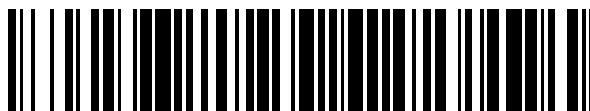


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 658 915**

51 Int. Cl.:

H04B 7/26	(2006.01) H04W 8/18	(2009.01)
H04W 4/00	(2009.01)	
H04W 28/02	(2009.01)	
H04W 52/02	(2009.01)	
H04W 72/04	(2009.01)	
H04L 27/26	(2006.01)	
H04W 4/02	(2009.01)	
H04L 5/00	(2006.01)	
H04W 88/08	(2009.01)	
H04W 76/02	(2009.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.10.2011 PCT/US2011/054494**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **13.09.2012 WO12121757**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.10.2011 E 11860344 (8)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.11.2017 EP 2684408**

54 Título: **Agregación oportuna de portadoras para una conmutación de flujos dinámica entre tecnologías de acceso radioeléctrico**

30 Prioridad:

07.03.2011 US 201161450070 P

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

12.03.2018

73 Titular/es:

**INTEL CORPORATION (100.0%)
2200 Mission College Boulevard
Santa Clara, CA 95054, US**

72 Inventor/es:

**EEMAD, KAMRAN;
GUPTA, VIVEK;
HIMAYAT, NAGEEN y
TALWAR, SHILPA**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 658 915 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

Agregación oportuna de portadoras para una conmutación de flujos dinámica entre tecnologías de acceso radioeléctrico

5 Antecedentes

10 A medida que se generaliza el uso de dispositivos móviles inalámbricos, tales como teléfonos inteligentes y dispositivos de tipo tableta, también aumenta la demanda acerca de la limitada cantidad de espectro de radiofrecuencia usada por estos dispositivos, lo que da como resultado que las redes inalámbricas se congestionen con respecto al uso del espectro con licencia. Además, la mayor utilización de aplicaciones de alto ancho de banda, tales como el flujo continuo de audio y vídeo, puede hacer que las demandas superen la capacidad del espectro disponible. Esto toma especial relevancia en ubicaciones densamente pobladas y de alto uso, tales como grandes ciudades y universidades. Un estudio estima un crecimiento 20 veces mayor del tráfico de Internet móvil entre 2010 y 2015.

20 Las mejoras en las arquitecturas inalámbricas, en el diseño de hardware y en la velocidad de los procesadores ha aumentado considerablemente la eficacia de los dispositivos inalámbricos en lo que se refiere al uso del espectro disponible. Sin embargo, la capacidad de transmitir un mayor número de bits por segundo y por hercio de ancho de banda disponible puede estar tocando techo con la tecnología de baterías actualmente disponible.

25 El documento US 2008/0220787 se refiere a una disposición en la que primeros datos se transmiten a un dispositivo inalámbrico en un primer canal, que incluye múltiples subcanales. Segundos datos se transmiten simultáneamente al dispositivo inalámbrico en un segundo canal, de modo que los primeros datos y los segundos datos se transmiten de manera coordinada agregando el primer canal y el segundo canal. Tanto el primer canal como el segundo canal se forman de manera independiente, de modo que otro dispositivo inalámbrico que no pueda admitir la agregación de canal es capaz de comunicarse usando de manera independiente el primer canal o el segundo canal.

30 Según un primer aspecto de la invención, se proporciona un sistema de asignación oportuna de ancho de banda de tecnología de acceso radioeléctrico cruzada, como se reivindica en la reivindicación 1.

35 Según un segundo aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento para realizar una asignación de ancho de banda de tecnología de acceso radioeléctrico cruzada a través de una red inalámbrica de área extensa y una red inalámbrica de área local, como se reivindica en la reivindicación 11.

Formas de realización adicionales de la invención están incluidas en las reivindicaciones dependientes.

Breve descripción de los dibujos

40 Características y ventajas de la invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, tomada junto con los dibujos adjuntos, que ilustran conjuntamente, a modo de ejemplo, características de la invención, y en los que:

45 la FIG. 1 muestra un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de procedimientos implicados en la integración de tecnologías de acceso radioeléctrico cruzadas entre una célula de acceso primaria (CélulaP) y una célula de acceso secundaria (CélulaS) según un ejemplo;

la FIG. 2a ilustra un diagrama de bloques de una primera arquitectura de una estación base que tiene una CélulaP y una CélulaS integradas según un ejemplo;

50 la FIG. 2b ilustra un diagrama de bloques de una segunda arquitectura de una estación base que tiene una CélulaP y una CélulaS integradas según un ejemplo;

la FIG. 2c ilustra un diagrama de bloques de una tercera arquitectura de una estación base que tiene una CélulaP y una CélulaS integradas según un ejemplo;

la FIG. 3 ilustra un diagrama de bloques de una estación base que tiene una CélulaP integrada con una CélulaS en comunicación con un dispositivo inalámbrico de modo dual según un ejemplo;

55 la FIG. 4 ilustra un diagrama de flujo de etapas implicadas en el establecimiento de una conexión de red inalámbrica de área local con la CélulaS según un ejemplo;

la FIG. 5 ilustra un diagrama de flujo de un procedimiento para llevar a cabo una agregación oportuna de portadoras a través de una red inalámbrica de área extensa (WWAN) y una red inalámbrica de área local (WLAN) según un ejemplo; y

60 la FIG. 6 ilustra un dispositivo móvil inalámbrico según un ejemplo.

A continuación se hará referencia a las formas de realización a modo de ejemplo ilustradas y, en el presente documento, se usará un lenguaje específico para describir las mismas. Debe entenderse que no se pretende limitar con ello el alcance de la invención.

5 Descripción detallada

Debe entenderse que la terminología empleada en el presente documento se utiliza solamente con el objetivo de describir formas de realización particulares y no pretende ser limitativa.

10 Definiciones

Tal y como se usa en el presente documento, el término "sustancialmente" se refiere a la completa o casi completa extensión o grado de una acción, característica, propiedad, estado, estructura, elemento o resultado. Por ejemplo, un objeto que está "sustancialmente" encerrado implica que el objeto está o bien completamente encerrado o casi completamente encerrado. El grado de desviación exacto permitido con respecto a la totalidad absoluta puede depender, en algunos casos, del contexto específico. Sin embargo, en términos generales, la completación casi total tendrá el mismo resultado general que si se consiguiera una completación absoluta y total. El uso del término "sustancialmente" también puede aplicarse cuando se usa en una connotación negativa para hacer referencia a la ausencia completa o casi completa de una acción, característica, propiedad, estado, estructura, elemento o resultado.

Formas de realización de ejemplo

A continuación se proporciona una visión general inicial de formas de realización de tecnología y, posteriormente, se describen en mayor detalle formas de realización de tecnología específicas. Este resumen inicial tiene como objetivo ayudar a que los lectores entiendan más rápidamente la tecnología, pero no pretende identificar características clave o características esenciales de la tecnología, ni pretende limitar el alcance del contenido reivindicado.

Un crecimiento exponencial en la cantidad de datos inalámbricos transmitidos ha originado una congestión en redes inalámbricas que usan un espectro con licencia para proporcionar servicios de comunicación inalámbrica a dispositivos inalámbricos tales como teléfonos inteligentes y dispositivos de tipo tableta, por nombrar algunos. La congestión es especialmente evidente en ubicaciones densamente pobladas y con alto grado de utilización, tales como ciudades y universidades.

Una técnica para proporcionar una capacidad adicional de ancho de banda a dispositivos inalámbricos es mediante el uso de un espectro sin licencia, dada la disponibilidad limitada y el alto coste del espectro con licencia. Muchos tipos de dispositivos inalámbricos pueden comunicarse a través de un espectro con licencia, tal como a través de una red celular, y a través de un espectro sin licencia, tal como a través de un punto de acceso WiFi. WiFi es el nombre común proporcionado al conjunto de normas 802.11 del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) para la comunicación en un espectro sin licencia que incluye las bandas de frecuencias de 2,4, 3,7 y 5 GHz. El conjunto de normas incluye la norma IEEE 802.11a publicada en 1999 para la comunicación en la banda de 5 GHz y 3,7 GHz, la norma IEEE 802.11b, también publicada en 1999 para la comunicación en la banda de 2,4 GHz, la norma 802.11g publicada en 2003 para la comunicación en la banda de 2,4 GHz mediante multiplexación por división ortogonal de frecuencia (OFDM) y/o el espectro ensanchado de secuencia directa (DSSS), y la norma 802.11n publicada en 2009 para la comunicación en las bandas de 2,4 GHz y 5 GHz usando la tecnología de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO).

Aunque se ha proporcionado la norma WiFi como un ejemplo de una norma usada en la comunicación a través de una parte sin licencia del espectro de radiofrecuencia, también pueden usarse normas adicionales para la comunicación en una parte del espectro sin licencia, incluida la familia IEEE 802.15 de redes de área personal (PAN) y Bluetooth.

La comunicación en una banda sin licencia puede producirse en una de las bandas de radio usadas en el ámbito industrial, científico y médico (ISM) que están reservadas de manera internacional para el uso de la energía de radiofrecuencia (RF) con fines industriales, científicos y médicos, que incluye, pero sin limitarse a, la banda de 60 GHz que se usa en la comunicación con alto ancho de banda.

Normas tales como WiFi o Bluetooth se usan para proporcionar redes inalámbricas de área local (WLAN) a las que puede accederse mediante dispositivos de modo dual que también pueden acceder a una norma de interconexión celular, tal como la norma IEEE 802.16, denominada habitualmente WiMAX (interoperabilidad mundial para acceso por microondas) y el proyecto de asociación de tercera generación (3GPP). Versiones de la norma IEEE 802.16 incluyen IEEE 802.16e-2005, 802.16-2009 y 802.16m-2011. Versiones de la norma 3GPP incluyen la versión 8 de 3GPP LTE, publicada en el cuarto trimestre de 2008, y la versión 10 de LTE-Avanzada de 3GPP publicada en el primer trimestre de 2011.

65

En la actualidad, una WLAN está integrada como una red de acceso aparte en el núcleo de paquetes evolucionado (EPC) de 3GPP. Los dispositivos móviles inalámbricos existentes basados en soluciones de descongestión WiFi admiten una conmutación selectiva de flujos según políticas de operador o de usuario. Estas soluciones requieren el funcionamiento y mantenimiento de una red de acceso radioeléctrico WLAN aparte, lo que da como resultado un mayor gasto operativo y económico.

Para acceder tanto a partes con licencia como sin licencia del espectro, el dispositivo móvil inalámbrico necesita normalmente autenticarse en la red de acceso WLAN, así como en entidades de red central, tales como entidades de red 3GPP, que incluyen servidores de autenticación, autorización y contabilización (AAA), una función de reglas de control de política y tarificación (PCRF), pasarelas de red de datos por paquetes (PDN), etc. Cada una de estas entidades de red tiene que percatarse además de la red de acceso WLAN, por lo que necesitan cambios en las entidades principales de 3GPP y un mayor mantenimiento operativo. Estas soluciones también pueden tener limitaciones de rendimiento debido a latencias de conmutación de flujo relativamente más largas y a decisiones de descongestión distribuida que están basadas en políticas de red semiestáticas que pueden no tener en cuenta los impactos en tiempo real en otros dispositivos móviles inalámbricos y en el rendimiento global del sistema.

Por consiguiente, una integración y agregación más rigurosa de redes celulares configuradas para usar partes con licencia del espectro de radio, con redes inalámbricas de área local diseñadas para usar partes sin licencia del espectro de radio, puede mejorar considerablemente el rendimiento. Por ejemplo, la integración de componentes de red de acceso 3GPP, tales como el eNodoB (eNB) con las redes de acceso WLAN puede permitir que un dispositivo de modo dual use partes con y sin licencia del espectro con un impacto mínimo en los elementos de red central 3GPP. Esta solución puede mejorar la experiencia global del usuario sin degradar la calidad de servicio (QoS), la movilidad, la seguridad y la gestión de potencia cuando la capacidad se amplía al espectro sin licencia. También pueden minimizarse los cambios en la red de acceso WLAN, sin realizar preferiblemente ningún cambio en la interfaz inalámbrica WLAN. En el presente documento, el término "eNB" se usa de manera intercambiable con el término "estación base".

Según una forma de realización de la presente invención, se da a conocer un enfoque de nivel de red de acceso radioeléctrico (RAN) de adición de capacidad con un espectro sin licencia, que se basa en la disponibilidad de elementos de infraestructura de radio multimodo. En una forma de realización, una estación base puede incluir el punto de acceso para la parte sin licencia del espectro (es decir, un punto de acceso WiFi de WLAN) que está integrado en un punto de acceso para una parte con licencia del espectro (es decir, un eNB de LTE 3GPP) para proporcionar capacidades de red inalámbrica de área extensa (WWAN).

La disponibilidad de una infraestructura multimodo permite una coordinación más rigurosa entre las interfaces WWAN y WLAN con el fin de gestionar mejor la experiencia de descongestión WLAN, sin cambios significativos en otras partes de una red de operador. En lo que respecta al dispositivo, dado que la mayoría de dispositivos 3G y 4G incluyen capacidades WiFi y de Evolución a Largo Plazo (LTE) de 3GPP, tal acoplamiento puede conseguirse con una actualización de software relativamente simple sin realizar ningún cambio en el hardware ni en implementaciones de capa inferior.

La versión 10 del sistema LTE 3GPP admite agregación de ancho de banda en múltiples portadoras o células para proporcionar una experiencia de uso de ancho de banda que usa un espectro posiblemente fragmentado. Sin embargo, estas capacidades se definen suponiendo que todas las células y/o portadoras se hacen funcionar usando la misma tecnología en el espectro con licencia en una WWAN. Puesto que las arquitecturas de red heterogéneas se implantan cada vez más, donde las capas de pequeñas células están superpuestas en un área de cobertura de macrocélula para descongestionar el tráfico, resulta oportuno desarrollar soluciones de infraestructura y de tecnología que aumenten las prestaciones de los protocolos WLAN y WWAN, incluidos protocolos WLAN en bandas sin licencia.

Según una forma de realización de la presente invención, los aparatos de radio WiFi en el espectro WLAN (es decir, el espectro sin licencia) pueden tratarse simplemente como una portadora "virtual" o "de extensión" para una perfecta inclusión en la red de acceso del operador 3GPP ampliando el concepto de agregación de portadora. La perfecta inclusión puede ir más allá de las tecnologías actuales que siguen necesitando que un operador WWAN mantenga una red central de procesamiento y de acceso adicional para acceder a una red WLAN usando un dispositivo de modo dual.

Marco de descongestión WiFi

La FIG. 1 proporciona un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de procedimientos de alto nivel implicados en la integración de tecnología de acceso radioeléctrico cruzada entre un aparato de radio WWAN configurado para usarse como una célula de acceso primaria (CélulaP) configurada para comunicarse en una banda con licencia que está integrada con un aparato de radio WLAN configurado para usarse como una célula de acceso secundaria (CélulaS) configurada para comunicarse en una banda sin licencia.

- En una forma de realización, la tecnología WWAN de 3GPP, tal como la versión 8 o la versión 10 de 3GPP LTE, o el acceso por paquetes de alta velocidad (HSPA), puede usarse para proporcionar una célula de acceso primaria para suministrar a terminales de usuario conectividad de red, movilidad, seguridad y gestión de estados. El marco puede ampliarse usando uno o más enlaces WiFi integrados con el aparato de radio WWAN que se activan, configuran y usan de manera oportuna para proporcionar una portadora de extensión secundaria que suministra capacidad adicional en el plano de datos. Aunque se da a conocer la combinación de LTE y WiFi, pueden usarse los mismos principios para cualquier tecnología WWAN en combinación con un sistema WLAN/WPAN, como se ha descrito anteriormente.
- En un sistema 3GPP LTE, cuando se configura la agregación de portadoras, el dispositivo móvil inalámbrico, denominado como equipo de usuario (UE), solo tiene una conexión de control de recursos de radio (RRC) con la red. En un establecimiento de conexión/restablecimiento de conexión/traspaso RRC, una célula de servicio proporciona información de movilidad de estrato de no acceso (NAS), tal como la identidad de área de seguimiento. En un restablecimiento de conexión/traspaso RRC, una célula de servicio proporciona la entrada de seguridad. Esta célula se denomina célula primaria (CélulaP). En el enlace descendente, la portadora correspondiente a la CélulaP es la portadora de componente primaria de enlace descendente (PCC DL), mientras que en el enlace ascendente es la portadora de componente primaria de enlace ascendente (PCC UL).
- Dependiendo de las capacidades del UE, las células secundarias (CélulasS) pueden configurarse para formar conjuntamente con la CélulaP un conjunto de células de servicio. En el enlace descendente, la portadora correspondiente a una CélulaS es una portadora de componente secundaria de enlace descendente (SCC DL), mientras que en el enlace ascendente es una portadora de componente secundaria de enlace ascendente (SCC UL).
- La CélulaP puede configurarse como una célula de anclaje en el aparato de radio WWAN para dispositivos móviles inalámbricos que funcionan dentro del alcance operacional de la CélulaP. La CélulaP puede ser una conexión siempre activa entre el dispositivo móvil inalámbrico y el eNB, permitiendo que el dispositivo móvil inalámbrico mantenga una conexión con la WWAN. En una forma de realización que usa una CélulaP basada en 3GPP, la selección de células y la entrada en la red, como se ilustra en el bloque 110 de la FIG. 1, pueden comenzar con una CélulaP según los criterios y procedimientos especificados en la versión 8, la versión 9 o la versión 10 de 3GPP. La CélulaP puede usarse para influir en la entrada a red del dispositivo móvil en una WWAN, en la asociación de seguridad, el intercambio de capacidad y el soporte de movilidad, si fuera necesario. Tales criterios y procedimientos pueden usarse de manera independiente a si se inicia y cuándo se inicia posteriormente una operación de tecnología de acceso radioeléctrico (RAT) / célula cruzada.
- Cuando un eNB solicita configurar una CélulaS, la CélulaP puede activar un aparato de radio WiFi integrado en el aparato de radio WWAN, si fuera necesario, como se muestra en el bloque 120. En una forma de realización, las capacidades inter-RAT y las opciones de configuración para operaciones entre células cruzadas pueden negociarse mediante la CélulaP. Por ejemplo, las capacidades inter-RAT y las opciones de configuración para operaciones entre células cruzadas pueden negociarse entre un eNB y un UE. El eNB puede proporcionar conectividad de red WWAN y mantener el control de estados y de movilidad del UE por medio de la CélulaP. La CélulaP también puede transportar canales de control usados en asignaciones normales de CélulaP y en asignaciones de células cruzadas. La CélulaP también puede transportar algunos de los flujos de servicio de UE, tales como servicios de baja latencia, como datos de voz.
- La CélulaS puede configurarse para proporcionar a un punto de acceso radioeléctrico WLAN acceso a un dispositivo móvil inalámbrico de modo dual. La conexión entre el dispositivo móvil inalámbrico y el punto de acceso radioeléctrico WLAN puede ser un tipo de conexión oportuno "bajo demanda". Cuando la comunicación entre el dispositivo móvil inalámbrico y el eNB a través de la CélulaP necesita un ancho de banda adicional, el eNB puede comunicarse con el aparato de radio WWAN a través de la CélulaP para crear una conexión de CélulaS con el punto de acceso WLAN para desviar parte de los flujos de tráfico de datos hacia la CélulaS para proporcionar una cantidad deseada de capacidad de ancho de banda adicional para el dispositivo móvil inalámbrico de modo dual sin requerir el uso de un ancho de banda adicional en el espectro con licencia.
- La CélulaS puede establecerse, configurarse y usarse en asignaciones de portadoras cruzadas en el plano de datos por medio de la CélulaP. Las asignaciones de CélulaS son oportunas y pueden iniciarse solamente cuando sea necesario, por ejemplo cuando hay un alto nivel de tráfico o hay interferencias en la WWAN. Las asignaciones oportunas de la CélulaS también pueden proporcionarse en oportunidades adicionales, como puede apreciarse.
- La CélulaS puede configurarse con la ayuda de la CélulaP para proporcionar información de descubrimiento y de selección, tal y como se muestra en el bloque 130. La configuración de CélulaS, tal como la información de configuración WiFi, puede radiodifundirse o multidifundirse desde el eNB a todos los dispositivos móviles inalámbricos de modo dual pertinentes. Los dispositivos móviles pertinentes pueden incluir todos los dispositivos móviles dentro del alcance del eNB. Como alternativa, la información de configuración solo puede enviarse a aquellos dispositivos móviles que sean dispositivos de modo dual capaces de comunicarse con un punto de acceso WLAN seleccionado, u otra métrica de selección deseada.

5 En otra forma de realización, la información de configuración puede comunicarse a dispositivos móviles seleccionados por medio de señalización dedicada de control de recursos de radio (RRC). Las mediciones de gestión de recursos de radio (RRM) realizadas en las CélulasS pueden notificarse en la CélulaS o la CélulaP. La transmisión de información de configuración WiFi en la CélulaP puede proporcionar a los dispositivos móviles inalámbricos información de configuración suficiente para permitir que los dispositivos móviles inalámbricos se ajusten y se asocien rápidamente a un punto de acceso radioeléctrico WiFi objetivo en un modo adhoc o en modo de infraestructura.

10 Una vez que la CélulaS se ha configurado, la CélulaP puede activar de manera oportuna un enlace de datos en una banda sin licencia entre un dispositivo inalámbrico de modo dual y el punto de acceso radioeléctrico WiFi a través de la CélulaS, como se muestra en el bloque 140 de la FIG. 1. La activación de la CélulaS marca el inicio de las frecuentes mediciones de células cruzadas de la CélulaS por medio de la CélulaP. Las mediciones de células cruzadas pueden usarse para facilitar un nivel deseado de gestión de QoS por parte de la CélulaP de la conexión de banda sin licencia proporcionada por el CélulaS. La medición de células cruzadas y la notificación se transportan mediante portadoras de CélulaP. La etapa de activación mostrada en el bloque 140 puede simplificarse y combinarse con la etapa de configuración del bloque 130 para minimizar los impactos en la capa de control de acceso al medio (MAC) de la CélulaP. Las mediciones de células cruzadas se describen a continuación en mayor detalle.

20 El bloque 150 de la FIG. 1 ilustra que la CélulaP puede asignar recursos de células cruzadas para la CélulaP y la CélulaS. En una forma de realización, la CélulaS puede usarse para transportar flujos de tráfico al UE en bandas sin licencia que estaban destinados inicialmente a ser transportados por la CélulaP en bandas con licencia. Como alternativa, los flujos pueden dividirse entre la CélulaP y la CélulaS, dependiendo de la QoS disponible en cada portadora de las bandas con licencia y sin licencia. En otro escenario, solo pueden desviarse flujos selectivos hacia la CélulaS, mientras que los flujos de tráfico restantes pueden seguir siendo atendidos por la CélulaP usando una banda con licencia.

30 Las mediciones nativas de WiFi o las mediciones de calidad de experiencia (QoE) y RRM WiFi pueden notificarse en la CélulaP. Según las condiciones de canal, los patrones de carga y las políticas de operador, los flujos selectivos pueden pasar de la CélulaP, que usa un espectro con licencia, a la CélulaS, que usa un espectro sin licencia, y viceversa. La red y el UE pueden configurarse para admitir una lógica adicional que incluye una señalización, un almacenamiento intermedio y una sincronización adicionales usados para mover los flujos de servicio entre la CélulaP y la CélulaS.

35 Cuando no se cumplen criterios tales como una necesidad de una mayor QoS o un mayor ancho de banda para el UE, la CélulaS puede desconfigurarse. La desconfiguración puede implicar desactivar el aparato de radio WiFi en el UE para ahorrar energía en el UE y evitar interferencias innecesarias con otros nodos WiFi.

40 En una forma de realización, un UE conectado a un eNB a través de una CélulaP solo puede activar el enlace de datos WiFi si el eNB le indica que lo haga a través de la CélulaP o a través de la intervención del usuario para otro uso de WiFi (tal como un uso de WiFi indicado por el usuario). Para simplificar el funcionamiento de un UE dado, la interfaz WiFi puede estar en modo CélulaS o actuar como una interfaz independiente. Cuando la interfaz WiFi está en modo CélulaS puede controlarse mediante la CélulaP, como se ha indicado anteriormente. Cuando está en un modo independiente, entonces el aparato de radio WiFi puede no estar bajo el control de la CélulaP. La interfaz WiFi no estará normalmente en el modo CélulaS y en el modo independiente al mismo tiempo.

50 El punto de acceso radioeléctrico WiFi que está integrado con el eNB para proporcionar una conexión de CélulaS con el UE también puede desconfigurarse y desconectarse si se ha desactivado para todos los UE y no se prevé su uso. Tal desconfiguración no afecta a la conectividad de red de ningún UE ya que siguen estando atendidos por la CélulaP conforme a una norma seleccionada, tal como 3GPP LTE. El aparato de radio WiFi desconfigurado puede activarse posteriormente si fuera necesario.

55 Arquitectura de CélulaP y CélulaS

Para implementar un aparato de radio WWAN que pueda hacerse funcionar como una CélulaP que está integrada con un aparato de radio WLAN que puede hacerse funcionar como una CélulaS que está configurada por medio de la CélulaP, existen varias limitaciones de arquitectura debido a la potencia relativamente baja y al corto alcance de una CélulaS típica configurada para comunicarse en una banda sin licencia. Por ejemplo, la especificación IEEE 802.11n representa una de las especificaciones con mayor alcance para la comunicación de datos en un espectro sin licencia, con un alcance de 250 metros aproximadamente (820 pies). Por el contrario, las estaciones base típicas, tales como un eNB, pueden tener un alcance efectivo de varios kilómetros. Para permitir la integración de la WWAN y la WLAN, pueden usarse varias arquitecturas.

65 Las FIG. 2a a 2c ilustran tres arquitecturas de ejemplo diferentes. La FIG. 2a ilustra un sistema 3GPP LTE de ejemplo en el que un eNB 205 está conectado a una red central 204 a través de una conexión cableada o

inalámbrica, como se define en la especificación 3GPP LTE. La red central 204 puede incluir una pasarela de servicio y una pasarela de red de datos por paquetes (PDN). En este ejemplo, el eNB 205 está integrado directamente con un aparato de radio WLAN que comprende un punto de acceso compatible con IEEE 802.11, ilustrado como un aparato de radio WiFi 206. El eNB porta la CélulaP, que se mantiene como una "conexión siempre activa" 213 con un UE 208. El aparato de radio WiFi 206 porta la CélulaS y mantiene una conexión bajo demanda 211 con un aparato de radio WiFi 210 integrado con el UE 208.

Con el fin de permitir que el eNB 205 y el aparato de radio WiFi 206 se comuniquen para formar la conexión de CélulaS bajo demanda 211, el eNB puede tener un alcance que sea aproximadamente igual o inferior al alcance del aparato de radio WiFi. Por ejemplo, el aparato de radio WiFi puede ser un aparato de radio 802.11n que tenga un alcance máximo de 250 metros aproximadamente. El eNB puede ser una microcélula, una femtocélula, una pasarela de eNB doméstico (GW HeNB) u otro tipo de punto de acceso WWAN que tenga un alcance de 250 metros aproximadamente.

Como alternativa, los aparatos de radio WiFi 206, 210 que se usan para permitir la conexión de CélulaS 211 pueden tener un mayor alcance. Por ejemplo, los aparatos de radio WiFi 206, 210 pueden basarse en la norma IEEE 802.11y-2008, que ofrece un alcance ampliado a 3,7 GHz con un radio de 5.000 metros (5 kilómetros) aproximadamente con respecto a los aparatos de radio WiFi integrados. Los aparatos de radio WWAN 205 integrados en el eNB 205 y el UE 208 pueden configurarse para tener un alcance similar de 5 kilómetros. Aunque en las FIG. 2a a 2c se ilustra un único punto de acceso WiFi, cada eNB puede estar acoplado a una pluralidad de aparatos de radio WiFi u otros tipos de aparatos de radio configurados para la comunicación en bandas sin licencia, como se ha descrito anteriormente. La pluralidad de radios sin licencia puede usarse para permitir altos niveles de tráfico desde una pluralidad de dispositivos móviles inalámbricos (es decir, UE). En una forma de realización, el punto de acceso WLAN 206 puede incluir dos o más tipos diferentes de aparatos de radio configurados para la comunicación en un espectro sin licencia. Por ejemplo, el punto de acceso WLAN puede incluir un aparato de radio WiFi y un aparato de radio Bluetooth. La conexión de CélulaP 213 puede usarse para controlar el desvío de flujos de datos hacia al menos uno de entre el aparato de radio WiFi, el aparato de radio Bluetooth o incluso ambos simultáneamente.

En otra forma de realización, la FIG. 2b ilustra un ejemplo de una arquitectura diferente, donde el eNB 212 está conectado a una red central 214 a través de una conexión cableada o inalámbrica, como se ha descrito anteriormente. El eNB puede configurarse para dar servicio a un área grande, tal como un radio de varios kilómetros. El eNB puede conectarse a una pluralidad de nodos de retransmisión integrados 217.

En la arquitectura de ejemplo de la FIG. 2b, cada nodo de retransmisión integrado 217 comprende un nodo de retransmisión 215 integrado con un aparato de radio WiFi 216 u otro tipo de aparato de radio WLAN. Cada punto de acceso WiFi 216 puede usarse para crear una o más CélulasS para proporcionar un ancho de banda en una banda sin licencia. Cada nodo de retransmisión puede estar configurado para retransmitir un PCC UL y un PCC DL entre el eNB 212 y un dispositivo móvil inalámbrico, tal como un UE 218. El UE puede comunicarse con el punto de acceso WiFi 216 a través de una CélulaS en un radio seleccionado. Tal y como se ha indicado anteriormente, el alcance de comunicación del punto de acceso WiFi puede variar de algunas decenas de metros a miles de metros, dependiendo del tipo de aparato de radio usado para la comunicación a través de una banda sin licencia. Aunque en este ejemplo se usa un punto de acceso WiFi, pueden usarse otros tipos de aparatos de radio sin licencia para formar la conexión de CélulaS, como se ha indicado anteriormente.

Cada nodo de retransmisión 215 de la FIG. 2b, que transporta un PCC UL y un PCC DL a través de la CélulaP, puede mantener una conexión siempre activa 223 con un UE 218 en una WWAN. Cada nodo de retransmisión también puede comunicarse con el eNB 212. El aparato de radio WiFi 216 puede crear una conexión bajo demanda 221 con un punto de acceso WiFi 220 integrado con el UE 218 para proporcionar un ancho de banda adicional en una banda sin licencia. La conexión bajo demanda puede gestionarse mediante la CélulaP 217.

Una arquitectura de ejemplo adicional se ilustra en la FIG. 2c. Un eNB 222 está conectado a una red central 224 a través de una conexión cableada o inalámbrica, como se ha descrito anteriormente. El eNB puede configurarse para dar servicio a un área grande, tal como un radio de varios kilómetros. El eNB puede conectarse a una pluralidad de elementos de radio remotos (RRE) integrados 227. El término RRE, como se usa en el presente documento, puede ser sinónimo de terminal de radio remoto (RRH) o de unidad de radio remota (RRU). A diferencia de un retransmisor, el RRE/RRH/RRU puede realizar un cierto procesamiento de las portadoras de componente antes de su comunicación al eNB.

En la arquitectura de ejemplo ilustrada en la FIG. 2c, el RRE integrado comprende uno o más RRE 225, 235 que están integrados con nodos de radio WiFi 226, 236 respectivamente. Cada nodo de radio WiFi 226, 236 puede formar una o más CélulasS con el eNB 222. Como alternativa, cada RRE puede ser solamente un aparato de radio WiFi. Cada RRE 226, 236 puede conectarse al eNB a través de una conexión de radio sobre fibra 229, 239 u otro tipo de conexión de banda ancha.

El eNB 222 puede formar una conexión siempre activa 233, 243 con cada UE 228, 238, respectivamente, a través de una CélulaP. Una conexión bajo demanda 231, 241 puede formarse entre los aparatos de radio WiFi 226 y 236 a través de una CélulaS por medio de los aparatos de radio WiFi 230, 240 que están integrados con los aparatos de radio WWAN en un UE 228, 238 respectivamente para proporcionar al UE un ancho de banda adicional en una banda sin licencia. El RRE integrado 227 puede incluir un eNB en comunicación con múltiples RRE integrados y puntos de acceso WiFi. Una CélulaS puede activarse de manera selectiva en el UE mediante el eNB a través de uno de los aparatos de radio WiFi según la ubicación del UE con respecto a los RRE integrados.

Las FIG. 2a a 2c proporcionan varias arquitecturas de ejemplo en las que un aparato de radio WWAN, tal como un aparato de radio 3GPP LTE o un aparato de radio WiMAX, está integrado con un aparato de radio WLAN, tal como un aparato de radio WiFi o un aparato de radio Bluetooth, para proporcionar una coordinación más rigurosa entre el uso de espectro con licencia mediante una CélulaP que funciona en la WWAN y el uso de espectro sin licencia mediante una CélulaS que funciona en la WLAN. La integración puede proporcionar interfaces para gestionar mejor la experiencia de descongestión WLAN, sin cambios significativos en otras partes de una red del operador. Estos ejemplos no pretenden ser limitativos. También pueden crearse otros tipos de arquitecturas que permitan que una CélulaP, configurada para comunicarse en una banda con licencia, se integre con una CélulaS configurada para comunicarse en una banda sin licencia, como puede apreciarse.

En cada una de las arquitecturas de ejemplo de las FIG. 2a a 2c, la conexión WiFi puede establecerse para portar la CélulaS en un modo de infraestructura o como una conexión adhoc entre el punto de acceso WiFi y el UE (tal como WiFi Direct). La transmisión y/o recepción de radio WiFi tanto en el punto de acceso como en el UE pueden activarse y desactivarse por medio de la CélulaP, de modo que se evitan interferencias innecesarias y se reduce el consumo de energía.

La FIG. 3 ilustra un ejemplo de una estación base 302 que tiene un aparato de radio WWAN 304 (configurado para usarse como una CélulaP) integrado con un punto de acceso WLAN 306 (configurado para usarse como una CélulaS). La CélulaP puede crear una conexión siempre activa 310 en una banda con licencia con un dispositivo móvil inalámbrico de modo dual 340 para conectar el dispositivo 340 con una WWAN a través de una red central, como se muestra en la FIG. 2. El aparato de radio WWAN 304 puede controlar el aparato de radio WiFi integrado para formar una CélulaS como una conexión oportuna bajo demanda 312 con el dispositivo inalámbrico de modo dual 340 en una banda sin licencia.

En el ejemplo ilustrado en la FIG. 3, la estación base 302 es un eNB WiFi / 3GPP LTE de modo dual mejorado. El UE 340 es un dispositivo móvil inalámbrico de modo dual WiFi / 3GPP LTE de modo dual mejorado. Como se ha descrito anteriormente, el aparato de radio WWAN 304 de la estación base puede incluir cualquier tipo de aparato de radio configurado para conectar un dispositivo móvil inalámbrico a una WWAN, tal como un aparato de radio 3GPP LTE, un aparato de radio WiMAX o similar. La WWAN está configurada normalmente para funcionar en un espectro con licencia. Sin embargo, es posible que una WWAN pueda formarse para funcionar en el espectro sin licencia usando, por ejemplo, una configuración de aparato de radio para funcionar según la especificación IEEE 802.11y. El aparato de radio WLAN 306 integrado en la estación base 302 puede incluir cualquier tipo de aparato de radio configurado para conectar un dispositivo móvil inalámbrico a una WLAN, tal como un aparato de radio WiFi, un aparato de radio Bluetooth, un aparato de radio de 60 GHz o similar. El aparato de radio WLAN funcionará normalmente en un espectro sin licencia.

El dispositivo móvil inalámbrico 340 de este ejemplo es un UE WiFi / 3GPP LTE de modo dual mejorado. Sin embargo, el dispositivo móvil inalámbrico puede ser cualquier tipo de dispositivo que incluya al menos un aparato de radio WWAN 342 configurado para formar una conexión siempre activa 310 a través de una CélulaP y un aparato de radio WLAN 344 que se controla mediante el aparato de radio WWAN a través del eNB 302 para formar una conexión oportuna bajo demanda 312 para portar una CélulaS para permitir el desvío de flujos de datos desde la conexión siempre activa a la conexión bajo demanda y/o su transporte mediante la conexión bajo demanda en lugar de la conexión siempre activa.

El aparato de radio WWAN 304 en el eNB 302 y el aparato de radio WWAN 342 en el UE 340 pueden incluir una capa física (PHY 1), una capa de control de acceso al medio (MAC 1), una capa de control de enlace de radio (RLC), una capa de protocolo de convergencia de datos por paquetes (PDCP) y una capa de control de recursos de radio (RRC). En la capa RRC, un módulo de coordinación y agregación (AC MRAT) de tecnología de acceso multiradio (RAT) 308 en el aparato de radio WWAN 304 está configurado para comunicarse con el aparato de radio WLAN de espectro sin licencia 306 en el eNB 302. El módulo AC MRAT puede coordinar el uso de la CélulaS para transmitir y recibir datos a través del espectro sin licencia, como se ha descrito anteriormente. El módulo AC MRAT permite comunicar datos bajo demanda por medio de la WLAN a través de un enlace de transporte L2 (capa 2). El módulo AC MRAT 348 del UE 340 puede realizar funciones similares para permitir que el aparato de radio WWAN 342 y el aparato de radio WLAN 344 se comuniquen para permitir que los flujos de datos se dividan entre la CélulaP y la CélulaS como se ha descrito anteriormente. La función del módulo AC MRAT se describirá posteriormente en mayor detalle.

La FIG. 4 ilustra un ejemplo de etapas implicadas en establecer las trayectorias de portadora y de conexión WLAN y la segregación de flujos de tráfico a través de los aparatos de radio WWAN y WLAN. La FIG. 4 muestra las comunicaciones que pueden tener lugar entre un dispositivo móvil inalámbrico de modo dual 402 y una estación base de modo dual 404 que incluye un aparato de radio WWAN 408 configurado para portar una CélulaP que está integrada con un punto de acceso WLAN 412 configurado para portar una CélulaS. El dispositivo de estación base de modo dual puede tener varias configuraciones, como se ha descrito anteriormente con respecto a los ejemplos ilustrados en las FIG. 2a a 2c.

El dispositivo móvil inalámbrico 402 puede incluir un módulo WWAN 406. El módulo WWAN comprende un aparato de radio WWAN y un software configurado para formar un enlace radioeléctrico WWAN para la comunicación y la conexión con servicios de red a través de una CélulaP. El enlace radioeléctrico WWAN también se denomina conexión WWAN. La entrada de red del dispositivo móvil inalámbrico de modo dual 402 a una red de tipo 3GPP a través de la CélulaP puede realizarse entre el módulo WWAN 406 y el aparato de radio WWAN 408 en la estación base de modo dual 404, como se describe en la especificación 3GPP LTE. Otros tipos de radios WWAN pueden formar un enlace WWAN según una especificación asociada al aparato de radio WWAN.

El dispositivo móvil inalámbrico de modo dual 402 puede incluir además un módulo WLAN 410 que está configurado para comunicarse con el punto de acceso WLAN 412 para proporcionar una conexión WLAN oportuna. El módulo WLAN comprende un aparato de radio WLAN y un software configurado para formar un enlace radioeléctrico WLAN para la comunicación con el punto de acceso WLAN 412 a través de una CélulaS, bajo el control de la CélulaP.

La FIG. 4 ilustra un ejemplo de comunicaciones que pueden producirse entre el módulo WWAN 406, el aparato de radio WWAN 408 a través de una CélulaP y el módulo WLAN 410, y el punto de acceso WLAN 412 a través de la CélulaS para permitir una conexión siempre activa con una red WWAN y una conexión de red WLAN oportuna bajo demanda entre el dispositivo móvil inalámbrico de modo dual 402 y la estación base 404, como se ha descrito anteriormente. Las etapas, numeradas en la FIG. 4, se describen a continuación en detalle.

1. Descubrimiento y selección de WLAN

El descubrimiento y la selección de WLAN puede basarse en información difundida desde el aparato de radio WWAN 408 en la estación base de modo dual 404 a través de una CélulaP hasta el módulo WWAN 406 en el dispositivo móvil inalámbrico de modo dual 402. La información puede difundirse al dispositivo móvil inalámbrico de modo dual en bloques de información de sistema WWAN (SIB) o mediante un intercambio de RRC explícito. Aunque puede ser posible que un aparato de radio WLAN del dispositivo móvil inalámbrico escuche balizas de manera independiente o envíe solicitudes de sondeo para recopilar información de configuración WLAN, la información difundida desde el aparato de radio WWAN (a través de la CélulaP) puede favorecer un descubrimiento y una selección más rápidos con un nodo deseado.

Los siguientes parámetros de WLAN pueden volverse disponibles mediante la difusión WWAN desde el aparato de radio WWAN 408 para ayudar al dispositivo móvil inalámbrico de modo dual 402 con la configuración y selección de WLAN:

Identificador de red - Puede ser una combinación del identificador de conjunto de servicios (SSID) para la WLAN y un SSID extendido homogéneo (HESSID);

Operador doméstico - Puede incluir un nombre amigable, un dominio y un nombre de dominio totalmente cualificado (FQDN);

Lista de compañeros itinerantes - Un FQDN y un identificador de organización de operador (OI) emitido por la alianza WiFi IEEE (WFA);

Parámetros de radio - incluyen un identificador de canal, bandas de frecuencia y una velocidad máxima de transferencia de datos; y

Modo de conexión - modo de infraestructura, modo Adhoc o WiFi Direct (de igual a igual).

Esta lista se ofrece como un ejemplo de parámetros que pueden volverse disponibles para ayudar al dispositivo móvil inalámbrico de modo dual 402 con la configuración WLAN. No se considera que esta lista esté cerrada. Parámetros adicionales pueden volverse disponibles según el diseño del sistema y la funcionalidad.

2. Asociación de WLAN

En una forma de realización, el dispositivo móvil inalámbrico de modo dual 402, tal como un UE, puede ser asistido mediante información recibida a través del módulo WWAN 406 para recuperar la información de configuración pertinente y activar un aparato de radio WLAN objetivo en el módulo WLAN 410 que está configurado para funcionar en una banda sin licencia, tal como un aparato de radio WiFi. El aparato de radio WWAN 408 en la estación base de modo dual 404 (eNB) puede obtener mediciones preliminares de propiedades seleccionadas de un enlace de datos

WLAN formado entre el punto de acceso WLAN 412 y el módulo WLAN 410. Las mediciones preliminares pueden incluir una indicación de intensidad de señal recibida (RSSI) del enlace de datos WLAN, entre otras mediciones. En función de las mediciones preliminares puede tomarse una decisión para desviar un número selectivo de flujos de tráfico (trayectorias de portadora) que se transportan actualmente en la WWAN según el ancho de banda disponible.

5 En una forma de realización, todos los flujos de tráfico pueden llevarse de la WWAN a la WLAN. Como alternativa, flujos de tráfico seleccionados pueden mantenerse en la WWAN por otras razones, tales como la calidad de servicio (QoS).

Una vez que se toma la decisión de desviar posiblemente parte del tráfico, el dispositivo móvil inalámbrico de modo dual 402 puede iniciar una conexión de capa 2 (L2) entre el aparato de radio WLAN en el módulo WLAN 410 y el aparato de radio WLAN 412 para formar la CélulaS. Cuando los aparatos de radio WLAN están funcionando de la manera indicada por la especificación IEEE 802.11, esto podría ser una asociación en el modo de infraestructura o el modo adhoc o una conexión WiFi Direct basada en una interconexión de igual a igual.

15 En una forma de realización, los flujos de datos desde la CélulaP y la CélulaS pueden agregarse en el dispositivo móvil inalámbrico de modo dual 402 y/o la estación base de modo dual 404 (eNB) en la capa MAC. Sin embargo, también es posible agregar los flujos de datos a un nivel superior al de la capa MAC, tal como en una capa que esté por debajo de la capa PDCP. La determinación de cómo los flujos de datos se agregan puede basarse en requisitos de diseño de sistema.

20 3. Supervisión de QoS y mejoras en bandas sin licencia

Una vez que se ha establecido una asociación, el aparato de radio WWAN 408, a través del eNB de modo dual 404 puede realizar evaluaciones de QoS regulares de la trayectoria L2 a través del aparato de radio WLAN en el módulo WLAN 410. Esto puede incluir recuperar varios parámetros de la conexión L2 entre el módulo WLAN 410 y el aparato de radio WLAN 412 usando el enlace WWAN entre el módulo WWAN 406 y el aparato de radio WWAN 408. Los parámetros pueden incluir RSSI, retardo de paquete, tasa de pérdida de paquetes, fluctuación de retardo de paquete, etc. Algunos de estos parámetros son adicionales a los mecanismos de notificación de calidad de canal nativos que pueden estar disponibles en un enlace WLAN normalizado, tal como WiFi o Bluetooth. Por ejemplo, WiFi admite sondeo de canal para la información completa de estado de canal (CSI) así como mecanismos de realimentación del esquema de codificación y modulación (MCS). La red puede configurar la notificación de esta realimentación a través del enlace WWAN en la CélulaP para reducir la contienda en el enlace WLAN. Las notificaciones ACK/NACK y la supervisión de errores del punto de acceso WLAN proporcionadas por la CélulaS también pueden proporcionar procesos adicionales para la evaluación de la calidad de enlace WLAN.

Debe observarse que el marco de agregación de portadoras para la descongestión de tráfico en el espectro sin licencia puede ayudar a mejorar la QoS del espectro sin licencia más de lo que es posible a través de la descongestión WLAN simple actualmente disponible. La función de control de admisión y gestión de recursos de radio dual (o multiradio) puede identificar tipos de flujo de tráfico seleccionados para la descongestión hacia la WLAN en función del requisito de QoS para tipos de datos seleccionados. Por ejemplo, los tipos de flujo de tráfico con datos de latencia sustancialmente baja, tales como datos de voz, pueden transportarse en la WWAN. Tipos de datos que permiten una mayor latencia pueden llevarse a la WLAN. La función de control de admisión puede usar además condiciones de carga en tiempo real a través de las tecnologías de acceso radioeléctrico.

45 Además, el flujo de tráfico puede conmutar dinámicamente a través de las tecnologías de acceso radioeléctrico (es decir, entre la WWAN y la WLAN) en función de la condición de enlace de cada enlace radioeléctrico. Aunque las extensiones multimedia WiFi (WMM) pueden usarse también para dar prioridad a tráfico sensible a la QoS a través de un enlace WiFi, una QoS mejorada para tráfico desviado solo puede conseguirse ajustando de manera dinámica la correlación de tráfico a través de un espectro con licencia y sin licencia en función de proyecciones de calidad de enlace estimada para cada tipo de espectro. En la siguiente sección se describen mecanismos de correlación dinámica de flujos a través de las RAT.

50 4. Descongestión de tráfico

55 Una vez que se toma la decisión de descongestionar el tráfico, puede enviarse un mensaje apropiado en el plano de control de la conexión WWAN desde el aparato de radio WWAN 408 al módulo WWAN 406 en el dispositivo móvil inalámbrico de modo dual 402 usando la CélulaP para encaminar portadoras específicas en el enlace radioeléctrico WLAN. Los paquetes de datos de enlace descendente que llegan a la red (es decir, desde la picocélula/femtocélula/nodo de retransmisión/eNB RRE) puede encapsularse en una trama WLAN y enviarse al dispositivo móvil inalámbrico de modo dual a través del aparato de radio WLAN en la CélulaS 412. En una forma de realización, no se requiere ninguna seguridad adicional ya que los paquetes pueden estar ya cifrados en el lado WWAN. La conexión WLAN actúa como un transporte L2.

65 La FIG. 3 muestra un ejemplo en el que el módulo AC MRAT 308 en el aparato de radio WWAN 304 puede encaminar unidades de datos de servicio (SDU) de flujos seleccionados desde la capa PDCP al controlador intermedio (IM) de especificación de interfaz de controlador de red (NDIS) 314 en el aparato de radio WLAN 306.

Los datos pueden comunicarse mediante el aparato de radio WLAN a través de la conexión de transporte L2. Un controlador WLAN del módulo WLAN en el dispositivo móvil inalámbrico de modo dual 340, tal como el controlador IM NDIS 354, puede segregar este tráfico basándose en la dirección MAC origen del aparato de radio WLAN en la red. Esta dirección MAC puede incluirse en todos los paquete de datos recibidos por el controlador WLAN en el dispositivo móvil inalámbrico de modo dual.

Haciendo referencia de nuevo a la FIG. 4, los paquetes de enlace ascendente en el dispositivo móvil inalámbrico de modo dual 402 pueden transferirse desde la WWAN a la pila de controladores de la WLAN. Por ejemplo, la FIG. 3 proporciona un ejemplo en el que los paquetes de enlace ascendente pueden transferirse desde el módulo AC MRAT 348 del aparato de radio WWAN 342 al controlador intermedio (ID) de especificación de interfaz de controlador de red (NDIS) 354 del aparato de radio WLAN 344. Haciendo referencia a la FIG. 4, los paquetes de enlace ascendente de descongestión de tráfico pueden encaminarse a través de un transporte L2 desde el módulo WLAN 410 al aparato de radio WLAN 412 de la estación base 404 usando la CélulaS. La señalización del plano de control y el tráfico primario pueden seguir transportándose en el enlace radioeléctrico WWAN entre el módulo WWAN 406 en el dispositivo móvil inalámbrico de modo dual 402 y la CélulaP 408 en la estación base 404.

En una forma de realización, aunque el enlace WWAN y el enlace WLAN entre el dispositivo móvil inalámbrico de modo dual 402 y la estación base 404 pueden usarse para transportar un flujo de tráfico particular, solamente un único enlace está normalmente activo por flujo en un tiempo determinado para garantizar la entrega en secuencia de paquetes de datos a la interfaz WWAN. El uso de un único enlace por flujo permite mejorar considerablemente la QoS por flujo.

Cuando los datos se comunican desde el dispositivo móvil inalámbrico de modo dual 402 a la estación base 404 en el enlace ascendente, la estación base de modo dual (eNB) 404 puede controlar la descongestión del tráfico de datos a través del enlace WLAN y WWAN basándose en consideraciones de QoS y condiciones de calidad de enlace, medidas por los receptores de enlace ascendente WWAN y/o WLAN. El aparato de radio WWAN 408 puede regular la descongestión de flujos de tráfico respondiendo a una solicitud de ancho de banda de enlace ascendente ya sea asignando concesiones de ancho de banda de enlace ascendente o indicando que el UE enviará datos usando el módulo WLAN y la interfaz entre los módulos WWAN y WLAN, como se ha descrito previamente.

5. Disociación y finalización de la conexión

Una vez que se han comunicado los datos deseados en la WLAN, la red puede enviar un mensaje "disociar" al dispositivo móvil inalámbrico de modo dual 402, y la conexión WLAN puede finalizar. Como puede apreciarse, en este momento el flujo de tráfico puede continuar, o no, a través del enlace WWAN siempre activo.

El uso de los módulos AC MRAT para permitir que el aparato de radio WWAN desvíe de manera oportuna flujos de tráfico a un aparato de radio WLAN permite una utilización eficiente del espectro sin licencia para complementar el uso del espectro con licencia en una WWAN. Una planificación RAT cruzada basada en enlace de flujos individuales puede llevarse a cabo para conseguir una mejor capacidad y proporcionar una herramienta adicional para la gestión de interferencias. En una forma de realización, el tráfico RAT cruzado puede planificarse mediante el eNB para proporcionar una gestión de potencia a través del uso optimizado y bajo demanda del aparato de radio WLAN, lo que puede aumentar la vida útil de la batería del dispositivo móvil inalámbrico de modo dual.

En una forma de realización, una estación base, tal como un eNB, puede proporcionar una supervisión "en tiempo real" de condiciones de enlace y decisiones de descongestión de tráfico para múltiples UE. La supervisión en tiempo real puede superar el rendimiento de los mecanismos iniciados por cliente que están actualmente disponibles, que se basan normalmente en políticas de red semiestáticas.

En otra forma de realización, puede haber poca o ninguna sobrecarga en la gestión de una red de acceso WLAN, tal como una red WiFi, ya que la arquitectura integrada de radio WWAN y de radio WLAN para proporcionar una CélulaP que usa un espectro con licencia y una o más CélulasS que usan un espectro sin licencia representa una implantación WiFi simplificada sin necesidad de una red central o de retroceso adicional. Por consiguiente, no se necesitan otras funciones de autenticación, facturación y tarificación. Por lo tanto, el sistema puede beneficiarse completamente de la reutilización de la movilidad avanzada, la seguridad mejorada y la gestión de potencia de las tecnologías de acceso de WWAN primaria, tal como 3GPP LTE.

La CélulaP y la CélulaS integradas pueden proporcionar una calidad de servicio mejorada para flujos de datos comunicados a través de una banda sin licencia mediante un desvío rápido, dinámico y sensible a la QoS de flujos de tráfico hacia la banda sin licencia de la WLAN. Aunque se han proporcionado varios ejemplos de CélulasS que se forman para usar un espectro sin licencia para cada portadora de componente secundaria de enlace ascendente y cada portadora de componente secundaria de enlace descendente (CélulaS) emparejadas, también es posible formar una CélulaS usando un espectro con licencia. Por ejemplo, una CélulaS puede formarse usando un espectro con licencia, y otra CélulaS puede formarse usando un espectro sin licencia.

- En otra forma de realización se da a conocer un procedimiento 500 para llevar a cabo una asignación de ancho de banda de tecnología de acceso radioeléctrico (RAT) cruzada a través de una red inalámbrica de área extensa (WWAN) y una red inalámbrica de área local (WLAN), como se ilustra en el diagrama de flujo de la FIG. 5. El procedimiento comprende proporcionar 510 un punto de acceso de modo dual que tiene un aparato de radio WWAN integrado con un punto de acceso WLAN, donde el aparato de radio WWAN está configurado para usarse como una célula de acceso primaria (CélulaP) en una banda con licencia del espectro de radio, y el punto de acceso WLAN está configurado para usarse como una célula de acceso secundaria (CélulaS) en una banda sin licencia del espectro de radio. La determinación de qué partes del ancho de banda tienen licencia y qué partes no puede basarse en una entidad de concesión de licencias local, regional o nacional. Por ejemplo, en los Estados Unidos, la Comisión Federal de Comunicaciones establece reglas acerca del uso de espectro de radio. Como se ha descrito anteriormente, la banda sin licencia puede ser una parte de la banda que es libre de usarse sin una licencia específica, tal como la indicada internacionalmente para el uso de la energía de radiofrecuencia (RF) con fines industriales, científicos y médicos.
- El procedimiento 500 comprende además comunicar 520 información de descubrimiento para que el punto de acceso WLAN pueda comunicarse a través de la CélulaP con un dispositivo móvil inalámbrico de modo dual. Un enlace de datos está formado 530 entre el punto de acceso WLAN y el dispositivo móvil inalámbrico de modo dual usando la información de descubrimiento. Se reciben, 540, mediciones en el punto de acceso de modo dual en relación con indicadores de calidad de enlace del enlace de datos WLAN a través de la CélulaP. Los flujos de tráfico pueden desviarse de manera oportuna desde la WWAN al enlace de datos WLAN en función de, en parte, las mediciones recibidas para proporcionar asignaciones de ancho de banda bajo demanda al dispositivo móvil inalámbrico de modo dual en al menos una de la banda con licencia y la banda sin licencia. El enlace WLAN puede activarse y desactivarse según la necesidad de desviar flujos de tráfico desde la WWAN.
- La FIG. 6 proporciona una ilustración de ejemplo de un dispositivo móvil, tal como un equipo de usuario (UE), una estación móvil (MS), un dispositivo inalámbrico móvil, un dispositivo de comunicación móvil, una tableta, un microteléfono u otro tipo de dispositivo móvil inalámbrico. El dispositivo móvil puede incluir una o más antenas configuradas para comunicarse con una estación base (BS), un Nodo B evolucionado (eNB) u otro tipo de punto de acceso de red inalámbrica de área extensa (WWAN). El dispositivo móvil puede configurarse para comunicarse usando al menos una norma de comunicación inalámbrica, incluida 3GPP LTE, WiMAX, acceso por paquetes de alta velocidad (HSPA), Bluetooth y WiFi. El dispositivo móvil puede comunicarse usando diferentes antenas para cada norma de comunicación inalámbrica o antenas compartidas para múltiples normas de comunicación inalámbrica. El dispositivo móvil puede comunicarse en una red inalámbrica de área local (WLAN), una red inalámbrica de área personal (WPAN) y/o una red inalámbrica de área extensa (WWAN).
- La FIG. 6 proporciona además una ilustración de un micrófono y uno o más altavoces que pueden usarse para la entrada y salida de audio en el dispositivo móvil. La pantalla puede ser una pantalla de cristal líquido (LCD) u otro tipo de pantalla, tal como una pantalla de diodos orgánicos de emisión de luz (OLED). La pantalla puede estar configurada como una pantalla táctil. La pantalla táctil puede usar tecnología capacitiva, resistiva u otro tipo de tecnología de pantalla táctil. Un procesador de aplicaciones y un procesador de gráficos pueden estar acoplados a la memoria interna para proporcionar capacidades de procesamiento y de visualización. Un puerto de memoria no volátil también puede usarse para proporcionar opciones de entrada/salida de datos a un usuario. El puerto de memoria no volátil también puede usarse para ampliar las capacidades de memoria del dispositivo móvil. Un teclado puede estar integrado en el dispositivo móvil o puede conectarse de manera inalámbrica al dispositivo móvil para proporcionar una entrada de usuario adicional. También puede proporcionarse un teclado virtual usando la pantalla táctil.
- Debe entenderse que muchas de las unidades funcionales descritas en esta memoria descriptiva se han etiquetado como módulos, con el fin de enfatizar de manera más particular su independencia de implementación. Por ejemplo, un módulo puede implementarse como un circuito de hardware que comprende circuitos VLSI o matrices de puertas personalizables, semiconductores estándar tales como chips lógicos, transistores u otros componentes discretos. Un módulo también puede implementarse en dispositivos de hardware programables tales como matrices de puertas programables en campo, lógica matricial programable, dispositivos lógicos programables, etc.
- Los módulos también pueden implementarse mediante software para ejecutarse por varios tipos de procesadores. Un módulo identificado de código ejecutable puede comprender, por ejemplo, uno o más bloques físicos o lógicos de instrucciones informáticas que, por ejemplo, pueden organizarse como un objeto, procedimiento o función. Sin embargo, los ejecutables de un módulo identificado no tienen que estar ubicados físicamente juntos, sino que pueden comprender diferentes instrucciones almacenadas en diferentes ubicaciones que, cuando se unen de manera lógica entre sí, comprenden el módulo y consiguen el objetivo propuesto del módulo.
- De hecho, un módulo de código ejecutable puede ser una única instrucción, o muchas instrucciones, e incluso puede estar distribuido en varios segmentos de código diferentes, entre diferentes programas y en varios dispositivos de memoria. Asimismo, los datos de funcionamiento pueden haberse identificado e ilustrado en el presente documento dentro de módulos, y pueden adoptar cualquier forma adecuada y organizarse dentro de cualquier tipo adecuado de estructura de datos. Los datos de funcionamiento pueden recopilarse como un único conjunto de datos, o pueden

distribuirse por diferentes ubicaciones, incluidos diferentes dispositivos de almacenamiento, y pueden existir, al menos parcialmente, simplemente como señales electrónicas en un sistema o red. Los módulos pueden ser pasivos o activos, incluidos agentes que pueden hacerse funcionar para realizar funciones deseadas.

5 Diversas técnicas, o determinados aspectos o partes de las mismas, pueden adoptar la forma de código de programa (es decir, instrucciones) almacenado en un medio tangible, tales como discos flexibles, CD-ROM, discos duros o cualquier otro medio de almacenamiento legible por máquina en los que, cuando el código de programa se carga y se ejecuta mediante una máquina, tal como un ordenador, la máquina se convierte en un aparato que lleva a la práctica las diversas técnicas. En el caso de la ejecución de código de programa en ordenadores programables, el
 10 dispositivo informático puede incluir un procesador, un medio de almacenamiento legible por el procesador (incluidas memorias volátiles y no volátiles y/o elementos de almacenamiento), al menos un dispositivo de entrada y al menos un dispositivo de salida. Uno o más programas que pueden implementar o utilizar las diversas técnicas descritas en el presente documento pueden usar una interfaz de programación de aplicaciones (API), controles reutilizables, etc. Tales programas pueden implementarse en un lenguaje de programación procedural u orientado a objetos de alto
 15 nivel para comunicarse con un sistema informático. Sin embargo, el/los programa(s) puede(n) implementarse en lenguaje ensamblador o máquina, si se desea. En cualquier caso, el lenguaje puede ser un lenguaje compilado o interpretado, y combinarse con implementaciones en hardware.

20 La referencia que se hace a lo largo de esta memoria descriptiva a "una forma de realización" significa que una propiedad, estructura o característica particular descrita en relación con la forma de realización está incluida en al menos una forma de realización de la presente invención. Por tanto, no todas las veces que aparece la expresión "en una forma de realización" en varias partes de esta memoria descriptiva se hace referencia necesariamente a la misma forma de realización.

25 Tal y como se usa en el presente documento, una pluralidad de componentes, elementos estructurales, elementos constitutivos y/o materiales pueden presentarse en una lista común para una mayor comodidad. Sin embargo, debe considerarse que cada elemento de la lista se identifica de manera individual como un elemento diferente y único. Por tanto, ningún elemento individual de esta lista debe considerarse como una equivalencia establecida con cualquier otro elemento de la misma lista solamente en función de su presentación en un grupo común sin indicar lo
 30 contrario. Además, en el presente documento puede hacerse referencia a varias formas de realización y ejemplos de la presente invención junto con alternativas para los diversos componentes de la misma. Evidentemente, tales formas de realización, ejemplos y alternativas no deben considerarse como equivalencias establecidas entre sí, sino como representaciones diferentes y autónomas de la presente invención.

35 Además, las características, estructuras o características descritas pueden combinarse de cualquier manera adecuada en una o más formas de realización. En la descripción se han proporcionado numerosos detalles específicos, tales como ejemplos de materiales, elementos de acoplamiento, tamaños, longitudes, anchuras, formas, etc. para proporcionar un entendimiento minucioso de las formas de realización de la presente invención. Sin embargo, los expertos en la técnica reconocerán que la invención puede llevarse a la práctica sin uno o más de los
 40 detalles específicos, o con otros procedimientos, componentes, materiales, etc. En otros casos, estructuras, materiales u operaciones ampliamente conocidos no se muestran o describen en detalle para no oscurecer aspectos de la invención.

45 Aunque los anteriores ejemplos ilustran los principios de la presente invención en una o más aplicaciones particulares, a los expertos en la técnica les resultará evidente que pueden realizarse numerosas modificaciones en la forma, uso y detalles de implementación sin utilizar la facultad inventiva y sin apartarse de los principios y conceptos de la invención. Por consiguiente, la invención solo está limitada por las reivindicaciones descritas a continuación.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de asignación oportuna de ancho de banda de tecnología de acceso radioeléctrico, RAT, cruzada, que comprende:

5 un aparato de radio de red inalámbrica de área extensa, WWAN, (304) configurado para que una célula primaria, CélulaP, (213; 310) se comunique con un dispositivo móvil inalámbrico de modo dual (208; 340) en una primera banda; y

10 un aparato radioeléctrico de red inalámbrica de área local, WLAN, (206; 306) integrado con el aparato de radio WWAN para formar un NodoB evolucionado de modo dual, eNB, (205; 302) y configurado para que una célula secundaria, CélulaS, (211; 312) proporcione conectividad inalámbrica adicional al dispositivo móvil inalámbrico de modo dual (208) en una segunda banda controlada por la CélulaP;

15 donde la CélulaP proporciona acceso a red y control de movilidad para el dispositivo móvil inalámbrico de modo dual y también admite una asignación oportuna de ancho de banda de portadoras cruzadas a través de un módulo de agregación y coordinación, AC MRAT, de tecnología de acceso multiradio, RAT, (308) en el enlace descendente y el enlace ascendente de la CélulaS en la segunda banda;

donde la primera banda está autorizada para servicios de comunicación inalámbrica y pertenece a una parte con licencia del espectro; y la segunda banda pertenece a una parte sin licencia del espectro.

20 2. El sistema según la reivindicación 1, en el que un primer módulo de agregación y coordinación, AC MRAT, de tecnología de acceso multiradio, RAT, (308) está ubicado en un control de recursos de radio, RRC, del aparato de radio WWAN (304) en el eNodoB, eNB, de modo dual (302) y se comunica con una interfaz de controlador de red (314) en un aparato de radio WLAN en el eNB para proporcionar coordinación de agregación de flujo o conmutación entre portadoras cuando lo solicita el eNB de modo dual a través de la CélulaP.

25 3. El sistema según la reivindicación 2, en el que un segundo módulo AC MRAT (348) está ubicado en el control de recursos de radio, RRC, del aparato de radio WWAN (342) en el dispositivo móvil inalámbrico de modo dual (340) y se comunica con una interfaz de controlador de red (354) en el aparato de radio WLAN del dispositivo móvil inalámbrico de modo dual para proporcionar coordinación de agregación de flujo o conmutación entre portadoras en el dispositivo móvil inalámbrico de modo dual cuando lo solicita el eNB de modo dual (302) a través de la CélulaP (310).

30 4. El sistema según la reivindicación 3, en el que el al menos uno del primer y el segundo módulo AC MRAT (308, 348) está configurado para conmutar de manera dinámica flujos de tráfico entre el aparato de radio WWAN (342) y el aparato de radio WLAN (344) en el dispositivo inalámbrico de modo dual (340) y el eNB (302), respectivamente, según una condición de enlace de la WWAN (310) y la WLAN (312) entre el dispositivo inalámbrico de modo dual y el eNB.

40 5. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la segunda banda está situada en al menos una de las bandas de radio con fines industriales, científicos y médicos, ISM.

6. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que:

45 el aparato de radio WLAN (344) del dispositivo inalámbrico de modo dual (340) y el eNB (302) proporcionan conectividad inalámbrica adicional según una especificación seleccionada del grupo que consiste en las especificaciones 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n, 802.11y, IEEE 802.15 del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, IEEE, y Bluetooth; y

50 el aparato de radio WWAN (342) del dispositivo inalámbrico de modo dual (340) y el eNB (302) funcionan según una especificación seleccionada del grupo que consiste en Evolución a Largo Plazo, LTE, del Proyecto de Asociación de Tercera Generación, 3GPP, Acceso a Datos de Alta Velocidad, HSPA, de 3GPP, y la norma 802.16 del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, IEEE.

7. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el aparato de radio WWAN (342) del dispositivo móvil inalámbrico de modo dual (340) se comunica con el aparato de radio WWAN (304) en el eNB (302) a través de la CélulaP (310) para admitir la capacidad del dispositivo móvil inalámbrico de modo dual para la agregación de portadoras a través de la primera banda y la segunda banda.

8. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el aparato de radio WWAN (304) del eNB de modo dual (302) comunica información de descubrimiento para los aparatos de radio WLAN al aparato de radio WWAN (342) del dispositivo móvil inalámbrico de modo dual (340), donde la información de descubrimiento seleccionada del grupo consiste en un identificador de red de la CélulaS (312), un identificador de conjunto de servicios, SSID, de la CélulaS, un SSID homogéneo de la CélulaS, un operador doméstico de la CélulaS, una lista

de compañeros de itinerancia de la CélulaS, parámetros de radio de la CélulaS y un modo de conexión de la CélulaS.

5 9. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el dispositivo móvil inalámbrico de modo dual (340) comunica indicadores de calidad de enlace para la comunicación con la WLAN a través de la CélulaS o la CélulaP, donde los indicadores de calidad de enlace se comunican a través de la CélulaP para permitir que el eNB determine la calidad de servicio, QoS, de la comunicación con la WLAN y use mejor los anchos de banda de la primera banda y la segunda banda según los indicadores de calidad de enlace y según la carga en la CélulaP y la CélulaS.

10 10. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que los paquetes de datos comunicados desde el aparato de radio WLAN (306) en el eNB (302) al aparato de radio WLAN (344) en el dispositivo móvil inalámbrico de modo dual (340) a través de la CélulaS (312) se encapsulan en una trama WLAN para permitir que la WLAN actúe como un transporte de capa 2, L2.

15 11. Un procedimiento (500) para llevar a cabo una asignación oportuna de ancho de banda de tecnología de acceso radioeléctrico, RAT, cruzada a través de una red inalámbrica de área extensa, WWAN, (310) y una red inalámbrica de área local, WLAN, (312), que comprende:

20 proporcionar (510) un punto de acceso de modo dual (302) que tiene un aparato de radio WWAN (304) integrado en un punto de acceso WLAN (306), donde el aparato de radio WWAN está configurado para una célula de acceso primaria, CélulaP, (310) para la comunicación con un dispositivo móvil inalámbrico de modo dual (208, 340) en una primera banda y el punto de acceso WLAN (306) está configurado para una célula de acceso secundaria, CélulaS, (312) para proporcionar conectividad inalámbrica adicional al dispositivo móvil inalámbrico de modo dual en una segunda banda controlada por la CélulaP; donde la CélulaP proporciona acceso a red y control de movilidad para el dispositivo móvil inalámbrico de modo dual y admite además una asignación oportuna de ancho de banda de portadoras cruzadas a través de un módulo de agregación y coordinación, AC MRAT, de tecnología de acceso multiradio, RAT, (308) en el enlace descendente y el enlace ascendente de la CélulaS en la segunda banda; donde la primera banda está autorizada para servicios de comunicación inalámbrica y pertenece a una parte con licencia del espectro; y la segunda banda pertenece a una parte sin licencia del espectro.

12. El procedimiento según la reivindicación 11, que comprende además:

35 comunicar (520) información de descubrimiento para el punto de acceso WLAN a través de la CélulaP a un dispositivo móvil inalámbrico de modo dual (340);

formar (530) un enlace de datos entre el punto de acceso WLAN y el dispositivo móvil inalámbrico de modo dual usando la información de descubrimiento;

40 recibir (540) mediciones en el punto de acceso de modo dual en relación con indicadores de calidad de enlace del enlace de datos WLAN a través de la CélulaP; y

desviar de manera oportuna (550) flujos de tráfico desde la WWAN al enlace de datos WLAN en función de, en parte, las mediciones recibidas para proporcionar asignaciones de ancho de banda bajo demanda al dispositivo móvil inalámbrico de modo dual en al menos una de la primera banda y la segunda banda.

45 13. El procedimiento según la reivindicación 12, que comprende además comunicar la información de descubrimiento mediante la difusión de la información de descubrimiento desde el aparato de radio WWAN (304) al dispositivo móvil inalámbrico de modo dual (340) y/o el envío de información de descubrimiento al dispositivo móvil inalámbrico de modo dual a través de señalización de control de recursos de radio por medio de la CélulaP.

50 14. El procedimiento según la reivindicación 12 o 13, en el que formar un enlace de datos comprende además formar un enlace de datos de capa 2, L2, entre el aparato de radio WLAN (306) y un aparato de radio WLAN (344) en el dispositivo móvil inalámbrico de modo dual (340), donde cada aparato de radio WLAN es un aparato de radio de la norma 802.11, WiFi, del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, IEEE, donde el enlace de datos se forma en al menos uno de un modo de infraestructura, un modo adhoc y un modo WiFi Direct.

55 15. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, donde recibir mediciones en el punto de acceso de modo dual relacionadas con indicadores de calidad de enlace del enlace de datos WLAN comprende además recibir mediciones a través de la CélulaP desde un módulo WWAN (342) en el dispositivo móvil inalámbrico de modo dual (340), donde las mediciones seleccionadas del grupo consisten en una indicación de intensidad de señal recibida, RSSI, un retardo de paquete, una tasa de pérdida de paquetes, una fluctuación de retardo de paquete, información de estado de canal, CSI, y un esquema de modulación y codificación, MCS.

60

16. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 15, que comprende además desactivar el enlace de datos entre el punto de acceso WLAN (306) y el dispositivo móvil inalámbrico de modo dual (340) cuando al menos un flujo de tráfico no se desvía hacia el enlace de datos WLAN.

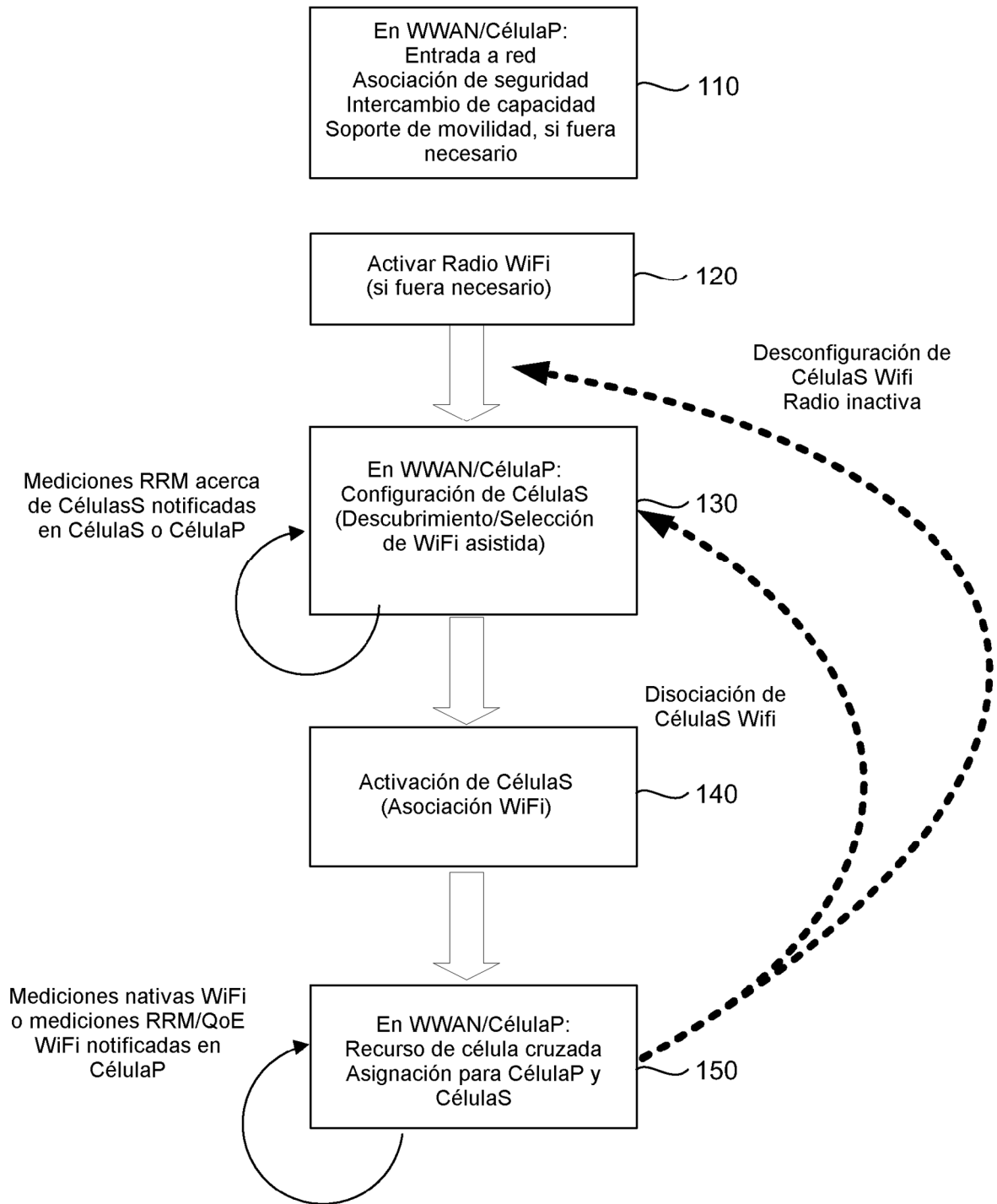


FIG. 1

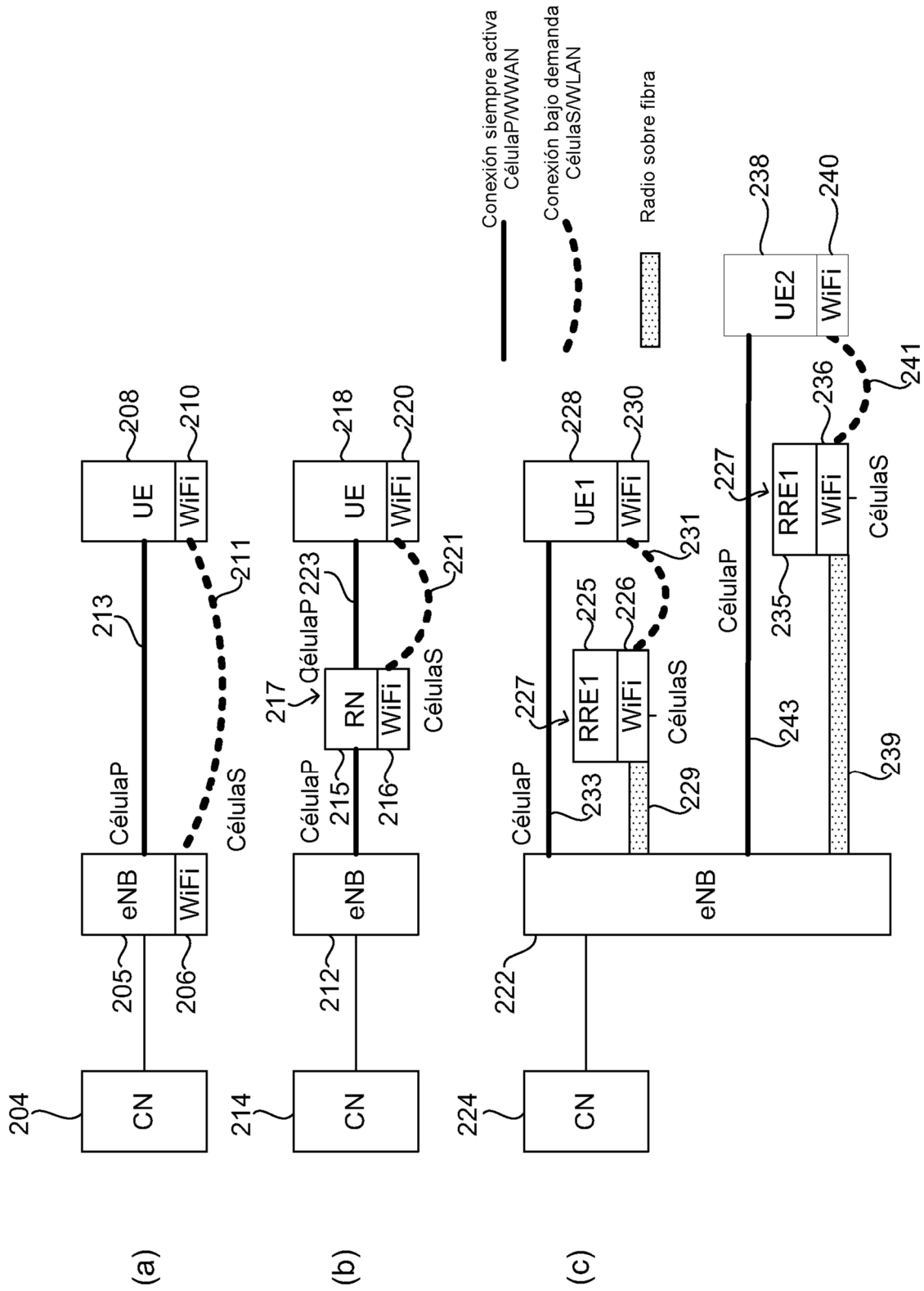


FIG. 2

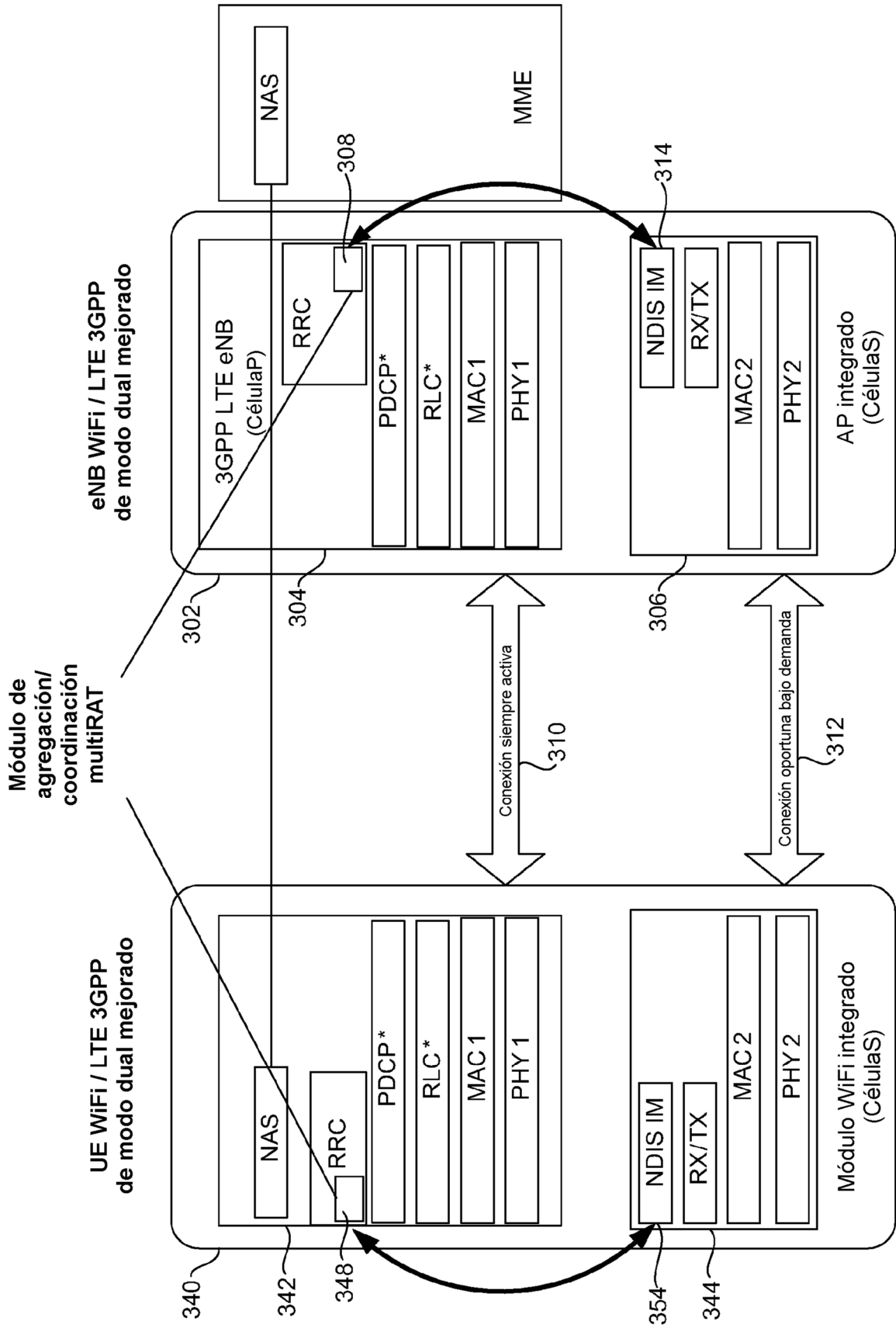


FIG. 3

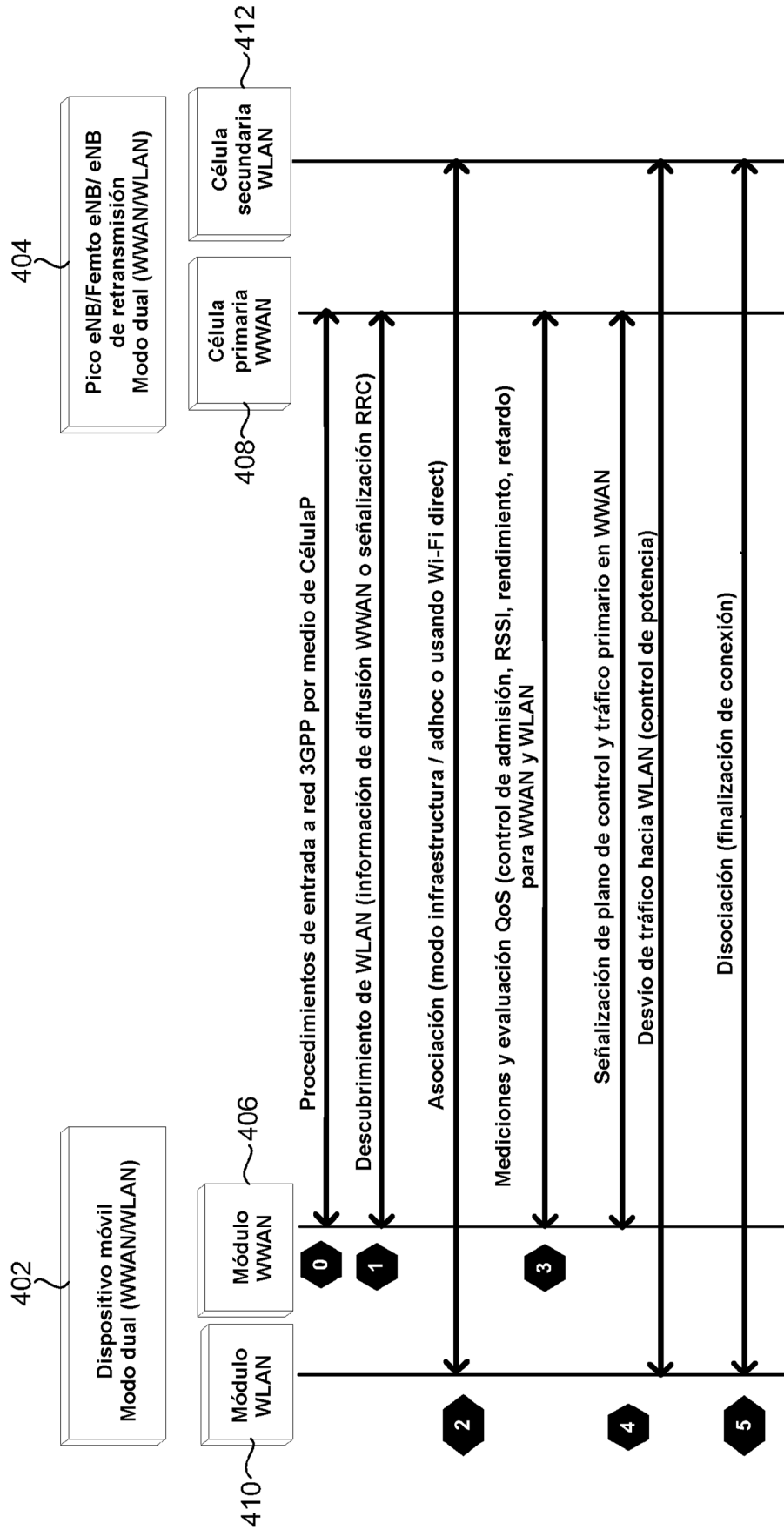


FIG. 4

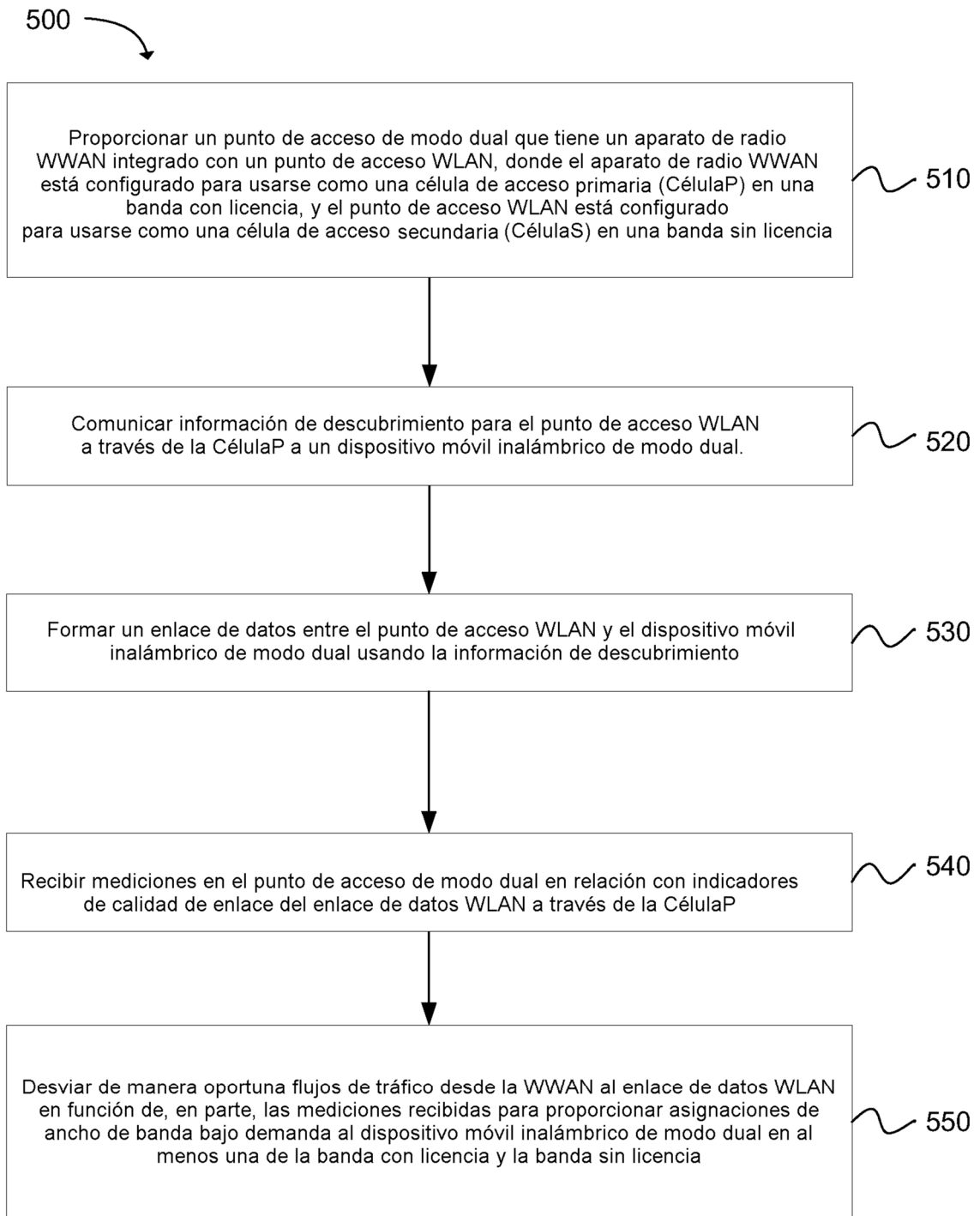


FIG. 5

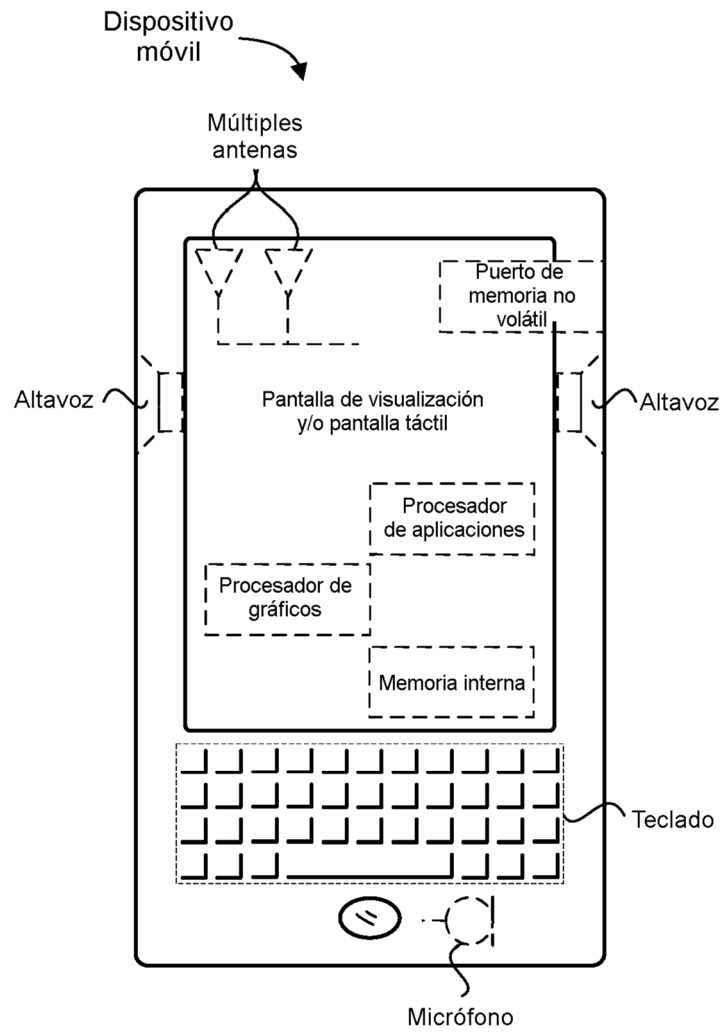


FIG. 6