(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 779 306**

(51) Int. CI.:

H04W 52/02 (2009.01)
H04W 76/28 (2008.01)
H04W 88/06 (2009.01)
H04W 76/16 (2008.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.10.2015 PCT/US2015/053547**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **12.05.2016 WO16073087**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.10.2015 E 15778574 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2019 EP 3216308**

(54) Título: **Recepción discontinua de baja potencia con un segundo receptor**

(30) Prioridad:

04.11.2014 US 201462075088 P
07.11.2014 US 201462077058 P
31.07.2015 US 201514815520

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.08.2020

(73) Titular/es:

QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
5775 Morehouse Drive
San Diego, CA 92121-1714, US

(72) Inventor/es:

ANG, PETER PUI LOK;
JI, TINGFANG;
BURKE, JOSEPH PATRICK;
SORIAGA, JOSEPH BINAMIRA;
SHELLHAMMER, STEPHEN JAY;
MUKKAVILLI, KRISHNA KIRAN y
SMEE, JOHN EDWARD

(74) Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

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

Recepción discontinua de baja potencia con un segundo receptor

ANTECEDENTES

Campo de la divulgación

[0001] La presente divulgación se refiere en general a la comunicación inalámbrica, y más particularmente, a procedimientos y aparatos para el soporte eficiente de la recepción discontinua (DRX) usando un dispositivo inalámbrico con un segundo receptor (o múltiples receptores). Como se analiza a continuación, determinados modos de realización pueden habilitar y proporcionar una comunicación inalámbrica de bajo consumo de energía, así como ayudar a habilitar la latencia capaz de soportar la latencia para aplicaciones críticas para una mejor experiencia del usuario.

Descripción de la técnica relacionada

[0002] Los sistemas de comunicación inalámbrica están ampliamente implantados para proporcionar diversos servicios de telecomunicación, tales como telefonía, vídeo, datos, mensajería y radiodifusión. Los sistemas de comunicación inalámbrica típicos pueden emplear tecnologías de acceso múltiple que pueden soportar la comunicación con múltiples usuarios compartiendo recursos de sistema disponibles (por ejemplo, ancho de banda, potencia de transmisión). Ejemplos de dichas tecnologías de acceso múltiple incluyen sistemas de acceso múltiple por división de código (CDMA), sistemas de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), sistemas de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA), sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia de única portadora (SC-FDMA) y sistemas de acceso múltiple por división síncrona de código y división de tiempo (TD-SCDMA).

[0003] Estas tecnologías de acceso múltiple se han adoptado en diversas normas de telecomunicación para proporcionar un protocolo común que permite a diferentes dispositivos inalámbricos comunicarse a un nivel municipal, nacional, regional e incluso global. Un ejemplo de una norma de telecomunicación emergente es la Evolución a Largo Plazo (LTE). La LTE/LTE Avanzada es un conjunto de mejoras del estándar móvil del sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS), promulgado por el Proyecto de Colaboración de Tercera Generación (3GPP). Está diseñada para soportar de mejor manera el acceso a Internet de banda ancha móvil mejorando la eficacia espectral, reducir los costes, mejorar los servicios, usar un nuevo espectro e integrarse mejor con otras normas abiertas usando OFDMA en el enlace descendente (DL), SC-FDMA en el enlace ascendente (UL) y tecnología de antenas de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO). Sin embargo, a medida que la demanda de acceso a banda ancha móvil sigue aumentando, existe una necesidad de mejoras adicionales en la tecnología de LTE. "LTE" se refiere, en general, a LTE y LTE Avanzada (LTE-A). Preferentemente, estas mejoras deberían aplicarse a otras tecnologías de acceso múltiple y a las normas de telecomunicación que emplean estas tecnologías.
El documento US2015/085795 describe un sistema y un procedimiento para la correlación de recursos para mejorar la cobertura de los canales de radiodifusión.
El documento US2013/201892 describe la recepción discontinua a través de transmisiones en diferentes tecnologías de acceso por radio.

SUMARIO

[0004] Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un procedimiento para comunicaciones inalámbricas mediante un dispositivo inalámbrico. El procedimiento en general incluye colocar un primer receptor en un estado de baja potencia cuando el dispositivo inalámbrico está en un modo de recepción discontinua mejorada (DRX) y monitorear con un segundo receptor, mientras el primer receptor está en el estado de baja potencia, para la primera señalización desde un estación base que indica al dispositivo inalámbrico que saque el primer receptor del estado de baja potencia.

[0005] Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un procedimiento para comunicaciones inalámbricas mediante un dispositivo inalámbrico. El procedimiento en general incluye recibir la primera señalización indicando al dispositivo inalámbrico que comience una duración de apagado de DRX, colocar un receptor en un estado de baja potencia durante la duración de apagado de DRX, y sacar el receptor del estado de baja potencia y salir de la duración de apagado de DRX en respuesta a un evento desencadenante.

[0006] Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un procedimiento para comunicaciones inalámbricas mediante una estación base (BS). El procedimiento en general incluye la señalización de un conjunto de parámetros de recepción discontinua (DRX) a un dispositivo inalámbrico, en el que los parámetros de DRX definen una duración de encendido de DRX durante la cual un primer receptor está activo y una duración de apagado de DRX durante la cual el primer receptor está en un estado de baja potencia y transmitir la primera señalización al dispositivo inalámbrico durante una duración de apagado de DRX para la detección por un segundo receptor, cuando el

dispositivo inalámbrico está en un modo de DRX mejorada, indicando la primera señalización al dispositivo inalámbrico que saque el primer receptor del estado de baja potencia.

[0007] Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un procedimiento para comunicaciones inalámbricas mediante una estación base (BS). El procedimiento en general incluye la señalización de un conjunto de parámetros de recepción discontinua (DRX) a un dispositivo inalámbrico y la transmisión de la primera señalización que indica al dispositivo inalámbrico que comience una duración de apagado de DRX y coloque un receptor en un estado de baja potencia durante la duración de apagado de DRX.

[0008] Los aspectos incluyen, en general, procedimientos, aparatos, sistemas, productos de programas informáticos y sistemas de procesamiento, como se describe sustancialmente en el presente documento con respecto a los dibujos adjuntos y como se ilustra en ellos.

[0009] Otros aspectos, rasgos característicos y modos de realización de la presente invención resultarán evidentes para los expertos en la técnica, tras revisar la siguiente descripción de modos de realización ejemplares y específicos de la presente invención junto con las figuras adjuntas. Si bien los rasgos característicos de la presente invención se pueden analizar con respecto a determinados modos de realización y figuras a continuación, todos los modos de realización de la presente invención pueden incluir uno o más de los rasgos característicos ventajosos analizados en el presente documento. En otras palabras, si bien se pueden analizar uno o más modos de realización como que tienen determinados rasgos característicos ventajosos, también se pueden usar uno o más de dichos rasgos característicos de acuerdo con los diversos modos de realización de la invención analizados en el presente documento. De manera similar, si bien los modos de realización ejemplares se pueden analizar a continuación como los modos de realización del dispositivo, sistema o procedimiento, se debe entender que dichos modos de realización ejemplares se pueden implementar en diversos dispositivos, sistemas y procedimientos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0010] Para que las características de la presente divulgación mencionadas anteriormente puedan entenderse en detalle, se puede ofrecer una descripción más particular, resumida brevemente anteriormente, por referencia a sus aspectos, algunos de los cuales se ilustran en los dibujos adjuntos. Sin embargo, cabe señalar que los dibujos adjuntos ilustran solamente ciertos aspectos típicos de esta divulgación y, por lo tanto, no han de considerarse limitantes de su alcance, ya que la descripción puede admitir otros aspectos igualmente eficaces.

La FIG. 1 ilustra una implementación ejemplar en la que múltiples redes inalámbricas tienen cobertura de superposición, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 2 ilustra un diagrama de bloques de un equipo de usuario (UE) y otras entidades de red, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 3 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una estructura de trama de DL en LTE.

La FIG. 4 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una estructura de trama de UL en LTE.

La FIG. 5 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una arquitectura de protocolo de radio para el plano de usuario y el plano de control.

La FIG. 6 es un diagrama que ilustra un ejemplo de un nodo B evolucionado y de un equipo de usuario en una red de acceso, de acuerdo con determinados aspectos de la divulgación.

La FIG. 7 ilustra cronogramas ejemplares de UE que funcionan usando recepción discontinua, de acuerdo con aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 8 ilustra operaciones ejemplares que pueden ser realizadas por un dispositivo inalámbrico, de acuerdo con aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 9 ilustra operaciones ejemplares que pueden ser realizadas por una BS, de acuerdo con aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 10 ilustra operaciones ejemplares que pueden ser realizadas por un dispositivo inalámbrico, de acuerdo con aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 11 ilustra operaciones ejemplares que pueden ser realizadas por una BS, de acuerdo con aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 12 ilustra componentes ejemplares de un dispositivo inalámbrico, de acuerdo con aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 13 ilustra componentes ejemplares de una estación base, de acuerdo con aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 14 ilustra un flujo de llamada ejemplar de un dispositivo inalámbrico y una estación base, de acuerdo con aspectos de la presente divulgación.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0011] Los sistemas inalámbricos actuales (por ejemplo, 4G) pueden usar una técnica denominada recepción discontinua (DRX) para mejorar la duración de la batería de los UE. En DRX, un UE periódicamente enciende y apaga el receptor del UE. El UE conserva energía durante el tiempo que el receptor del UE está apagado. El UE enciende y apaga el receptor del UE en un ciclo conocido por la BS que da servicio al UE, y la BS transmite señales al UE en los momentos en los que el receptor del UE se encenderá. Si la BS o el UE tiene la necesidad de comunicarse durante un período prolongado de tiempo, el ciclo DRX puede interrumpirse y el receptor del UE puede activarse durante un período prolongado. Cuando se usa DRX, la duración de un ciclo DRX puede ser un contribuyente significativo a la latencia general del sistema. Es decir, el tiempo que una BS espera a que el receptor de un UE se encienda como parte de un ciclo DRX para el UE puede ser una gran fracción, o incluso una mayoría, del tiempo requerido para que los datos atraviesen la red desde una fuente al UE de destino.

[0012] Los sistemas inalámbricos futuros (por ejemplo, 5G) pueden requerir una latencia más corta, lo que motivará a los operadores de red a usar ciclos DRX más cortos en esos sistemas inalámbricos. Sin embargo, el receptor en un UE que opera con un ciclo DRX corto estará encendido (por ejemplo, en duraciones de encendido de DRX) con mayor frecuencia y, por lo tanto, consumirá más energía de la que consumiría con un ciclo DRX más largo, lo que afectaría negativamente la vida útil de la batería del UE. Con respecto a los sistemas inalámbricos actuales y futuros que pueden usar modos de realización de la presente invención, los escenarios de muestra que se analizan a continuación se pueden hacer con referencia a los sistemas existentes actualmente (por ejemplo, 2G/3G/4G), pero se debe enfatizar que estos se hacen con fines de análisis. Es decir, los modos de realización de la presente invención pueden usarse junto con muchos tipos diferentes de redes de comunicación, que incluyen, por ejemplo, redes 5G. En algunas circunstancias, las muestras se dan de manera que el lector pueda apreciar una o más de las diversas características divulgadas en el presente documento.

[0013] Un UE que funciona bajo DRX puede mantener una o más conexiones en las capas de protocolo superiores (por ejemplo, aplicación, protocolo de control de transmisión (TCP), etc.) cuando el UE apaga el receptor del UE. Este modo de operación de DRX puede referirse a una recepción discontinua conectada (C-DRX). De acuerdo con aspectos de la presente divulgación, un UE puede usar un receptor secundario que tiene un consumo de energía menor que un receptor primario del UE para escuchar canales de control y otras señales (por ejemplo, indicador de datos) durante las duraciones de encendido de un ciclo C-DRX. En un modo de realización de la presente divulgación, un UE puede colocar un receptor de máxima potencia (por ejemplo, primario) del UE en un estado de baja potencia (por ejemplo, "suspensión total") durante las operaciones de C-DRX y encender un receptor de baja complejidad y baja potencia complementario para monitorear el canal de control, la "activación" y otras señales desde una estación base de servicio.

[0014] Un UE que se aloja en una celda sin conexiones de capa de protocolo superior puede realizar una recepción discontinua en modo inactivo (I-DRX). De acuerdo con aspectos de la presente divulgación, un UE puede usar un receptor secundario que tiene un consumo de energía menor que un receptor primario del UE para escuchar los indicadores de localización y otras señales durante las duraciones de encendido de un ciclo I-DRX. En un modo de realización de la presente divulgación, un UE puede colocar un receptor de máxima potencia (por ejemplo, primario) del UE en un estado de baja potencia (por ejemplo, "suspensión total") durante las operaciones de I-DRX y encender un receptor de baja complejidad y baja potencia complementario para monitorear los indicadores de localización, la "activación" y otras señales desde una estación base de servicio.

[0015] La descripción detallada expuesta a continuación, en relación con los dibujos adjuntos, pretende ser una descripción de diversas configuraciones y no está destinada a representar las únicas configuraciones en las que se pueden llevar a la práctica los conceptos descritos en el presente documento. La descripción detallada incluye detalles específicos para el propósito de proporcionar un entendimiento exhaustivo de diversos conceptos. Sin embargo, resultará evidente a los expertos en la técnica que estos conceptos se pueden llevar a la práctica sin estos detalles específicos.
En algunos ejemplos, se muestran estructuras y componentes bien conocidos en forma de diagrama de bloques para evitar complicar dichos conceptos.

[0016] A continuación se presentarán varios aspectos de los sistemas de telecomunicación con referencia a diversos aparatos y procedimientos. Estos aparatos y procedimientos se describirán en la siguiente descripción detallada y se ilustrarán en los dibujos adjuntos mediante diversos bloques, módulos, componentes, circuitos, etapas, procesos, algoritmos, etc. (denominados conjuntamente "elementos"). Estos elementos pueden implementarse usando hardware, software o cualquier combinación de los mismos. Que dichos elementos se implementen como hardware o software depende de la aplicación particular y de las limitaciones de diseño impuestas al sistema global.

[0017] A modo de ejemplo, un elemento o cualquier parte de un elemento o cualquier combinación de elementos puede implementarse con un "sistema de procesamiento" que incluya uno o más procesadores. Los ejemplos de procesadores incluyen microprocesadores, microcontroladores, procesadores de señales digitales (DSP), matrices de puertas programables en el terreno (FPGA), dispositivos de lógica programable (PLD), máquinas de estados, circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC), lógica de puerta/transistor/memristor, circuitos de hardware discretos y otro hardware adecuado configurado para realizar la diversa funcionalidad descrita a lo largo de esta divulgación. Como apreciarán los expertos en la técnica, los procesadores (o controladores) consisten en una arquitectura interna que permite el procesamiento de datos de modo que los datos de entrada sean manipulados/transformados para producir datos de salida para su posterior procesamiento. Uno o más procesadores del sistema de procesamiento pueden ejecutar software. Debe entenderse que el término software se refiere, en un sentido general, a instrucciones, conjuntos de instrucciones, código, segmentos de código, código de programa, programas, subprogramas, módulos de software, aplicaciones, aplicaciones de software, paquetes de software, firmware, rutinas, subrutinas, objetos, ejecutables, hilos de ejecución, procedimientos, funciones, etc., independientemente de que hagan referencia a dicho término como software/firmware, middleware, microcódigo, lenguaje de descripción de hardware o de otra manera.

[0018] En consecuencia, en uno o más modos de realización ejemplar, las funciones descritas pueden implementarse en hardware, software o en combinaciones de los mismos. Si se implementan en software, las funciones se pueden almacenar en, o codificar como, una o más instrucciones o código en un medio legible por ordenador. Los medios legibles por ordenador incluyen medios de almacenamiento informático. Los medios de almacenamiento pueden ser cualquier medio disponible al que se pueda acceder mediante un ordenador. A modo de ejemplo, y no de limitación, dichos medios legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, PCM (memoria de cambio de fase), memoria flash, CD-ROM u otros dispositivos de almacenamiento de disco óptico, almacenamiento de disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que pueda usarse para transportar o almacenar el código de programa deseado en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que pueda accederse mediante un ordenador. Los discos, como se usan en el presente documento, incluyen el disco compacto (CD), el disco láser, el disco óptico, el disco versátil digital (DVD), el disco flexible y el disco Blu-ray, donde los discos reproducen normalmente los datos magnéticamente, mientras que otros discos reproducen los datos ópticamente con láseres. Las combinaciones de los anteriores también se deben incluir dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

[0019] La FIG. 1 muestra un sistema de comunicación inalámbrica ejemplar en el que se pueden poner en práctica aspectos de la presente divulgación. Por ejemplo, el UE 110 puede tener un receptor primario y un receptor secundario, puede colocar el receptor primario en un estado de baja potencia (por ejemplo, apagado o inactivo) mientras funciona en un modo de DRX, y puede usar el receptor secundario para monitorear la señalización que indica que el UE debería sacar el receptor primario del estado de baja potencia (por ejemplo, al encender o activar el receptor primario). En un UE como el UE 110, el receptor primario puede consumir 100 mW o más de energía mientras está activo, y cuando se coloca en un estado de baja potencia, el receptor primario puede consumir de 5 a 10 mW de energía. De acuerdo con aspectos de la presente divulgación, un receptor secundario que monitorea la señalización puede consumir menos de 1 mW de energía. Como segundo ejemplo, el eNB 122 o la estación base 132 pueden transmitir una señal al UE 110 que indica que el UE debería sacar un receptor primario del UE de un estado de baja potencia.

[0020] Una red de acceso por radio terrestre universal evolucionada (E-UTRAN) 120 puede admitir LTE y puede incluir una serie de Nodos B (eNB) 122 evolucionados y otras entidades de red que pueden admitir la comunicación inalámbrica para equipos de usuario (UE). Cada eNB puede proporcionar cobertura de comunicación para un área geográfica particular. El término "celda" puede referirse a un área de cobertura de un eNB y/o de un subsistema de eNB que da servicio a esta área de cobertura. Una pasarela de servicio (S-GW) 124 puede comunicarse con E-UTRAN 120 y puede realizar diversas funciones como enrutamiento y reenvío de paquetes, anclaje de movilidad, almacenamiento en búfer de paquetes, iniciación de servicios activados por la red, etc. Una entidad de gestión de movilidad (MME) 126 puede comunicarse con E-UTRAN 120 y servir a la pasarela de servicio 124 y puede realizar diversas funciones, tales como gestión de movilidad, gestión de portador, distribución de mensajes de localización, control de seguridad, autenticación, selección de pasarela, etc. Las entidades de red en LTE se describen en 3GPP TS 36.300, titulada "Acceso por radio terrestre universal evolucionada (E-UTRA) y Red de acceso por radio terrestre universal evolucionada (E-UTRAN); Descripción general", que está a disposición del público.

[0021] Una red de acceso por radio (RAN) 130 puede soportar GSM y puede incluir varias estaciones base 132 y otras entidades de red que pueden soportar comunicación inalámbrica para UE. Un centro de conmutación móvil (MSC) 134 puede comunicarse con la RAN 130 y puede admitir servicios de voz, proporcionar enrutamiento para llamadas con conmutación de circuitos y realizar gestión de movilidad para UE localizados dentro del área servida por MSC 134. Opcionalmente, una función de interfuncionamiento (IWF) 140 puede facilitar la comunicación entre MME 126 y MSC 134 (por ejemplo, para lxCSFB).

[0022] E-UTRAN 120, que da servicio a la pasarela 124, y MME 126 pueden ser parte de una red de LTE 102. RAN 130 y MSC 134 pueden ser parte de una red GSM 104. Por simplicidad, la FIG. 1 muestra solo algunas entidades de

red en la red de LTE 102 y la red GSM 104. Las redes de LTE y GSM también pueden incluir otras entidades de red que pueden admitir diversas funciones y servicios.

[0023] En general, se puede implementar cualquier cantidad de redes inalámbricas en un área geográfica determinada. Cada red inalámbrica puede soportar una RAT particular y puede operar en una o más frecuencias. Una RAT también puede denominarse tecnología de radio, interfaz aérea, etc. Una frecuencia también puede denominarse portadora, un canal de frecuencia, etc. Cada frecuencia puede admitir una única RAT en un área geográfica determinada para evitar interferencias entre redes inalámbricas de diferentes RAT.

[0024] Un UE 110 puede ser estacionario o móvil y puede denominarse también estación móvil, terminal, terminal de acceso, unidad de abonado, estación o en general dispositivo inalámbrico, etc. El UE 110 puede ser un teléfono móvil, un asistente digital personal (PDA), un módem inalámbrico, un dispositivo de comunicación inalámbrica, un dispositivo manual, un ordenador portátil, un teléfono sin cable, una estación de bucle local inalámbrico (WLL), un dispositivo de entretenimiento, un componente vehicular y muchos otros tipos de dispositivos configurados para y capaces de comunicación inalámbrica.

[0025] Al encenderse, el UE 110 puede buscar redes inalámbricas desde las cuales puede recibir servicios de comunicación. Si se detecta más de una red inalámbrica, el UE puede priorizar las redes detectadas en base a qué operador proporciona cada red y la tecnología de acceso por radio usada por cada red. Por ejemplo, un usuario puede pagar al operador X por el servicio de telefonía móvil, y el teléfono móvil del usuario puede estar programado para preferir las redes del operador X a otras. En el ejemplo, el teléfono móvil puede preferir redes de LTE a redes GSM. También en el ejemplo, el teléfono móvil puede asignar una prioridad más alta a las redes de LTE del operador X, una segunda prioridad más alta a las redes no de LTE del operador X, una tercera prioridad más alta a las redes de LTE de otros operadores, y una prioridad más baja a las redes no de LTE de otros operadores.

[0026] Un UE 110 que detecta más de una red inalámbrica en el encendido puede seleccionar una red inalámbrica con la máxima prioridad para dar servicio al UE 110. La red seleccionada puede denominarse red de servicio del UE 110. El UE 110 puede realizar el registro con la red de servicio, si es necesario. El UE 110 puede funcionar a continuación en un modo conectado para comunicarse activamente con la red de servicio. De forma alternativa, el UE 110 puede operar en modo inactivo y alojarse en la red de servicio si el UE 110 no requiere comunicación activa.

[0027] El UE 110 puede localizarse dentro de la cobertura de celdas de múltiples frecuencias y/o múltiples RAT mientras está en el modo inactivo. Para la LTE, el UE 110 puede seleccionar una frecuencia y una RAT para alojarse en base a una lista de prioridades. Esta lista de prioridades puede incluir un conjunto de frecuencias, una RAT asociada con cada frecuencia y una prioridad de cada frecuencia. Por ejemplo, la lista de prioridades puede incluir tres frecuencias X, Y y Z. La frecuencia X puede usarse para LTE y puede tener la prioridad más alta, la frecuencia Y puede usarse para GSM y puede tener la prioridad más baja, y la frecuencia Z también puede usarse para GSM y puede tener una prioridad entre las prioridades para la frecuencia X y la frecuencia Y. En general, la lista de prioridades puede incluir cualquier número de frecuencias para cualquier conjunto de RAT y puede ser específica para la localización del UE. El UE 110 puede configurarse para preferir la LTE, cuando esté disponible, definiendo la lista de prioridades con frecuencias de LTE con la prioridad más alta y con frecuencias para otras RAT con prioridades más bajas, por ejemplo, como se indica en el ejemplo anterior.

[0028] El UE 110 puede funcionar en el modo inactivo como sigue. El UE 110 puede identificar todas las frecuencias/RAT en las que es capaz de encontrar una celda "adecuada" en un escenario normal o una celda "aceptable" en un escenario de emergencia, donde se especifica "adecuado" y "aceptable" en los estándares de LTE. El UE 110 puede alojarse a continuación en la frecuencia/RAT con la más alta prioridad entre todas las frecuencias/RAT identificadas. El UE 110 puede permanecer alojado en esta frecuencia/RAT hasta que (i) la frecuencia/RAT ya no esté disponible en un umbral predeterminado o (ii) otra frecuencia/RAT con mayor prioridad alcance este umbral. Este comportamiento operativo del UE 110 en el modo inactivo se describe en 3GPP TS 36.304, titulada "Acceso por radio terrestre universal evolucionado (E-UTRA); Procedimientos de equipos de usuario (UE) en modo inactivo", que está disponible públicamente.

[0029] El UE 110 puede ser capaz de recibir servicios de datos de conmutación de paquetes (PS) de la red de LTE 102 y puede alojarse en la red de LTE mientras está en el modo inactivo. La red de LTE 102 puede tener compatibilidad limitada o nula para el protocolo de voz sobre Internet (VoIP), que a menudo puede ser el caso de implementaciones tempranas de redes de LTE. Debido al soporte limitado de VoIP, el UE 110 puede transferirse a otra red inalámbrica de otra RAT para llamadas de voz. Esta transferencia se puede denominar respaldo de conmutación de circuitos (CS). El UE 110 puede transferirse a una RAT que puede admitir servicios de voz como lxRTT, WCDMA, GSM, etc. Para originar llamadas con respaldo CS, el UE 110 puede conectarse inicialmente a una red inalámbrica de una RAT de origen (por ejemplo, LTE) que puede no ser compatible con el servicio de voz. El UE puede originar una llamada de voz con esta red inalámbrica y puede transferirse a través de la señalización de capa superior a otra red inalámbrica de una RAT de destino que pueda soportar la llamada de voz. La señalización de capa superior para transferir el UE a la RAT objetivo puede ser para diversos procedimientos, por ejemplo, liberación de conexión con redireccionamiento, transferencia de PS, etc.

[0030] La FIG. 2 muestra un diagrama de bloques de un diseño de UE 110, eNB 122 y MME 126 en la FIG. 1. Si bien los aspectos de la divulgación se describen usando la terminología de LTE y el equipo usado en las redes de LTE, la divulgación no es tan limitada y los aspectos de la divulgación son aplicables a otras tecnologías de red. En el UE 110, un codificador 212 puede recibir datos de tráfico y mensajes de señalización que se van a enviar al enlace ascendente. El codificador 212 puede procesar (por ejemplo, formatear, codificar e intercalar) los datos de tráfico y los mensajes de señalización. Un modulador (Mod) 214 puede procesar adicionalmente (por ejemplo, asignar símbolo y modular) los datos de tráfico codificados y los mensajes de señalización y proporcionar muestras de salida. Un transmisor (TMTR) 222 puede acondicionar (por ejemplo, convertir en analógica, filtrar, amplificar y convertir en frecuencia) las muestras de salida y generar una señal de enlace ascendente, que puede transmitirse a través de una antena 224 al eNB 122.

[0031] En el enlace descendente, la antena 224 puede recibir señales de enlace descendente transmitidas por el eNB 122 y otros eNB/estaciones base. Un receptor (RCVR) 226 puede acondicionar (por ejemplo, filtrar, amplificar, disminuir en frecuencia y digitalizar) la señal recibida de la antena 224 y proporcionar muestras de entrada. Un demodulador (Demod) 216 puede procesar (por ejemplo, demodular) las muestras de entrada y proporcionar estimaciones de símbolos. Un descodificador 218 puede procesar (por ejemplo, desintercalar y descodificar) las estimaciones de símbolos y proporcionar datos descodificados y mensajes de señalización enviados al UE 110. El codificador 212, el modulador 214, el demodulador 216 y el descodificador 218 pueden implementarse mediante un procesador de módem 210. Estas unidades pueden realizar el procesamiento de acuerdo con la RAT (por ejemplo, LTE, lxRTT, etc.) usada por la red inalámbrica con la que el UE 110 está en comunicación.

[0032] Un controlador/procesador 230 puede dirigir el funcionamiento en el UE 110. El controlador/procesador 230 también puede realizar o dirigir otros procesos para las técnicas descritas en el presente documento. El controlador/procesador 230 puede realizar o dirigir el procesamiento por el UE 110 para realizar las operaciones 800, mostradas en la FIG. 8, y las operaciones 1000, mostradas en la FIG. 10. La memoria 232 puede almacenar datos y códigos de programa para el UE 110. La memoria 232 también puede almacenar una lista de prioridades e información de configuración.

[0033] En el eNB 122, un transmisor/receptor 238 puede soportar la comunicación por radio con el UE 110 y otros UE. Un controlador/procesador 240 puede realizar diversas funciones para la comunicación con los UE. El controlador/procesador 240 puede realizar o dirigir el procesamiento por eNB 122 para realizar las operaciones 900, mostradas en la FIG. 9, y las operaciones 1100, mostradas en la FIG. 11. En el enlace ascendente, la señal de enlace ascendente del UE 110 puede recibirse por medio de una antena 236, condicionada por el receptor 238, y procesarse adicionalmente por el controlador/procesador 240 para recuperar los datos de tráfico y los mensajes de señalización enviados por el UE 110. En el enlace descendente, los datos de tráfico y los mensajes de señalización pueden ser procesados por el controlador/procesador 240 y condicionados por el transmisor 238 para generar una señal de enlace descendente, que puede transmitirse por medio de la antena 236 al UE 110 y a otros UE. El controlador/procesador 240 también puede realizar o dirigir otros procesos para las técnicas descritas en el presente documento. El controlador/procesador 240 también puede realizar o dirigir el procesamiento por eNB 122. La memoria 242 puede almacenar códigos de programa y datos para la estación base. Una unidad de comunicación (Comm) 244 puede soportar la comunicación con MME 126 y/u otras entidades de red.

[0034] En MME 126, un controlador/procesador 250 puede realizar diversas funciones para dar soporte a servicios de comunicación para UE. El controlador/procesador 250 también puede realizar o dirigir el procesamiento mediante MME 126. La memoria 252 puede almacenar códigos y datos de programa para MME 126. La unidad de comunicación 254 puede dar soporte a la comunicación con otras entidades de red.

[0035] De acuerdo con aspectos, como se describirá con más detalles en el presente documento, el UE 110 puede dar soporte a comunicaciones con múltiples RAT (por ejemplo, RAT concurrentes) (CRAT). El UE de CRAT puede compartir transmisiones de enlace ascendente entre dos RAT, por ejemplo, en términos de TDM. El UE de CRAT puede dar soporte a la recepción dual de transmisiones de enlace descendente. De acuerdo con aspectos, como se describirá con más detalle en el presente documento, el UE 110 puede ser un único dispositivo de radio. Dicho UE puede dar soporte a comunicaciones con múltiples RAT.

[0036] La FIG. 2 muestra diseños de UE 110, eNB 122 y MME 126. En general, cada entidad puede incluir cualquier número de transmisores, receptores, procesadores, controladores, memorias, unidades de comunicación, etc. Otras entidades de red también pueden implementarse de manera similar.

[0037] Por ejemplo, el UE 110 de la FIG. 2 comprende un solo TMTR 222 y un solo RCVR 226. De acuerdo con aspectos, el UE 110 puede comprender un solo TMTR y un RCVR dual y, por lo tanto, puede dar soporte a CRAT. Por ejemplo, el UE 110 puede compartir transmisiones de enlace ascendente entre dos RAT y puede dar soporte a la recepción dual de enlace descendente. De acuerdo con aspectos, el UE puede dar soporte a CRAT con LTE y GMS o CDMA2000 lxRTT.

[0038] Un desafío con el uso de un solo transmisor para múltiples comunicaciones de RAT es que, a veces, puede haber conflictos entre las transmisiones de enlace ascendente programadas en ambas RAT. Si bien el conflicto puede

ocurrir con una transmisión de enlace ascendente, la transmisión de enlace ascendente en sí misma puede resultar de una transmisión de enlace descendente programada. Por ejemplo, para transmisiones de enlace descendente de LTE programadas, un UE puede necesitar transmitir un ACK en enlace ascendente para confirmar que recibió los datos. En otras palabras, es posible que un UE pueda ser programado para transmisión de enlace ascendente en ambas RAT durante un período de transmisión dado.

[0039] En algunos casos, también se puede lograr Rx con múltiples RAT (por ejemplo, Rx concurrente). Por ejemplo, GSM o CDMA2000 lxRTT y LTE pueden compartir dos Rx (por ejemplo, dos cadenas de recepción separadas con dos antenas separadas) y LTE de manera similar a los receptores duales híbridos simultáneos (SHDR). Cuando no se necesita la recepción lxRTT GSM o CDMA2000, la LTE puede usar dos cadenas de recepción para entrada múltiple, salida múltiple (MIMO) y diversidad. Cuando se necesita la recepción de GSM o CDMA2000 lxRTT, un Rx puede sintonizarse a GSM o CDMA2000 lxRTT, y el Rx restante puede usarse para la recepción de LTE. En algunos modos de realización, dado que solo se está usando una cadena de recepción para LTE, el UE puede informar un indicador de calidad de canal falso (CQI) para evitar la programación de eNB para la transmisión de doble capa.

[0040] De forma similar, un desafío que existe al usar un solo receptor para las comunicaciones con múltiples RAT es que, a veces, puede haber conflictos entre las transmisiones de enlace descendente programadas en ambas RAT. El UE 110 mostrado en la FIG. 2 comprende un solo TMTR 222 y un solo RCVR 226, y por lo tanto solo puede comunicarse con una única RAT en cualquier momento dado, por ejemplo, la red de LTE 102 o la red GSM 104 mostrada en la FIG. 1.

[0041] En un dispositivo de radio simple capaz de comunicarse a través de múltiples RAT (por ejemplo, lxRTT, GSM y LTE), tal como el UE 110, el dispositivo ocasionalmente sintoniza su radio a cada RAT compatible y escucha las comunicaciones (por ejemplo, páginas) desde una BS de esa RAT. Para detectar y recibir una página u otra comunicación, el dispositivo puede sintonizar su radio a una RAT por un período de tiempo (por ejemplo, 80 ms). El dispositivo puede sintonizar su radio a una RAT particular periódicamente, con el período (por ejemplo, 1,28 segundos, 2,56 segundos, etc.) configurable por la red por medio de la señalización de RRC, por ejemplo.

[0042] La FIG. 3 es un diagrama 300 que ilustra un ejemplo de una estructura de trama de DL en LTE. Una trama (10 ms) se puede dividir en 10 subtramas de igual tamaño con índices de 0 a 9. Cada subtrama puede incluir dos ranuras temporales consecutivas. Puede usarse una cuadrícula de recursos para representar dos ranuras de tiempo, incluyendo cada ranura temporal un bloque de recursos. La cuadrícula de recursos está dividida en múltiples elementos de recursos. En LTE, un bloque de recursos contiene 12 subportadoras consecutivas en el dominio de frecuencia y, en un prefijo cíclico normal en cada símbolo OFDM, 7 símbolos OFDM consecutivos en el dominio del tiempo, u 84 elementos de recursos. Para un prefijo cíclico ampliado, un bloque de recursos contiene 6 símbolos OFDM consecutivos en el dominio del tiempo y tiene 72 elementos de recursos. Algunos de los elementos de recursos, indicados como R 302, 304, incluyen señales de referencia de DL (DL-RS). Las RS-DL incluyen RS específicas de celda (CRS) (también denominadas algunas veces RS comunes) 302 y RS específicas de UE (RS-UE) 304. Las RS-UE 304 se transmiten solamente en los bloques de recursos con los cuales está correlacionado el correspondiente canal físico compartido de DL (PDSCH). El número de bits transportado por cada elemento de recurso depende del esquema de modulación. Por lo tanto, cuantos más bloques de recursos reciba un UE y cuanto más elevado sea el esquema de modulación, mayor será la velocidad de transferencia de datos para el UE.

[0043] En LTE, un eNB puede enviar una señal de sincronización primaria (PSS) y una señal de sincronización secundaria (SSS) para cada celda del eNB. Las señales de sincronización primaria y secundaria pueden transmitirse en los periodos de símbolo 6 y 5, respectivamente, en cada una de las subtramas 0 y 5 de cada trama de radio con el prefijo cíclico normal (CP). Las señales de sincronización se pueden usar por los UE para la detección y la adquisición de celdas. El eNB puede enviar un canal físico de radiodifusión (PBCH) en los periodos de símbolo 0 a 3 en la ranura 1 de la subtrama 0. El PBCH puede transportar determinada información del sistema.

[0044] El eNB puede enviar un canal físico indicador del formato de control (PCFICH) en el primer período de símbolos de cada subtrama. El PCFICH puede transmitir el número de periodos de símbolo (M) usados para los canales de control, donde M puede ser igual a 1, 2 o 3 y puede cambiar de subtrama a subtrama. M también puede ser igual a 4 para un ancho de banda de sistema pequeño, por ejemplo, con menos de 10 bloques de recursos. El eNB puede enviar un canal físico indicador de HARQ (PHICH) y un canal físico de control de enlace descendente (PDCCH) en los primeros M períodos de símbolos de cada subtrama. El PHICH puede transportar información para admitir la solicitud híbrida de repetición automática (HARQ). El PDCCH puede transportar información sobre la adjudicación de recursos para los UE e información de control para los canales de enlace descendente. El eNB puede enviar un canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH) en los periodos de símbolo restantes de cada subtrama. El PDSCH puede transportar datos para los UE programados para la transmisión de datos en el enlace descendente.

[0045] El eNB puede enviar la PSS, la SSS y el PBCH en la frecuencia central de 1,08 MHz del ancho de banda del sistema usado por el eNB. El eNB puede enviar el PCFICH y el PHICH a lo largo de todo el ancho de banda de sistema en cada periodo de símbolos en el que se envían estos canales. El eNB puede enviar el PDCCH a grupos de UE en determinadas partes del ancho de banda de sistema. El eNB puede enviar el PDSCH a UE específicos en partes

específicas del ancho de banda de sistema. El eNB puede enviar la PSS, la SSS, el PBCH, el PCFICH y el PHICH por radiodifusión a todos los UE, puede enviar el PDCCH por unidifusión a UE específicos y también puede enviar el PDSCH por unidifusión a UE específicos.

[0046] Un número de elementos de recurso pueden estar disponibles en cada período de símbolo. Cada elemento de recurso (RE) puede cubrir una subportadora en un período de símbolo y se puede usar para enviar un símbolo de modulación, que puede ser un valor real o complejo. Los elementos de recurso no usados para una señal de referencia en cada período de símbolo pueden estar dispuestos en grupos de elementos de recurso (REG). Cada REG puede incluir cuatro elementos de recursos en un periodo de símbolos. El PCFICH puede ocupar cuatro REG, que se pueden espaciar de manera aproximadamente equitativa a lo largo de la frecuencia, en el periodo de símbolos 0. El PHICH puede ocupar tres REG, que se pueden dispersar a lo largo de la frecuencia, en uno o más periodos de símbolo configurables. Por ejemplo, los tres REG para el PHICH pueden pertenecer todos al período de símbolo 0 o pueden estar dispersos por los períodos de símbolo 0, 1 y 2. El PDCCH puede ocupar 9, 18, 36 o 72 REG, que se pueden seleccionar de los REG disponibles, en los M primeros períodos de símbolo, por ejemplo. Solo se pueden permitir determinadas combinaciones de REG para el PDCCH. En aspectos de los presentes procedimientos y aparatos, una subtrama puede incluir más de un PDCCH.

[0047] Un UE puede conocer los REG específicos usados para el PHICH y el PCFICH. El UE puede buscar diferentes combinaciones de los REG para el PDCCH. El número de combinaciones a buscar es típicamente menor que el número de combinaciones permitidas para el PDCCH. Un eNB puede enviar el PDCCH al UE en cualquiera de las combinaciones que el UE buscará.

[0048] La FIG. 4 es un diagrama 400 que ilustra un ejemplo de una estructura de trama de UL en LTE. Los bloques de recursos disponibles para el UL pueden dividirse en una sección de datos y una sección de control. La sección de control se puede formar en los dos bordes del ancho de banda del sistema y puede tener un tamaño configurable. Los bloques de recursos en la sección de control se pueden asignar a los UE para la transmisión de información de control. La sección de datos puede incluir todos los bloques de recursos no incluidos en la sección de control. La estructura de trama de UL da como resultado que la sección de datos incluya subportadoras contiguas, lo cual puede permitir que a un único UE se le asignen todas las subportadoras contiguas en la sección de datos.

[0049] Un UE puede tener asignados bloques de recursos 410a, 410b en la sección de control para transmitir información de control a un eNB. El UE también puede tener asignados bloques de recursos 420a, 420b en la sección de datos para transmitir datos al eNB. El UE puede transmitir información de control en un canal físico de control de UL (PUCCH) en los bloques de recursos asignados en la sección de control. El UE solo puede transmitir datos, o tanto datos como información de control, en un canal físico compartido de UL (PUSCH) en los bloques de recursos asignados en la sección de datos. Una transmisión de UL puede abarcar ambas ranuras de una subtrama y puede saltar por la frecuencia.

[0050] Un conjunto de bloques de recursos se puede usar para llevar a cabo un acceso de sistema inicial y lograr una sincronización de UL en un canal físico de acceso aleatorio (PRACH) 430. El PRACH 430 transporta una secuencia aleatoria y no puede transportar nada de datos/señalización de UL. Cada preámbulo de acceso aleatorio ocupa un ancho de banda correspondiente a seis bloques de recursos consecutivos. La frecuencia de inicio es especificada por la red. Es decir, la transmisión del preámbulo de acceso aleatorio está limitada a determinados recursos de tiempo y frecuencia. No hay ningún salto de frecuencia para el PRACH. El intento de PRACH se transporta en una única subtrama (1 ms) o en una secuencia de pocas subtramas contiguas, y un UE solo puede realizar un único intento de PRACH por trama (10 ms).

[0051] La FIG. 5 es un diagrama 500 que ilustra un ejemplo de una arquitectura de protocolo de radio para el plano de usuario y el plano de control en LTE. La arquitectura de protocolo de radio para el UE y el eNB se muestra con tres capas: Capa 1, Capa 2 y Capa 3. La Capa 1 (capa L1) es la capa más baja e implementa varias funciones de procesamiento de señales de capa física. En el presente documento se hará referencia a la capa L1 como la capa física 506. La Capa 2 (capa L2) 508 está por encima de la capa física 506 y se encarga del enlace entre el UE y el eNB sobre la capa física 506.

[0052] En el plano de usuario, la capa L2 508 incluye una subcapa de control de acceso al medio (MAC) 510, una subcapa de control de radioenlace (RLC) 512 y una subcapa de protocolo de convergencia de datos por paquetes (PDCP) 514, que terminan en el eNB en el lado de red. Aunque no se muestra, el UE puede tener varias capas superiores por encima de la capa L2 508, incluyendo una capa de red (por ejemplo, la capa IP) que termina en la pasarela PDN 118 en el lado de red, y una capa de aplicación que termina en el otro extremo de la conexión (por ejemplo, un UE, un servidor, etc., de extremo lejano).

[0053] La subcapa del PDCP 514 proporciona multiplexación entre diferentes portadoras de radio y canales lógicos. La subcapa del PDCP 514 proporciona, además, compresión de cabecera para paquetes de datos de la capa superior, para reducir la sobrecarga de transmisiones de radio, seguridad mediante el cifrado de los paquetes de datos y capacidad de traspaso para los UE entre los eNB. La subcapa de RLC 512 proporciona segmentación y reensamblaje de paquetes de datos de capas superiores, retransmisión de paquetes de datos perdidos y reordenamiento de

paquetes de datos para compensar una recepción desordenada debido a una petición de repetición automática híbrida (HARQ). La subcapa de MAC 510 proporciona multiplexación entre canales lógicos y de transporte. La subcapa de MAC 510 también es responsable de adjudicar los diversos recursos de radio (por ejemplo, bloques de recursos) en una célula entre los UE. La subcapa de MAC 510 también es responsable de funcionamientos de HARQ.

[0054] En el plano de control, la arquitectura de protocolo de radio para el UE y el eNB es esencialmente la misma para la capa física 506 y la capa L2 508, con la excepción de que no hay ninguna función de compresión de cabecera para el plano de control. El plano de control incluye, además, una subcapa de control de recursos radioeléctricos (RRC) 516 en la Capa 3 (capa L3). La subcapa RRC 516 se encarga de obtener recursos radioeléctricos (es decir, portadoras radioeléctricas) y de configurar las capas inferiores usando señalización RRC entre el eNB y el UE.

[0055] La figura 6 es un diagrama de bloques de un eNB 610 en comunicación con un UE 650 en una red de acceso. En el DL, los paquetes de capa superior procedentes de la red central se proporcionan a un controlador/procesador 675. El controlador/procesador 675 implementa la funcionalidad de la capa L2. En el DL, el controlador/procesador 675 proporciona compresión de cabecera, cifrado, segmentación y reordenación de paquetes, multiplexación entre canales lógicos y de transporte, y asignaciones de recursos radioeléctricos al UE 650 basándose en varias métricas de prioridad. El controlador/procesador 675 se encarga también de funcionamientos de HARQ, de la retransmisión de paquetes perdidos y de la señalización al UE 650.

[0056] El procesador de TX 616 implementa varias funciones de procesamiento de señales para la capa L1 (es decir, la capa física). Las funciones de procesamiento de señales incluyen codificación e intercalado para facilitar la corrección de errores en recepción (FEC) en el UE 650, y la correlación con constelaciones de señales basándose en diversos esquemas de modulación (por ejemplo, modulación por desplazamiento de fase binaria (BPSK), modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK), modulación por desplazamiento de fase M-aria (M-PSK), modulación de amplitud en cuadratura M-aria (M-QAM)). Los símbolos codificados y modulados se dividen después en flujos paralelos. Cada flujo se correlaciona después con una subportadora OFDM, se multiplexa con una señal de referencia (por ejemplo, una señal piloto) en el dominio de tiempo y/o de frecuencia, y después se combinan entre sí usando una transformada inversa rápida de Fourier (IFFT) para producir un canal físico que transporta un flujo de símbolos OFDM en el dominio de tiempo. El flujo OFDM se precodifica espacialmente para generar múltiples flujos espaciales. Las estimaciones de canal de un estimador de canal 674 se pueden usar para determinar el esquema de codificación y de modulación, así como para el procesamiento espacial. La estimación de canal se puede obtener a partir de una señal de referencia y/o de una retroalimentación de condición de canal transmitida por el UE 650. A continuación, cada flujo espacial se proporciona a una antena 620 diferente por medio de un transmisor 618TX separado. Cada transmisor 618TX modula una portadora de RF con un respectivo flujo espacial para su transmisión.

[0057] En el UE 650, cada receptor 654RX recibe una señal a través de su antena 652 respectiva. Cada receptor 654RX recupera información modulada en una portadora de RF y proporciona la información al procesador de recepción (RX) 656. El procesador de RX 656 implementa diversas funciones de procesamiento de señales de la capa L1. El procesador de RX 656 realiza un procesamiento espacial en la información para recuperar cualquier flujo espacial destinado al UE 650. Si múltiples flujos espaciales están destinados al UE 650, el procesador de RX 656 puede combinarlos en un único flujo de símbolos OFDM. A continuación, el procesador de RX 656 convierte el flujo de símbolos OFDM del dominio del tiempo al dominio de frecuencia, usando una transformada rápida de Fourier (FFT). La señal de dominio de frecuencia comprende un flujo de símbolos OFDM separado para cada subportadora de la señal OFDM. Los símbolos de cada subportadora, y la señal de referencia, se recuperan y se desmodulan determinando los puntos de constelación de señales más probables transmitidos por el eNB 610. Estas decisiones programadas pueden estar basadas en estimaciones de canal calculadas por el estimador de canal 658. A continuación, las decisiones programadas se descodifican y desintercalan para recuperar los datos y las señales de control que el eNB 610 ha transmitido originalmente en el canal físico. Las señales de datos y de control se proporcionan después al controlador/procesador 659.

[0058] El controlador/procesador 659 implementa la capa L2. El controlador/procesador puede asociarse a una memoria 660 que almacena códigos y datos de programa. La memoria 660 se puede denominar medio legible por ordenador. En el UL, el controlador/procesador 659 proporciona desmultiplexación entre los canales de transporte y los lógicos, reensamblaje de paquetes, descifrado, descompresión de cabecera, procesamiento de señales de control para recuperar paquetes de capa superior a partir de la red central. Los paquetes de capa superior se proporcionan después a un colector de datos 662, que representa todas las capas de protocolo por encima de la capa L2. Diversas señales de control también pueden proporcionarse al colector de datos 662 para el procesamiento de L3. El controlador/procesador 659 también se encarga de la detección de errores usando un protocolo de confirmación (ACK) y/o confirmación negativa (NACK) para soportar funcionamientos HARQ.

[0059] En el UL, una fuente de datos 667 se usa para proporcionar paquetes de capa superior al controlador/procesador 659. La fuente de datos 667 representa todas las capas de protocolo por encima de la capa L2. De manera similar a la funcionalidad descrita en relación con la transmisión en DL mediante el eNB 610, el controlador/procesador 659 implementa la capa L2 para el plano de usuario y el plano de control proporcionando compresión de cabecera, cifrado, segmentación y reordenación de paquetes, y multiplexación entre canales lógicos y de transporte, basándose en asignaciones de recursos radioeléctricos por parte del eNB 610. El

controlador/procesador 659 se encarga también de las operaciones HARQ, de la retransmisión de paquetes perdidos y de la señalización al eNB 610.

[0060] Las estimaciones de canal obtenidas por un estimador de canal 658 a partir de una señal de referencia o retroalimentación transmitida por el eNB 610 se pueden usar por el procesador de TX 668 para seleccionar los esquemas apropiados de codificación y modulación, y para facilitar el procesamiento espacial. Los flujos espaciales generados por el procesador de TX 668 se proporcionan a diferentes antenas 652 por medio de transmisores separados 654TX. Cada transmisor 654TX modula una portadora de RF con un respectivo flujo espacial para su transmisión.

[0061] La transmisión UL se procesa en el eNB 610 de manera similar a la descrita en relación con la función de receptor en el UE 650. Cada receptor 618RX recibe una señal a través de su antena 620 respectiva. Cada receptor 618RX recupera información modulada en una portadora de RF y proporciona la información a un procesador de RX 670. El procesador de RX 670 puede implementar la capa L1.

[0062] El controlador/procesador 675 implementa la capa L2. El controlador/procesador 675 puede estar asociado a una memoria 676 que almacena códigos y datos de programa. La memoria 676 se puede denominar medio legible por ordenador. En el UL, el controlador/procesador 675 proporciona desmultiplexación entre los canales de transporte y los lógicos, reensamblaje de paquetes, descifrado, descompresión de cabecera y procesamiento de señales de control para recuperar paquetes de capa superior procedentes del UE 650. Los paquetes de capa superior del controlador/procesador 675 pueden proporcionarse a la red central. El controlador/procesador 675 también se encarga de la detección de errores usando un protocolo de ACK y/o NACK para soportar los funcionamientos HARQ. Los controladores/procesadores 675, 659 pueden dirigir el funcionamiento al eNB 610 y al UE 650, respectivamente. El controlador/procesador 659 y/u otros procesadores y módulos en el UE 650 también pueden realizar o dirigir operaciones para operaciones ejemplares 800 en la FIG. 8 y/u otros procesos para las técnicas descritas en el presente documento, por ejemplo. El controlador/procesador 675 y/u otros procesadores y módulos en el eNB 610 pueden realizar o dirigir operaciones y/u otros procesos para las técnicas descritas en el presente documento, por ejemplo. En aspectos, uno o más de cualquiera de los componentes mostrados en la FIG. 6 puede emplearse para realizar operaciones ejemplares 800 y/u otros procesos para las técnicas descritas en el presente documento.

OPERACIONES EN MODO C-DRX EJEMPLARES

[0063] Con la creciente popularidad de los teléfonos inteligentes, existen muchos desafíos nuevos para el diseño de sistemas inalámbricos, incluyendo el consumo de energía y las demandas de señalización. Por ejemplo, en lugar de estar activos solo por el pequeño porcentaje de tiempo de conversación, los teléfonos inteligentes están activos con mucha más frecuencia. Las aplicaciones, tal como el correo electrónico o las redes sociales, pueden enviar mensajes de "mantenimiento en activo" cada 20 a 30 minutos, por ejemplo. Dichas aplicaciones a menudo usan muchas transmisiones de datos pequeñas y en ráfagas que pueden implicar una cantidad significativamente mayor de señalización de control. Algunas evaluaciones de nivel de sistema han identificado limitaciones de canal de control además de las limitaciones de canal de tráfico.

[0064] La recepción discontinua conectada (C-DRX) en general se refiere a una técnica usada en la comunicación inalámbrica para reducir el consumo de energía, conservando de este modo la batería del dispositivo móvil. El dispositivo móvil y la red negocian las fases en las que se produce la transferencia de datos, donde se enciende un receptor del dispositivo móvil (por ejemplo, en un estado conectado), denominado duración de encendido del ciclo C-DRX. En otros momentos, denominados duraciones de apagado, el dispositivo móvil apaga su receptor y entra en un estado de baja potencia. Normalmente hay una función diseñada en el protocolo para este propósito. Por ejemplo, la transmisión puede estructurarse en ranuras con cabeceras que contienen detalles de dirección para que los dispositivos puedan escuchar estas cabeceras en cada ranura para decidir si la transmisión es pertinente para los dispositivos o no. En este caso, el receptor solo puede estar activo al comienzo de cada ranura para recibir la cabecera, conservando la vida útil de la batería. Otras técnicas de DRX incluyen sondeo, con lo que el dispositivo se sitúa en reposo durante un período de tiempo determinado y a continuación, la estación base envía una baliza periódicamente para indicar si hay algún dato que espera la misma.

[0065] En LTE, C-DRX típicamente se controla (configura) por medio de la señalización de control de recursos de radio (RRC). Por ejemplo, la señalización de RRC puede establecer un ciclo en el que un receptor del UE está operativo durante un determinado período, típicamente cuando se transmite toda la información de programación y localización. Cuando el UE ingresa por primera vez a las operaciones de C-DRX, el UE puede iniciar un temporizador de inactividad durante un período de tiempo configurado. El UE mantiene su receptor encendido mientras el temporizador de inactividad está funcionando, y si el UE recibe alguna señal durante este tiempo, el UE restablecerá el temporizador de inactividad al período de tiempo configurado y mantendrá su receptor encendido. El Nodo B evolucionado de servicio (eNB) puede saber que el receptor del UE está completamente apagado y no puede recibir nada. Excepto cuando se encuentra en C-DRX, el receptor del UE puede estar con más probabilidad activo para monitorear un canal de control de enlace descendente físico (PDCCH) para identificar datos de enlace descendente. Durante C-DRX, el receptor del UE puede estar apagado. En LTE, C-DRX también puede aplicarse al estado RRC_Idle con un tiempo de ciclo más largo que el modo activo.

[0066] En general, hay dos estados de RRC para un UE: (1) RRC_Idle donde la radio no está activa, pero se asigna un identificador (ID) al UE y la red lo rastrea; y (2) RRC_Connected con operación de radio activa que tiene contexto en el eNB.

PROCEDIMIENTOS Y APARATOS EJEMPLARES PARA UNA RECEPCIÓN DISCONTINUA DE BAJA POTENCIA CON UN SEGUNDO RECEPTOR

[0067] En los sistemas inalámbricos actuales (por ejemplo, 4G), la duración de un ciclo C-DRX puede contribuir de manera significativa a la latencia general del sistema. Los sistemas inalámbricos futuros (por ejemplo, 5G) pueden requerir una latencia más corta, lo que motivará a los operadores de red a usar ciclos C-DRX más cortos en esos sistemas inalámbricos. Sin embargo, el receptor en un UE que funciona con un ciclo C-DRX corto estará encendido (por ejemplo, en duraciones de encendido de C-DRX) con mayor frecuencia y, por lo tanto, consumirá más energía de la que consumiría con un ciclo C-DRX más largo, impactando negativamente en la vida útil de la batería del UE.

[0068] De acuerdo con aspectos de la presente divulgación, un UE puede usar un receptor secundario que tiene un consumo de energía menor que un receptor primario del UE para escuchar canales de control y otras señales (por ejemplo, indicador de datos) durante las duraciones de encendido de un ciclo C-DRX. En un modo de realización de la presente divulgación, un UE puede colocar el receptor de máxima potencia (por ejemplo, primaria) del UE en un estado de baja potencia (por ejemplo, "suspensión total") durante las operaciones de C-DRX y encender un receptor de baja complejidad y baja potencia complementario para monitorear los canales de control, la "activación" y otras señales desde una estación base de servicio.

[0069] De acuerdo con aspectos de la presente divulgación, un UE puede usar un receptor secundario que tiene bajo consumo de energía. Por ejemplo, el consumo de energía del receptor secundario puede ser de 1 mW o menos mientras está activo, lo cual es significativamente menor que el consumo de energía del receptor primario de 100 mW o más mientras está activo. De acuerdo con aspectos de la presente divulgación, un UE puede usar un receptor secundario que tiene bajo consumo de energía (por ejemplo, menos de 1 mW) para escuchar los indicadores de localización y otras señales durante las duraciones de encendido de un ciclo de recepción discontinua en modo inactivo (I-DRX). En un modo de realización de la presente divulgación, un UE puede colocar un receptor de máxima potencia (por ejemplo, primario) del UE en un estado de baja potencia (por ejemplo, "suspensión total") durante las operaciones de I-DRX, en el que el receptor de máxima potencia consume menos de 100 mW (por ejemplo, 10 mW) de potencia, y enciende un receptor de baja complejidad y baja potencia complementario para monitorear los indicadores de localización, "activación", y otras señales desde una estación base de servicio.

[0070] De acuerdo con aspectos de la presente divulgación, un UE que opera con un receptor secundario encendido y un receptor primario en un estado de baja potencia puede monitorear una señal (por ejemplo, localización o "activación") desde un eNB de servicio y, al detectar la señal, activar el receptor primario para recibir señalización (por ejemplo, datos o señalización de control) del eNB. De acuerdo con determinados aspectos, la señal podría basarse en una forma de onda que podría ser demodulada por el receptor primario (por ejemplo, OFDM). En determinados aspectos de la presente divulgación, la señal podría basarse en una forma de onda dedicada que solo el receptor secundario está diseñado para demodular (por ejemplo, activación/desactivación, activación de amplitud-desplazamiento (ASK), activación de frecuencia-desplazamiento (FSK)).

[0071] De acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación, un receptor superregenerativo puede usarse como receptor secundario en un UE. Un receptor superregenerativo puede ser capaz de detectar de forma no coherente una forma de onda de activación/desactivación. De forma alternativa, podrían usarse otros tipos (por ejemplo, baja frecuencia intermedia (low-IF)) de receptores no coherentes basados en la detección de energía capaces de demodular formas de onda correspondientemente adecuadas a niveles de potencia muy bajos. Por ejemplo, un receptor basado en la detección de energía puede consumir 1 mW o menos de energía mientras se monitorea una señal al UE que indica que el UE debe activar un receptor primario.

[0072] De acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación, un UE con múltiples receptores capaces de soportar múltiples tecnologías de acceso por radio (RAT) puede usar un receptor de una RAT para monitorear la señalización (por ejemplo, localización o "activación") indicando que el UE debe activar un receptor de una segunda RAT. El UE puede usar un receptor de menor potencia o un receptor para una RAT de menor potencia para monitorear la señalización que indica que el UE debe activar un receptor o receptores de una o más RAT adicionales.

[0073] De acuerdo con los aspectos de la presente divulgación, un UE con múltiples receptores puede usar un receptor para monitorear la señalización (por ejemplo, localización o "activación") en una primera banda de frecuencia (por ejemplo, una banda de frecuencia por debajo de 1 GHz) que indica que el UE debe activar otro receptor para la recepción en una segunda banda de frecuencia (por ejemplo, una banda de frecuencia de 3,5 GHz). El UE puede usar un receptor de menor potencia (por ejemplo, que consuma 1 mW o menos) para monitorear una banda de frecuencia para la señalización (por ejemplo, desde una BS) que indica que el UE debe activar un receptor primario del UE en otra banda de frecuencia. Adicionalmente o de forma alternativa, un UE con múltiples receptores puede monitorear una primera portadora dentro de una banda de frecuencia para la señalización que indica que el UE debe activar otro

receptor para recibir en una segunda portadora dentro de la banda de frecuencia. En una celda que opera con agregación de portadora (CA), el UE puede activar un receptor primario para recibir en múltiples frecuencias de portadora en respuesta a la señalización en una frecuencia de portadora detectada por un receptor secundario (por ejemplo, de baja potencia) del UE.

[0074] De acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación, una estación base puede indicar a un UE con un receptor secundario que entre en un modo de DRX mejorada o de baja potencia (LP-DRX), como alternativa o adición a esquemas en los que el UE espera que un temporizador de inactividad caduque, como en los sistemas inalámbricos actuales (por ejemplo, C-DRX de LTE). Un modo de DRX mejorada puede comprender el funcionamiento de un UE con ciclos de suspensión más largos (por ejemplo, baja potencia o desactivados) (por ejemplo, 5,12 segundos) optimizados para aplicaciones terminadas en dispositivos tolerantes al retardo que se usan en las tecnologías inalámbricas de DRX actuales (por ejemplo, Rel-8 de LTE). Por ejemplo, un UE que usa tecnologías inalámbricas actuales puede configurarse con ciclos de suspensión de 2,56 segundos, mientras que un UE que usa DRX mejorada puede configurarse con ciclos de suspensión de 10,24 segundos. Cuando el UE recibe la señal para ingresar al modo de DRX de baja potencia, el UE pone su receptor primario en un estado de baja potencia y monitorea las señales usando el receptor secundario.

[0075] De acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación, un UE que funciona en una duración de encendido de un ciclo C-DRX podría ser señalado por una estación base de servicio para colocar un receptor primario del UE en un estado de baja potencia al recibir la señal, como alternativa o adición a los esquemas en los que el UE espera la duración de encendido completa antes de poner el receptor primario en el estado de baja potencia, como en los sistemas inalámbricos actuales (por ejemplo, 4G LTE).

[0076] De acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación, un UE con un receptor secundario que funciona en un ciclo DRX (I-DRX) en modo inactivo podría activar el receptor secundario para monitorear los indicadores de página durante las duraciones de encendido del ciclo I-DRX, dejando un receptor primario del UE en un estado de baja potencia hasta que el receptor secundario detecte un indicador de página. En un aspecto de la presente divulgación, el UE podría activar el receptor primario para descodificar el mensaje de página real en respuesta al receptor secundario que detecta el indicador de página.

[0077] Un UE con dos receptores que funcionan de acuerdo con los aspectos de la presente divulgación puede funcionar con una latencia promedio más baja que un UE que funciona en modo C-DRX con sistemas inalámbricos actuales (por ejemplo, 4G LTE). Por ejemplo, un UE que funciona en modo C-DRX con sistemas inalámbricos actuales con una duración de ciclo DRX de 40 ms tiene una latencia promedio de 20 ms. En el ejemplo, un UE con dos receptores puede configurar el receptor secundario, que consume menos del 10 % (por ejemplo, 1 mW) de la potencia consumida por el receptor primario (por ejemplo, 250 mW), para que se active una vez cada 10 ms. También en el ejemplo, el UE con dos receptores tiene una latencia promedio de 5 ms, que es una latencia promedio menor que la latencia del UE que funciona con los sistemas inalámbricos actuales, pero consume menos energía que el UE que funciona con los sistemas inalámbricos actuales. Un UE que funciona de acuerdo con aspectos de la presente divulgación que no está recibiendo datos también puede consumir menos energía que un UE que funciona en modo C-DRX con sistemas inalámbricos actuales (por ejemplo, 4G LTE) que no está recibiendo datos. Continuando con el ejemplo anterior, el UE que funciona con los sistemas inalámbricos actuales consume 250 mW de energía por un milisegundo de cada 40 ms (es decir, la duración del ciclo DRX), mientras que el UE que funciona con dos receptores de acuerdo con aspectos de la presente divulgación consume 1 mW de energía por cuatro milisegundos de cada 40 ms. Un UE que funciona de acuerdo con aspectos de la presente divulgación que está recibiendo datos puede usar un poco más (por ejemplo, menos del 1 % más) de energía que un UE que funciona en modo C-DRX con sistemas inalámbricos actuales (por ejemplo, 4G LTE) que está recibiendo datos, porque para el primero se activan los receptores primario y secundario. Por tanto, un UE que funciona de acuerdo con aspectos de la presente divulgación puede funcionar con una latencia más baja y un consumo de energía global más bajo que un UE que funciona en modo C-DRX con sistemas inalámbricos actuales (por ejemplo, 4G LTE).

[0078] La FIG. 7 ilustra una cronograma ejemplar 700 para un UE que funciona usando C-DRX en sistemas de comunicación inalámbrica actuales (por ejemplo, 4G LTE o "DRX actual") y el cronograma ejemplar 750 para un UE con un receptor secundario que funciona de acuerdo con aspectos de la presente divulgación. En el cronograma ejemplar 700, un UE recibe datos en el tiempo 702 e inicia un temporizador de inactividad cuando la transmisión de datos cesa en 704. En 706, el temporizador de inactividad caduca y el UE coloca su receptor en un estado de baja potencia ("apagado"). En 708, los datos para el UE llegan a la estación base de servicio del UE y se mantienen en un búfer hasta la próxima duración de encendido para el UE, que ocurre en 710. La latencia promedio para transmisiones a un UE que funciona en modo C-DRX de acuerdo con los sistemas de comunicación inalámbrica actuales (por ejemplo, 4G LTE o "DRX actual") puede ser aproximadamente la mitad de la duración de un ciclo DRX, que consiste en una duración de encendido y una duración de apagado, como se muestra en 712.

[0079] En el cronograma ejemplar 750, un UE recibe datos desde una estación base de servicio (por ejemplo, un eNB) en el momento 752, y la estación base de servicio del UE indica al UE que entre en un modo de DRX mejorada o DRX de baja potencia (LP-DRX) cuando la estación base termina de transmitir datos al UE en 754. El UE ingresa al modo de escucha LP-DRX o de potencia ultra baja (ULPL) cuando recibe la orden desde la estación base en 754. El

UE opera un receptor secundario en un ciclo de trabajo, activando el receptor secundario para monitorear una señal (por ejemplo, un canal de control o señal de "activación") desde la estación base en cada uno de los tiempos 756a-756d. El período de tiempo entre el inicio de cada duración de encendido en el ciclo de trabajo del receptor secundario se puede denominar período de radio ULPL o ciclo DRX efectivo.

[0080] En 758, los datos para el UE llegan a la estación base de servicio, que transmite una señal de "activación", ilustrada en 760. La BS de servicio puede conocer el ciclo de trabajo del receptor secundario del UE, y puede retrasar la transmisión de la señal de "activación" hasta la siguiente duración de encendido del ciclo de trabajo del receptor secundario, que se muestra en 756d en el cronograma ejemplar. El UE detecta la señal de "activación" cuando el receptor secundario del UE está activo en 756d, y comienza la activación del receptor primario o módem completo del UE. Si la señal de "activación" se transmite antes del final de la duración de apagado de DRX, el UE puede finalizar la duración de apagado de DRX (por ejemplo, la transición a una duración de encendido de DRX) antes (por ejemplo, antes de que caduque un temporizador de duración de apagado de DRX). El receptor primario del UE está completamente activo ("encendido") en 762, y la estación base de servicio transmite los datos al UE. La estación base de servicio tiene información (por ejemplo, de un mensaje de capacidades previamente recibido del UE) con respecto al tiempo requerido para que el receptor primario del UE esté completamente activo, y se retrasa al menos durante ese período de tiempo después de transmitir la señal de "activación" antes de intentar la transmisión de los datos al UE.

[0081] Cuando la estación base de servicio o el eNB termina de transmitir los datos en 764, transmite una señal (por ejemplo, una señal de "alejamiento") que indica al UE que coloque su receptor primario nuevamente en el estado de baja potencia. Cuando el UE recibe la señal que indica al UE que vuelva a colocar su receptor primario en el estado de baja potencia en 764, el UE vuelve a colocar el receptor primario en el estado de baja potencia, volviendo a pasar al modo ULPL. El UE puede volver a colocar el receptor primario en el estado de baja potencia antes del final de la duración de encendido configurada 766 del modo DRX. La latencia promedio para las transmisiones a un UE con un receptor secundario que funciona de acuerdo con las técnicas divulgadas puede ser aproximadamente igual a la mitad del período de radio ULPL más el tiempo de encendido (por ejemplo, "inicialización") del receptor primario o módem completo.

[0082] La FIG. 8 ilustra operaciones ejemplares 800 que pueden realizarse para realizar una recepción discontinua de baja potencia (LP-DRX), como se describe anteriormente. Las operaciones 800 pueden ser realizadas por un UE con dos o más receptores, por ejemplo. Las operaciones 800 comienzan en 802, por el UE, por ejemplo, colocando un primer receptor en un estado de baja potencia (por ejemplo, desactivado o apagado y consumiendo menos de 100 mW de potencia) cuando el UE está en un modo de recepción discontinua mejorada (DRX). Como se indica anteriormente, el modo de DRX mejorada puede comprender el funcionamiento de un UE con ciclos de suspensión más largos optimizados para aplicaciones terminadas en dispositivos tolerantes al retraso que las que se usan en los sistemas actuales. En 804, el UE, por ejemplo, puede monitorear con un segundo receptor, mientras que el primer receptor está en el estado de baja potencia, para señalizar desde una estación base que indica al UE que saque el primer receptor del estado de baja potencia.

[0083] De acuerdo con aspectos de la presente divulgación, un dispositivo inalámbrico puede colocar un primer receptor (por ejemplo, primario) en un estado de baja potencia en respuesta a un primer evento desencadenante. Un ejemplo de un evento desencadenante es recibir señalización desde una estación base (BS) que indica al dispositivo inalámbrico que coloque el primer receptor en el estado de baja potencia, como se describe anteriormente con referencia a la FIG. 7. Un segundo ejemplo de un evento desencadenante es la caducidad de un temporizador (por ejemplo, un temporizador de duración de encendido de DRX o un temporizador de inactividad).

[0084] De acuerdo con aspectos de la presente divulgación, un dispositivo inalámbrico puede sacar un primer receptor (por ejemplo, primario) de un estado de baja potencia en respuesta a un segundo evento desencadenante. Un ejemplo de un evento desencadenante es recibir señalización desde una estación base (BS) que indica al dispositivo inalámbrico que saque el primer receptor del estado de baja potencia, como se describe anteriormente con referencia a la FIG. 7. Un segundo ejemplo de un evento desencadenante es la caducidad de un temporizador (por ejemplo, un temporizador de duración de apagado de DRX).

[0085] La FIG. 9 ilustra operaciones ejemplares 900 para realizar una recepción discontinua de baja potencia (LP-DRX), como se describe anteriormente. Las operaciones 900 pueden ser realizadas por una estación base (BS) o eNB, por ejemplo. Las operaciones 900 comienzan en 902, por la BS, por ejemplo, que señala un conjunto de parámetros de recepción discontinua (DRX) a un dispositivo inalámbrico, en el que los parámetros de DRX definen una duración de encendido de DRX durante la cual un primer receptor está activo y una duración de apagado de DRX durante la cual el primer receptor está en un estado de baja potencia. En 904, la BS, por ejemplo, puede transmitir la primera señalización (por ejemplo, un indicador de página o un indicador de datos) al dispositivo inalámbrico durante una duración de apagado de DRX para la detección por un segundo receptor, cuando el dispositivo inalámbrico está en un modo de DRX mejorada, indicando la primera señalización al dispositivo inalámbrico que saque el primer receptor del estado de baja potencia.

[0086] De acuerdo con aspectos de la presente divulgación, una BS puede recibir una indicación de que un dispositivo inalámbrico admite un modo de DRX mejorada (por ejemplo, el modo LP-DRX descrito anteriormente con respecto a las FIGS. 7 y 8). La indicación puede transmitirse por medio de un mensaje de capacidades recibido desde el dispositivo inalámbrico, por ejemplo. Dicho mensaje de capacidades podría recibirse durante la configuración de contexto inicial de un dispositivo inalámbrico, por ejemplo, o podría enviarse o actualizarse una vez por configuración de conexión de RRC.

[0087] De acuerdo con aspectos de la presente divulgación, una BS puede transmitir la primera señalización a un dispositivo inalámbrico en respuesta a un primer evento desencadenante. Los ejemplos de dicho evento desencadenante incluyen los datos de detección de BS (por ejemplo, la recepción de otro dispositivo) para el dispositivo inalámbrico o la caducidad de un temporizador en la BS.

[0088] De acuerdo con aspectos de la presente divulgación, una BS puede transmitir una segunda señalización a un dispositivo inalámbrico que indica al dispositivo inalámbrico que coloque el primer receptor en el estado de baja potencia. La BS puede transmitir la segunda señalización en respuesta a un segundo evento desencadenante. Los ejemplos de dichos eventos desencadenantes incluyen la BS que determina que la BS no tiene datos para transmitir al UE (por ejemplo, la BS ha completado la transmisión de datos al UE) o la caducidad de un temporizador en la BS.

[0089] De acuerdo con aspectos de la presente divulgación, una BS puede indicar a un dispositivo inalámbrico recursos de tiempo y/o frecuencia que pueden usarse para la primera señalización. El dispositivo inalámbrico puede monitorear los recursos indicados usando el receptor secundario del dispositivo inalámbrico mientras está en el modo de DRX mejorada. La BS puede seleccionar los recursos de tiempo y/o frecuencia en base a la información con respecto a las capacidades del dispositivo inalámbrico (por ejemplo, información recibida en un mensaje de capacidades del dispositivo inalámbrico).

[0090] De acuerdo con los aspectos de la presente divulgación, una BS puede recibir (por ejemplo, en un mensaje de capacidades) información de un dispositivo inalámbrico con respecto a un período de tiempo requerido para que el dispositivo inalámbrico active un receptor primario. La BS puede almacenar esta información y, cuando la BS tiene datos para enviar al dispositivo inalámbrico, la BS puede enviar una página o una señal de "activación" al dispositivo inalámbrico, pero retrasar la programación de otras transmisiones al dispositivo inalámbrico durante al menos el período de tiempo requerido para que el dispositivo inalámbrico active el receptor primario.

[0091] De acuerdo con aspectos de la presente divulgación, una BS puede recibir (por ejemplo, en un mensaje de capacidades) información de un dispositivo inalámbrico con respecto a la inexactitud (por ejemplo, deriva) de un oscilador de baja potencia de un dispositivo inalámbrico. Un dispositivo inalámbrico puede usar un oscilador de baja potencia como reloj mientras un receptor primario está inactivo. El dispositivo inalámbrico puede medir la inexactitud o la deriva del oscilador, y puede proporcionar la medida a una BS de servicio. La BS de servicio puede usar la información con respecto a la inexactitud del oscilador de baja potencia de un dispositivo inalámbrico para determinar cuándo enviar una señal de localización o de "activación" al dispositivo inalámbrico. La BS de servicio puede determinar enviar múltiples señales de localización o de "activación" a un dispositivo inalámbrico, en base a la información con respecto a la inexactitud de un oscilador de baja potencia del dispositivo inalámbrico.

[0092] De acuerdo con aspectos de la presente divulgación, una BS puede transmitir una señal de indicación de tiempo para ser recibida por dispositivos inalámbricos que usan LP-DRX. La señal de indicación de tiempo puede transmitirse usando frecuencias y/o técnicas de modulación para cuya recepción los receptores secundarios de dispositivos inalámbricos están diseñados. La señal de indicación de tiempo puede ser recibida por dispositivos inalámbricos que funcionan con LP-DRX para corregir la deriva del reloj de los dispositivos inalámbricos, mejorando la confiabilidad de la recepción de las señales de localización o de "activación" por parte de los dispositivos inalámbricos. Una BS de servicio puede programar la transmisión de señales de localización o de "activación" en base a la transmisión de las señales de indicación de tiempo, con la BS que programa que las señales de localización o de "activación" se produzcan poco después de las señales de indicación de hora, ya que el envío de una señal de localización a un dispositivo inalámbrico poco después de que el dispositivo inalámbrico se sincronice con la BS puede mejorar la fiabilidad de la recepción de la señal de localización por el dispositivo inalámbrico.

[0093] La FIG. 10 ilustra operaciones ejemplares 1000 que pueden realizarse para realizar una recepción discontinua de baja potencia (LP-DRX), como se describe anteriormente. Las operaciones 1000 pueden realizarse por un dispositivo inalámbrico (por ejemplo, un UE), por ejemplo. Las operaciones 1000 comienzan en 1002, por el dispositivo inalámbrico, por ejemplo, recibiendo la primera señalización, indicando al dispositivo inalámbrico que comience una duración de apagado de DRX. En 1004, el dispositivo inalámbrico, por ejemplo, puede colocar un receptor en un estado de baja potencia (por ejemplo, desactivado o apagado) durante la duración de apagado de DRX. En 1006, el dispositivo inalámbrico puede, por ejemplo, sacar el receptor del estado de baja potencia y salir de la duración de apagado de DRX en respuesta a un evento desencadenante (por ejemplo, la caducidad de un temporizador de duración de apagado de DRX).

[0094] De acuerdo con aspectos de la presente divulgación, la primera señalización puede recibirse dentro de una duración de encendido de DRX configurada. Por ejemplo, un dispositivo inalámbrico puede estar funcionando con un

receptor en un estado activo y recibir señalización que indique al dispositivo inalámbrico que comience una duración de apagado de DRX. En el ejemplo, el dispositivo inalámbrico puede colocar el receptor en un estado de baja potencia sin esperar la caducidad del temporizador de duración de encendido de DRX o la caducidad de un temporizador de inactividad.

[0095] Como se mencionó anteriormente, una señal que indica que un dispositivo inalámbrico que funciona en modo de DRX o LP-DRX mejorada debe activar un receptor primario que puede transmitirse por medio de una forma de onda dedicada para cuya demodulación no está diseñado el receptor primario. En un sistema que usa dicha forma de onda dedicada, el dispositivo inalámbrico y una BS de servicio del dispositivo inalámbrico deben coordinarse para garantizar que el dispositivo inalámbrico no ponga el receptor primario en un estado de baja potencia cuando la BS espera a que el receptor primario del dispositivo inalámbrico esté activo.

[0096] De acuerdo con aspectos de la presente divulgación, un dispositivo inalámbrico y una BS de servicio pueden intercambiar mensajes para coordinar el uso de LP-DRX por el dispositivo inalámbrico. En un aspecto, un dispositivo inalámbrico puede transmitir una solicitud para comenzar a usar LP-DRX a una BS de servicio del dispositivo inalámbrico, y la BS puede aceptar o rechazar la solicitud en un mensaje de respuesta. En un mensaje de respuesta que acepta la solicitud, una BS de servicio puede incluir parámetros (por ejemplo, duración de encendido de LP-DRX, duración del ciclo LP-DRX, recursos de tiempo y/o frecuencia que el UE debe monitorear para la localización o la señalización de "activación" desde la BS) que se va a usar por el dispositivo inalámbrico para realizar la LP-DRX. De forma alternativa, una BS de servicio puede enviar un mensaje individual que transmite los parámetros de LP-DRX al dispositivo inalámbrico. En un mensaje de respuesta que rechaza la solicitud, una BS de servicio puede indicar al dispositivo inalámbrico un período de tiempo de espera antes de hacer otra solicitud de LP-DRX y/o un comando para ingresar a un ciclo DRX estándar (por ejemplo, con el dispositivo inalámbrico que activa y desactiva el receptor principal del dispositivo inalámbrico), incluyendo los parámetros para el ciclo DRX estándar.

[0097] En otro aspecto de la presente divulgación, una BS de servicio puede transmitir una solicitud de un dispositivo inalámbrico para comenzar a usar la LP-DRX. El mensaje de solicitud puede incluir parámetros de LP-DRX (por ejemplo, duración de encendido de LP-DRX, duración del ciclo de LP-DRX, recursos de tiempo y/o frecuencia a ser monitoreados por el dispositivo inalámbrico para localización o señalización de "activación" desde la BS) que el dispositivo inalámbrico va a usar al realizar la LP-DRX o una BS de servicio puede enviar parámetros de LP-DRX a un dispositivo inalámbrico después de recibir la aceptación de la solicitud del dispositivo inalámbrico. En este aspecto, se puede requerir que el dispositivo inalámbrico comience a usar la LP-DRX y envíe un mensaje de aceptación a la BS, o de forma alternativa, se puede permitir que el dispositivo inalámbrico rechace la solicitud y envíe un mensaje de aceptación o rechazo, en base a la aceptación o rechazo de la solicitud por el dispositivo inalámbrico.

[0098] De acuerdo con aspectos de la presente divulgación, un dispositivo inalámbrico puede enviar una señal que indica a la estación base de servicio (por ejemplo, un eNB) del dispositivo inalámbrico que el dispositivo inalámbrico da soporte a operaciones de LP-DRX. Por ejemplo, un dispositivo inalámbrico puede enviar un mensaje de capacidad que indica que el dispositivo inalámbrico da soporte a operaciones de LP-DRX a la estación base de servicio del dispositivo inalámbrico durante una configuración de contexto inicial del dispositivo inalámbrico. El dispositivo inalámbrico también puede enviar el mensaje de capacidad en cada configuración de conexión de RRC. El mensaje de capacidad puede indicar frecuencias (por ejemplo, bandas de frecuencia, frecuencias portadoras), técnicas de modulación (por ejemplo, activación/desactivación, ASK, FSK) y/u otra información con respecto a la capacidad del dispositivo inalámbrico para monitorear la señalización mientras que el receptor principal del dispositivo inalámbrico está en un estado de baja potencia. El mensaje de capacidad también puede indicar un período de tiempo requerido para que el dispositivo inalámbrico active un receptor primario y/o una medición de la precisión de un oscilador de baja potencia (por ejemplo, un consumo inferior a un mW) (por ejemplo, la precisión de un reloj interno) del dispositivo inalámbrico.

[0099] De acuerdo con aspectos de la presente divulgación, y como se mencionó anteriormente, se puede transmitir una señal que indica que un dispositivo inalámbrico que funciona en modo DRX o LP-DRX mejorada debe activar el receptor primario del dispositivo inalámbrico (por ejemplo, mediante una BS de servicio) por medio de una forma de onda para cuya demodulación está diseñado el receptor primario (por ejemplo, una forma de onda de OFDM). En un sistema que usa dicha forma de onda, es posible que el dispositivo inalámbrico y la BS de servicio del dispositivo inalámbrico puedan no requerir coordinar el uso del modo DRX o LP-DRX mejorada por parte del dispositivo inalámbrico. La coordinación puede no ser necesaria porque el dispositivo inalámbrico puede recibir una señal que indica que la BS tiene datos para el dispositivo inalámbrico con el receptor primario o secundario. Debido a que no se requiere que el dispositivo inalámbrico y la BS de servicio coordinen el uso del modo DRX o LP-DRX mejorada por parte del dispositivo inalámbrico, el dispositivo inalámbrico puede determinar qué receptor usar sin afectar las operaciones de la BS de servicio.

[0100] De acuerdo con aspectos de la presente divulgación, un dispositivo inalámbrico con dos receptores puede determinar qué receptor usar basándose en la sensibilidad del primer o segundo receptor o una condición de cobertura actual del dispositivo inalámbrico. Por ejemplo, si un receptor de baja potencia o secundario de un dispositivo inalámbrico tiene una sensibilidad peor que un receptor primario del dispositivo inalámbrico, si el dispositivo inalámbrico tiene poca cobertura desde la BS de servicio del dispositivo inalámbrico, y/o si hay otras interferencias de

RF que perjudican el rendimiento del receptor secundario, el dispositivo inalámbrico puede determinar usar solo el receptor primario (por ejemplo, potencia máxima).

[0101] De acuerdo con aspectos de la presente divulgación, un dispositivo inalámbrico con dos receptores puede determinar qué receptor usar en función de la necesidad de ahorro de energía por parte del dispositivo inalámbrico, las necesidades de latencia de una o más aplicaciones o el aprendizaje de patrones de tráfico. Por ejemplo, si el dispositivo inalámbrico determina que el patrón de tráfico es tal que para cada ciclo DRX es muy probable que se active el receptor de potencia máxima (por ejemplo, para recibir datos en cada ciclo DRX), el dispositivo inalámbrico puede determinar el uso del receptor de potencia máxima solamente.

[0102] La FIG. 11 ilustra operaciones ejemplares 1100 para realizar una recepción discontinua de baja potencia (LP-DRX), como se describe anteriormente. Las operaciones 1100 pueden ser realizadas por una estación base (BS) o eNB, por ejemplo. Las operaciones 1100 comienzan en 1102, por la BS, por ejemplo, señalando un conjunto de parámetros de recepción discontinua (DRX) a un dispositivo inalámbrico. En 1104, la BS, por ejemplo, puede transmitir la primera señalización que indica al dispositivo inalámbrico que comience una duración de apagado de DRX y coloque un receptor en un estado de baja potencia durante la duración de apagado de DRX.

[0103] De acuerdo con aspectos de la presente divulgación, una BS puede transmitir la primera señalización durante una duración de encendido de DRX configurada. Por ejemplo, un dispositivo inalámbrico puede estar funcionando con un receptor en un estado activo y una BS puede transmitir la primera señalización indicando al dispositivo inalámbrico que comience una duración de apagado de DRX. En el ejemplo, el dispositivo inalámbrico puede colocar el receptor en un estado de baja potencia sin esperar la caducidad del temporizador de duración de encendido de DRX o la caducidad de un temporizador de inactividad.

[0104] La FIG. 12 ilustra diversos componentes que pueden usarse en un dispositivo inalámbrico 1200 que tiene un receptor primario y un receptor secundario y es capaz de funcionar de acuerdo con aspectos proporcionados en el presente documento. El dispositivo inalámbrico 1200 puede ser, por ejemplo, una implementación del UE 110 que se muestra en la figura 1.

[0105] El dispositivo inalámbrico 1200 puede incluir uno o más procesadores 1204 que controlan el funcionamiento del dispositivo inalámbrico 1200. Los procesadores 1204 se pueden denominar también unidades centrales de procesamiento (CPU). Los procesadores 1204 pueden realizar o dirigir el rendimiento de los procedimientos descritos en el presente documento (por ejemplo, los procedimientos descritos anteriormente con referencia a las FIGS. 8 y 10). La memoria 1206, que puede incluir tanto memoria de solo lectura (ROM) como memoria de acceso aleatorio (RAM), proporciona instrucciones y datos a los procesadores 1204. Una porción de la memoria 1206 también puede incluir memoria de acceso aleatorio no volátil (NVRAM). Los procesadores 1204 realizan típicamente operaciones lógicas y aritméticas basándose en instrucciones de programa almacenadas dentro de la memoria 1206. Las instrucciones de la memoria 1206 pueden ser ejecutables para implementar los procedimientos descritos en el presente documento (por ejemplo, los procedimientos descritos con referencia a las FIGS. 8 y 10).

[0106] El dispositivo inalámbrico 1200 también puede incluir radios 1210 y 1212. Una radio puede incluir un receptor primario, mientras que la otra radio puede incluir un receptor secundario. Cada radio puede, por ejemplo, incluir un transmisor y un receptor, y cualquier otro componente de "cadena de RF" para permitir la transmisión y la recepción de datos entre el dispositivo inalámbrico 1200 y una BS. Aunque se muestran dos radios, solo como ejemplo, se pueden incluir más de dos radios (por ejemplo, para admitir más de dos RAT). Cada radio puede comunicarse a través de una sola o una pluralidad de antenas 1216.

[0107] El dispositivo inalámbrico 1200 puede incluir también un detector de señales 1218 que se puede usar con la intención de detectar y cuantificar el nivel de las señales recibidas por el transceptor 1214. El detector de señales 1218 puede detectar dichas señales como energía total, energía por subportadora por símbolo, densidad espectral de potencia y otras señales. El dispositivo inalámbrico 1200 también puede incluir un procesador de señales digitales (DSP) 1220 para su uso en el procesamiento de señales.

[0108] La FIG. 13 ilustra diversos componentes que pueden usarse en una estación base 1300 capaz de participar en la comunicación con un dispositivo inalámbrico que tiene un receptor primario y un receptor secundario, de acuerdo con aspectos de la presente divulgación. La estación base 1300 puede ser, por ejemplo, una implementación de eNB 122 o de la estación base 132 mostrada en la FIG. 1.

[0109] La estación base 1300 puede incluir uno o más procesadores 1304 que controlan la operación de la estación base 1300. Los procesadores 1304 se pueden denominar también unidades centrales de procesamiento (CPU). Los procesadores 1304 pueden realizar o dirigir el rendimiento de los procedimientos descritos en el presente documento (por ejemplo, los procedimientos descritos anteriormente con referencia a las FIGS. 9 y 11). La memoria 1306, que puede incluir tanto memoria de solo lectura (ROM) como memoria de acceso aleatorio (RAM), proporciona instrucciones y datos a los procesadores 1304. Una porción de la memoria 1306 también puede incluir memoria de acceso aleatorio no volátil (NVRAM). Los procesadores 1304 realizan típicamente operaciones lógicas y aritméticas basándose en instrucciones de programa almacenadas dentro de la memoria 1306. Las instrucciones de la memoria

1306 pueden ser ejecutables para implementar los procedimientos descritos en el presente documento (por ejemplo, los procedimientos descritos con referencia a las FIGS. 9 y 11).

[0110] La estación base 1300 también puede incluir una o más radios 1310, por ejemplo, para comunicarse con un UE a través de una o más RAT. Cada radio puede, por ejemplo, incluir un transmisor y un receptor, y cualquier otro componente de "cadena de RF" para permitir la transmisión y la recepción de datos entre la estación base 1300 y diferentes UE. Cada radio puede comunicarse a través de una sola o una pluralidad de antenas 1316. La estación base 1300 también puede incluir una interfaz 1312 para comunicarse con otras estaciones base (por ejemplo, por medio de una conexión de retorno X2) o una red central (por ejemplo, por medio de una conexión SI).

[0111] La estación base 1300 puede incluir también un detector 1318 de señales que puede usarse con el objeto de detectar y cuantificar el nivel de las señales recibidas por el transceptor 1314. El detector de señales 1318 puede detectar dichas señales como energía total, energía por subportadora por símbolo, densidad espectral de potencia y otras señales. La estación base 1300 también puede incluir un procesador de señales digitales (DSP) 1320 para su uso en el procesamiento de señales.

[0112] La FIG. 14 ilustra un flujo de llamada ejemplar 1400 entre un UE 1200 que realiza LP-DRX y un eNB 1300 que da servicio al UE, de acuerdo con aspectos de la presente divulgación. El flujo de llamada comienza en 1402 con el UE que envía un mensaje de capacidades al eNB indicando que el UE es capaz de realizar LP-DRX. Como se describe anteriormente, el mensaje de capacidades puede incluir, por ejemplo, información con respecto a las bandas de frecuencia que puede recibir el receptor secundario del UE, técnicas de modulación que el secundario del UE puede demodular y un período de tiempo necesario para que el UE active el receptor primario del UE. El eNB almacena la información de capacidades recibida desde el UE. En 1404, el eNB puede transmitir datos de enlace descendente al UE. En 1406, el eNB transmite un conjunto de parámetros de LP-DRX al UE. La transmisión de los parámetros de LP-DRX puede ocurrir antes, después o entre transmisiones de datos al UE. En 1408, el eNB ha completado las transmisiones de datos al UE e indica al UE que ingrese a LP-DRX de inmediato. En 1410, el UE reconoce (ACK) el comando para ingresar en LP-DRX. Después de reconocer el comando del eNB, el UE sale de cualquier duración de encendido de DRX (es decir, finaliza un temporizador de duración de encendido de DRX), coloca la radio primaria (por ejemplo, el receptor primario) en un estado de baja potencia y comienza a activar periódicamente una radio secundaria (por ejemplo, receptor secundario) del UE. El UE activa la radio secundaria en 1414, 1418 y otras veces que no se muestran. El UE desactiva la radio secundaria en 1416, 1420, etc.

[0113] En 1422, el eNB obtiene tráfico (por ejemplo, datos) para su entrega al UE. El eNB retiene el tráfico en un búfer mientras espera la oportunidad de entregar el tráfico. En 1424, el eNB determina, en base a la información con respecto al ciclo LP-DRX del UE (por ejemplo, hora de inicio del ciclo LP-DRX, duración del ciclo LP-DRX, duración de encendido de LP-DRX) almacenada por el eNB, que la radio secundaria del UE puede estar activa y transmite una señal de "activación" para ser recibida por la radio secundaria del UE. En 1426, el UE ha activado la radio secundaria del UE y detecta la señal de "activación" transmitida por el eNB en 1424. El UE comienza a activar la radio primaria del UE en respuesta a la detección de la "señal de activación". En 1428, el UE ha completado la activación de la radio primaria del UE y puede iniciar un temporizador de duración de encendido de DRX.

[0114] El eNB tiene información con respecto al período de tiempo necesario para que el UE active el receptor primario del UE, y retrasa las transmisiones de programación de la radio primaria del UE durante al menos ese período de tiempo después de transmitir la señal de "activación" en 1424. En 1430, el eNB determina que el período de tiempo ha pasado y transmite el tráfico al UE. En 1432, el eNB ha completado la transmisión de datos al UE e indica al UE que ingrese a la LP-DRX antes. Como antes, en 1434, el UE reconoce el comando y en 1436, el UE sale de cualquier duración de encendido de DRX (es decir, finaliza un temporizador de duración de encendido de DRX), coloca la radio primaria (por ejemplo, el receptor primario) en un estado de baja potencia y comienza a activar periódicamente una radio secundaria (por ejemplo, receptor secundario) del UE. El UE activa la radio secundaria en 1438, etc. y el UE desactiva la radio secundaria en 1440, etc.

[0115] Se entiende que el orden o la jerarquía específicos de las etapas de los procesos divulgados es una ilustración de enfoques ejemplares. En base a las preferencias de diseño, se entiende que el orden o la jerarquía específicos de las etapas de los procesos se pueden reorganizar. Además, algunas etapas pueden combinarse u omitirse. Las reivindicaciones de procedimiento adjuntas presentan elementos de las diversas etapas en un orden de muestra y no pretenden limitarse al orden o jerarquía específicos presentados.

[0116] Por otro lado, el término "o" está concebido para significar una "o" inclusiva en lugar de una "o" exclusiva. Es decir, a no ser que se indique lo contrario, o se deduzca por el contexto, por ejemplo, la expresión "X emplea A o B" pretende significar cualquiera de las permutaciones de inclusión naturales. Es decir, por ejemplo la frase "X emplea A o B" se satisface en cualquiera de los siguientes casos: X emplea A; X emplea B; o X emplea tanto A como B. Además, los artículos "un" y "uno/a", según se usan en esta solicitud y en las reivindicaciones adjuntas, deberían ser interpretados, en general, con el significado de "uno/a o más", a no ser que se especifique lo contrario o que resulte claro a partir del contexto que se orientan a una forma en singular. Una frase que hace referencia a "al menos uno de" una lista de elementos se refiere a cualquier combinación de esos elementos, incluyendo elementos individuales. Como ejemplo, "al menos uno de entre: *a*, *b* o *c*" está concebido para incluir: *a*, *b*, *c*, *a*-*b*, *a*-*c*, *b*-*c*, y *a*-*b*-*c*.

[0117] La descripción previa se proporciona para hacer posible que cualquier experto en la técnica lleve a la práctica los diversos aspectos descritos en el presente documento. Diversas modificaciones de estos aspectos resultarán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en el presente documento se pueden aplicar a otros aspectos. Por tanto, no se pretende limitar las reivindicaciones a los aspectos mostrados en el presente documento, sino que se les debe conceder el alcance completo consecuente con el lenguaje de las reivindicaciones, en las que la referencia a un elemento en forma singular no pretende significar "uno y solo uno", a no ser que se indique específicamente, sino más bien "uno o más". A menos que se exprese de otro modo específicamente, el término "alguno/a" se refiere a uno o más. Todos los equivalentes estructurales y funcionales de los elementos de los diversos aspectos descritos en toda esta divulgación que son conocidos o que serán conocidos posteriormente por los expertos en la técnica se incorporan expresamente al presente documento a modo de referencia y se pretende que estén cubiertos por las reivindicaciones. Por otro lado, no se pretende que nada de lo divulgado en el presente documento esté dedicado al público, independientemente de si dicha divulgación se menciona de forma explícita en las reivindicaciones. Ningún elemento de reivindicación debe considerarse simultáneamente como un medio y una función a no ser que el elemento se describa expresamente usando la expresión "medios para/medios de".

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para comunicaciones inalámbricas realizadas por un dispositivo inalámbrico, que comprende:

colocar (802) un primer receptor en un estado de baja potencia cuando el dispositivo inalámbrico está en un modo de recepción discontinua mejorada, DRX, que tiene ciclos de baja potencia más largos que un modo de DRX no mejorada; y

monitorear (804) con un segundo receptor, mientras el primer receptor está en el estado de baja potencia, señalización desde una estación base, BS, indicando al dispositivo inalámbrico que saque el receptor determinado del estado de baja potencia, en el que el primer receptor y el segundo receptor son capaces de demodular una misma forma de onda usada para transmitir la señalización desde la BS.

2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que:

la señalización comprende un indicador de página; y

el primer receptor recibe un mensaje de página después de que el dispositivo inalámbrico saca el receptor determinado del estado de baja potencia.

3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que:

la señalización comprende un indicador de datos; y

el primer receptor recibe un paquete de datos después de que el dispositivo inalámbrico saca el receptor determinado del estado de baja potencia.

4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el segundo receptor comprende un receptor de menor potencia que el primer receptor.

5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la determinación se basa en al menos uno de: sensibilidad del primer o segundo receptor, una condición de cobertura actual del dispositivo inalámbrico, presencia de interferencia de radiofrecuencia, RF, que perjudica el rendimiento de al menos uno del primer o segundo receptores, un nivel de potencia actual del dispositivo inalámbrico, necesidades de latencia de una o más aplicaciones, aprendizaje de patrones de tráfico y/o una combinación de los mismos.

6. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además:
transmitir una indicación de que el dispositivo inalámbrico soporta el modo de DRX mejorada a la estación base.

7. El procedimiento de la reivindicación 6, que comprende además:

transmitir una solicitud a la BS para que el dispositivo inalámbrico ingrese al modo de DRX mejorada; y

recibir una respuesta de la BS reconociendo que la BS ha aceptado la solicitud.

8. El procedimiento de la reivindicación 6, que comprende además:

recibir una solicitud de la BS para que el dispositivo inalámbrico ingrese al modo de DRX mejorada; y

transmitir una respuesta a la BS reconociendo que el dispositivo inalámbrico ha aceptado la solicitud.

9. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la señalización se transmite por medio de una forma de onda que el receptor determinado puede demodular.

10. Un procedimiento para comunicaciones inalámbricas realizado mediante una estación base (BS), que comprende:

señalizar (902) un conjunto de parámetros de recepción discontinua, DRX, a un dispositivo inalámbrico, en el que los parámetros de DRX definen una duración de encendido de DRX durante la cual un primer receptor está activo y una duración de apagado de DRX durante la cual el primer receptor está en un estado de baja potencia; y

transmitir (904) la señalización al dispositivo inalámbrico durante la duración de apagado de DRX para su detección por un segundo receptor, cuando el dispositivo inalámbrico está en un modo de DRX mejorada que tiene ciclos de baja potencia más largos que un modo de DRX no mejorada, indicando la señalización al dispositivo inalámbrico que saque el primer receptor del estado de baja potencia, en el que la señalización se transmite por medio de una onda desde la que el primer receptor y el segundo receptor pueden demodularse.

11. El procedimiento de la reivindicación 10, en el que:

la señalización comprende un indicador de página; y

la BS transmite un mensaje de página después de que el dispositivo inalámbrico saca el primer receptor del estado de baja potencia, o

en el que:

la señalización comprende un indicador de datos; y

la BS transmite un paquete de datos después de que el dispositivo inalámbrico saca el primer receptor del estado de baja potencia, o

en el que transmitir la señalización comprende:

transmitir la señalización solo durante una parte de la duración de apagado de DRX, en base a un ciclo de trabajo determinado.

12. El procedimiento de la reivindicación 10, que comprende además:

recibir una indicación de que el dispositivo inalámbrico admite el modo de DRX mejorada desde el dispositivo inalámbrico.

13. El procedimiento de la reivindicación 10, que comprende además:

transmitir una solicitud al dispositivo inalámbrico para que el dispositivo inalámbrico ingrese al modo de DRX mejorada; y

recibir una respuesta del dispositivo inalámbrico reconociendo que el dispositivo inalámbrico ha aceptado la solicitud, o

que comprende, además:

recibir una solicitud desde el dispositivo inalámbrico para que el dispositivo inalámbrico ingrese al modo de DRX mejorada; y

transmitir una respuesta al dispositivo inalámbrico reconociendo que la BS ha aceptado la solicitud.

14. El procedimiento de la reivindicación 10, en el que la señalización se transmite por medio de una forma de onda que el primer receptor puede demodular.

15. Un aparato para comunicaciones inalámbricas, que comprende medios dispuestos para realizar las etapas de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.

16. Un aparato para comunicaciones inalámbricas, que comprende medios dispuestos para realizar las etapas de una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14.

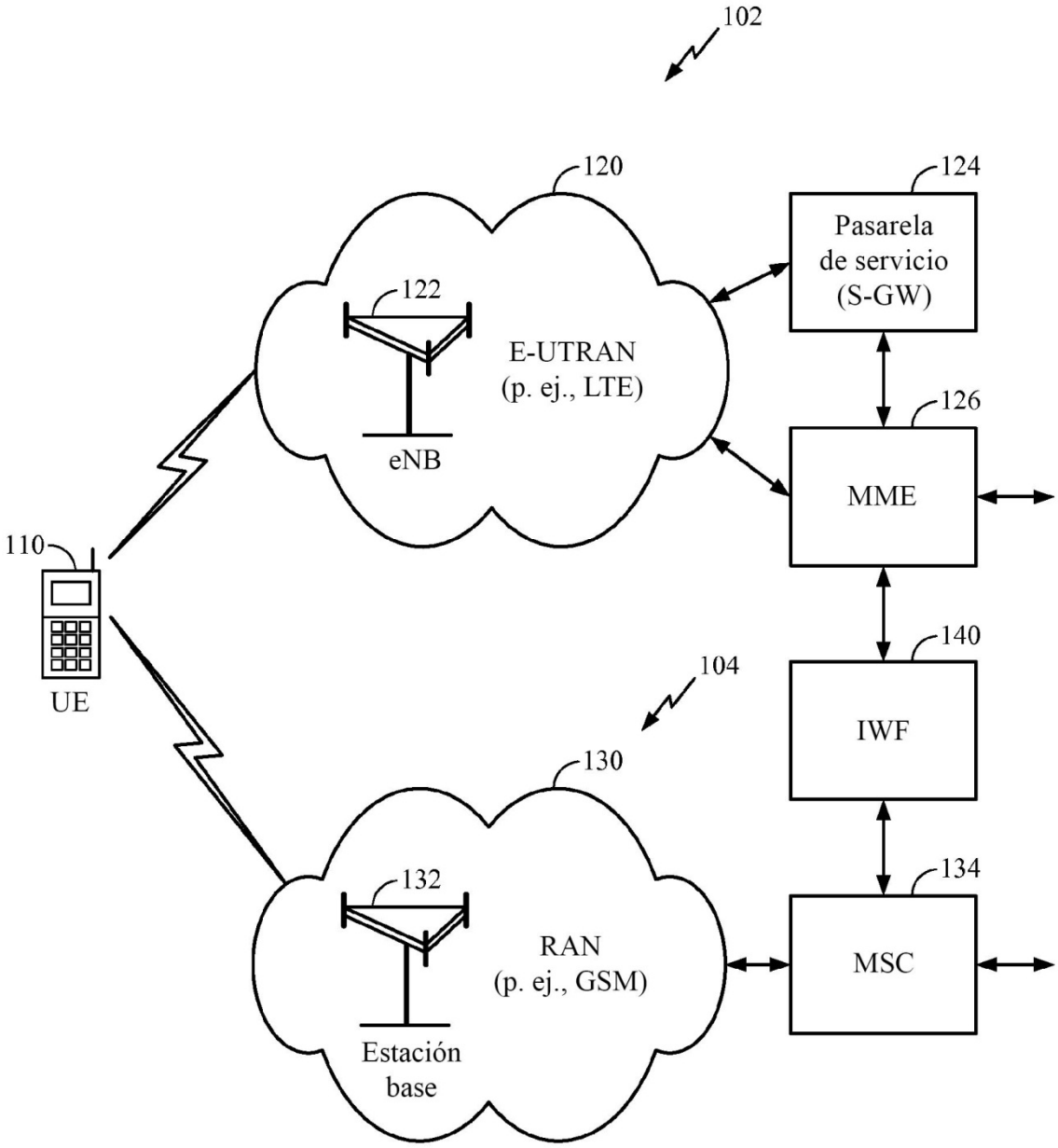
102
120
124
Pasarela
de servicio
(S-GW)
122
E-UTRAN
(p. ej., LTE)
eNB
126
MME
110
UE
140
104
IWF
130
132
RAN
(p. ej., GSM)
134
MSC
Estación
base

FIG. 1

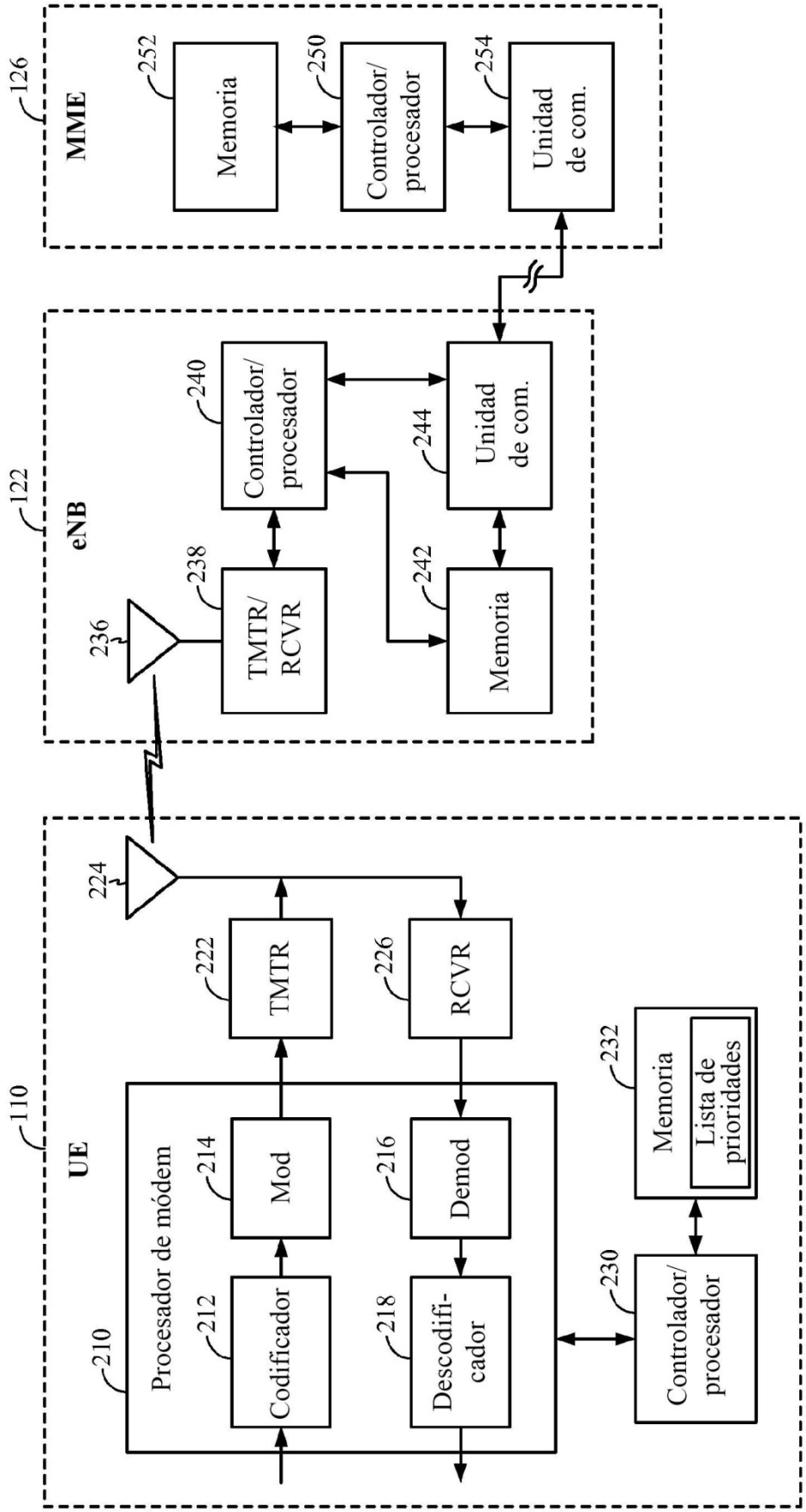
126
MME
252
Memoria
250
Controlador/ procesador
254
Unidad de com.
122
eNB
240
Controlador/ procesador
244
Unidad de com.
238
TMTR/ RCVR
242
Memoria
236
224
110
UE
222
TMTR
226
RCVR
232
Memoria
Lista de prioridades
210
Procesador de módem
214
Mod
216
Demod
212
Codificador
218
Descodifi- cador
230
Controlador/ procesador

FIG. 2

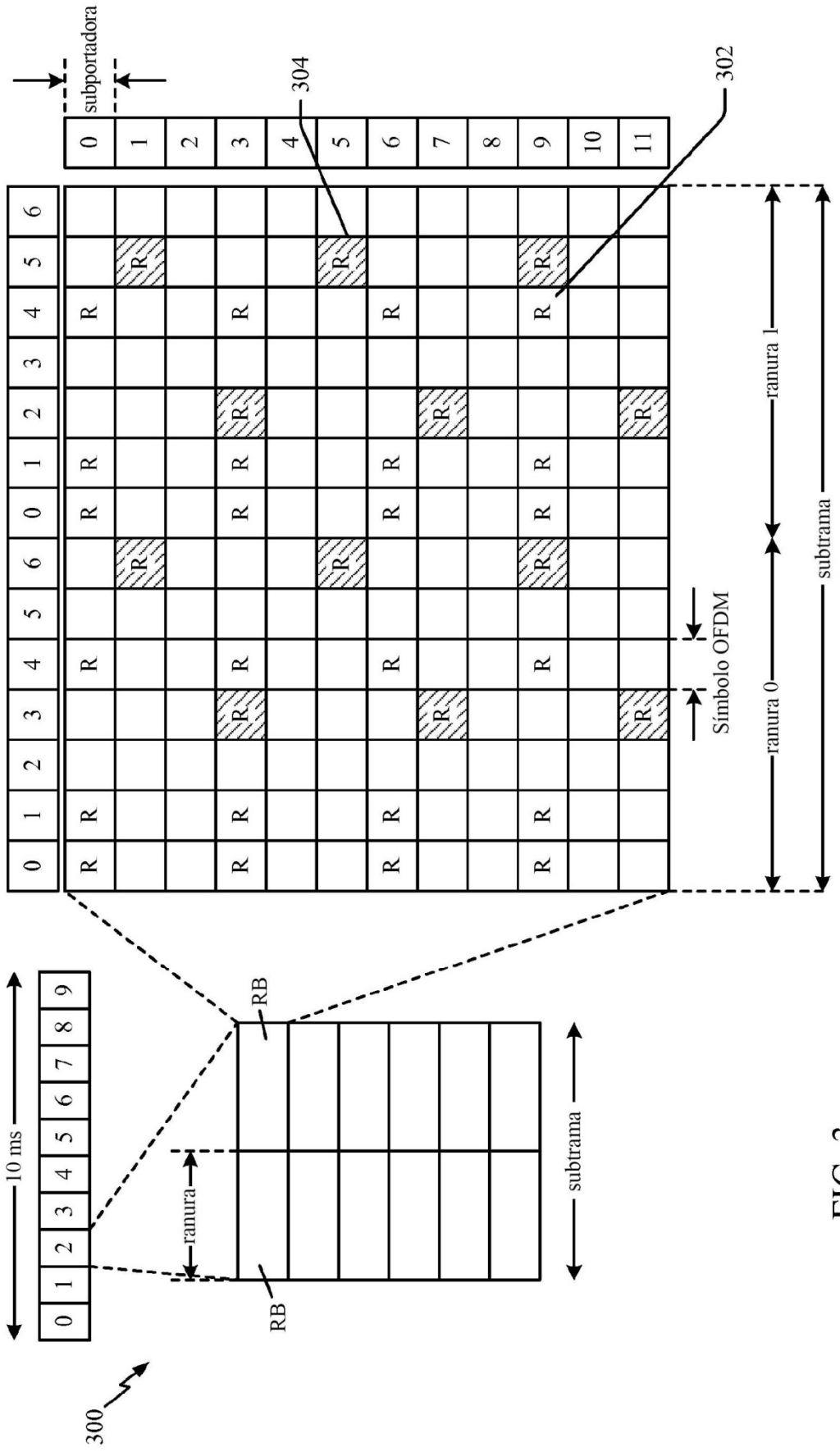
300
10 ms
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
ranura
RB
RB
subtrama
subportadora
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
304
302
0 1 2 3 4 5 6
Símbolo OFDM
ranura 0
ranura 1
subtrama

FIG. 3

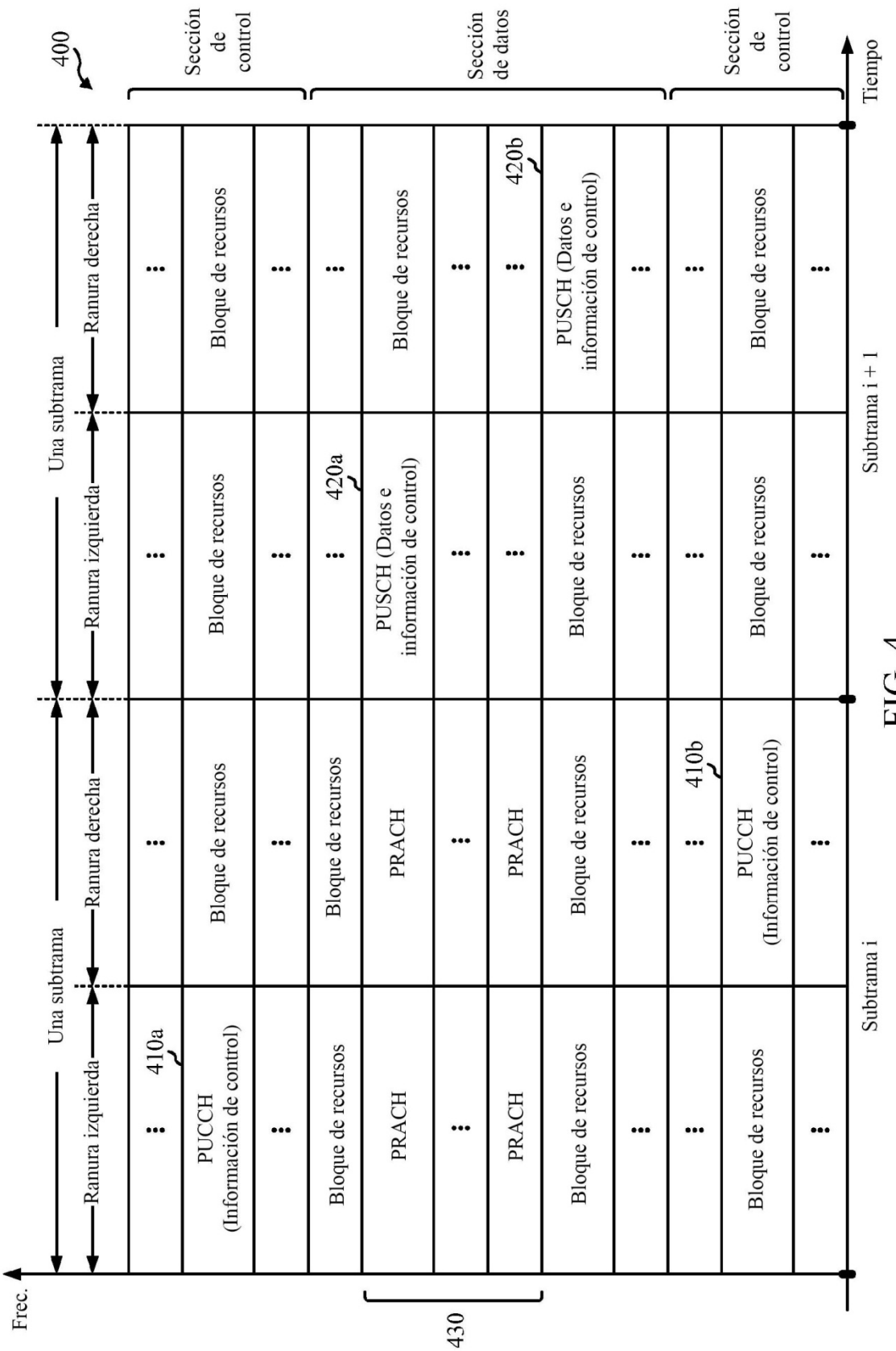
400
Sección de control
Sección de datos
Sección de control
Una subtrama
Una subtrama
Ranura izquierda
Ranura derecha
Ranura izquierda
Ranura derecha
Frec.
Tiempo
410a
PUCCH (Información de control)
Bloque de recursos
PRACH
420a
PUSCH (Datos e información de control)
420b
410b
PUCCH (Información de control)
430
Subtrama i
Subtrama i + 1

FIG. 4

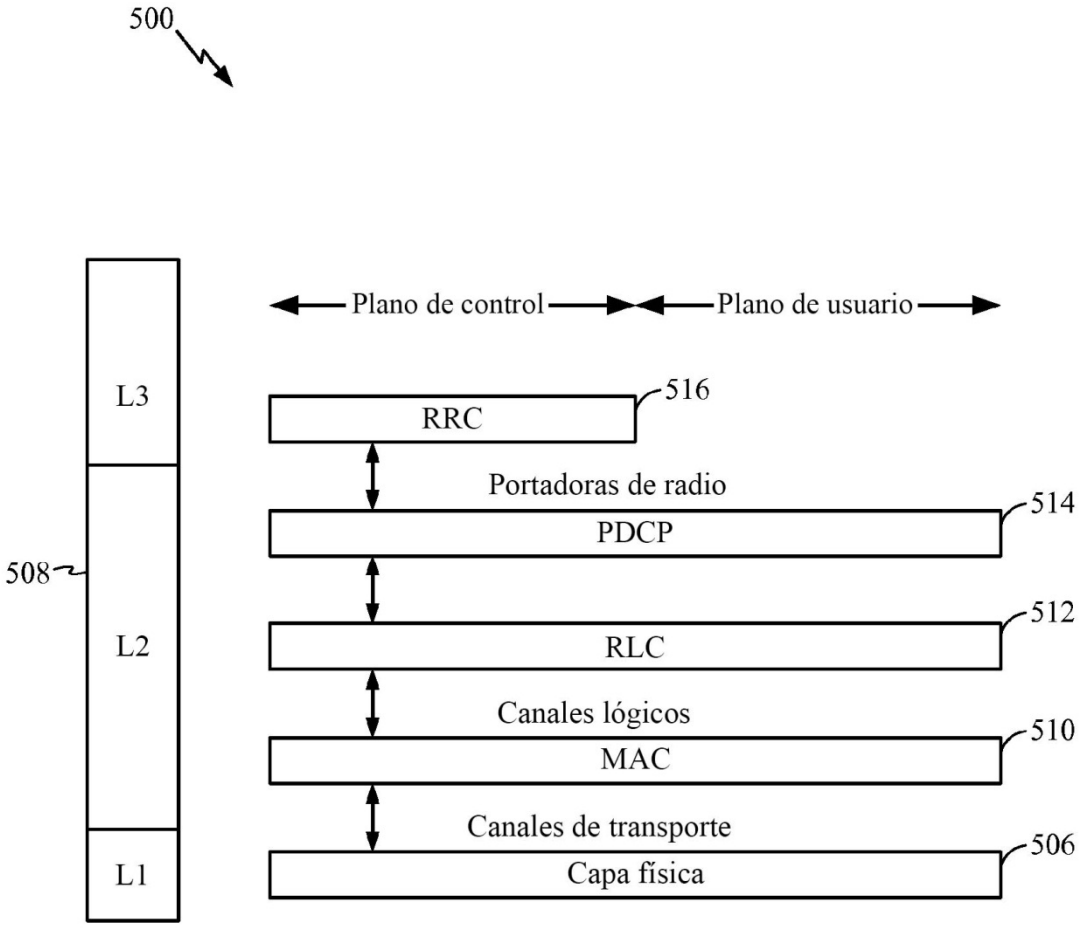
500
Plano de control
Plano de usuario
L3
L2
L1
508
RRC
516
Portadoras de radio
PDCP
514
RLC
512
Canales lógicos
MAC
510
Canales de transporte
Capa física
506

FIG. 5

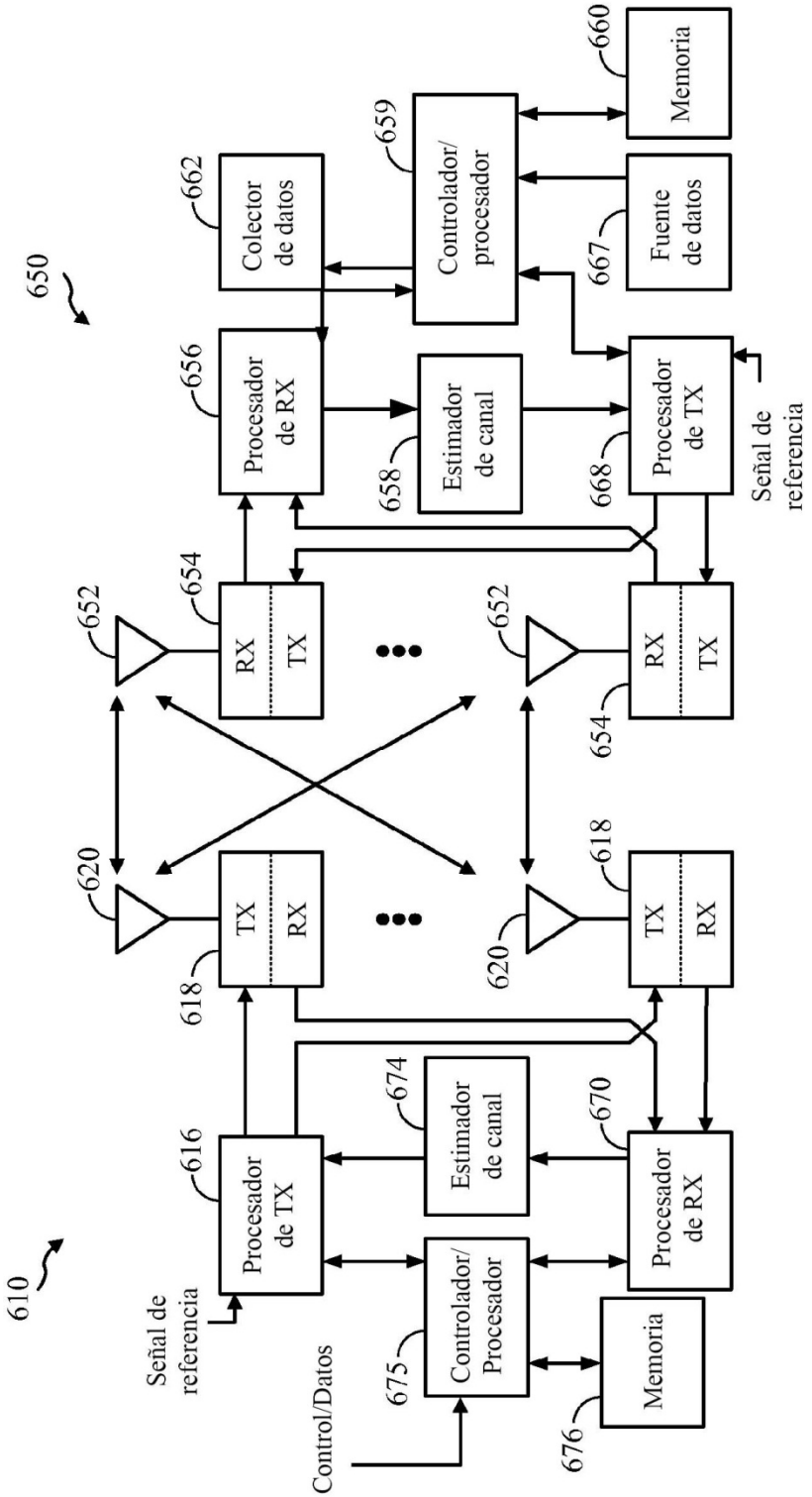
650
610
Colector de datos
662
Controlador/ procesador
659
Memoria
660
Fuente de datos
667
Procesador de RX
656
Estimador de canal
658
Procesador de TX
668
Señal de referencia
654
652
RX
TX
620
618
Procesador de TX
616
Estimador de canal
674
Procesador de RX
670
Señal de referencia
Control/Datos
Controlador/ Procesador
675
Memoria
676

FIG. 6

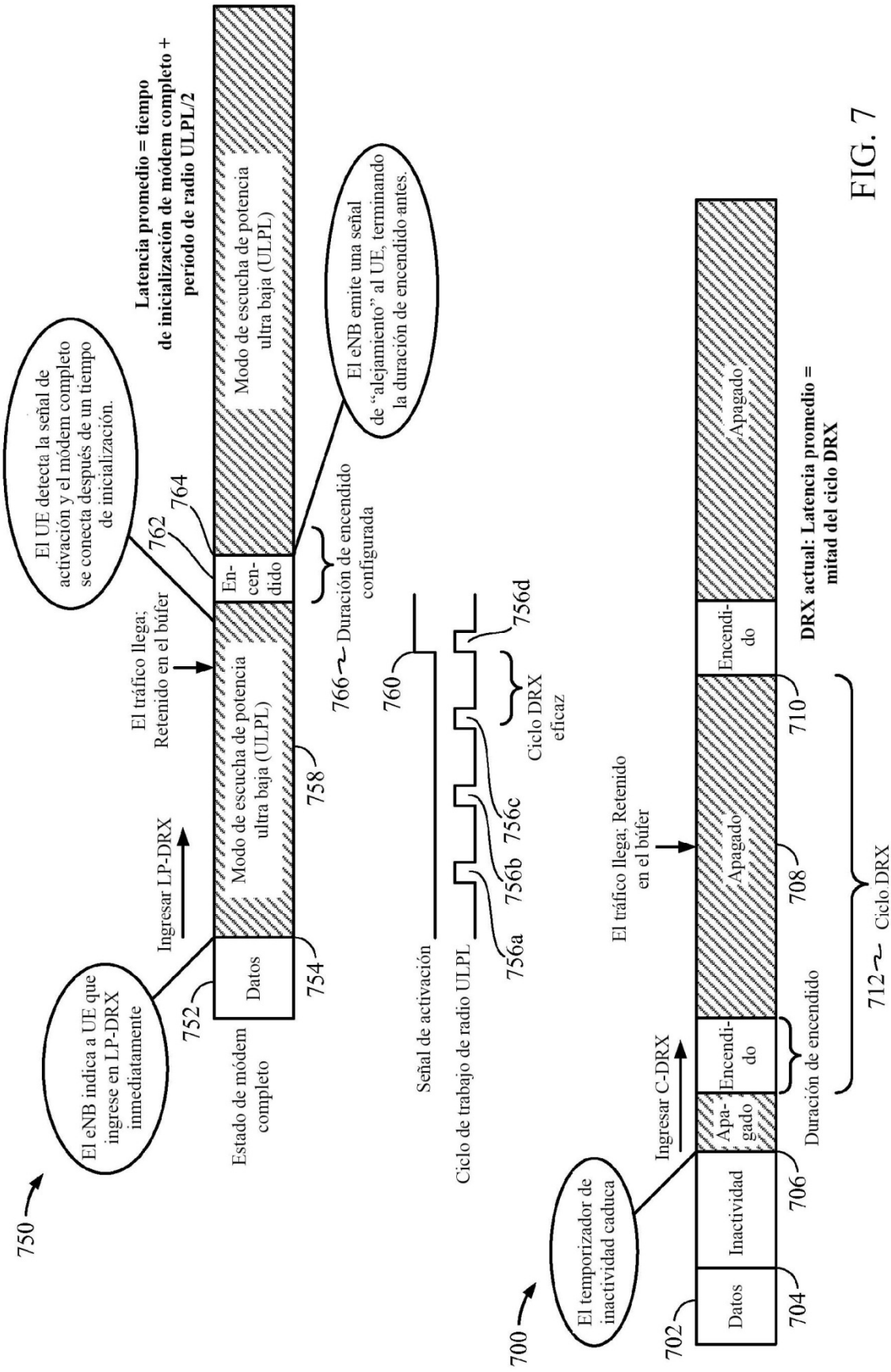
750
El eNB indica a UE que ingrese en LP-DRX inmediatamente
Ingresar LP-DRX
752
Datos
Estado de módem completo
754
Modo de escucha de potencia ultra baja (ULPL)
758
El tráfico llega; Retenido en el búfer
El UE detecta la señal de activación y el módem completo se conecta después de un tiempo de inicialización.
762
764
En-cen-dido
Latencia promedio = tiempo de inicialización de módem completo + período de radio ULPL/2
Modo de escucha de potencia ultra baja (ULPL)
766
Duración de encendido configurada
El eNB emite una señal de "alejamiento" al UE, terminando la duración de encendido antes.
760
Señal de activación
Ciclo de trabajo de radio ULPL
756a
756b
756c
Ciclo DRX eficaz
756d
700
El temporizador de inactividad caduca
Ingresar C-DRX
702
Datos
Inactividad
704
706
Apa-gado
Encendi-do
Duración de encendido
El tráfico llega; Retenido en el búfer
708
Apagado
710
Encendi-do
Apagado
DRX actual: Latencia promedio = mitad del ciclo DRX
712
Ciclo DRX

FIG. 7

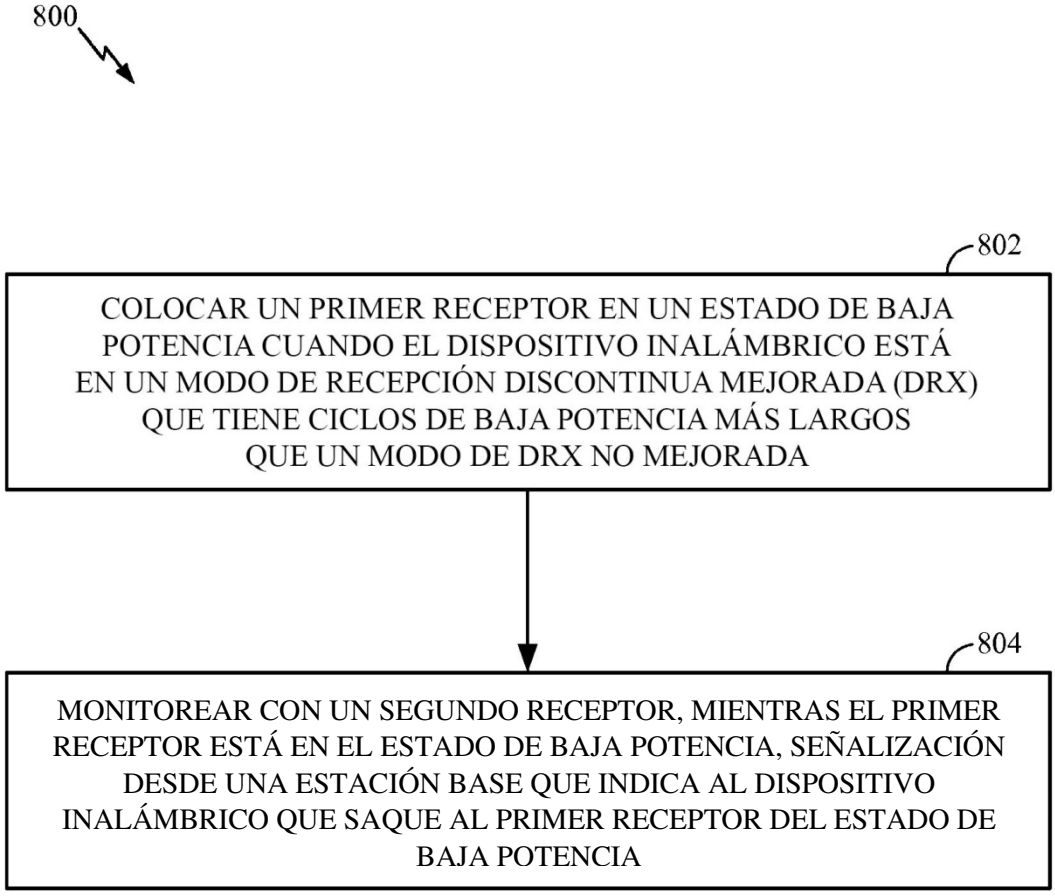
800
802
COLOCAR UN PRIMER RECEPTOR EN UN ESTADO DE BAJA POTENCIA CUANDO EL DISPOSITIVO INALÁMBRICO ESTÁ EN UN MODO DE RECEPCIÓN DISCONTINUA MEJORADA (DRX) QUE TIENE CICLOS DE BAJA POTENCIA MÁS LARGOS QUE UN MODO DE DRX NO MEJORADA
804
MONITOREAR CON UN SEGUNDO RECEPTOR, MIENTRAS EL PRIMER RECEPTOR ESTÁ EN EL ESTADO DE BAJA POTENCIA, SEÑALIZACIÓN DESDE UNA ESTACIÓN BASE QUE INDICA AL DISPOSITIVO INALÁMBRICO QUE SAQUE AL PRIMER RECEPTOR DEL ESTADO DE BAJA POTENCIA

FIG. 8

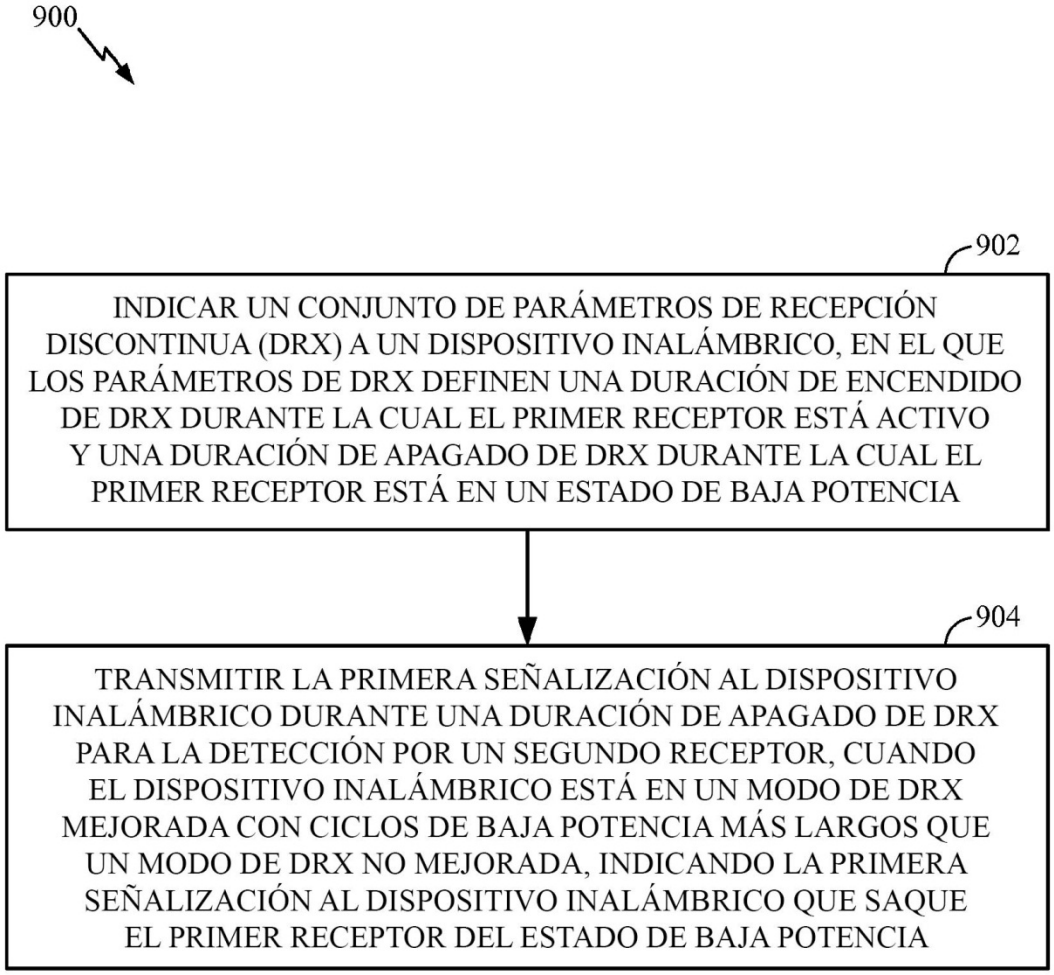
900
902
INDICAR UN CONJUNTO DE PARÁMETROS DE RECEPCIÓN DISCONTINUA (DRX) A UN DISPOSITIVO INALÁMBRICO, EN EL QUE LOS PARÁMETROS DE DRX DEFINEN UNA DURACIÓN DE ENCENDIDO DE DRX DURANTE LA CUAL EL PRIMER RECEPTOR ESTÁ ACTIVO Y UNA DURACIÓN DE APAGADO DE DRX DURANTE LA CUAL EL PRIMER RECEPTOR ESTÁ EN UN ESTADO DE BAJA POTENCIA
904
TRANSMITIR LA PRIMERA SEÑALIZACIÓN AL DISPOSITIVO INALÁMBRICO DURANTE UNA DURACIÓN DE APAGADO DE DRX PARA LA DETECCIÓN POR UN SEGUNDO RECEPTOR, CUANDO EL DISPOSITIVO INALÁMBRICO ESTÁ EN UN MODO DE DRX MEJORADA CON CICLOS DE BAJA POTENCIA MÁS LARGOS QUE UN MODO DE DRX NO MEJORADA, INDICANDO LA PRIMERA SEÑALIZACIÓN AL DISPOSITIVO INALÁMBRICO QUE SAQUE EL PRIMER RECEPTOR DEL ESTADO DE BAJA POTENCIA

FIG. 9

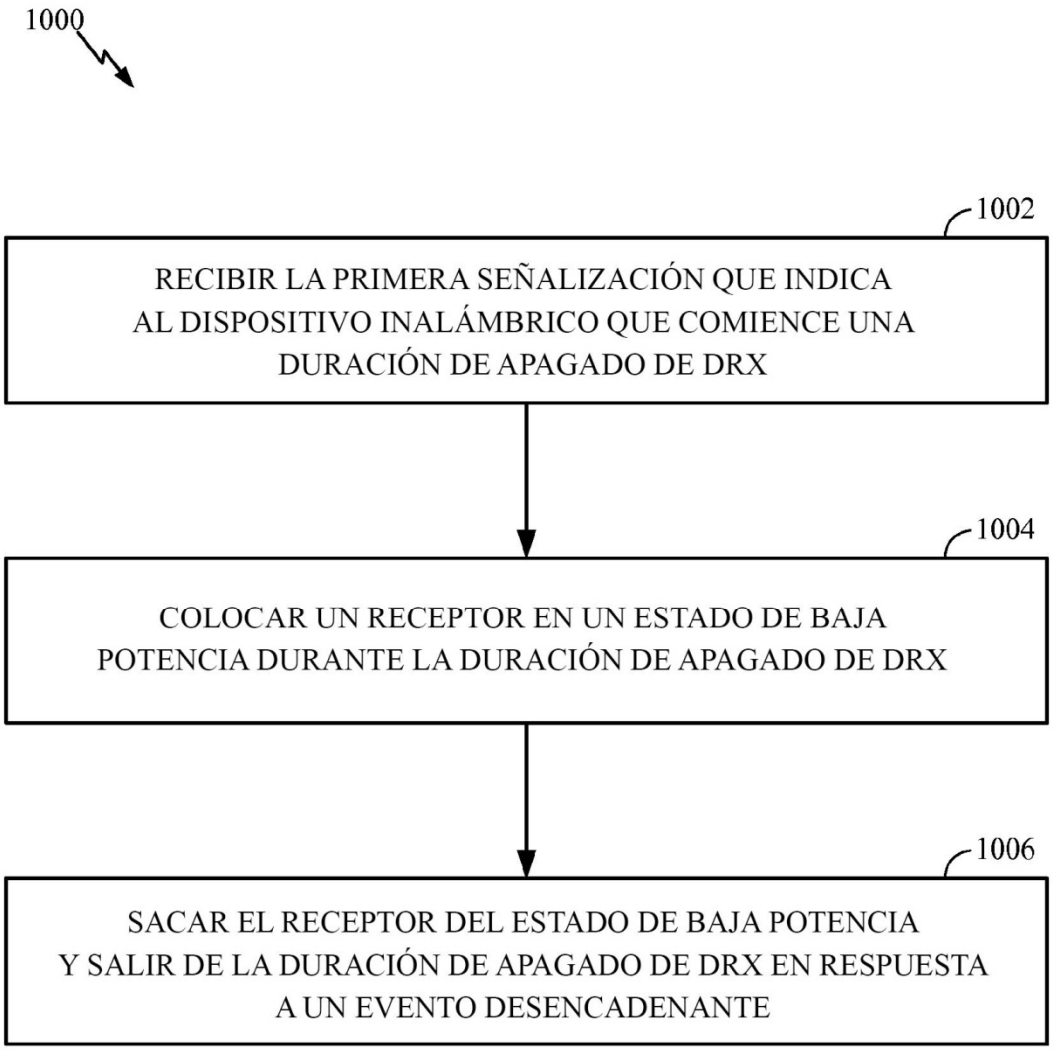
1000
1002
RECIBIR LA PRIMERA SEÑALIZACIÓN QUE INDICA AL DISPOSITIVO INALÁMBRICO QUE COMIENCE UNA DURACIÓN DE APAGADO DE DRX
1004
COLOCAR UN RECEPTOR EN UN ESTADO DE BAJA POTENCIA DURANTE LA DURACIÓN DE APAGADO DE DRX
1006
SACAR EL RECEPTOR DEL ESTADO DE BAJA POTENCIA Y SALIR DE LA DURACIÓN DE APAGADO DE DRX EN RESPUESTA A UN EVENTO DESENCADENANTE

FIG. 10

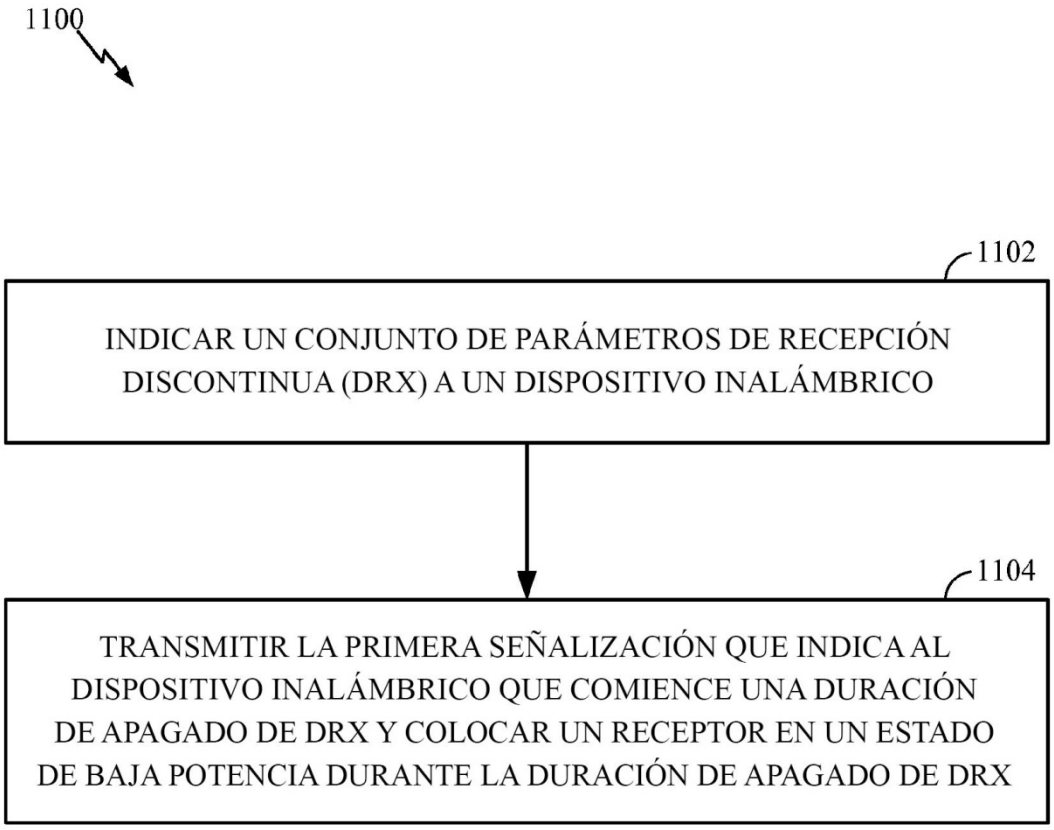
1100
1102
INDICAR UN CONJUNTO DE PARÁMETROS DE RECEPCIÓN DISCONTINUA (DRX) A UN DISPOSITIVO INALÁMBRICO
1104
TRANSMITIR LA PRIMERA SEÑALIZACIÓN QUE INDICA AL DISPOSITIVO INALÁMBRICO QUE COMIENCE UNA DURACIÓN DE APAGADO DE DRX Y COLOCAR UN RECEPTOR EN UN ESTADO DE BAJA POTENCIA DURANTE LA DURACIÓN DE APAGADO DE DRX

FIG. 11

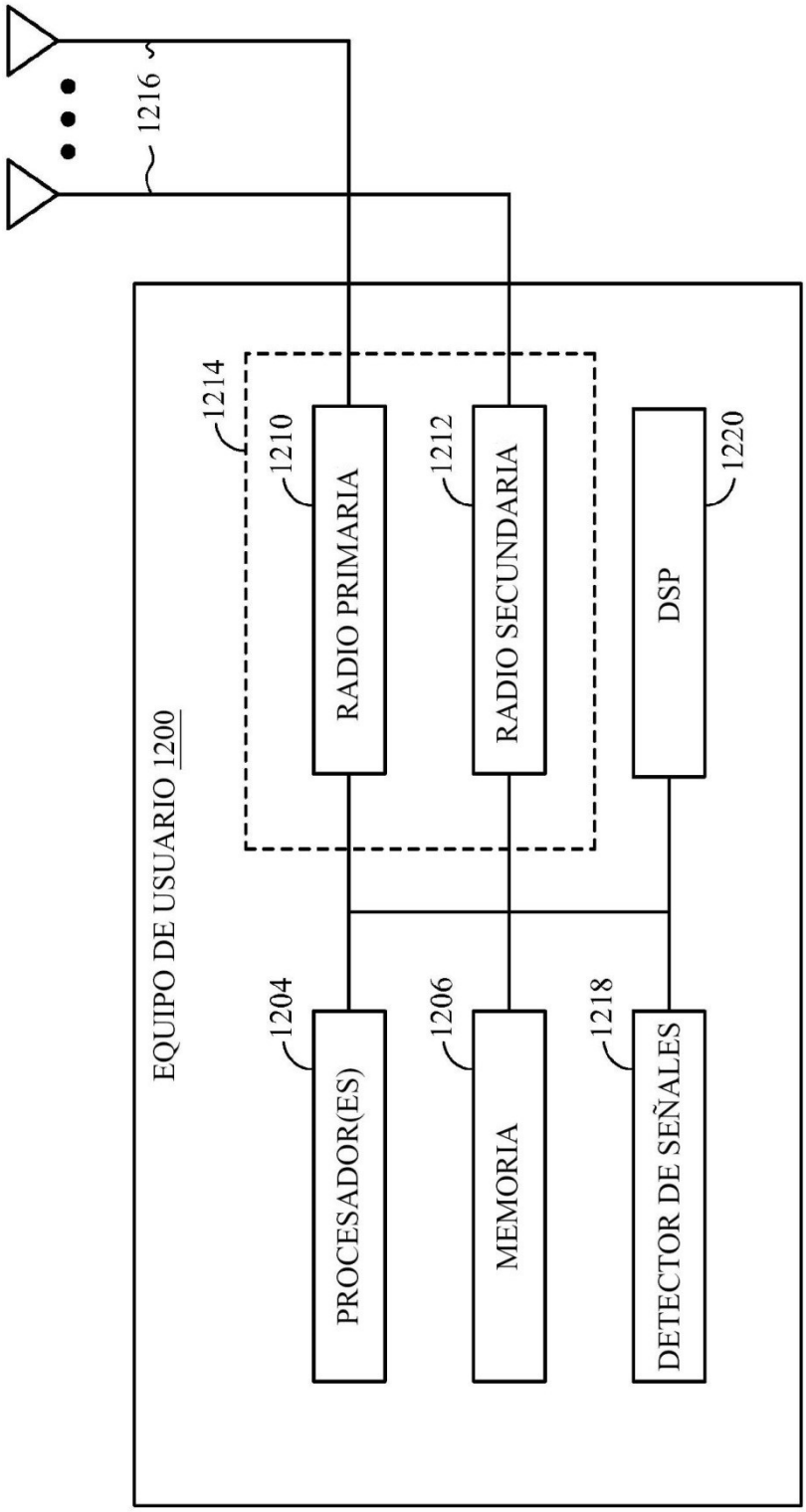
1216
EQUIPO DE USUARIO 1200
1214
1210
RADIO PRIMARIA
1212
RADIO SECUNDARIA
1220
DSP
1204
PROCESADOR(ES)
1206
MEMORIA
1218
DETECTOR DE SEÑALES

FIG. 12

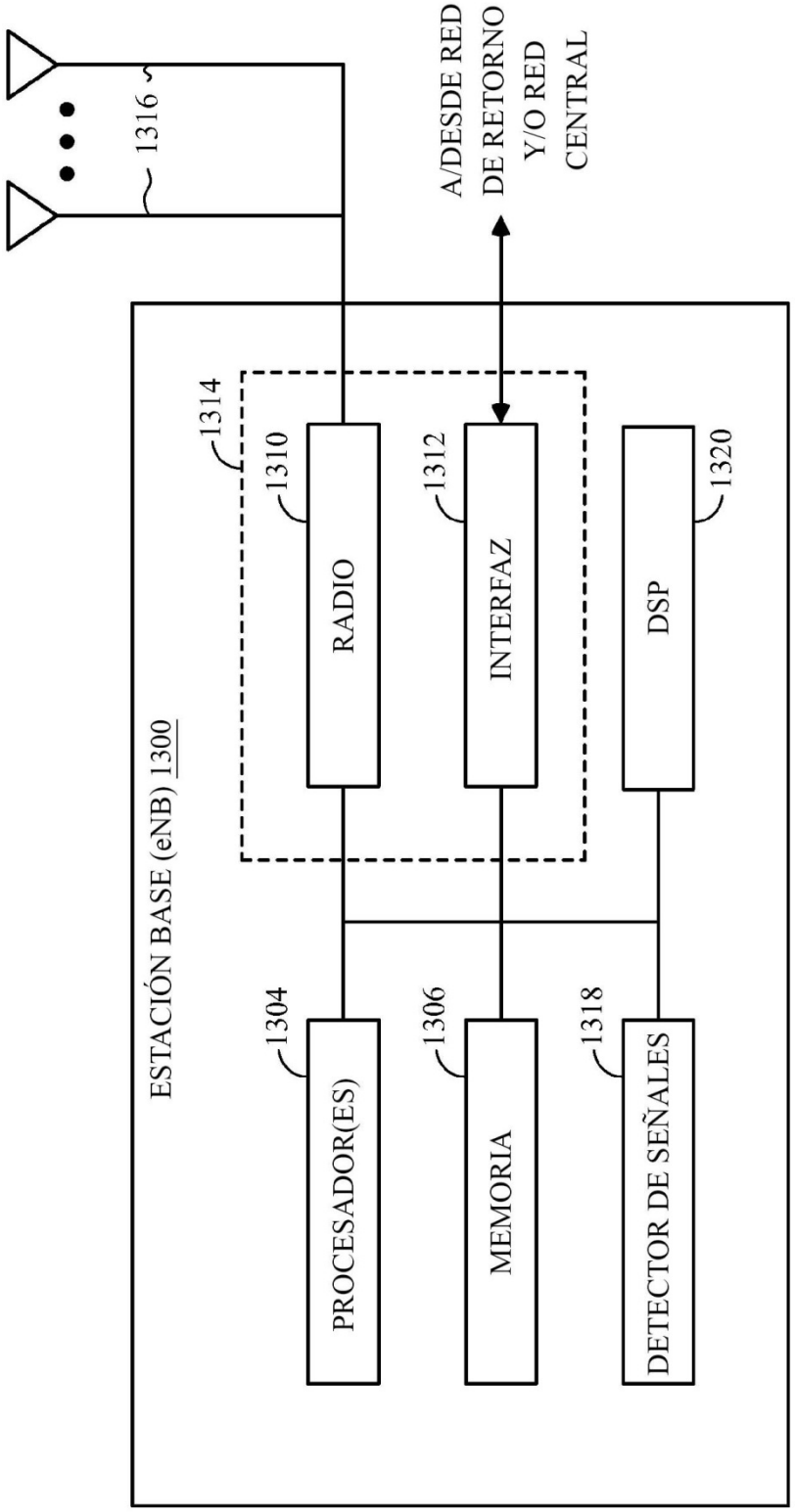
1316
A/DESDE RED DE RETORNO Y/O RED CENTRAL
ESTACIÓN BASE (eNB) 1300
1314
1310
RADIO
1312
INTERFAZ
1320
DSP
1304
PROCESADOR(ES)
1306
MEMORIA
1318
DETECTOR DE SEÑALES

FIG. 13

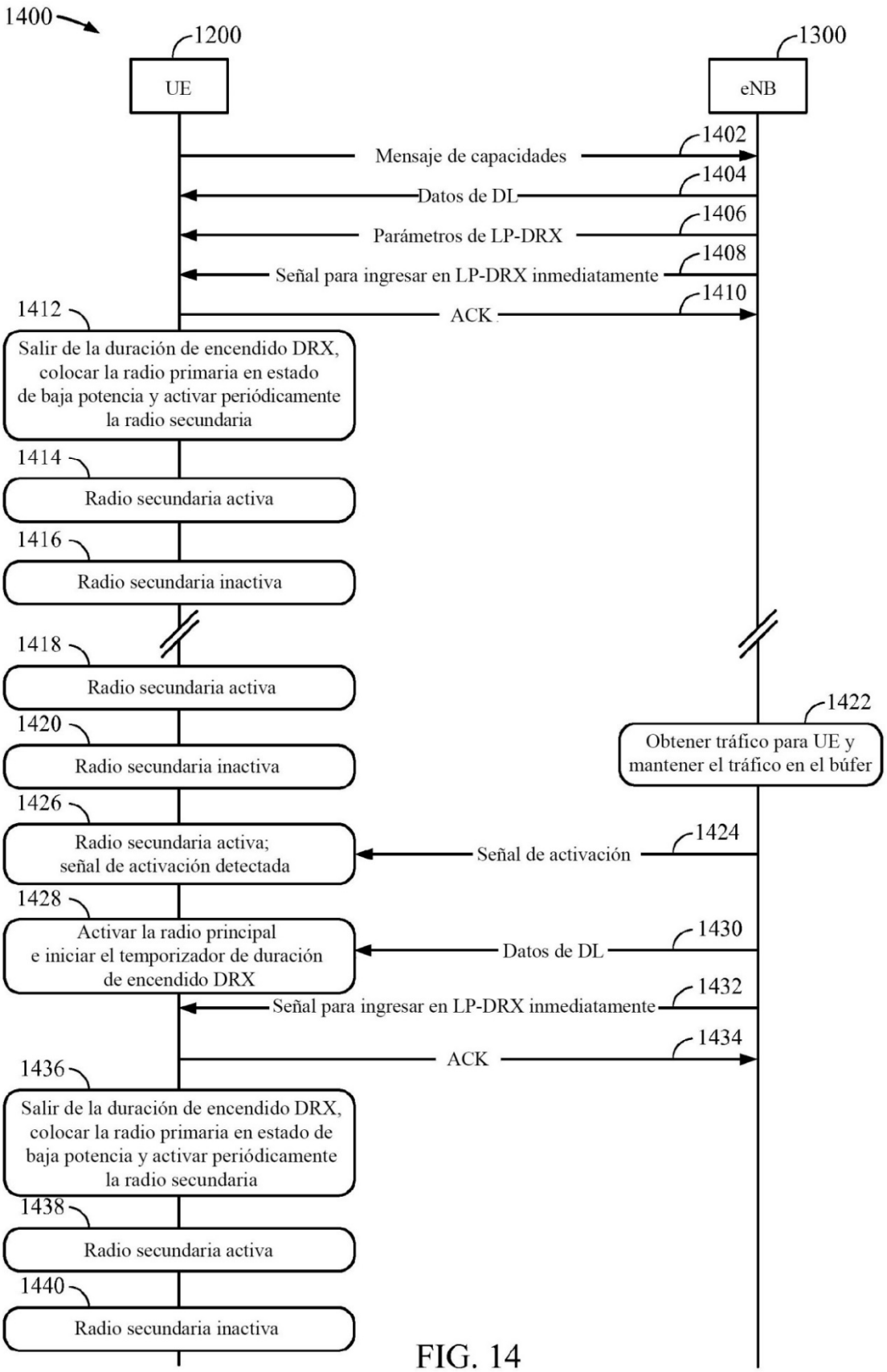
1400
1200
UE
1300
eNB
1402
Mensaje de capacidades
1404
Datos de DL
1406
Parámetros de LP-DRX
1408
Señal para ingresar en LP-DRX inmediatamente
1410
ACK
1412
Salir de la duración de encendido DRX, colocar la radio primaria en estado de baja potencia y activar periódicamente la radio secundaria
1414
Radio secundaria activa
1416
Radio secundaria inactiva
1418
Radio secundaria activa
1422
Obtener tráfico para UE y mantener el tráfico en el búfer
1420
Radio secundaria inactiva
1426
Radio secundaria activa; señal de activación detectada
1424
Señal de activación
1428
Activar la radio principal e iniciar el temporizador de duración de encendido DRX
1430
Datos de DL
1432
Señal para ingresar en LP-DRX inmediatamente
1434
ACK
1436
Salir de la duración de encendido DRX, colocar la radio primaria en estado de baja potencia y activar periódicamente la radio secundaria
1438
Radio secundaria activa
1440
Radio secundaria inactiva

FIG. 14