Física (PCI), Identidad de Celda Global (GCI), Identidad de Red Móvil Terrestre Pública (ID de PLMN), intensidad de señal (por ejemplo, Potencia Recibida de la Señal de Referencia o RSRP), pérdida de ruta (si la potencia de transmisión del eNB está disponible mediante señalización sobre portadoras autorizadas), información de utilización del canal y otra información.
- 30 • La información de ubicación del UE.
- 35 • Una lista de frecuencias o canales que actualmente están reservados por un usuario del UE. El usuario puede estar usando uno o más canales para propósitos distintos a la operación de LTE-U, tal como para otra tecnología de acceso, por ejemplo, para Wi-Fi doméstico, Wi-Fi Directo o Wi-Fi empresarial. La lista puede incluir al menos uno de los canales que no son LTE-U que se usan y también potencialmente otros (por ejemplo, cercanos) canales que tampoco se pueden utilizar debido a la actividad del UE en el(los) canal(es) que no son LTE-U.
- 40 • Dichos otros (por ejemplo, cercanos) canales pueden no estar disponibles debido a las restricciones de hardware del UE, tal como los espacios de filtro alcanzables, por ejemplo, debido al uso de más canales por otras tecnologías de acceso.
- 45 • Una lista de los canales más preferidos desde la perspectiva de la arquitectura de radiofrecuencia (RF) del UE en función de la utilización actual del espectro sin licencia.
- 50 El UE puede notificar los canales más preferidos en el orden de preferencia considerando uno o más criterios descritos anteriormente. Alternativamente, el UE puede notificar los canales menos preferidos en el orden de no deseabilidad considerando uno o más criterios descritos anteriormente.

Informes de CQI

Una vez que un eNB de LTE-U añade una SCell de LTE-U (una SCell proporcionada en un canal de un espectro sin licencia), el UE puede notificar la calidad del canal de SCell al eNB de LTE-U usando mecanismos de informe de Indicadores de Calidad del Canal o procedimientos. En algunas implementaciones, se puede enviar un informe de calidad del canal (incluido un CQI) al eNB de LTE-U a través de un canal con licencia (es decir, la PCell en un canal con licencia). En otras implementaciones, el UE puede enviar un informe de calidad del canal de banda ancha en una SCell en un canal sin licencia, para notificar la calidad del canal en un canal de SCell dado. Los informes de calidad del canal se pueden enviar en la SCell o en la PCell con licencia (lo que garantizará que el eNB reciba estos informes incluso cuando la SCell no esté disponible para transmisiones UL). Un CQI puede indicar la calidad del canal en el enlace descendente que estima el UE.

Cuando una SCell está configurada en un canal sin licencia (canal en un espectro sin licencia), el UE puede transmitir un valor de índice CQI (o punto de código) 0 (fuera de alcance) con respecto a la SCell asociada con la operación de LTE-U o un espectro sin licencia en respuesta al UE que detecta un problema. Por ejemplo, el UE puede detectar una señal relacionada con la operación de Radar sobre el canal sin licencia, cuando se usa DFS (ya se ha analizado anteriormente) para evitar cualquier canal en el que esté presente la operación de Radar. En algunos ejemplos, el UE puede determinar si la detección de Radar se realizará en una SCell dada en un canal sin licencia en función del código de país de la PLMN Registrada (RPLMN) y el número de canal.

En otro ejemplo, el UE puede transmitir el valor del índice CQI (o punto de código) 0 (fuera de alcance) con respecto a la SCell asociada con la operación de LTE-U o un espectro sin licencia cuando el UE detecta en respuesta al UE que detecta una fuerte interferencia o un aumento de tasa de error de paquetes que excede un umbral especificado.

Al recibir el informe de CQI fuera de alcance con respecto a una SCell de LTE-U, el eNB de LTE-U puede suspender el uso de un canal dado (del espectro sin licencia) en el que se proporciona la SCell de LTE-U, por un período de tiempo específico, que es configurable. El eNB de LTE-U puede decidir dejar de utilizar el canal dado liberando la(s) SCell(s) que usan el canal dado de los UE. En otra alternativa, el eNB de LTE-U puede simplemente no programar ningún dato y abstenerse de transmitir cualquier señal sobre el canal dado del espectro sin licencia hasta la recepción del informe del UE que indica que el canal ha mejorado.

En respuesta a la recepción del informe de CQI fuera de alcance, si el eNB de LTE-U determina que se desea más información, el eNB de LTE-U puede proporcionar una concesión de enlace ascendente en una PCell al UE, donde la concesión de enlace ascendente concede el uso de un recurso de UL al UE para realizar comunicaciones de información al eNB de LTE-U. El UE puede notificar información adicional en un mensaje en el recurso de UL concedido, donde el mensaje puede incluir un Elemento de Control (CE) de Control de Acceso al Medio (MAC) o un mensaje de Control de Recursos de Radio (RRC) de Información de Asistencia del UE (ambos analizados posteriormente a continuación).

En implementaciones posteriores, se pueden notificar diferentes valores de índice CQI (o puntos de código) para indicar diferentes condiciones. Además de los valores de índice CQI especificados por la Tabla 7.2.3-1 del documento TS 36.213 de 3GPP, se pueden proporcionar valores de índice CQI adicionales según la presente descripción. Más específicamente, además de los valores 0-15 de índice CQI proporcionados el documento TS 36.213 de 3GPP, se pueden definir valores de índice CQI adicionales para indicar otras condiciones, incluida cualquiera o alguna combinación de las siguientes condiciones:

(1) Presencia de interferencia fuerte detectada de un AP de IEEE 802.11 (la interferencia fuerte es una interferencia que supera un umbral específico, lo que puede ocurrir, por ejemplo, cuando el UE está cerca del AP de IEEE 802.11 que opera en el mismo canal sin licencia).

(2) Presencia de tramas de baliza de IEEE 802.11 detectadas en un canal sin licencia.

(3) Presencia de una entidad de uso principal en un canal sin licencia tal como Radar o señal de TV.

(4) Presencia de interferencia fuerte detectada de otra fuente de LTE-U.

Las condiciones (1)-(4) anteriores pueden identificarse mediante los respectivos nuevos valores de índice CQI (o puntos de código) 16-19 especificados en la siguiente tabla de ejemplo, donde los nuevos valores de índice CQI se suman a los valores de índice CQI definidos por el documento TS 36.213 de 3GPP.

Tabla 7.2.3-1: Tabla CQI de 5 bits

Índice CQI	Modulación	Tasa de código x 1024	Eficiencia
0	Fuera de alcance		
1	QPSK	78	0,1523
2	QPSK	120	0,2344
3	QPSK	193	0,3770
4	QPSK	308	0,6016
5	QPSK	449	0,8770
6	QPSK	602	1,1758
7	16QAM	378	1,4766
8	16QAM	490	1,9141
9	16QAM	616	2,4063
10	64QAM	466	2,7305
11	64QAM	567	3,3223
12	64QAM	666	3,9023
13	64QAM	772	4,5234
14	64QAM	873	5,1152
15	64QAM	948	5,5547
16	Fuera de alcance		Fuerte interferencia de una fuente de IEEE 802.11
17	Fuera de alcance		Tramas de baliza de IEEE 802.11 detectadas en el canal
18	Fuera de alcance		Presencia de entidad de uso principal (señal de RADAR/TV) detectada
19	Fuera de alcance		Fuerte interferencia de otra fuente de LTE-U

Al recibir el informe de CQI, el eNB de LTE-U puede tomar las medidas apropiadas para elegir un Esquema de Codificación y Modulación (MCS) apropiado (cuando un valor de índice CQI notificado está en el intervalo de 1 a 15) o de la siguiente manera (cuando un el valor del índice CQI es distinto de 1-15):

- Se recibe un informe de CQI que indica interferencia de otra fuente de IEEE 802.11 (valor 16 de índice CQI). En este caso, es probable que el UE esté cerca de otra STA que no es AP de IEEE 802.11. El eNB de LTE-U puede reconfigurar el UE con una SCell diferente o dejar de utilizar el canal durante un período de tiempo específico y luego usar la misma SCell (suponiendo que la interferencia debido a la presencia de otra fuente de IEEE 802.11 sea temporal).

- Informe de CQI que indica interferencia de un AP de IEEE 802.11 (es decir, tramas de baliza detectadas, se recibe el valor 17 de índice CQI). En este caso, el eNB de LTE-U puede elegir eliminar la SCell correspondiente para el UE y configurar otra SCell para el UE cuando sea posible.
- Se recibe un informe de CQI que indica la presencia de una entidad de uso principal (valor 18 de índice CQI). En este caso, el eNB de LTE-U debe dejar de operar inmediatamente en esta SCell para todos los UE en la SCell y elimina la SCell para todos los UE. El eNB de LTE-U puede elegir posteriormente añadir una SCell diferente para los UE. Además de recibir esta indicación, el eNB de LTE-U también se abstiene de usar esta frecuencia para cualquier SCell futura durante un período de tiempo específico. Este período de tiempo puede elegirse en función de los requisitos reglamentarios que rigen el uso del canal en presencia de usuarios principales en una jurisdicción dada. En otras palabras, el período de tiempo durante el cual el canal se deja sin usar puede depender del área geográfica o del tipo de canal principal detectado, etc.
- Se recibe un informe de CQI que indica una fuerte interferencia de otra fuente de LTE-U (valor 19 de índice CQI). En este caso, el eNB de LTE-U puede intentar resolver la situación de interferencia coordinando el uso del canal con los eNB vecinos (por ejemplo, a través de señalización basada en X2 o comunicación directa de ProSe) o eliminar la SCell y migrar a un canal de SCell diferente para la operación.

Cuando el eNB de LTE-U recibe un valor de índice CQI entre 1 y 15 (de cualquier UE de un conjunto dado de UE) con respecto a un canal específico de un espectro sin licencia, el eNB de LTE-U puede suponer que el canal específico (en el espectro sin licencia) está disponible para transmisiones DL. En este caso, el eNB de LTE-U puede programar datos DL con o sin transmitir Libre para Enviar (CTS) en el canal específico a los UE.

Cabe señalar que la transmisión de CTS antes de la transmisión de datos se puede usar cuando el eNB de LTE-U detecta una posibilidad de una colisión (y ha elegido ocupar el canal durante un período de tiempo más largo, por ejemplo, más de 1 intervalo de tiempo de transmisión o TTI). Por ejemplo, si el eNB de LTE-U recibe valores de índice CQI que indican una buena calidad de canal de los UE en una celda, el eNB de LTE-U puede suponer la presencia de un canal de SCell libre y, por lo tanto, puede comenzar a usar el canal para transmisiones DL a los UE sin transmitir CTS. Tenga en cuenta que la detección del canal también se realiza en el lado del eNB (antes de la transmisión) y la decisión de usar el canal con o sin CTS también puede depender de si el eNB detecta alguna presencia de interferencia o una alta tasa de errores de paquetes en el canal de SCell.

Notificación por Mensaje de Información de Asistencia del UE o CE de MAC

En algunas implementaciones, un UE puede notificar cualquier información relacionada con la calidad del canal de SCell en un nuevo elemento de Elemento de Control del protocolo de Control de Acceso al Medio, CE de MAC o en un mensaje RRC de Información de Asistencia del UE. El UE puede activar primero el informe de CQI fuera de alcance (por ejemplo, indicar el valor 0 de índice CQI) con respecto a una SCell configurada sobre espectro sin licencia para obtener una concesión de enlace ascendente para transmitir el mensaje RRC de Información de Asistencia del UE o CE de MAC en un recurso de UL concedido al eNB de LTE-U. Alternativamente, el UE puede enviar un Informe de Estado del Búfer (BSR) sobre el espectro con licencia o PCell para obtener la concesión de enlace ascendente. Cuando el eNB de LTE-U recibe un informe de CQI fuera de alcance relacionado con una SCell en un canal sin licencia, o recibe un BSR que incluye el grupo de canales lógicos con portador 1 de radio de señalización (SRB1), el eNB de LTE-U puede conceder un recurso de UL al enviar una concesión de Canal Físico de Control de Enlace Descendente (PDCCH) en la PCell al UE. El UE puede entonces notificar el problema del canal en el mensaje RRC o en CE de MAC.

En la figura 4 se muestra un ejemplo de un nuevo CE de MAC 400 según algunas implementaciones de la presente descripción para notificar un estado de un canal en un espectro sin licencia. El CE de MAC 400 incluye múltiples entradas 402, donde cada entrada 402 tiene los siguientes valores:

- SCellIndex, un índice de una SCell para la cual se notifica información de estado.
- D, un valor para indicar si una entidad de uso principal (por ejemplo, se detecta una entidad que realiza la operación de Radar o una entidad que transmite una señal de TV). El valor D se establece en un primer valor para indicar la presencia de la entidad de uso principal y en un segundo valor diferente para indicar la ausencia de cualquier entidad de uso principal.
- Nwl, un valor para indicar una cantidad de AP de WLAN detectados.
- Nlaa, un valor para indicar una cantidad de eNB de LTE-U detectados.

En implementaciones alternativas, la información de asistencia del UE se puede notificar en un nuevo elemento de información de un mensaje RRC, tal como el mensaje RRC de Información de Asistencia del UE (UEAssistanceInformation) como se muestra a continuación. La información de asistencia del UE es el mensaje RRC de UEAssistanceInformation que puede transportar más información que un CE de MAC. El mensaje RRC de UEAssistanceInformation puede proporcionar una lista de canales que no están disponibles debido a que se usan para

propósitos distintos de LTE-U, por ejemplo, para Wi-Fi. Esto puede ser en forma de una lista de canales reservados (reservedLAACHannelList) para que el eNB de LTE-U pueda evitar solicitar la medición o la asignación de estos canales para la operación de LTE-U. Para cada canal reservado, el UE puede notificar un índice que identifica el canal y el motivo, por ejemplo, uso de Wi-Fi, etc. Además, se puede proporcionar una lista de los canales más preferidos (laaMostPreferredChannelList) o los canales menos preferidos (laaLeastPreferredChannelList) en el espectro sin licencia.

Además, se puede proporcionar información para los AP de WLAN detectados (detectedWlanAPsList que proporciona una lista de AP de WLAN detectados por un UE) y eNB de LTE-U detectados (detectedLAAeNBsList que proporciona una lista de eNB de LTE-U detectados por un UE).

El mensaje RRC de UEAssistanceInformation también puede indicar la presencia de una entidad de uso principal detectada en el usuario principal detectado (primaryUserDetected). La ubicación del UE que notifica se puede especificar en localización del UE (UElocation).

Un dispositivo móvil de WLAN puede enviar un mensaje que tenga un contenido similar a un AP de WLAN al que se conecta el dispositivo móvil de WLAN para notificar las condiciones de los canales que se utilizan para la operación de LTE-U a fin de evitar que el AP de WLAN use los canales en las comunicaciones con el dispositivo móvil de WLAN.

Mensaje UEAssistanceInformation

```
-- ASN1START

UEAssistanceInformation-r11 ::= SEQUENCE {
    criticalExtensions          CHOICE {
        c1                     CHOICE {
            ueAssistanceInformation-r11    UEAssistanceInformation-r11-IEs,
            ueAssistanceInformation-r13    UEAssistanceInformation-r13-IEs,
            spare2 NULL, spare1 NULL
        },
        criticalExtensionsFuture SEQUENCE {}
    }
}

UEAssistanceInformation-r11-IEs ::= SEQUENCE {
    powerPrefIndication-r11    ENUMERATED {normal, lowPowerConsumption} OPTIONAL,
    lateNonCriticalExtension    OCTET STRING OPTIONAL,
    nonCriticalExtension        SEQUENCE {} OPTIONAL
}

UEAssistanceInformation-r13-IEs ::= SEQUENCE {
    powerPrefIndication-r11    ENUMERATED {normal, lowPowerConsumption} OPTIONAL,
    laaStatusList-r13          SEQUENCE (SIZE (1..7)) OF laaStatus-r13,
    reservedLAACHannelList     SEQUENCE (SIZE (1..7)) OF LAACHannelInfo OPTIONAL,
    laaMostPreferredChannelList SEQUENCE (SIZE (1..7)) OF LAACHannelInfo OPTIONAL,
    laaLeastPreferredChannelList SEQUENCE (SIZE (1..7)) OF LAACHannelInfo OPTIONAL,
    UELocation                 LocationInfo-r10 OPTIONAL,
    lateNonCriticalExtension    OCTET STRING OPTIONAL,
    nonCriticalExtension        SEQUENCE {} OPTIONAL
}

laaStatus-r13                 SEQUENCE {
    scellIndex                 SCellIndex
    primaryUserDetected         ENUMERATED {TRUE} OPTIONAL,
    detectedWlanAPsList         SEQUENCE (SIZE (1..7)) OF detectedWlanAPInfo
    OPTIONAL,
    detectedLAAeNBsList         SEQUENCE (SIZE (1..7)) OF detectedLAAeNBInfo
    OPTIONAL,
    nonCriticalExtention        SEQUENCE {} OPTIONAL
}

-- ASN1STOP
```

En otras implementaciones, un mensaje RRC de Indicación de Coexistencia en el Dispositivo (InDeviceCoexIndication) (usado para notificar la interferencia de coexistencia en el dispositivo entre transceptores de diferentes tecnologías en un UE, tal como un transceptor de LTE y un transceptor de WLAN) se puede ampliar para incluir al menos uno de ReservedLAACHannelList, LaaMostPreferredChannelList y LaaLeastPreferredChannelList. Actualmente, el UE puede transmitir el InDeviceCoexIndication al eNB solo si el eNB configura al UE para enviar estas indicaciones. En algunos ejemplos, si el UE detecta un problema tal como la presencia de una entidad de uso principal en el canal, el UE puede transmitir de forma autónoma InDeviceCoexIndication al eNB sin ninguna configuración explícita que permita las transmisiones de mensajes InDeviceCoexIndication. Para soportar la transmisión autónoma de InDeviceCoexIndications, los eNB que soportan LAA pueden tener el mandato de comprender y recibir InDeviceCoexIndications del UE. El mensaje InDeviceCoexIndication puede ampliarse aún más para proporcionar más información con respecto a la calidad de SCell y también para proporcionar una lista de canales preferidos o una lista de canales a evitar, etc., como se mencionó anteriormente. Además, el mensaje InDeviceCoexIndication también puede indicar la presencia de las entidades de uso principal en el espectro sin licencia. Además, se puede permitir que el UE use mecanismos tales como la denegación autónoma de recepción o transmisión de datos de LTE sin que el eNB lo configure explícitamente para hacerlo. Dichos mecanismos de denegación autónoma pueden ser adoptados por el UE para cumplir con los requisitos reglamentarios, por ejemplo, cuando se detecta una señal de entidad de uso principal dentro del canal operativo. Como tal, el UE puede estar restringido para adoptar dichos mecanismos de denegación autónomos no configurados solo si se detecta una entidad de uso principal. Al adoptar dicho mecanismo, el UE se abstiene de transmitir en un canal operativo a pesar de recibir cualquier concesión u orden explícita del eNB para transmitir datos en el canal. Además, en respuesta a la recepción de cualquier indicación o concesión para transmitir en un canal, el UE, al detectar la presencia de una entidad de uso principal en el canal, puede activar la transmisión de un mensaje InDeviceCoexIndication y programarlo para que se transmita solo en el espectro con licencia para indicar el motivo de la denegación autónoma. El eNB puede abstenerse de usar el canal y adoptar mecanismos para DFS al recibir cualquier indicación de presencia de la entidad de uso principal del UE.

Configuración e informes de medición

En una realización, un UE puede configurarse para realizar mediciones de canal y para notificar información en función de las mediciones de canal a un eNB. Como se muestra en la figura 5, un UE 501 puede realizar un procedimiento de establecimiento de conexión RRC (en 502) con una PCell proporcionada por un eNB. El procedimiento de establecimiento de la conexión RRC establece una conexión RRC entre la PCell 500 y el UE 501. Como parte del procedimiento de reconfiguración de conexión RRC, se puede proporcionar un establecimiento de la configuración de medición que soporte mediciones de canales en el espectro con licencia y espectro sin licencia. El procedimiento de reconfiguración de conexión RRC implica que el eNB envíe (en 503) un mensaje de Reconfiguración de Conexión RRC para realizar el establecimiento de la medición) y que el UE 501 responda (en 504) con un mensaje de Reconfiguración de Conexión RRC Completa. El eNB envía el mensaje de Reconfiguración de Conexión RRC para configurar la medición de uno o más canales del espectro sin licencia. El UE 501 puede responder con una respuesta aceptando o rechazando la medición de canal o canales. El mensaje de Reconfiguración de Conexión RRC Completa (504) se usa para aceptar la medición de canal o canales. La configuración de medición definida por RRC se puede aplicar a los canales del espectro sin licencia.

Basándose en el establecimiento de la configuración de medición, el UE 501 puede realizar (en 505) mediciones de canal de los canales indicados en la configuración de medición, donde los canales pueden ser parte del espectro con licencia y un espectro sin licencia. Si el UE 501 está utilizando un canal dado para otros propósitos (por ejemplo, se usa para Wi-Fi, lo que hace que el canal dado no esté disponible para la medición de LTE-U), o el canal dado es uno de los canales menos preferidos, entonces el UE 501 puede indicar en el mensaje Reconfiguración de Conexión RRC Completa (504) al eNB que no se ha configurado un objeto de medición correspondiente para el canal dado. El UE 501 también puede incluir un campo de causa o motivo en el mensaje, donde el campo de causa o motivo puede indicar, por ejemplo, "en uso por Wi-Fi" o "fuerte interferencia". El mensaje puede estar en un mensaje de Reconfiguración de Conexión RRC Completa, por ejemplo.

Si no están presentes las condiciones que impiden las mediciones de canal para el canal dado, entonces el UE 501 puede realizar mediciones de canal del canal dado. Los eventos se pueden activar en respuesta a varios criterios. Por ejemplo, se puede activar un primer evento en respuesta a un canal sin licencia (en un espectro sin licencia) que tenga una intensidad superior a un umbral especificado. Al detectar (en 506) un evento activado (por ejemplo, el primer evento mencionado anteriormente), el UE 501 envía (en 508) un informe de medición al eNB.

En algunos ejemplos, el informe de medición puede incluir cualquiera o alguna combinación de la siguiente información:

- Información que indica la presencia de una entidad de uso principal en el canal dado.
- Información que indica una fuerte interferencia de AP de WLAN o STA que no son AP en el canal dado.
- Información con respecto a los AP de WLAN detectados por el UE en el canal dado. El UE puede incluir solo los N AP de WLAN principales con la intensidad de señal más fuerte, y para cada AP de WLAN, se puede notificar cualquiera o alguna combinación de la siguiente información: BSSID, carga de BSS, canal principal, ancho de

banda operativo, intensidad única, pérdida de ruta, otra información contenida en tramas de baliza, y otra información.

- Información con respecto a los eNB de LTE-U vecinos detectados por el UE en el canal dado. El UE puede incluir solo los M eNB de LTE-U principales con la intensidad de señal más fuerte y, para cada eNB de LTE-U, cualquiera o alguna combinación de la siguiente información: PCI, GCI, ID de PLMN, intensidad de la señal, pérdida de ruta, información de uso del canal y otra información.

Además del evento anterior (primer evento), también se pueden definir otros eventos, incluyendo cualquiera de los siguientes eventos:

- Un evento activado por la detección de una entidad de uso principal. El eNB puede configurar un período de tiempo de silencio en un canal dado para permitir que el UE realice la detección para una entidad de uso principal.
- Un evento activado por una fuerte interferencia detectada de AP de WLAN o STA que no son AP.
- Un evento activado en respuesta a la detección de que (a) un nuevo AP de WLAN cumple una condición de entrada, por ejemplo, la intensidad de la señal del nuevo AP de WLAN (por ejemplo, RSSI de baliza) es superior a un umbral especificado, o (b) un AP de WLAN detectado cumple una condición de abandono, por ejemplo, la intensidad de la señal del AP de WLAN detectada es inferior a un umbral especificado.
- Un evento activado en respuesta a la detección de que (a) un nuevo eNB de LTE-U cumple una condición de entrada, por ejemplo, la intensidad de la señal del nuevo eNB de LTE-U (por ejemplo, Potencia Recibida de la Señal de Referencia o RSRP) es superior a un umbral especificado, o (b) un eNB de LTE-U detectado cumple una condición de abandono, por ejemplo, la intensidad de la señal del eNB de LTE-U es inferior a un umbral especificado.

En respuesta a la activación de cualquiera de los eventos anteriores, el UE 501 puede enviar (en 508) un informe de medición. El informe de medición puede incluir información de trama de baliza de una nueva WLAN o ID de PLMN u otra información disponible sobre un nuevo eNB de LTE-U, según corresponda. Específicamente, el informe de medición puede incluir cualquier información relacionada con el uso de la portadora de la red WLAN. Ejemplos de esto incluyen información tal como la frecuencia del canal principal de la celda de WLAN detectada e información relacionada con cualquier canal secundario usado por el AP de WLAN cuando se usan anchos de banda superiores a 20 MHz para el AP de WLAN detectado.

Para permitir que un UE detecte los AP de WLAN, un eNB puede configurar un intervalo de medición para el UE. Un intervalo de medición se refiere a un intervalo de tiempo durante el cual no ocurren transmisiones o recepciones con respecto al UE. El UE puede realizar mediciones durante el intervalo de medición para detectar los AP de WLAN. Alternativamente, el UE puede utilizar la duración de desconexión de Recepción Discontinua (DRX) (cuando el receptor del UE está apagado para ahorrar energía) para realizar la detección de los AP de WLAN.

En respuesta a la recepción de un informe de medición del UE que indica la presencia de una fuerte interferencia (de un AP de WLAN o un eNB LTE-U vecino) o que indica la presencia de una entidad de uso principal en un canal dado, el eNB de LTE-U puede dejar de programar transmisiones de DL en el canal dado. Además, el eNB de LTE-U puede transmitir un nuevo CE de MAC de "transmisión abortada" a un nuevo Identificador Temporal de Red de Radio (RNTI) de grupo en la PCell para detener las transmisiones de enlace ascendente en curso (que incluyen retransmisiones) por el UE. Un ejemplo de un CE de MAC 600 de "transmisión abortada" se muestra en la figura 6. El CE de MAC 600 de "transmisión abortada" incluye un índice 602 que identifica un canal en el que los UE deben abortar transmisiones de UL. En otra alternativa, la indicación de "transmisión abortada" también se puede enviar a través de la señalización RRC.

Respuesta de Reconfiguración

Como se muestra además en la figura 5, en función de un informe de medición (o múltiples informes de medición) de un UE (o UE), el eNB puede decidir añadir una SCell de LTE-U (una SCell en un canal sin licencia), enviando (en 510) un mensaje de Reconfiguración de Conexión RRC para añadir una o más SCells de LTE-U. En respuesta, el UE 501 puede aceptar parcialmente o rechazar explícitamente algunas de las SCells de LTE-U indicadas en el mensaje de Reconfiguración de Conexión RRC. El UE puede basar una decisión de rechazar una SCell de LTE-U dada en función de la preferencia del UE con respecto a los canales sin licencia u otras consideraciones, tal como una posible situación de interferencia, restricción de hardware, el canal que usa Wi-Fi, etc. Por ejemplo, el eNB de LTE-U puede solicitar añadir múltiples SCells sobre canales sin licencia y el UE puede aceptar todos los canales sin licencia, o solo algunos de los canales sin licencia, o rechazar algunos de los canales sin licencia, en función de la información que el UE tiene sobre tráfico Wi-Fi u operación de la entidad de uso principal en el(los) respectivo(s) canal(es) sin licencia. El UE puede basar la decisión (por ejemplo, para una banda, subbanda o canal específico) debido a que el UE utiliza localmente la banda, subbanda o canal específico para otras operaciones, tal como Wi-Fi. El canal sin licencia solicitado puede ser uno que el UE utilice localmente para otro propósito, o uno que no se pueda utilizar debido a las restricciones de hardware del UE con respecto a otros canales en uso para otras operaciones.

En respuesta al mensaje de Reconfiguración de Conexión RRC, el UE puede enviar (en 512) un mensaje de Reconfiguración de Conexión RRC Completa que puede incluir una lista de SCells que se han añadido o no junto con la causa o motivo asociado (por ejemplo, se detectó la operación de Radar en un canal específico, o se detectaron uno o más AP de WLAN o eNB de LTE que interfieren, o una cantidad de AP de WLAN o eNB de LTE-U detectados es superior a un umbral, o el UE está usando el canal específico para otra operación de otra tecnología de radio, tal como Wi-Fi), o el canal específico no está disponible debido al uso de otro canal para otra operación de otra tecnología de radio. La misma causa o motivo puede ser aplicable al mensaje de Reconfiguración de Conexión RRC Completa, respuesta al mensaje de Reconfiguración de Conexión RRC que solicita la configuración de medición.

Capacidades de UE de LTE-U

Una región de frecuencia puede referirse a un intervalo de frecuencias que comparten requisitos similares. Un ejemplo de una región de frecuencia es la región de frecuencia de 5 GHz (que se muestra en la figura 7) que incluye el espectro de 5150 MHz - 5925 MHz. Una parte del intervalo de frecuencias de 5 GHz o todo el intervalo de frecuencias de 5 GHz puede ser un espectro sin licencia según el país.

En otros ejemplos, se pueden proporcionar otras regiones de frecuencia correspondientes a otros espectros sin licencia. La región de frecuencia de 5 GHz u otra región de frecuencia sin licencia en la que LTE-U está disponible puede definirse de manera que la región de frecuencia sin licencia sea identificable globalmente.

Una banda de frecuencia (o más simplemente una "banda") puede referirse a una subdivisión de una región de frecuencia. En algunos ejemplos, se pueden definir seis bandas 700-1, 700-2, 700-3, 700-4, 700-5 y 700-6 de frecuencia en la región de frecuencia de 5 GHz para adaptarse a las asignaciones actuales en Europa y los Estados Unidos, por ejemplo. En otros ejemplos, se puede definir un número diferente de bandas en la banda de 5 GHz u otra banda sin licencia.

En la figura 7, la banda 700-1 de frecuencia está en el intervalo de 5150 MHz-5250 MHz. Cada banda de frecuencia puede a su vez subdividirse en canales. Un canal puede ser la división direccionable más pequeña de una banda de frecuencia, direccionada por un identificador de canal.

En algunos ejemplos, los identificadores de canal pueden tener la forma de Números de Canal de Radiofrecuencia Absolutos de E-UTRA (EARFCN), que pueden asignarse a canales LTE-U respectivos. Alternativamente, los canales LTE-U pueden identificarse mediante índices.

Tenga en cuenta que es posible que no sea necesario proporcionar una resolución de 100 KHz para los canales en la región de frecuencia sin licencia, ya que es probable que las frecuencias centrales de estos canales sean las mismas que las frecuencias usadas por los canales de IEEE 802.11 correspondientes. Por lo tanto, en lugar de usar EARFCN para identificar canales en el espectro sin licencia, los números de canal de WLAN pueden usarse para identificar canales en otros ejemplos.

En algunos ejemplos, las redes de comunicaciones móviles pueden usar un canal de 20 MHz, que pueden utilizar varios operadores de red. Como ejemplo, la porción inferior de 15 MHz del canal de 20 MHz se puede usar por el operador A, mientras que la porción superior de 5 MHz del canal de 20 MHz se puede usar por el operador B. En dichos escenarios, los índices o identidades de dos porciones de canal se usan para indicar o identificar las frecuencias centrales de las dos porciones del canal de 20 MHz. Los índices de porción de canal son diferentes de los números de canal de WLAN y se pueden usar para la operación de LTE-U.

Como ejemplo específico, para el canal 52 de WLAN (en el intervalo de 5250-5270 MHz), la frecuencia central de la parte inferior de 15 MHz es 5257,5 MHz, mientras que la frecuencia central de la parte superior de 5 MHz es 5267,5 MHz. Se puede usar un primer índice de la porción de canal para indicar la porción inferior de 15 MHz, mientras que se puede usar un segundo índice de la porción de canal para indicar la porción superior de 5 MHz.

En función de las bandas disponibles, se pueden proporcionar varias combinaciones de bandas, donde una combinación de bandas se refiere a un conjunto de bandas de frecuencia que se pueden usar para las comunicaciones entre un eNB y un UE. Una combinación de bandas puede incluir una o más frecuencias con licencia y cero o más frecuencias sin licencia. El conjunto completo de combinaciones de bandas (permutaciones de frecuencias con licencia y sin licencia) puede ser grande. Para reducir la cantidad de combinaciones de bandas que involucran bandas con licencia y sin licencia, el eNB de LTE-U puede indicar un conjunto de bandas con licencia y sin licencia y solicitar al UE que notifique las combinaciones de bandas (incluidas solo las bandas indicadas) que el UE puede soportar.

El UE señala su soporte a las bandas con licencia y sin licencia. Para las combinaciones soportadas de bandas sin licencia y con licencia, existen diferentes opciones con respecto a cómo el UE puede señalar combinaciones soportadas/no soportadas:

- El UE proporciona una lista exhaustiva de todas las combinaciones de bandas soportadas sin licencia y con licencia.

- 5

 - El UE proporciona una lista de todas las bandas, tanto sin licencia como con licencia, junto con una lista negra de combinaciones que el UE no soporta (o para las que no se garantizan los requisitos mínimos de rendimiento). Esto es para excluir combinaciones que causarían problemas de coexistencia en el dispositivo debido, por ejemplo, a productos de intermodulación que caen dentro de las bandas soportadas. La capacidad de Entrada Múltiple, Salida Múltiple (MIMO) para la región de frecuencia de 5 GHz puede considerarse constante independientemente de la combinación de bandas con licencia.
- 10

 - El UE notifica todas las bandas sin licencia que soporta el UE además de las bandas con licencia/combinaciones de bandas y cuántas bandas puede soportar simultáneamente el UE, y el eNB puede elegir las combinaciones que no causan problemas de coexistencia en el dispositivo, en función de los requisitos mínimos de rendimiento para la UE.
 - El eNB puede indicar un conjunto de bandas con licencia y solicitar al UE que notifique las combinaciones de bandas soportadas con las bandas con licencia y cualquier banda soportada sin licencia.
 - El eNB puede indicar un conjunto de bandas con licencia y bandas sin licencia y solicitar al UE que notifique las combinaciones de bandas soportadas con las bandas con licencia y las bandas sin licencia.
- 15

Para reducir aún más la cantidad de señalización de la capacidad del UE, el UE puede notificar inicialmente solo combinaciones de bandas de bandas con licencia. Posteriormente, si el eNB de LTE-U desea utilizar el espectro sin licencia, el eNB de LTE-U puede solicitar al UE su información de combinación de bandas soportadas para una lista específica de bandas con licencia actualmente utilizadas como PCell y bandas sin licencia que se pueden usar con las combinaciones con la banda utilizada actualmente como PCell.
- 20

Otra indicación de capacidad del UE puede indicar si el hardware en el UE que soporta la operación en la banda sin licencia es para soporte exclusivo de operación de WLAN o LTE-U. Es decir, en el caso de que el UE tenga un solo transceptor de radio (comunicaciones de RF), si partes de la funcionalidad de radio del UE (para soportar la operación sin licencia) son comunes o compartidas por tanto las tecnologías de WLAN como las de LTE-U, la preferencia del usuario por una de las tecnologías versus la otra puede usarse para gobernar cuál tiene prioridad. Por ejemplo, la
- 25

preferencia del usuario (almacenada en el UE, por ejemplo) puede especificar que la presencia de una conexión de WLAN prohibirá la operación de LTE-U, o viceversa. Por el contrario, en el caso de que el UE tenga transceptores de radio duales que puedan realizar comunicaciones de RF independientes entre sí, los dos transceptores de radio que operan en la misma o en diferentes bandas sin licencia pueden, en teoría, soportar operaciones de WAN y LTE-U simultáneamente, no causando así ninguna interrupción de la operación de LTE-U incluso si hay una conexión de
- 30

WLAN presente.

Para ayudar con el escenario de transceptor de radio único, el UE puede notificar un subconjunto de combinaciones de bandas que se ven afectadas o de otra manera no están disponibles debido al uso de WLAN.

Para notificar a la red sobre las capacidades del UE, el UE puede simplemente indicar si el UE posee solo un único transceptor de radio que opera en las bandas sin licencia, o más de un transceptor de radio. En el caso de que se
- 35

indique un solo transceptor de radio, esto informa al eNB de la posibilidad de que una preferencia del usuario por la operación de WLAN normal pueda prohibir al dispositivo la operación de LTE-U. Si el UE indica que posee dos (o más) transceptores de radio que operan en las bandas sin licencia, se puede proporcionar más información adicional al eNB con respecto a cómo (y bajo qué condiciones) estos transceptores de radio pueden operar simultáneamente.
- 40

En una realización, en lugar de proporcionar información con respecto solo la arquitectura de radio (por ejemplo, un solo transceptor de radio o transceptores de radio duales), el UE puede señalar capacidades del UE adicionales, incluidas las siguientes, por ejemplo:

 - 1) No soporta operaciones de WAN y LTE-U simultáneas (que es el caso si el UE tiene un solo transceptor de radio).
 - 2) Soporta operaciones de WLAN y LTE-U simultáneas:
 - 45

a. Soporta operaciones de WLAN y LTE-U simultáneas solo en diferentes regiones de frecuencia, por ejemplo, operación de WLAN en la región de frecuencia de 2,4 GHz y operación de LTE-U en la región de frecuencia de 5 GHz.
 - 50

b. Soporta operaciones de WLAN y LTE-U simultáneas en la misma región de frecuencia, pero en diferentes canales que pueden residir en diferentes bandas o subbandas. En este caso, se puede especificar una indicación adicional de una separación de frecuencias para operaciones de WLAN y LTE-U simultáneas. Considere el ejemplo de la región de frecuencia de 5 GHz de la figura 7, es probable que ambos transceptores de radio operen en toda la región de frecuencia, si corresponde, cuando solo una operación de WLAN o LTE-U está activa. Sin embargo, para operaciones de WLAN y LTE-U simultáneas, se puede especificar una separación de frecuencias mínima (que es configurable) entre el canal usado
 - 55

para la operación de WLAN y el canal usado para la operación de LTE-U. Esta separación de frecuencias

mínima puede implementarse usando una cantidad de espectro libre entre los bordes de los canales usados para operaciones de WLAN y LTE-U, o puede implementarse en función de una distancia indicada entre las frecuencias centrales de los canales usados para operaciones de WLAN y LTE-U, suponiendo un ancho de banda de transmisión predefinido o señalado de tanto WLAN como LTE-U. El conocimiento del ancho de banda de transmisión supuesto se usa para reaccionar a los cambios en el ancho de banda de transmisión. Por ejemplo, el ancho de banda de WLAN puede cambiar dinámicamente de 20 MHz a 80 MHz. Un UE que indicó una determinada distancia mínima de frecuencia central entre la operación de WLAN y la operación de LTE-U suponiendo, por ejemplo, un ancho de banda de 20 MHz para cada tecnología, es posible que no pueda operar con la misma separación de frecuencias en caso de que el ancho de banda de WLAN cambie a 80 MHz. La separación de frecuencias mínima puede ser señalada por el UE al eNB explícitamente como un valor numérico, como una selección de un conjunto predefinido de valores, o como el número de canales de radiofrecuencia entre las frecuencias de operación de WLAN y LTE-U. La separación de frecuencias mínima también puede ser beneficiosa para soportar la señalización de diferentes separaciones de frecuencias hacia frecuencias más altas y más bajas en caso de que los filtros frontales no tengan una función de transferencia simétrica con respecto a la frecuencia central. Si las operaciones de WLAN y LTE-U no ocurren en toda la región de frecuencias, el UE puede señalar las partes de la región de frecuencias en las que cada transceptor de radio puede operar cuando soporta operaciones simultáneas de WLAN y LTE-U (un transceptor de radio del UE realiza operaciones WLAN, y el otro transceptor de radio del UE realiza operaciones de LTE-U).

c. Soporta sin restricciones de operaciones de WLAN y LTE-U simultáneas. En este caso, las entidades de radio de WLAN y LTE-U pueden operar en la misma banda de frecuencia. Por ejemplo, la cancelación de interferencias u otras técnicas de cancelación/evitación pueden utilizarse para realizar la función.

Tenga en cuenta que soporte a (b) implica también el soporte a (a) y el soporte a (c) implica también el soporte a (a) y (b).

Generalmente, un nodo de red de acceso inalámbrico recibe, desde el UE, información que indica el soporte o la falta de soporte para la operación de WLAN y LTE-U simultáneas. El nodo de red de acceso inalámbrico puede usar la información recibida para seleccionar al menos un canal del espectro sin licencia para comunicar datos del UE.

Como se analizó anteriormente, un UE puede proporcionar dinámicamente, en varios mensajes (tales como informes de calidad de canal, CE de MAC, mensajes RRC de Información de Asistencia del UE), listas de canales que pueden incluir uno o más de los canales que se usan para la operación de WLAN, y/o canales que no se pueden utilizar para LTE-U debido al uso de otras tecnologías (a la luz de las restricciones de hardware del UE) y/u otra información. La señalización de la capacidad del UE descrita en 1) y 2) anteriormente, permite que el UE proporcione información anticipada al eNB relacionada con su arquitectura de RF y sus capacidades para soportar operaciones de WLAN y LTE-U simultáneas. Al hacerlo así, esto puede obviar o disminuir entonces la necesidad de realizar informes periódicos como se analizó anteriormente.

Generalmente, un UE detecta una condición problemática relacionada con un canal inalámbrico en un espectro sin licencia y transmite una indicación que indica la condición problemática a un nodo de red de acceso inalámbrico.

La indicación indica que la condición problemática se transmite en un canal inalámbrico en un espectro con licencia.

La condición problemática se refiere a la detección de una o más de las siguientes condiciones: detección de una presencia de una entidad de uso principal en el canal inalámbrico y detección de una presencia de otra fuente de interferencia en el canal inalámbrico.

El UE se abstiene de transmitir en el canal inalámbrico posterior a la detección de la condición problemática.

La indicación que indica la condición problemática se incluye en un mensaje seleccionado de al menos: un mensaje de Indicador de Calidad de Canal (CQI), un mensaje de Información de Asistencia del UE y un mensaje IndevCoexIndication.

El UE envía, al nodo de red de acceso inalámbrico, información con respecto a combinaciones de bandas de frecuencia en el espectro sin licencia y en el espectro con licencia no soportado por el UE.

En respuesta a un indicador del problema relacionado con una celda secundaria, un primer nodo de red de acceso inalámbrico realiza una acción seleccionada entre: dejar de utilizar el primer canal, configurar otro canal en el espectro sin licencia para su uso por el UE o coordinar el uso del primer canal con un nodo de red de acceso inalámbrico vecino.

El indicador en un informe de calidad de canal incluye un índice de Indicador de Calidad de Canal (CQI) establecido en un valor específico, y el índice CQI se puede establecer en otros valores que indican que el primer canal está disponible para la comunicación de datos.

En respuesta al índice CQI establecido en uno de los demás valores, los datos se transmiten sobre el primer canal con o sin transmisión de Libre para Enviar (CTS), donde la transmisión de CTS se realiza en respuesta al nodo de red de acceso inalámbrico que detecta una posible colisión con la transmisión de otra fuente.

5 La información de asistencia se recibe en un Elemento de Control (CE) de Control de Acceso al Medio (MAC) o en un mensaje de Control de Recursos de Radio (RRC).

10 Un nodo de red de acceso inalámbrico recibe, desde el UE, un Indicador de Calidad de Canal (CQI) establecido a fuera de alcance o un Informe de Estado de Búfer (BSR). En respuesta al informe de CQI fuera de alcance o BSR, el nodo de red de acceso inalámbrico envía una concesión de enlace ascendente al UE, proporcionando la concesión de enlace ascendente un recurso de enlace ascendente para que el UE envíe la información de asistencia en el mensaje RRC o CE de MAC.

El nodo de red de acceso inalámbrico recibe, desde el UE, información con respecto a bandas de frecuencia en el espectro sin licencia y en un espectro con licencia soportado por el UE.

El nodo de red de acceso inalámbrico recibe, desde el UE, información con respecto a combinaciones de bandas de frecuencia en el espectro sin licencia y en el espectro con licencia no soportado por el UE.

15 El nodo de red de acceso inalámbrico recibe, desde el UE, información que especifica un número de bandas que el UE puede soportar simultáneamente. El nodo de red de acceso inalámbrico elige una combinación de bandas de frecuencia para evitar interferencia de coexistencia en el dispositivo.

20 La información recibida responde a la información enviada por el nodo de la red de acceso inalámbrico al UE que identifica una o más bandas de frecuencia en el espectro con licencia y bandas de frecuencia en el espectro sin licencia.

Coordinación inter o intranodo

25 Como parte de la selección de canal(es) de canal(es) en un espectro sin licencia, los nodos de la red de acceso inalámbrico pueden comunicarse información entre sí. Por ejemplo, un eNB de LTE-U puede recibir determinada información de un AP de WLAN u otro eNB de LTE-U. El intercambio de información puede incluir comunicaciones de intranodo físico, en ejemplos donde un nodo físico implementa funcionalidades de acceso inalámbrico para diferentes tecnologías de acceso de radio (por ejemplo, LTE y WLAN). Como ejemplo, un nodo físico puede incluir un eNB de LTE-U y un AP de WLAN (que en este caso se consideran nodos de red de acceso inalámbrico lógico implementados en un nodo físico).

30 El intercambio de información también puede incluir comunicaciones internodo físico entre diferentes nodos físicos (por ejemplo, un eNB de LTE-U y un AP de WLAN).

35 Como ejemplos, cualquiera o alguna combinación de la siguiente información puede intercambiarse entre nodos de red de acceso inalámbrico usando comunicaciones de intranodo físico o comunicaciones de internodo físico, para ayudar en la selección del(de los) mejor(es) canal(es) o para el ajuste del ancho de banda. Para cada canal que está soportado por un nodo de red de acceso inalámbrico (por ejemplo, eNB de LTE-U o AP de WLAN), se puede intercambiar la siguiente información:

- La utilización del canal del nodo de red de acceso inalámbrico.
- El retardo promedio en la cola
- Potencia de salida.
- Medición de canal, por ejemplo, nivel de interferencia
- 40 • Indicación de la entidad de uso principal detectada.
- Indicación de fuerte interferencia.
- (Varios) AP de WLAN detectados. Por AP de WLAN, la información puede incluir cualquiera o alguna combinación de: BSSID, información de carga de BSS, canal principal, ancho de banda operativo, intensidad de la señal del AP detectado, la cantidad de STA que no son AP conectados, otra información contenida en las tramas de baliza y otra información.
- 45 • (Varios) eNB de LTE-U detectados. Por eNB de LTE-U, la información puede incluir cualquiera o alguna combinación de lo siguiente: PCI, GCI, ID de PLMN, intensidad y calidad de la señal, información de utilización del canal, la cantidad de UE conectados y otra información.

Para cada nodo de la red de acceso inalámbrico, también se puede intercambiar la siguiente información:

- ID de PLMN.
- Información de ubicación del nodo de red de acceso inalámbrico, por ejemplo, Coordenadas de GPS.
- Configuración actual del nodo de red de acceso inalámbrico, por ejemplo, qué canales se utilizan para qué tecnología de acceso de radio (LTE o WLAN).
- Volumen de tráfico actual atendido por el nodo de red de acceso inalámbrico.
- Cambio programado de canales para la operación (por ejemplo, operación de LTE-U u operación de WLAN).

Intercambio de información intranodo

La figura 8 muestra un ejemplo de una disposición de nodos de red de acceso inalámbrico, que incluye un eNB 802 de LTE-U y un AP 804 de WLAN. El eNB 802 de LTE-U proporciona un nodo físico que incluye tanto una funcionalidad 806 de eNB como una funcionalidad 808 de AP de WLAN. La funcionalidad 806 de eNB puede denominarse eNB, mientras que la funcionalidad 808 de WLAN puede denominarse AP de WLAN.

Las comunicaciones entre el eNB 806 y el AP 808 de WLAN son comunicaciones de intranodo físico. Información recopilada por el AP 808 de WLAN, por ejemplo, se puede proporcionar información relacionada con Wi-Fi (tal como la analizada anteriormente) al eNB 806 para su uso en la selección de canales para operaciones de LTE-U. La información de eNB de LTE-U, tal como la información relacionada con LTE-U analizada anteriormente, se puede proporcionar al AP 808 de WLAN para su uso en la selección del canal de AP de WLAN.

Intercambio de información internodo

La figura 8 también muestra otro AP 804 de WLAN que está en un nodo físico que está separado del nodo físico que implementa el eNB 802 de LTE-U. Tenga en cuenta que el nodo físico en el que se ubica el AP 804 de WLAN también puede incluir un eNB, en algunos ejemplos. Alternativamente, el AP 804 de WLAN puede ser un nodo físico independiente. Aunque no se muestra, puede haber otros eNB de LTE-U y AP de WLAN que estén cerca del eNB 802 de LTE-U y el AP 804 de WLAN.

Los eNB de LTE-U y los AP de WLAN próximos entre sí (tal como el eNB 802 de LTE-U y el AP 804 de WLAN) pueden intercambiar información por aire (810), donde la información intercambiada es útil para seleccionar un canal y un ajuste de ancho de banda. La interfaz por aire es una interfaz inalámbrica y puede incluir una interfaz X2, una interfaz PC5 u otra interfaz. Una interfaz X2 es una interfaz entre los eNB. Se usa una interfaz PC5 como parte de un Servicio de Proximidad (ProSe) proporcionado por el documento TS 23.303 de 3GPP, que permite que los UE próximos se descubran y se comuniquen entre sí directamente. Como se analiza posteriormente a continuación, el descubrimiento de proximidad ProSe se puede usar para permitir que los nodos de red de acceso inalámbricos (por ejemplo, eNB de LTE-U y AP de WLAN) se descubran entre sí para que puedan intercambiar información entre sí para ayudar en la selección de canales en un espectro sin licencia.

El intercambio de información entre los eNB de LTE-U y los AP de WLAN cercanos es útil para evitar interferencias entre ellos. En algunas implementaciones, el eNB 802 de LTE-U puede utilizar descubrimiento directo de ProSe para identificar otro eNB de LTE-U o AP de WLAN en las proximidades, si el otro eNB de LTE-U o AP de WLAN también soporta ProSe. Como se muestra en la figura 8, el eNB 802 de LTE-U incluye una aplicación 812 de ProSe y un AP 804 de WLAN incluye de manera similar una aplicación 814 de ProSe, para que eNB 802 de LTE-U y AP 804 de WLAN puedan realizar descubrimiento directo de ProSe.

Una vez que los nodos de la red de acceso inalámbrico se han descubierto entre sí, se puede usar la comunicación directa de ProSe para intercambiar información entre los nodos de la red de acceso inalámbrico para ayudar en la selección de canales. La ventaja de usar el descubrimiento y la comunicación directos es evitar tener que configurar interfaces internodo tal como la interfaz X2.

Los nodos involucrados en la operación de LTE-U pueden ser preautorizados y preaprovisionados por un sistema de Operación y Mantenimiento (O&M) para realizar el descubrimiento y la comunicación de ProSe solo con propósitos de intercambio de información de LTE-U para que se puedan omitir en las tareas de autorización y aprovisionamiento del procedimiento de ProSe.

Hay dos modelos (Modelo A y Modelo B) en el descubrimiento directo de ProSe. El modelo A es para anunciar ("Estoy aquí") y el modelo B es para solicitar ("¿quién está ahí?"). En el modelo A, un nodo de red de acceso inalámbrico anunciador transmite un mensaje de descubrimiento a la interfaz PC5, y un nodo de red de acceso inalámbrico de supervisión recibe el mensaje de descubrimiento a través de la interfaz PC5. El nodo de red de acceso inalámbrico anunciador está configurado con un alcance permitido (una lista de clases de alcance), que se traduce en una potencia de transmisión del mensaje de descubrimiento. El nodo de red de acceso inalámbrico de supervisión puede realizar un procedimiento de informe de coincidencia para autenticar el mensaje de descubrimiento recibido. Tras una

autenticación exitosa, el nodo de la red de acceso inalámbrico anunciador y el nodo de la red de acceso inalámbrico de supervisión pueden establecer un canal de comunicación directo para intercambiar información (como se analizó anteriormente) para ayudar en la selección del canal. Tenga en cuenta que los nodos de la red de acceso inalámbrico pueden realizar el descubrimiento y la comunicación repetidamente para mantener la información actualizada.

- 5 Si se usa el Modelo B, cuando se inicia un primer nodo de red de acceso inalámbrico, el primer nodo de red de acceso inalámbrico puede iniciar el descubrimiento del modelo B (¿quién está ahí?). Un nodo de red de acceso inalámbrico vecino que recibió el mensaje de descubrimiento (sobre la interfaz PC5) puede responder al primer nodo de red de acceso inalámbrico y proporcionar la dirección de origen de la capa 2 del nodo de red de acceso inalámbrico vecino para la comunicación directa subsiguiente para intercambiar la información descrita anteriormente.

- 10 Como se muestra además en la figura 8, una función 816 de ProSe dentro de un servidor 818 de aplicaciones ProSe también puede estar presente en la red central para soportar el descubrimiento directo de ProSe entre nodos de red de acceso inalámbrico.

Es posible que algunos AP de WLAN no soporten el protocolo de ProSe. En dichos escenarios, el eNB 802 de LTE-U puede intercambiar información relacionada con Wi-Fi recopilada de su escaneo de banda de los canales soportados, su AP 808 de WLAN integrado o la información de asistencia notificada por los UE con el otro nodo habilitado para ProSe, por ejemplo, el eNB de LTE-U.

- 15

El descubrimiento directo o la comunicación para la coordinación internodo físico puede realizarse sobre canales con licencia o sin licencia. El descubrimiento y la comunicación de ProSe para la coordinación internodo físico de LTE-U sobre los canales sin licencia pueden tener ventajas sobre el descubrimiento y la comunicación de ProSe sobre los canales con licencia debido a lo siguiente:

- 20

1) El descubrimiento agnóstico de PLMN es posible y un nodo de red de acceso inalámbrico no tiene que escuchar los demás canales para otras PLMN.

2) El alcance de descubrimiento se puede configurar con mayor precisión porque los mensajes de descubrimiento se transmiten sobre la frecuencia objetivo de la operación de LTE-U.

- 25 El alcance permitido del mensaje de descubrimiento puede configurarse adecuadamente según las frecuencias de operación de LTE-U, por ejemplo, banda de 2,4 GHz o banda de 5 GHz.

Generalmente, un primer nodo de red de acceso inalámbrico incluye una interfaz de comunicación para recibir de forma inalámbrica, desde un segundo nodo de red de acceso inalámbrico, información relacionada con el segundo nodo de red de acceso inalámbrico. Al menos un procesador en el primer nodo de red de acceso inalámbrico selecciona, en función de la información recibida, al menos un canal en un espectro sin licencia.

- 30

Parámetros de de Descubrimiento de ProSe

Para soportar el descubrimiento de ProSe entre nodos de red de acceso inalámbrico, se definen varios parámetros de descubrimiento de ProSe. Los parámetros de descubrimiento de ProSe incluyen un ID de aplicación de ProSe y un alcance permitido.

- 35 Según algunas implementaciones de la presente descripción, el ID de la aplicación de ProSe (como se describe en el documento TS 23.303 de 3GPP) se puede definir para:

- eNB de LTE-U que operan sobre un canal LTE-U particular, tal como el canal 1, 6 u 11 de la región de frecuencia de 2,4 GHz, o el canal 40 de la región de frecuencia de 5 GHz.
- eNB de LTE-U que operan dentro de una determinada región o banda de LTE-U sin licencia.
- AP de WLAN que operan sobre un canal Wi-Fi, tal como el canal 1, 6 u 11 de la región de frecuencia de 2,4 GHz o el canal 56 de la región de frecuencia de 5 GHz.
- AP de WLAN que operan en una región o banda de frecuencia Wi-Fi.
- Cualquier combinación de las anteriores

- 40

El alcance permitido es otro parámetro de descubrimiento de ProSe que se puede definir. Como se indicó anteriormente, el alcance permitido es una lista de clases de alcance, que se traduce en la potencia de transmisión de un mensaje de descubrimiento. El alcance permitido se puede definir para:

- 45

- el alcance de frecuencia de 2,4 GHz.
- Una o más bandas de 5 GHz que tienen diferentes características de potencia de transmisión.

Parámetros de comunicación directa de ProSe

Para realizar comunicaciones directas entre los nodos de la red de acceso inalámbrico después del descubrimiento de ProSe, se pueden definir varios parámetros de comunicación directa de ProSe. Los parámetros de comunicación directa de ProSe pueden incluir un ID de UE de ProSe y un ID de Grupo de Capa 2 de ProSe. Según el documento TS 23.303 de 3GPP, el ID de UE de ProSe es un identificador de capa de enlace asignado por una Función de Administración de Claves de ProSe como se define en el documento TS 33.303 de 3GPP, donde el ID de UE de ProSe representa de forma única al UE en el contexto de una comunicación directa de ProSe de uno a muchos para un grupo. El ID de UE de ProSe se usa como ID de capa 2 de origen en los paquetes que envía el UE para la comunicación directa de ProSe de uno a muchos.

En el contexto de las comunicaciones directas de ProSe entre los nodos de la red de acceso inalámbrico (en lugar de los UE), el ID de UE de ProSe puede establecerse en un ID de capa 2 de un nodo de red de acceso inalámbrico.

Según el documento TS 23.303 de 3GPP, el ID de Grupo de Capa 2 de ProSe es un identificador de capa de enlace que identifica al grupo en el contexto de una comunicación directa de ProSe de uno a muchos. El ID de Grupo de Capa 2 de ProSe se usa como un ID de Capa 2 de destino en los paquetes que un UE envía a este grupo para la comunicación directa de ProSe uno a muchos.

En el contexto de las comunicaciones directas de ProSe entre los nodos de la red de acceso inalámbrico (en lugar de los UE), el ID de Grupo de la Capa 2 de ProSe se puede establecer en la Capa 2 del grupo de nodos. Algunos ejemplos incluyen:

- ID de Grupo de eNB de LTE-U para la operación de LTE-U en una determinada banda de frecuencia o la operación de LTE-U sobre un determinado canal de LTE-U, tal como el canal 1, 6 u 11 de la región de frecuencia de 2,4 GHz, o el canal 40 de la región de frecuencia de 5 GHz.
- ID de Grupo de AP de WLAN para una banda o canal Wi-Fi, tal como el canal 1, 6 u 11 de la región de frecuencia de 2,4 GHz, o el canal 52 de la región de frecuencia de 5 GHz.
- Los dos anteriores.

Como alternativa al uso del ID de Grupo de Capa 2 de ProSe, se puede usar comunicación directa uno a uno entre los dos nodos de red de acceso inalámbrico en proximidad. A un nodo de acceso red inalámbrico se le puede asignar el primer identificador de UE ProSe y a otro nodo de red de acceso inalámbrico se le puede asignar el segundo identificador de UE de ProSe. El primer nodo transmite la información relacionada con el primer nodo al segundo identificador de UE de ProSe y el segundo nodo envía la información relacionada con el segundo nodo al primer identificador de UE de ProSe para intercambiar la información para la selección de canales.

Una vez que se descubren los vecinos, pueden intercambiar la información que se describe a continuación usando comunicación directa de ProSe. El ID de Grupo de Capa 2 de ProSe puede asignarse a eNB de LTE-U vecinos.

En otras implementaciones, los eNB de LTE-U pueden intercambiar el estado del canal (es decir, el estado de los canales configurados como SCell) sobre X2 u otra interfaz. Esto garantiza que los eNB de LTE-U tengan una idea de la distribución de canales entre los eNB de LTE-U vecinos para evitar la interferencia entre ellos.

Como se muestra en la figura 9, dos eNB vecinos, eNB1 y eNB2, pueden intercambiar determinada información. El eNB1 envía (en 902) al eNB2 información con respecto a los canales que el eNB1 ha configurado actualmente tal como SCell de LTE-U. En respuesta, el eNB2 puede elegir los canales restantes como sus propios SCell de LTE-U y envía (en 904) al eNB1, información que indica los canales que el eNB2 ha configurado actualmente como SCells de LTE.

Posteriormente, eNB1 y eNB2 pueden usar los canales indicados para transmitir (en 906, 908, respectivamente) datos a los UE en el espectro sin licencia dentro de las respectivas áreas de cobertura de eNB1 y eNB2.

Arquitectura del sistema

La figura 10 es un diagrama de bloques de un nodo 1000 inalámbrico según algunos ejemplos, que puede ser un nodo de red de acceso inalámbrico (por ejemplo, eNB o AP de WLAN) o un UE. El nodo 1000 inalámbrico incluye un procesador (o múltiples procesadores) 1002 que está(n) acoplado(s) a una interfaz 1004 de comunicación (para comunicarse con otro nodo o por aire con un UE). Un procesador puede incluir un microprocesador, un microcontrolador, un circuito integrado programable, una matriz de puertas programables, etc.

Los procesadores 1002 también se pueden acoplar a un medio 1006 de almacenamiento no transitorio legible por máquina o legible por ordenador que almacena instrucciones 1008 legibles por máquina que son ejecutables por el(los) procesador(es) 1002 para realizar cualquiera de las varias tareas de conexión inalámbrica nodos de red de acceso o UE analizados anteriormente.

- El medio de almacenamiento (o medios de almacenamiento) 1006 puede incluir una o múltiples formas diferentes de memoria, incluidos dispositivos de memoria de semiconductores tales como memorias de acceso aleatorio dinámicas o estáticas (DRAM o SRAM), memorias de solo lectura borrrables y programables (EPROM), memorias de solo lectura borrrables y programables eléctricamente (EEPROM) y memorias flash; discos magnéticos tales como discos fijos, flexibles y extraíbles; otros medios magnéticos, incluida la cinta; medios ópticos tales como discos compactos (CD) o discos de video digital (DVD); u otros tipos de dispositivos de almacenamiento. Tenga en cuenta que las instrucciones analizadas anteriormente se pueden proporcionar en un medio de almacenamiento legible por ordenador o legible por máquina, o alternativamente, se pueden proporcionar en múltiples medios de almacenamiento legibles por ordenador o legibles por máquina distribuidos en un sistema grande que posiblemente tenga varios nodos. Dicho(s) medio(s) de almacenamiento legible(s) por ordenador o máquina se considera(n) como 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 estar ubicados en la máquina que ejecuta las instrucciones legibles por máquina, o ubicados en un sitio remoto desde el cual las instrucciones legibles por máquina pueden descargarse a través de una red para su ejecución.
- 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 analizados anteriormente. Se pretende que las reivindicaciones adjuntas cubran dichas modificaciones y variaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método que comprende:

recibir (210), por un equipo (501) de usuario, UE, desde un nodo (500) de red de acceso inalámbrico, un mensaje de configuración para añadir una pluralidad de celdas secundarias en al menos un canal de un espectro sin licencia;

5 en respuesta al mensaje de configuración, determinar, por el UE, aceptar una primera celda secundaria de la pluralidad de celdas secundarias y rechazar una segunda celda secundaria de la pluralidad de celdas secundarias; y

enviar (302, 512), por el UE al nodo de la red de acceso inalámbrico, un mensaje de respuesta en respuesta al mensaje de configuración, siendo el mensaje de respuesta hacer que el nodo de la red de acceso inalámbrico seleccione al menos un primer canal del espectro sin licencia para comunicar datos del UE, comprendiendo el mensaje de respuesta:

10 información que identifica la primera celda secundaria como añadida en respuesta a la aceptación de la primera celda secundaria por el UE;

información que identifica la segunda celda secundaria como no añadida en respuesta al rechazo de la segunda celda secundaria por el UE; e

información de asistencia que indica uno o más canales del espectro sin licencia a evitar.

15 2. El método de la reivindicación 1, que comprende además usar, por el UE, el primer canal del espectro sin licencia seleccionado por el nodo de la red de acceso inalámbrico para comunicar datos.

3. El método de la reivindicación 1, en donde la información de asistencia incluye una lista de canales en la que el UE (501) ha detectado una entidad de uso principal.

4. El método de la reivindicación 1, que comprende además:

20 recibir (503), por el UE (501) desde el nodo (500) de red de acceso inalámbrico, un mensaje de reconfiguración que configura el UE para realizar mediciones en canales en el espectro sin licencia;

determinar, por el UE, si un canal dado en el espectro sin licencia se usa para un propósito particular; y

25 en respuesta a la determinación de que el canal dado en el espectro sin licencia se usa para el propósito particular, enviar (504), por el UE, una respuesta al mensaje de reconfiguración al nodo de la red de acceso inalámbrico, indicando la respuesta al nodo de la red de acceso inalámbrico que no se ha configurado un objeto de medición correspondiente para el canal dado.

5. El método de la reivindicación 1, en donde el al menos el primer canal seleccionado se añade a un segundo canal que forma parte de un espectro con licencia usado para comunicar datos del UE (501).

30 6. El método de la reivindicación 1, en donde la información de asistencia comprende información con respecto a una cantidad de AP (804) de Red de Área Local Inalámbrica, WLAN, o estaciones base (802) de Evolución a Largo Plazo, LTE, detectadas en un canal particular.

7. El método de la reivindicación 1, en donde la información de asistencia comprende información con respecto a al menos un canal reservado por el UE (501) para su uso por otra tecnología de acceso o debido a una restricción de hardware provocada por el uso de un canal adicional usado por otra tecnología de acceso.

35 8. El método de la reivindicación 1, en donde la información de asistencia comprende información con respecto a una calidad de un canal.

9. El método de la reivindicación 1, en donde la información de asistencia comprende información con respecto a una detección de presencia de otra fuente de interferencia intensa en un canal.

40 10. El método de la reivindicación 1, en donde el mensaje de respuesta comprende información que identifica una causa o motivo por la que el UE (501) acepta la primera celda secundaria, y una causa o motivo por la que el UE rechaza la segunda celda secundaria.

11. El método de la reivindicación 1, que comprende además:

45 recibir, por el primer nodo (500) de red de acceso inalámbrico desde el UE (501), información que indica soporte o falta de soporte para operación de Red de Área Local Inalámbrica, WLAN, y operación de Evolución a Largo Plazo simultáneas en operación de espectro sin licencia.

12. El método de la reivindicación 10, en donde la información que indica el soporte o la falta de soporte identifica al menos una región de frecuencia en la que se soporta la operación de WLAN y la Evolución a Largo Plazo simultáneas en operación del espectro sin licencia.

13. Un equipo (501, 1000) de usuario que comprende:

un procesador (1002);

memoria (1006); y

un subsistema (1004) de comunicaciones,

5 en donde el equipo de usuario está configurado para llevar a cabo el método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.

14. Un programa informático que, cuando es ejecutado por un procesador (1002) de un equipo (1000) de usuario, hace que dicho equipo de usuario lleve a cabo el método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.

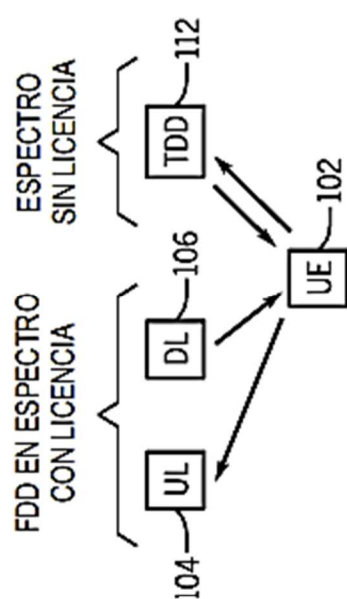


FIG. 1C

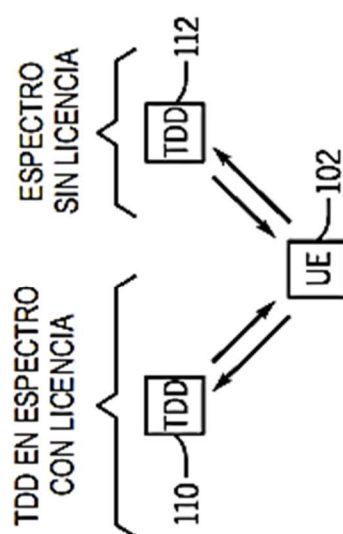


FIG. 1D

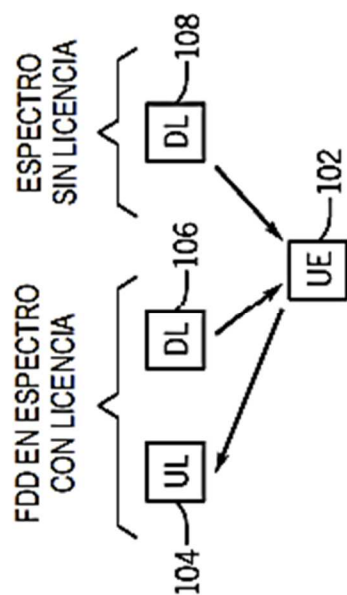


FIG. 1A

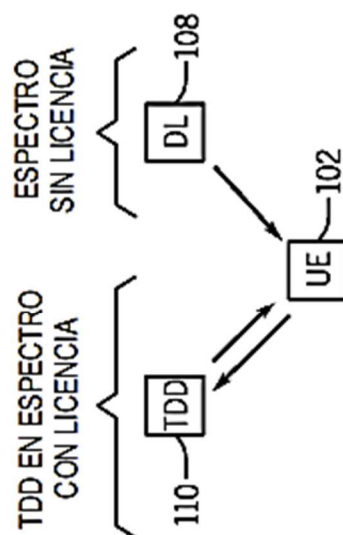


FIG. 1B

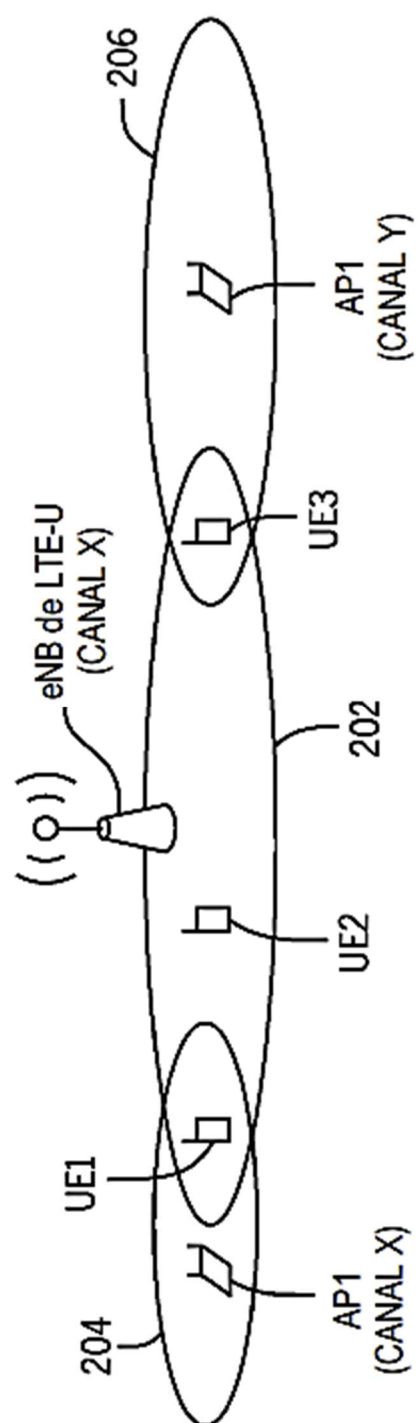


FIG. 2

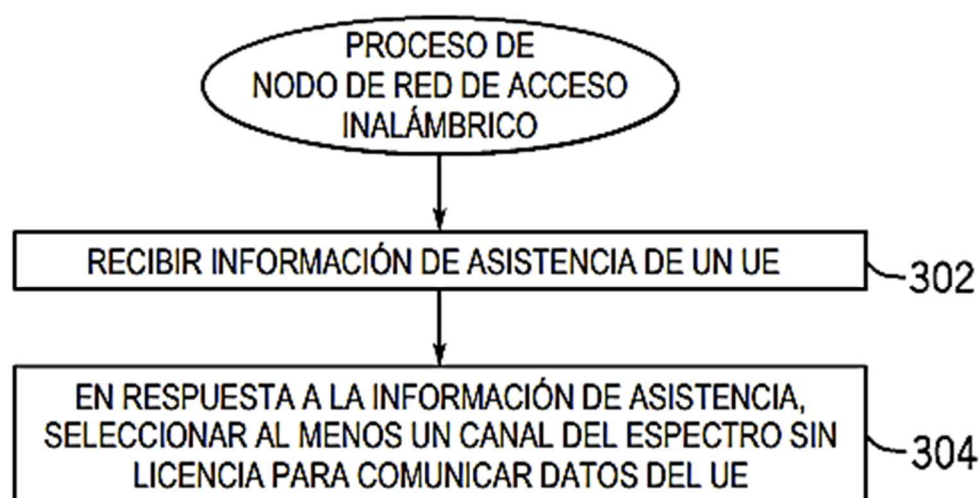


FIG. 3

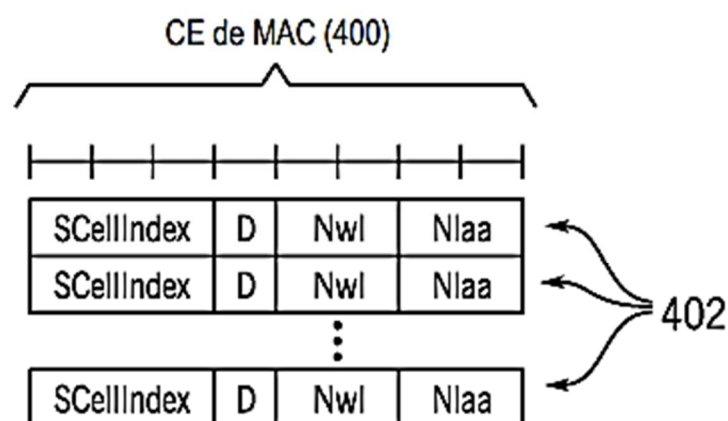


FIG. 4

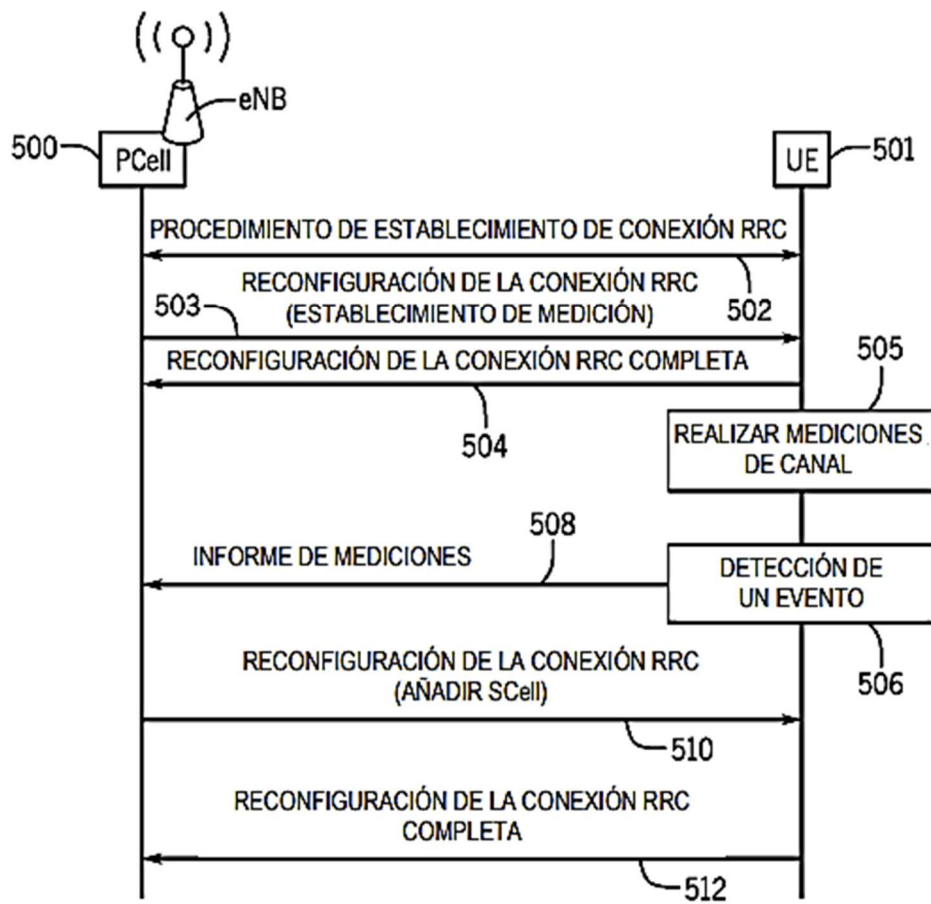


FIG. 5

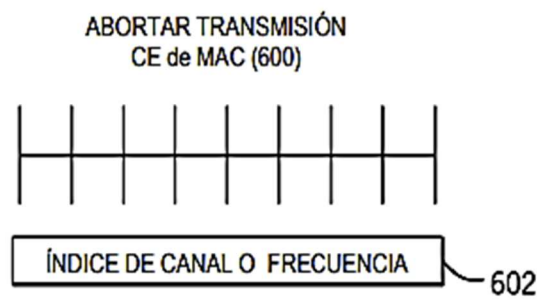


FIG. 6

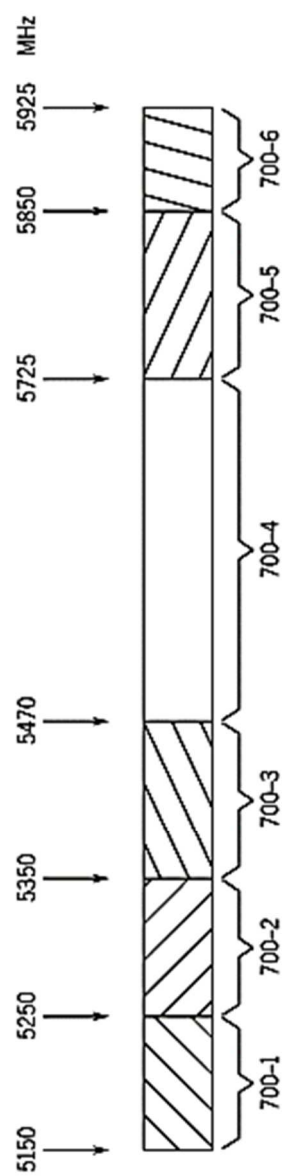


FIG. 7

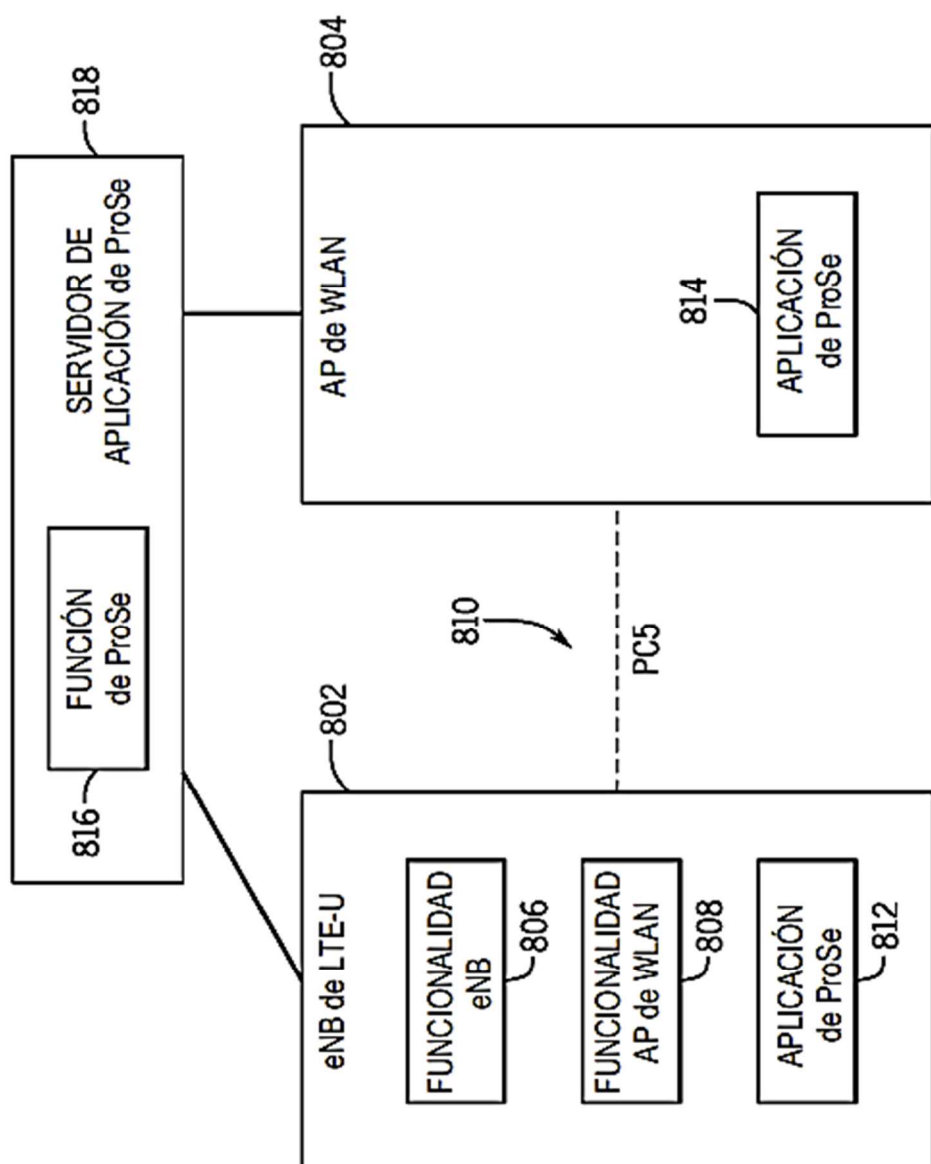


FIG. 8

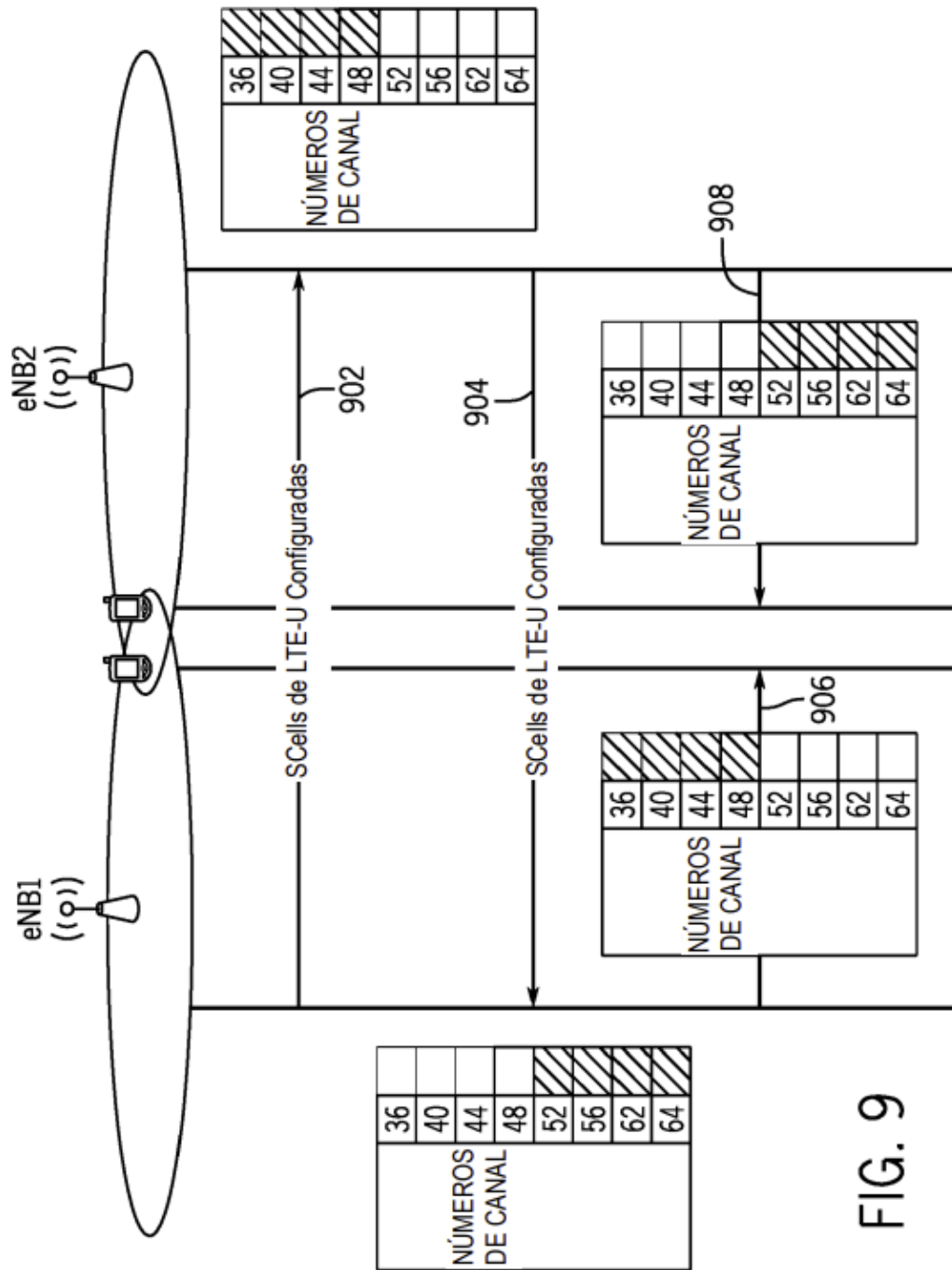


FIG. 9

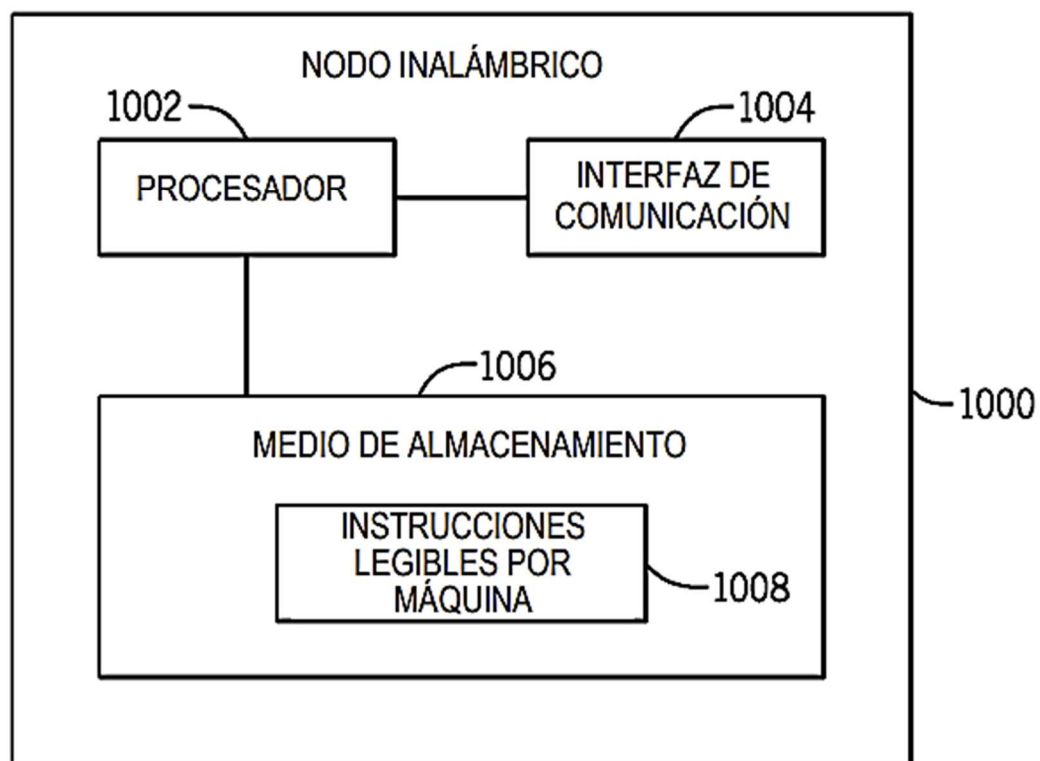


FIG. 10