

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 812 766**

51 Int. Cl.:

H04L 1/18 (2006.01)

H04L 1/20 (2006.01)

H04L 1/00 (2006.01)

H04W 76/19 (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.01.2015 PCT/US2015/013638**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.08.2015 WO15116877**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.01.2015 E 15704656 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.05.2020 EP 3100396**

54 Título: **Procedimientos para gestionar el fallo de enlace de radio de enb secundario (SeNB) (S-RLF) en escenarios de conectividad dual**

30 Prioridad:

31.01.2014 US 201461934258 P
29.01.2015 US 201514608688

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.03.2021

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

VAJAPEYAM, MADHAVAN SRINIVASAN;
HORN, GAVIN BERNARD;
DAMNJANOVIC, JELENA;
GAAL, PETER y
DAMNJANOVIC, ALEKSANDAR

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 812 766 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimientos para gestionar el fallo de enlace de radio de enb secundario (SeNB) (S-RLF) en escenarios de conectividad dual

5

REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS**Campo**

10 **[0001]** La presente divulgación se refiere en general a la gestión del fallo de enlace de radio de eNB secundario (SeNB) (S-RLF) en escenarios de conectividad dual.

Antecedentes

15 **[0002]** Los sistemas de comunicación inalámbrica están ampliamente implantados para proporcionar diversos servicios de telecomunicación, tales como telefonía, vídeo, datos, mensajería y difusión. Sistemas de comunicación inalámbrica típicos pueden emplear tecnologías de acceso múltiple que pueden admitir comunicación con múltiples usuarios compartiendo recursos de sistema disponibles (por ejemplo, ancho de banda, potencia de transmisión). Los 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 portadora única (SC-FDMA) y sistemas de acceso múltiple por división de código síncrono y división de tiempo (TD-SCDMA).

25 **[0003]** Estas tecnologías de acceso múltiple se han adoptado en diversas normas de telecomunicación para proporcionar un protocolo común que permita a diferentes dispositivos inalámbricos comunicarse a nivel municipal, nacional, regional e incluso global. Un ejemplo de norma de telecomunicación emergente es la evolución a largo plazo (LTE). La LTE es un conjunto de mejoras de la norma móvil del Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS), promulgada por el Proyecto de Colaboración de Tercera Generación (3GPP). Está diseñada para admitir mejor el acceso a Internet de banda ancha móvil mejorando la eficacia espectral, reducir los costes, mejorar los servicios, hacer uso de un nuevo espectro e integrarse mejor con otras normas abiertas usando el OFDMA en el enlace descendente (DL), el SC-FDMA en el enlace ascendente (UL) y la tecnología de antenas de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO). Sin embargo, puesto que la demanda de acceso de banda ancha móvil sigue aumentando, existe una necesidad de mejoras adicionales en la tecnología de LTE. Preferentemente, estas mejoras deberían ser aplicables a otras tecnologías de acceso múltiple y a las normas de telecomunicación que emplean estas tecnologías. R2-134053 es una contribución de 3GPP y contiene análisis sobre los desafíos y requisitos del mecanismo de RLM bajo posibles arquitecturas de conectividad dual. TS 36.331 V 12.0.0 de 3GPP especifica el protocolo de control de recursos de radio para la interfaz de radio entre el UE y la E-UTRAN, así como para la interfaz de radio entre la RN y la E-UTRAN y contiene debates sobre diversas acciones relacionadas con el fallo de enlace de radio.

40

BREVE EXPLICACIÓN

45 **[0004]** Aspectos de la invención se exponen en las reivindicaciones independientes. Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un procedimiento para comunicaciones inalámbricas realizado por un equipo de usuario (UE). El procedimiento incluye en general establecer comunicación con un nodo B evolucionado maestro (MeNB) y un eNB secundario (SeNB), detectar un fallo de enlace de radio (RLF) de una conexión con el SeNB y transmitir una indicación del RLF al MeNB, en respuesta a la detección.

50 **[0005]** Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un procedimiento para comunicaciones inalámbricas realizado, por ejemplo, por un enodo B maestro (MeNB). El procedimiento incluye establecer en general una primera conexión con un equipo de usuario (UE), configurar el UE para establecer una segunda conexión con un nodo B evolucionado secundario (SeNB), recibir una indicación de un fallo de enlace de radio (RLF) de la segunda conexión, y tomar decisiones al menos para gestionar el RLF, en respuesta a recibir la indicación del RLF, donde una acción puede ser reconfigurar el UE.

55

[0006] Los aspectos de la presente divulgación también proporcionan diversos aparatos capaces de realizar las operaciones descritas anteriormente.

60 **[0007]** El alcance de la invención se define por las reivindicaciones adjuntas. Cualquier referencia a "modo(s) de realización" o "aspecto(s) de la invención" en esta descripción que no se encuentre dentro del alcance de las reivindicaciones debe interpretarse como ejemplo(s) ilustrativo(s) para entender la invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

65

[0008]

La FIG. 1 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una arquitectura de red.

La FIG. 2 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una red de acceso.

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

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

La FIG. 7 ilustra un escenario de conectividad dual de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 8 ilustra un escenario de conectividad dual que incluye una macrocélula y una célula pequeña que se comunican con un UE, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 9 ilustra una agregación de portadoras continua, de acuerdo con determinados aspectos de la divulgación.

La FIG. 10 ilustra una agregación de portadoras no continua, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 11 ilustra un procedimiento para controlar enlaces de radio en un sistema de comunicación inalámbrica de portadora múltiple agrupando canales físicos, de acuerdo con determinados aspectos de la presente descripción.

La FIG. 12 ilustra una arquitectura de plano en U que incluye portadoras específicas de eNB, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 13 ilustra una arquitectura de plano en U que incluye una portadora dividida, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 14 ilustra operaciones de ejemplo realizadas, por ejemplo, por un UE, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 15 ilustra operaciones de ejemplo realizadas, por ejemplo, por un MeNB, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 16 ilustra operaciones de ejemplo realizadas, por ejemplo, por un SeNB, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0009] Actualmente, los UE reciben datos de un eNodo B. Sin embargo, los usuarios en el borde de una célula pueden experimentar una alta interferencia intercelular que puede limitar las velocidades de transferencia de datos. La conectividad dual permite a los usuarios comunicarse con dos eNodos B simultáneamente enviando y recibiendo datos de los dos eNodos B en dos flujos totalmente separados. Al programar dos flujos de datos independientes para el UE desde los dos eNodos B diferentes al mismo tiempo, la conectividad dual explota la carga desigual.

[0010] En un aspecto de la presente divulgación, la conectividad dual permite que un UE se conecte simultáneamente a un eNB maestro (MeNB) y a un eNB secundario (SeNB) que pueden no estar colocados y, por tanto, pueden estar conectados por una red de retorno no ideal. Bajo conectividad dual, un UE puede beneficiarse de las ganancias de agregación de portadoras (CA) en implementaciones heterogéneas.

[0011] En determinados aspectos, debido a la naturaleza distribuida de este escenario de implementación de conectividad dual (por ejemplo, eNB separados conectados a través de una red de retorno no ideal), se usan canales de control de enlace ascendente separados para ambos eNB (MeNB y SeNB) para admitir la programación distribuida y la operación de MAC (control de acceso al medio) independiente a través del eNB. En un aspecto, se introduce una célula especial en el SeNB, célula secundaria principal (SpCell), para admitir los canales de control de enlace ascendente para el SeNB. La presencia de un canal de control de enlace ascendente para el SeNB

motiva la necesidad de un procedimiento de fallo de enlace de radio (RLF) especial para el SeNB. Este procedimiento especial de RLF para el SeNB puede denominarse S-RLF.

[0012] De acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación, un procedimiento de S-RLF puede incluir un UE que detecte el RLF de una conexión con el SeNB y transmita una indicación del RLF al MeNB, en respuesta a la detección. El MeNB puede tomar decisiones al menos para gestionar el RLF, en respuesta a la recepción de la indicación del RLF, por ejemplo, transmitiendo un comando de reconfiguración al UE. En un aspecto, el SeNB también puede detectar el RLF y transmitir una indicación del RLF al MeNB a través de una conexión de red de retorno, en respuesta a la detección.

[0013] La descripción detallada expuesta a continuación en relación con los dibujos adjuntos pretende ser una descripción de diversas configuraciones y no pretende representar las únicas configuraciones en las cuales pueden llevarse a la práctica los conceptos descritos en el presente documento. La descripción detallada incluye detalles específicos con el propósito de proporcionar una comprensión exhaustiva de diversos conceptos.

[0014] A continuación, se presentarán varios aspectos de sistemas de telecomunicación con referencia a diversos aparatos y procedimientos. Estos aparatos y procedimientos se describirán en la descripción detallada siguiente y se ilustrarán en los dibujos adjuntos mediante diversos bloques, módulos, componentes, circuitos, pasos, procesos, algoritmos, etc. (denominados conjuntamente "elementos"). Estos elementos pueden implementarse usando hardware electrónico, software informático o cualquier combinación de los mismos. Que dichos elementos se implementen como hardware o software depende de la solicitud en particular y de las limitaciones de diseño impuestas en todo el sistema.

[0015] 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. Ejemplos de procesadores incluyen microprocesadores, microcontroladores, procesadores de señales digitales (DSP), matrices de puertas programables por campo (FPGA), dispositivos de lógica programable (PLD), máquinas de estados, lógica de puertas, circuitos de hardware discretos y otro hardware adecuado configurado para realizar la diversa funcionalidad descrita a lo largo de la presente divulgación. Uno o más procesadores del sistema de procesamiento pueden ejecutar software. Se deberá interpretar ampliamente que software quiere decir instrucciones, conjuntos de instrucciones, código, segmentos de código, código de programa, programas, subprogramas, módulos de software, aplicaciones, aplicaciones de software, paquetes de software, rutinas, subrutinas, objetos, módulos ejecutables, hilos de ejecución, procedimientos, funciones, etc., independientemente de que se denominen software, firmware, middleware, microcódigo, lenguaje de descripción de hardware o de otro modo. El software puede residir en un medio legible por ordenador. El medio legible por ordenador puede ser un medio no transitorio legible por ordenador. Un medio no transitorio legible por ordenador incluye, a modo de ejemplo, un dispositivo de almacenamiento magnético (por ejemplo, un disco duro, un disco flexible, una cinta magnética), un disco óptico (por ejemplo, un disco compacto (CD), un disco versátil digital (DVD)), una tarjeta inteligente, un dispositivo de memoria flash (por ejemplo, una tarjeta, un lápiz USB, una unidad USB), una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de solo lectura (ROM), una ROM programable (PROM), una PROM borrable (EPROM), una PROM borrable eléctricamente (EEPROM), un registro, un disco extraíble y cualquier otro medio adecuado para almacenar software y/o instrucciones a los que se pueda acceder y pueda leer un ordenador. El medio legible por ordenador puede residir en el sistema de procesamiento, ser externo al sistema de procesamiento o distribuirse a través de múltiples entidades que incluyan el sistema de procesamiento. El medio legible por ordenador puede incorporarse en un producto de programa informático. A modo de ejemplo, un producto de programa informático puede incluir un medio legible por ordenador en materiales de embalaje. Los expertos en la técnica sabrán cómo implementar de la mejor manera la funcionalidad descrita presentada a lo largo de la presente divulgación dependiendo de la solicitud en particular y de las limitaciones de diseño generales impuestas al sistema general.

[0016] En consecuencia, en uno o más modos de realización ejemplares, las funciones descritas pueden implementarse en hardware, software, firmware o en cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en software, las funciones pueden almacenarse 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 pueda accederse por un ordenador. A modo de ejemplo y no de limitación, dichos medios legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otros dispositivos de almacenamiento en disco óptico, de almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que pueda usarse para transportar o almacenar código de programa deseado en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que pueda acceder por 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 algunos discos reproducen normalmente los datos magnéticamente, mientras que otros discos reproducen los datos ópticamente con láseres. Las combinaciones de lo anterior también se deben incluir dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

[0017] La **FIG. 1** es un diagrama que ilustra una arquitectura de red de LTE 100 en la cual pueden llevarse a la práctica aspectos de la presente divulgación.

[0018] Por ejemplo, como se indica anteriormente, un UE (por ejemplo, el UE 102) puede estar conectado de forma dual a un MeNB (por ejemplo, el eNB B 106) y a un SeNB (uno de los otros eNB 108) simultáneamente. En un aspecto, una vez que el UE 102 está conectado al MeNB 106, el MeNB 106 puede configurar el UE para establecer una conexión con el SeNB 108, incluyendo la transmisión de parámetros de configuración al UE 102 con respecto al S-RLF. En un aspecto, el MeNB 106 y el SeNB 108 pueden estar conectados por una red de retorno no ideal. Como se señala anteriormente, un procedimiento de S-RLF para el SeNB 108 puede incluir la detección de S-RLF, la indicación de S-RLF, y al menos una de la recuperación del S-RLF o la liberación del SeNB que incluye la recuperación de la portadora sobre el S-RLF. En determinados aspectos, el UE 102 puede detectar el RLF de una conexión con el SeNB 108 (el S-RLF) y transmitir una indicación de S-RLF al MeNB 106. En un aspecto, en respuesta a la detección del S-RLF, el UE también puede suspender la comunicación con el SeNB para evitar la interferencia del enlace ascendente con la transmisión del enlace ascendente de otros UE en las proximidades del UE 102. En un aspecto, el UE 102 puede proporcionar la indicación del S-RLF al MeNB 106 transmitiendo un mensaje de control de enlace de Radio (RRC) al MeNB 106. Al recibir la indicación del S-RLF del UE 102, el MeNB 106 puede tomar medidas al menos para gestionar el S-RLF, incluyendo la transmisión de un comando de reconfiguración al UE. En un aspecto, el comando de reconfiguración puede incluir al menos uno de liberar el SeNB, añadir el SeNB (para añadir otro SeNB), modificar el SeNB (por ejemplo, modificar la potencia de transmisión) o la recuperación de datos. En determinados aspectos, el SeNB 108 también puede detectar el RLF de una conexión con el UE 102 y puede transmitir una indicación del RLF al MeNB 106 a través de la conexión de red de retorno, en respuesta a la detección.

[0019] La arquitectura de red de LTE 100 puede denominarse sistema de paquetes evolucionado (EPS) 100. El EPS 100 puede incluir uno o más de un equipo de usuario (UE) 102, una red de acceso por radio terrestre UMTS evolucionada (E-UTRAN) 104, un núcleo de paquetes evolucionado (EPC) 110, un servidor de abonados locales (HSS) 120 y servicios IP de un operador 122. El EPS puede interconectarse con otras redes de acceso pero, para simplificar, esas entidades/interfaces no se muestran. Como se muestra, el EPS proporciona servicios con conmutación de paquetes; sin embargo, como apreciarán fácilmente los expertos en la técnica, los diversos conceptos presentados a lo largo de la presente divulgación pueden extenderse a redes que proporcionen servicios con conmutación de circuitos.

[0020] La E-UTRAN incluye el nodo B evolucionado (eNB) 106 y otros eNB 108. El eNB 106 proporciona terminaciones de protocolo del plano de usuario y de control hacia el UE 102. El eNB 106 puede conectarse a los otros eNB 108 por medio de una interfaz X2 (por ejemplo, una red de retorno). El eNB 106 también puede denominarse estación base, estación transceptora base, estación base de radio, transceptor de radio, función transceptora, conjunto de servicios básicos (BSS), conjunto de servicios extendidos (ESS) o con alguna otra terminología adecuada. El eNB 106 proporciona un punto de acceso al EPC 110 para un UE 102. Ejemplos de UE 102 incluyen un teléfono celular, un teléfono inteligente, un teléfono de protocolo de inicio de sesión (SIP), un ordenador portátil, un asistente digital personal (PDA), una radio por satélite, un sistema de posicionamiento global, un dispositivo multimedia, un dispositivo de vídeo, un reproductor de audio digital (por ejemplo, un reproductor MP3), una cámara, una consola de videojuegos o cualquier otro dispositivo de funcionamiento similar. Los expertos en la técnica también pueden denominar al UE 102 estación móvil, estación de abonado, unidad móvil, unidad de abonado, unidad inalámbrica, unidad remota, dispositivo móvil, dispositivo inalámbrico, dispositivo de comunicaciones inalámbricas, dispositivo remoto, estación de abonado móvil, terminal de acceso, terminal móvil, terminal inalámbrico, terminal remoto, auricular, agente de usuario, cliente móvil, cliente o con alguna otra terminología adecuada.

[0021] El eNB 106 se conecta al EPC 110 mediante una interfaz S1. La portadora S1 conecta un eNB a la red central. El EPC 110 incluye una entidad de gestión de movilidad (MME) 112, otras MME 114, una pasarela de servicio 116 y una pasarela de red de datos por paquetes (PDN) 118. La MME 112 es el nodo de control que procesa la señalización entre el UE 102 y el EPC 110. En general, la MME 112 proporciona la gestión de portadora y de conexión. Todos los paquetes de IP de usuario se transfieren a través de la pasarela de servicio 116, que está conectada a la pasarela de PDN 118. La pasarela de PDN 118 proporciona asignación de direcciones de IP de UE, así como otras funciones. La pasarela de PDN 118 está conectada a los servicios de IP del operador 122. Los servicios IP del operador 122 pueden incluir Internet, Intranet, un subsistema multimedia IP (IMS) y un servicio de transmisión continua PS (PSS).

[0022] La **FIG. 2** es un diagrama que ilustra un ejemplo de una red de acceso 200 en una arquitectura de red de LTE, en la cual pueden llevarse a la práctica aspectos de la presente divulgación.

[0023] En determinados casos, un UE 206 que está en el borde celular de la célula 202 puede no comunicarse eficientemente en el UL con el eNB en servicio 204 debido a limitaciones de potencia, interferencia de UL, etc. Como se muestra en la **FIG. 2**, el UE 206 puede estar en los bordes celulares superpuestos de la célula 202 servida por el macroeNB 204 (por ejemplo, el MeNB) y la célula 210 servida por un eNB de clase de potencia inferior 208 (por ejemplo, un SeNB), y puede estar conectada de forma dual tanto al eNB 204 como al eNB 208

simultáneamente. En un aspecto, el eNB 204 y el eNB 208 pueden estar conectados por una red de retorno no ideal. En determinado aspecto, el UE 206 puede detectar un RLF de una conexión con el eNB 208 (un S-RLF) e indicar el S-RLF al eNB 204, por ejemplo, transmitiendo un mensaje de RRC. Al mismo tiempo, el UE 206 también puede suspender toda la comunicación con el eNB 208 para evitar la interferencia del enlace ascendente con la transmisión del enlace ascendente de otros UE en las proximidades del UE 206. Al recibir la indicación del S-RLF del UE 206, el eNB 204 puede tomar medidas al menos para gestionar el S-RLF, incluyendo la transmisión de un comando de reconfiguración al UE 206. En determinados aspectos, el eNB 208 también puede detectar el RLF de una conexión con el UE 206 y puede transmitir una indicación del RLF al eNB 204 a través de la conexión de red de retorno, en respuesta a la detección.

[0024] En este ejemplo, la red de acceso 200 está dividida en varias regiones celulares (células) 202. Uno o más eNB de clase de menor potencia 208 pueden tener regiones celulares 210 que se superpongan con una o más de las células 202. Un eNB de clase de baja potencia 208 puede denominarse equipo de radio remoto (RRH). El eNB de clase de baja potencia 208 puede ser una femtocélula (por ejemplo, un eNB doméstico (HeNB)), una picocélula o una microcélula. Los macroeNB 204 se asignan cada uno a una célula 202 respectiva y se configuran para proporcionar un punto de acceso al EPC 110 para todos los UE 206 en las células 202. No hay ningún controlador centralizado en este ejemplo de red de acceso 200, pero en configuraciones alternativas puede usarse un controlador centralizado. Los eNB 204 se encargan de todas las funciones basadas en la radio, incluyendo el control de portadoras de radio, el control de admisión, el control de movilidad, la programación, la seguridad y la conectividad con la pasarela en servicio 116.

[0025] El esquema de modulación y de acceso múltiple empleado por la red de acceso 200 puede variar dependiendo de la norma de telecomunicaciones particular que se está implantando. En aplicaciones de LTE se usa el OFDM en el DL y se usa el SC-FDMA en el UL para admitir tanto el duplexado por división de frecuencia (FDD) como el duplexado por división de tiempo (TDD). Como apreciarán fácilmente los expertos en la técnica a partir de la siguiente descripción detallada, los diversos conceptos presentados en el presente documento son muy adecuados para las aplicaciones de LTE. Sin embargo, estos conceptos pueden extenderse fácilmente a otras normas de telecomunicación que empleen otras técnicas de modulación y de acceso múltiple. A modo de ejemplo, estos conceptos pueden extenderse a datos de evolución optimizados (EV-DO) o a la banda ancha ultramóvil (UMB). Los EV-DO y la UMB son normas de interfaz aérea promulgadas por el Proyecto de Colaboración de Tercera Generación 2 (3GPP2) como parte de la familia de normas CDMA2000 y emplean CDMA para proporcionar a estaciones móviles acceso a Internet de banda ancha. Estos conceptos también pueden extenderse al acceso universal radioeléctrico terrenal (UTRA) que emplea CDMA de banda ancha (W-CDMA) y otras variantes de CDMA, tales como el TD-SCDMA, al Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM) que emplea el TDMA, y al UTRA evolucionado (E-UTRA), a la banda ancha ultramóvil (UMB), al IEEE 802.11 (WiFi), al IEEE 802.16 (WiMAX), al IEEE 802.20 y al Flash-OFDM que emplea el OFDM. El UTRA, el E-UTRA, el UMTS, la LTE y el GSM se describen en documentos del organismo de 3GPP. CDMA2000 y la UMB se describen en documentos de la organización de 3GPP2. La norma de comunicación inalámbrica y la tecnología de acceso múltiple concretas empleadas dependerán de la solicitud específica y de las limitaciones de diseño globales impuestas al sistema.

[0026] Los eNB 204 pueden tener múltiples antenas que admitan la tecnología de MIMO. El uso de la tecnología de MIMO permite a los eNB 204 aprovechar el dominio espacial para admitir la multiplexación espacial, la conformación de haz y la diversidad de transmisión. La multiplexación espacial puede usarse para transmitir diferentes flujos de datos simultáneamente en la misma frecuencia. Los flujos de datos pueden transmitirse a un único UE 206 para aumentar la velocidad de transferencia de datos, o a múltiples UE 206 para aumentar la capacidad global del sistema. Esto se logra precodificando espacialmente cada flujo de datos (es decir, aplicando un escalamiento de una amplitud y una fase) y transmitiendo a continuación cada flujo precodificado espacialmente a través de múltiples antenas transmisoras en el DL. Los flujos de datos precodificados espacialmente llegan al(a) UE 206 con diferentes firmas espaciales, lo que permite que cada uno del(de los) UE 206 recupere el uno o más flujos de datos destinados a ese UE 206. En el UL, cada UE 206 transmite un flujo de datos precodificado espacialmente, lo cual permite que el eNB 204 identifique el origen de cada flujo de datos precodificado espacialmente.

[0027] La multiplexación espacial se usa, en general, cuando las condiciones de canal son buenas. Cuando las condiciones de canal son menos favorables, puede usarse la conformación de haz para enfocar la energía de transmisión en una o más direcciones. Esto puede lograrse precodificando espacialmente los datos para su transmisión a través de múltiples antenas. Para lograr una buena cobertura en los bordes de la célula, puede usarse una transmisión de conformación de haz de flujo único en combinación con la diversidad de transmisión.

[0028] En la siguiente descripción detallada para algunos ejemplos, diversos aspectos de una red de acceso se describirán con referencia a un sistema MIMO que admita la OFDM en el DL. La OFDM es una técnica de espectro ensanchado que modula datos a través de varias subportadoras en un símbolo de OFDM. Las subportadoras están separadas en frecuencias precisas. La separación proporciona "ortogonalidad" que permite que un receptor recupere los datos a partir de las subportadoras. En el dominio de tiempo, puede añadirse un intervalo de guarda (por ejemplo, un prefijo cíclico) a cada símbolo de OFDM para hacer frente a las interferencias entre símbolos de

OFDM. El UL puede usar el SC-FDMA en forma de señal de OFDM ensanchada mediante DFT para compensar una elevada relación de potencia de pico a promedio (PAPR).

[0029] La FIG. 3 es un diagrama 300 que ilustra un ejemplo de una estructura de trama de DL en la LTE. Una trama (10 ms) puede dividirse en 10 subtramas de igual tamaño. Cada subtrama puede incluir dos ranuras temporales consecutivas. Puede usarse una rejilla de recursos para representar dos ranuras temporales, incluyendo cada ranura temporal un bloque de recursos. La rejilla de recursos está dividida en múltiples elementos de recurso. En la LTE, un bloque de recursos contiene 12 subportadoras consecutivas en el dominio de frecuencia y, para un prefijo cíclico normal en cada símbolo de OFDM, 7 símbolos de OFDM consecutivos en el dominio de tiempo, u 84 elementos de recurso. Para un prefijo cíclico extendido, un bloque de recursos contiene 6 símbolos de OFDM consecutivos en el dominio de tiempo y tiene 72 elementos de recurso. Algunos de los elementos de recursos, indicados como R 302, 304, incluyen señales de referencia de DL (RS-DL). Las DL-RS incluyen RS específicas de célula (CRS) (algunas veces denominadas también RS comunes) 302 y RS específicas del UE (UE-RS) 304. Las RS-UE 304 se transmiten solamente en los bloques de recursos tras lo cual se mapea el correspondiente canal físico compartido de DL (PDSCH). El número de bits llevados por cada elemento de recurso depende del esquema de modulación. Por tanto, cuantos más bloques de recursos reciba un UE y cuanto más elevado sea el sistema de modulación, mayor será la velocidad de transferencia de datos para el UE.

[0030] La FIG. 4 es un diagrama 400 que ilustra un ejemplo de una estructura de trama de UL en la LTE. Los bloques de recursos disponibles para el UL pueden particionarse en una sección de datos y en una sección de control. La sección de control puede estar formada en los dos bordes del ancho de banda del sistema y puede tener un tamaño configurable. Los bloques de recursos de la sección de control pueden asignarse a los UE para la transmisión de la 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 incluye subportadoras contiguas, lo cual puede permitir que un único UE tenga asignadas todas las subportadoras contiguas en la sección de datos.

[0031] 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 de control de UL físico (PUCCH) en los bloques de recursos asignados en la sección de control. El UE puede transmitir solo 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 en frecuencia.

[0032] Un conjunto de bloques de recursos puede usarse para realizar un acceso al sistema inicial y lograr una sincronización de UL en un canal físico de acceso aleatorio (PRACH) 430. El PRACH 430 lleva una secuencia aleatoria y no puede llevar nada de datos/señalización de UL. Cada preámbulo de acceso aleatorio ocupa un ancho de banda correspondiente a seis bloques de recursos consecutivos. La red especifica la frecuencia de inicio. Es decir, la transmisión del preámbulo de acceso aleatorio está restringida a determinados recursos de tiempo y frecuencia. No hay ningún salto de frecuencia para el PRACH. El intento de PRACH se lleva en una única subtrama (1 ms) o en una secuencia de pocas subtramas contiguas, y un UE puede realizar solo un único intento de PRACH por trama (10 ms).

[0033] 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 la 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 diversas funciones de procesamiento de señales de capa física. En el presente documento, la capa L1 se denominará 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.

[0034] 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 enlace de radio (RLC) 512 y una subcapa de protocolo de convergencia de datos por paquetes (PDCP) 514, que se terminan en el eNB en el lado de red. Aunque no se muestra, el UE puede tener varias capas superiores encima de la capa L2 508, incluyendo una capa de red (por ejemplo, una capa IP) que se termina en la pasarela de PDN 118 en el lado de la red, y una capa de aplicación que se termina en el otro extremo de la conexión (por ejemplo, un UE de extremo remoto, un servidor, etc.).

[0035] La subcapa de PDCP 514 proporciona multiplexación entre diferentes portadoras de radio y canales lógicos. La subcapa de PDCP 514 también proporciona compresión de cabecera para paquetes de datos de la capa superior, para reducir la sobrecarga de transmisiones de radio, la 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 remontaje 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 solicitud híbrida de repetición automática (HARQ). La subcapa de MAC 510 proporciona multiplexación entre canales lógicos y de transporte. La subcapa de MAC 510 también es responsable de asignar los diversos recursos

de radio (por ejemplo, bloques de recursos) de una célula entre los UE. La subcapa de MAC 510 también es responsable de las operaciones de la HARQ.

[0036] 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 también una subcapa del control de recursos de radio (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 la señalización de RRC entre el eNB y el UE.

[0037] La **FIG. 6** es un diagrama de bloques de un eNB 610 en comunicación con un UE 650 en una red de acceso, en el cual pueden llevarse a la práctica los aspectos de la presente divulgación.

[0038] Por ejemplo, un UE (por ejemplo, el UE 650) puede estar conectado de forma dual a un MeNB (por ejemplo, el eNB 610) y a otro SeNB (no mostrado) simultáneamente. El MeNB 610 y el SeNB pueden estar conectados por una red de retorno no ideal. En determinados aspectos, el UE 650 puede detectar un RLF de una conexión con el SeNB (el S-RLF) y transmitir una indicación de S-RLF al MeNB 610. Adicionalmente, en respuesta a la detección del S-RLF, el UE 650 puede suspender toda comunicación con el SeNB. Tras recibir la indicación del S-RLF del UE 650, el MeNB 610 puede tomar medidas al menos para gestionar el S-RLF, incluyendo la transmisión de un comando de reconfiguración al UE 650. En un aspecto, el comando de reconfiguración puede incluir al menos uno de liberar el SeNB, añadir el SeNB (para añadir otro SeNB), modificar el SeNB (por ejemplo, modificar la potencia de transmisión) o la recuperación de datos. En determinados aspectos, el SeNB también puede detectar un RLF de una conexión con el UE 650 y puede transmitir una indicación del RLF al MeNB 610 a través de la conexión de red de retorno, en respuesta a la detección.

[0039] En el DL, los paquetes de capa superior 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 reordenamiento de paquetes, multiplexación entre canales lógicos y de transporte, y asignaciones de recursos de radio al UE 650 en base a diversas métricas de prioridad. El controlador/procesador 675 también se encarga de las operaciones de HARQ, de la retransmisión de paquetes perdidos y de la señalización al UE 650.

[0040] El procesador de TX 616 implementa diversas funciones de procesamiento de señales para la capa L1 (es decir, la capa física). Las funciones de procesamiento de señales incluyen la codificación y el intercalado para facilitar la corrección de errores hacia adelante (FEC) en el UE 650, y el mapeo a constelaciones de señales en base a 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)). A continuación, los símbolos codificados y modulados se dividen en flujos paralelos. A continuación, cada flujo se mapea entonces a una subportadora de OFDM, se multiplexa con una señal de referencia (por ejemplo, piloto) en el dominio de tiempo y/o de frecuencia y, a continuación, se combinan conjuntamente usando una transformada rápida de Fourier inversa (IFFT) para producir un canal físico que transporte un flujo de símbolos de OFDM en el dominio de tiempo. El flujo de OFDM se precodifica espacialmente para producir múltiples flujos espaciales. Las estimaciones de canal de un estimador de canal 674 pueden usarse para determinar el esquema de codificación y modulación, así como para el procesamiento espacial. La estimación de canal puede obtenerse a partir de una señal de referencia y/o de retroalimentación de la 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.

[0041] En el UE 650, cada receptor de 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 de la información para recuperar cualquier flujo espacial destinado para el UE 650. Si hay múltiples flujos espaciales destinados para el UE 650, pueden combinarse mediante el procesador de RX 656 en un único flujo de símbolos de OFDM. A continuación, el procesador de RX 656 convierte el flujo de símbolos de OFDM del dominio de tiempo en el dominio de frecuencia usando una transformada rápida de Fourier (FFT). La señal de dominio de frecuencia comprende un flujo de símbolos de OFDM separado para cada subportadora de la señal de OFDM. Los símbolos en cada subportadora, y la señal de referencia, se recuperan y se demodulan determinando los puntos de constelación de señales más probables transmitidos por el eNB 610. Estas decisiones suaves pueden basarse en estimaciones de canal calculadas por el estimador de canal 658. A continuación, las decisiones suaves se decodifican y desintercalan para recuperar los datos y las señales de control que se transmitieron originalmente mediante el eNB 610 en el canal físico. A continuación, las señales de datos y de control se proporcionan al controlador/procesador 659.

[0042] El controlador/procesador 659 implementa la capa L2. El controlador/procesador puede estar asociado con una memoria 660 que almacene códigos y datos de programa. La memoria 660 puede denominarse medio

legible por ordenador. En el UL, el controlador/procesador 659 proporciona demultiplexación entre los canales de transporte y los lógicos, remontaje de paquetes, descifrado, descompresión de cabecera, procesamiento de señales de control para recuperar paquetes de capa superior a partir de la red central. A continuación, los paquetes de capa superior se proporcionan a un colector de datos 662, que representa todas las capas de protocolo por encima de la capa L2. También pueden proporcionarse diversas señales de control 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 acuse de recibo (ACK) y/o de acuse de recibo negativo (NACK) para admitir operaciones de HARQ.

[0043] 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 forma 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 reordenamiento de paquetes, y multiplexación entre canales lógicos y de transporte, en base a asignaciones de recursos radioeléctricos por el eNB 610. El controlador/procesador 659 también se encarga de operaciones de HARQ, de la retransmisión de paquetes perdidos y de la señalización al eNB 610.

[0044] Las estimaciones de canal obtenidas por un estimador de canal 658 a partir de una señal de referencia o de una retroalimentación transmitida por el eNB 610 pueden usarse 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 654TX separados. Cada transmisor 654TX modula una portadora de RF con un respectivo flujo espacial para su transmisión.

[0045] La transmisión de UL se procesa en el eNB 610 de forma 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 respectiva antena 620. 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.

[0046] El controlador/procesador 675 implementa la capa L2. El controlador/procesador 675 puede estar asociado con una memoria 676 que almacene códigos y datos de programa. La memoria 676 puede denominarse medio legible por ordenador. En el UL, el controlador/procesador 675 proporciona demultiplexación entre los canales de transporte y los lógicos, remontaje de paquetes, descifrado, descompresión de cabecera y procesamiento de señales de control para recuperar paquetes de capa superior del UE 650. Los paquetes de capa superior del controlador/procesador 675 pueden proporcionarse a la red central. El controlador/procesador 675 también es responsable de la detección de errores usando un protocolo de ACK y/o NACK para admitir operaciones de HARQ. Los controladores/procesadores 675, 659 pueden dirigir el funcionamiento en el eNB 610 y en el UE 650, respectivamente.

[0047] El controlador/procesador 675 y/u otros procesadores y módulos en el UE 610 también pueden realizar o dirigir operaciones, por ejemplo, para las operaciones 1100 en la FIG. 11, las operaciones 1500 en la FIG. 15, las operaciones 1600 en la FIG. 16 y/u otros procesos para las técnicas descritas en el presente documento para la gestión de S-RLF. El controlador/procesador 659 y/u otros procesadores y módulos en el UE 650 pueden realizar o dirigir operaciones, por ejemplo, operaciones 1400 en la FIG. 14 y/u otros procesos para las técnicas descritas en el presente documento en la gestión de S-RLF. En determinados aspectos, uno o más de cualquiera de los componentes mostrados en la FIG. 6 pueden emplearse para realizar las operaciones 1100, 1400, 1500, 1600 de ejemplo y/u otros procesos para las técnicas descritas en el presente documento. Las memorias 660 y 676 pueden almacenar datos y códigos de programa para el UE 650 y el eNB 610 respectivamente, accesibles y ejecutables por uno o más componentes del UE 650 y el eNB 610.

PROCEDIMIENTOS DE EJEMPLO PARA LA GESTIÓN DEL FALLO DE ENLACE DE RADIO SECUNDARIO DE eNB (SeNB) (S-RLF) EN ESCENARIOS DE CONECTIVIDAD DUAL

[0048] Actualmente, los UE reciben datos de un eNodo B. Sin embargo, los usuarios en el borde de una célula pueden experimentar una alta interferencia intercelular que puede limitar las velocidades de transferencia de datos. La conectividad dual permite a los usuarios comunicarse con dos eNodos B simultáneamente. Funciona enviando y recibiendo datos de los dos eNodos B en dos flujos totalmente separados cuando un UE está en el rango de dos torres de células en dos células adyacentes al mismo tiempo. El UE habla con dos torres simultáneamente cuando el dispositivo se encuentra al borde del alcance de cualquiera de las torres.

[0049] La FIG. 7 ilustra un escenario de conectividad dual 700 de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación. Como se muestra en la FIG. 7, el UE 720 está dentro de la porción superpuesta de los bordes celulares de las células 702a y 702b servidas por los eNB 710a y 710b, respectivamente. Como se muestra, el UE 720 puede comunicarse (enlace ascendente y enlace descendente) con ambos eNB simultáneamente usando flujos de datos independientes para cada uno de los eNB. Al programar dos flujos de datos independientes para el UE desde los dos eNodos B diferentes al mismo tiempo, la conectividad dual explota la carga desigual. Esto ayuda

a mejorar la experiencia del usuario del borde celular al tiempo que aumenta la capacidad de la red. En un ejemplo, las velocidades de transferencia de datos de rendimiento para los usuarios en un borde celular pueden duplicarse. En un aspecto, uno o más controladores de red 730 pueden configurarse para controlar los eNB 710a y 710b para implementar el escenario de conectividad dual 700.

5

[0050] La conectividad dual puede tener beneficios en la industria celular. En un aspecto, una solución de conectividad dual permite que un UE se conecte simultáneamente a dos eNB, a un eNB maestro (MeNB) y a un eNB secundario (SeNB) que no están colocados. Por tanto, los diferentes eNB pueden usar diferentes programadores, etc. En un aspecto, la conectividad dual puede implicar dos subconjuntos de células en servicio que incluyan un grupo de células maestro (MCG) que contenga células en servicio del MeNB y un grupo de células secundarias (SCG) que contiene células en servicio de la SeNB. En general, el término "conectividad dual" puede usarse para referirse a una operación donde un UE dado consume recursos de radio proporcionados por al menos dos puntos de red diferentes conectados con una red de retorno no ideal.

10

[0051] La **FIG. 8** ilustra un escenario de conectividad dual 800 que incluye una macrocélula y una célula pequeña que se comunica con un UE, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación. Como se muestra en la **FIG. 8**, el UE 810 puede estar conectado de forma dual a la macrocélula 802 y a la célula pequeña 804, y los eNB pueden conectarse a través de una red de retorno no ideal 820 y funcionar en diferentes frecuencias de portadoras. En un aspecto, la célula pequeña puede incluir una picocélula, una femtocélula u otra macrocélula (por ejemplo, con menor capacidad de potencia).

20

[0052] En determinados aspectos, la agregación de recursos de radio entre nodos puede emplearse en un escenario de conectividad dual para mejorar el rendimiento por usuario. Esto puede hacerse añadiendo recursos de radio en más de un eNB para la transmisión de datos de plano de usuario. Por ejemplo, la agregación de portadoras puede emplearse donde se añadan múltiples portadoras de LTE/componentes para servir a una única unidad de UE avanzado de LTE. Se contempla que, bajo conectividad dual, un UE puede beneficiarse de las ganancias de agregación de portadoras (CA) en implementaciones heterogéneas (donde se usa una combinación de macrocélulas y pequeñas). Con la agregación de portadoras, los UE pueden usar un espectro de hasta 20 MHz de ancho de banda hasta un total de 100 MHz (5 portadoras de componentes) para la transmisión en cada dirección. Como se muestra en la **FIG. 8**, la Portadora 1 de la macrocélula 802 y la Portadora 2 de la célula pequeña 804 se agregan para servir al UE 810.

25

30

[0053] En determinados aspectos, pueden emplearse dos tipos de procedimientos de agregación de portadoras (CA), CA continua y CA no continua, como se ilustra en las **FIGS. 9** y **10** respectivamente. La CA continua se produce cuando múltiples portadoras de componentes disponibles son adyacentes entre sí (**FIG. 9**). Como se muestra en la **FIG. 9**, las portadoras de LTE 1, 2 y 3 son adyacentes entre sí y pueden agregarse para la comunicación entre un UE y un eNB. Por otro lado, la CA no continua se produce cuando múltiples portadoras de componentes disponibles están separadas a lo largo de la banda de frecuencias (**FIG. 10**). Como se muestra en la **FIG. 10**, las portadoras de LTE 1, 2 y 3 están separadas a lo largo de la banda de frecuencia y pueden agregarse para la comunicación entre un UE y un eNB.

35

40

[0054] En determinados aspectos, un UE que funciona en un sistema de múltiples portadoras (también denominado agregación de portadoras) está configurado para agregar determinadas funciones de múltiples portadoras, tales como funciones de control y de retroalimentación, en la misma portadora, que puede denominarse "portadora principal". Las portadoras restantes que dependen de la portadora principal para su admisión se denominan portadoras secundarias asociadas. Por ejemplo, el UE puede agregar funciones de control tales como las proporcionadas por el canal de control dedicado (DCH) opcional, las concesiones no programadas, un canal físico de control de enlace ascendente (PUCCH) y/o un canal físico de control de enlace descendente (PDCCH).

45

[0055] La **FIG. 11** ilustra un procedimiento 1100 para controlar enlaces de radio en un sistema de comunicación inalámbrica de múltiples portadoras agrupando canales físicos, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación. Como se muestra, el procedimiento 1100 puede incluir, en el bloque 1102, agrupar funciones de control de al menos dos portadoras en una portadora para formar una portadora principal y una o más portadoras secundarias asociadas. Seguidamente, en el bloque 1104, pueden establecerse enlaces de comunicación para la portadora principal y cada portadora secundaria. A continuación, la comunicación puede controlarse en base a la portadora principal en el bloque 1106.

50

55

[0056] En determinados aspectos, la conectividad dual no introduce un cambio significativo en la arquitectura del plano C (plano de control) desde la perspectiva del UE. Por ejemplo, los mensajes de RRC (control de recursos de radio) continúan transmitiéndose a través del MeNB y, desde el punto de vista del UE, hay una única entidad de RRC.

60

[0057] Por otro lado, para el plano en U (plano de usuario), pueden admitirse dos arquitecturas para la conectividad dual. Las **FIGS. 12** y **13** muestran dos arquitecturas diferentes que pueden ser compatibles con el plano en U. En una primera arquitectura (mostrada en la **FIG. 12**), una portadora de radio de datos es específica del eNB, y puede servirse por el MeNB o el SeNB, pero no por ambos. Cuando se sirve por el SeNB, este tipo de

65

portadora puede denominarse portadora de SCG. Como se muestra en la FIG. 12, el portadora 1230 solo puede servirse por el MeNB 1210 y la portadora 1240 solo puede servirse por el SeNB 1220.

5 **[0058]** Una arquitectura alternativa del plano en U (mostrada en la **FIG. 13**) permite que una portadora se sirva por ambos eNB. Este tipo de portadora puede denominarse portadora dividida. Como se muestra en la FIG. 13, la portadora dividida 1330 puede servirse tanto por el MeNB 1310 como por el SeNB 1320. En determinados aspectos, una portadora establece una conexión "virtual" entre dos extremos de modo que el tráfico pueda enviarse entre ellos. La portadora actúa como conducto entre los dos extremos.

10 **[0059]** En determinados aspectos, debido a la naturaleza distribuida del escenario de implementación de conectividad dual (eNB separados conectados a través de una red de retorno no ideal) se usan canales de control de enlace ascendente separados para ambos eNB (MeNB y SeNB) para soportar el funcionamiento de programación distribuida y de MAC (control de acceso al medio) independiente a través de eNB. Esto es a diferencia de la implementación de la CA (agregación de portadoras), en la cual una sola entidad de programación/MAC funciona a través de todas las portadoras y se usa un único canal de control de enlace ascendente.

20 **[0060]** En la memoria descriptiva de LTE actual, la célula principal (PCell de MeNB) es la única célula que transporta los canales de control del enlace ascendente, por ejemplo, el PUCCH. Para la conectividad dual, se introduce una célula especial en el SeNB, la célula secundaria principal (SpCell) para soportar los canales de control de enlace ascendente para el MeNB y el SeNB, uno para cada eNB. En determinados aspectos, la presencia de un canal de control de enlace ascendente para el SeNB motiva el uso de un procedimiento de monitoreo de enlace de radio de SCG (S-RLM). Este procedimiento puede usarse por el UE para desencadenar el fallo de enlace de radio de SeNB (S-RLF). El procedimiento de S-RLF es útil, entre otras cosas, para desencadenar procedimientos que eviten que un UE bloquee los canales de control del enlace ascendente cuando pierda la conexión del enlace descendente a un SeNB. Otra razón por la que puede usarse un procedimiento de RLF especial (por ejemplo, el S-RLF) para el SeNB es que el MeNB puede experimentar diferentes condiciones de canal que el SeNB.

30 **[0061]** En determinados aspectos, a diferencia del procedimiento de RLF heredado, el S-RLF no implica la pérdida de la conexión de RRC ya que el RRC está sobre el MeNB y la conexión al MeNB se mantiene. Por lo tanto, determinados procedimientos de plano en C (tal como el restablecimiento de la conexión de RRC) pueden no ser aplicables bajo el S-RLF.

35 **[0062]** Los aspectos de la presente divulgación analizan diversos procedimientos implicados en la detección, indicación y recuperación del S-RLF.

40 **[0063]** En determinados aspectos, los procedimientos de S-RLM como los procedimientos de RLM están en la célula especial del SeNB, la SpCell. El SpCell puede llevar el control de UL (en el PUCCH) para el SeNB. Cabe destacar que las portadoras complementarias del SeNB pueden no tener procedimientos de RLM asociados.

45 **[0064]** En determinados aspectos, el procedimiento de S-RLF puede incluir la detección de S-RLF, la indicación de S-RLF y al menos una de la recuperación de S-RLF o la liberación de SeNB, incluyendo la recuperación de la portadora tras el S-RLF.

50 **[0065]** En la detección del S-RLF, el UE o el SeNB puede determinar que el enlace al SpCell ha sufrido un RLF en base a uno o más criterios analizados a continuación. En la indicación de S-RLF, el UE o el SeNB puede indicar al MeNB que el SpCell ha sufrido el RLF. La indicación puede enviarse al MeNB por la red de retorno por el SeNB o por la mensajería de MAC o de RRC por el UE como se describe a continuación.

55 **[0066]** Una vez que el S-RLF se ha detectado e indicado al MeNB, puede haber dos enfoques diferentes para gestionar el S-RLF. Una primera alternativa puede incluir la recuperación de S-RLF, donde el UE puede restablecer la conexión de SeNB. En un aspecto, el restablecimiento puede configurarse por el MeNB o realizarse de forma autónoma por el UE como se describe a continuación. Una segunda alternativa puede incluir la liberación de SeNB, por ejemplo, en los casos en que la conexión del SeNB no se restablezca. De acuerdo con esta alternativa, el MeNB libera el enlace de SeNB. En esta alternativa, por ejemplo, para una arquitectura de portadora dividida mostrada en la FIG. 13, puede implementarse la recuperación de la portadora donde el tráfico pueda servirse exclusivamente por el MeNB simultáneamente con la liberación del SeNB. Después de la liberación del SeNB, todas las portadoras pueden servirse por el MeNB como se describe a continuación. En un aspecto, incluso si no hay una liberación explícita del SeNB sobre el S-RLF (es decir, el SeNB permanece configurado), el MeNB puede continuar sirviendo a la portadora dividida (véase la FIG. 13).

60 **[0067]** La **FIG. 14** ilustra operaciones 1400 de ejemplo realizadas, por ejemplo, por un UE, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación. Las operaciones 1400 pueden comenzar en 1402 estableciendo comunicación con un MeNB y un SeNB. En 1404, el UE puede detectar un RLF de una conexión con el SeNB, por ejemplo, detectando uno o más de fallos de acceso aleatorio en el SeNB, degradación de la calidad del enlace de

radio medida (por ejemplo, calidad del enlace descendente) de un enlace con el SeNB a continuación de un umbral que da como resultado una alta probabilidad de error del canal de control, fallos de retransmisión de RLC para las portadoras servidas por el SeNB, el RLF en el enlace MeNB, el fallo de transferencia (o cambio) de SeNB o la detección de pérdida de sincronización con el SeNB. En 1406, el UE puede transmitir una indicación de RLF de SCG al MeNB, en respuesta a la detección, por ejemplo, por al menos uno de transmitir un mensaje de RRC de indicación de S-RLF o un mensaje de MAC, desencadenando y transmitiendo un informe de medición en condiciones de calidad del enlace de radio en una o más células del SeNB, o desencadenando y transmitiendo un informe de estado de PDCP (protocolo de convergencia de paquetes de datos). En un aspecto, el mensaje de indicación de S-RLF contiene un informe de medición con respecto a una o más células del SeNB. En 1408, el UE puede continuar monitoreando, midiendo y notificando la calidad del enlace de radio de SeNB. En 1410, el UE puede, al detectar condiciones de radio mejoradas, realizar un procedimiento de acceso aleatorio en el SeNB. En 1412, el UE puede restablecer la conexión con el SeNB.

[0068] La **FIG. 15** ilustra ejemplos de operaciones 1500 realizadas, por ejemplo, por un MeNB, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación. Las operaciones 1500 pueden comenzar en 1502 estableciendo una primera conexión con un UE. En 1504, el MeNB puede configurar el UE para establecer una segunda conexión con un SeNB, por ejemplo, incluyendo la configuración del UE para notificar periódicamente las mediciones de SeNB. En un aspecto, la configuración puede incluir los parámetros de configuración de envío del MeNB para el S-RLF al UE. En 1506, el MeNB puede recibir una indicación de un RLF de la segunda conexión con el SeNB, por ejemplo, incluyendo la recepción de un informe donde la señal recibida medida para el SeNB está por debajo de un determinado umbral. En 1508, el MeNB puede tomar medidas al menos para gestionar el RLF, en respuesta a recibir la indicación del RLF. Como se indica anteriormente, una o más acciones pueden incluir la recuperación de S-RLF o la liberación del SeNB, incluyendo la recuperación de la portadora. En un aspecto, la una o más acciones pueden incluir la transmisión de un comando de reconfiguración al UE, incluyendo al menos uno de liberar el SeNB, añadir el SeNB (por ejemplo, otro SeNB), modificar el SeNB (por ejemplo, modificar la potencia de transmisión, la velocidad de transferencia de datos u otros parámetros) o la recuperación de datos. En 1510, el MeNB puede realizar una recuperación de datos si se libera el SeNB.

[0069] La **FIG. 16** ilustra operaciones 1600 de ejemplo realizadas, por ejemplo, por un SeNB, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación. Las operaciones 1600 pueden estar, en 1602, estableciendo una comunicación con un MeNB y un UE. En 1604, el SeNB puede detectar un RLF de una conexión con el UE, por ejemplo, monitoreando las transmisiones de enlace ascendente del UE para el SeNB y detectando cuándo la energía recibida de las transmisiones de enlace ascendente cae por debajo de un umbral. En un aspecto, esta detección puede incluir monitorear las transmisiones de enlace ascendente del UE para el SeNB y detectar cuándo la energía recibida de las transmisiones de enlace ascendente cae por debajo de un umbral. En 1606, el SeNB puede transmitir una indicación del RLF al MeNB a través de una conexión de red de retorno, en respuesta a la detección.

Detección del S-RLF

[0070] En determinados aspectos, un UE conectado a un SeNB puede detectar un S-RLF de varias formas, incluyendo uno o más de un fallo de acceso aleatorio en SeNB, degradación de la calidad del enlace de radio medida (por ejemplo, calidad de enlace descendente) de un enlace con el SeNB por debajo de un umbral resultante en alta probabilidad de error de canal de control, fallos de retransmisión de RLC (control de enlace de radio), el RLF en el enlace de MeNB, fallo de transferencia (o cambio) de SeNB o detección de pérdida de sincronización con el SeNB.

[0071] El SeNB puede detectar un S-RLF para un UE conectado al monitorear sus transmisiones de enlace ascendente (por ejemplo, canales de control, señal de referencia de sondeo (SRS), etc.) y al determinar la energía recibida (o la relación señal/ruido) de las transmisiones está por debajo de un umbral mínimo.

[0072] Como ejemplo alternativo, el MeNB puede detectar el S-RLF configurando el UE para notificar las mediciones de SeNB (por ejemplo, periódicamente) y recibiendo un informe donde la señal recibida medida para el SeNB esté por debajo de un determinado umbral.

[0073] En determinados aspectos, tras la detección de S-RLF, el UE detiene todas las transmisiones de enlace ascendente y/o detiene la decodificación en todos los datos de enlace descendente y canales de control.

Indicación del S-RLF

[0074] Un UE conectado a un SeNB y un MeNB y que se someta a un S-RLF (pero no a un RLF en un MeNB) puede indicar un S-RLF a un MeNB al menos mediante la transmisión de un mensaje de RRC de indicación de S-RLF o de un mensaje de MAC, desencadenando y transmitiendo un informe de medición en condiciones de calidad de enlace de radio en una o más células del SeNB, o desencadenando y transmitiendo un informe de estado de PDCP (protocolo de convergencia de paquetes de datos). En un aspecto, el SeNB, al detectar un S-RLF de un UE,

puede indicar un S-RLF a un MeNB transmitiendo información que indique un S-RLF a través de la red de retorno al MeNB.

5 **Recuperación del S-RLF - Recuperación autónoma del S-RLF**

10 **[0075]** En determinados aspectos, el UE puede permanecer configurado con el SeNB tras la detección de un S-RLF, hasta que SeNB lo desconfigure mediante el procedimiento de liberación de SeNB. Después de la detección de S-RLF y mientras todavía está configurado con el SeNB, el UE que experimenta un S-RLF puede continuar monitoreando la calidad del enlace de radio de SeNB para reanudar potencialmente la transmisión de datos al SeNB. Al detectar una condición de radio mejorada (por ejemplo, SNR del SeNB > umbral), el UE en un S-RLF puede realizar un procedimiento de acceso aleatorio en el SeNB sin señalarse por el MeNB. Tras completar con éxito el acceso aleatorio en el SeNB, el UE puede restablecer la conexión con el SeNB y puede indicar la recuperación del S-RLF al MeNB a través de un mensaje de RRC o de MAC.

15 **Recuperación del S-RLF - Recuperación asistida por red del S-RLF**

20 **[0076]** Como se indica anteriormente, el UE puede permanecer configurado con el SeNB tras la detección de un S-RLF, hasta que SeNB lo desconfigure mediante el procedimiento de liberación de SeNB. Después de la detección de S-RLF y mientras todavía está configurado con SeNB, el UE que experimenta el S-RLF puede continuar midiendo y notificando, por ejemplo, periódicamente o en momentos configurados, la calidad del enlace de radio de SeNB al MeNB. Tras recibir un informe del UE que indique una calidad de enlace de radio adecuada entre el UE y el SeNB, el MeNB puede indicar al UE que realice un procedimiento de acceso aleatorio en el SeNB para restablecer la conexión con el SeNB.

25 **[0077]** En un aspecto, después de detectar el S-RLF, el UE puede continuar monitoreando y midiendo la calidad del enlace de radio con el SeNB. Tras detectar una recuperación del enlace de radio con el SeNB, por ejemplo, al detectar la calidad por encima de un umbral de calidad, el UE puede transmitir una indicación de la recuperación al MeNB. En respuesta, el MeNB puede transmitir un comando de recuperación del S-RLF al UE que incluye instrucciones para restablecer la conexión con el SeNB. Por ejemplo, el comando de recuperación de S-RLF puede incluir instrucciones para realizar el acceso aleatorio con el SeNB. En un aspecto, la indicación de recuperación transmitida al MeNB puede incluir un mensaje de recuperación de S-RLF o un informe de medición con respecto al SeNB.

35 **Liberación del SeNB y recuperación de la portadora tras el S-RLF**

40 **[0078]** En determinados aspectos, tras recibir una indicación del S-RLF, el MeNB puede iniciar un procedimiento de liberación del SeNB con el UE en el cual se retiran las portadoras conectadas al SeNB. En un aspecto, al tiempo que el procedimiento de liberación, el MeNB puede realizar una recuperación de portadora de datos, que consista en reanudar la comunicación de datos solo en el MeNB, para al menos una portadora (o flujo de datos) que se sirva por el MeNB y el SeNB simultáneamente. En un aspecto, la recuperación de la portadora de datos puede no requerir la reconfiguración del PDCP. Esta recuperación puede hacerse porque en la arquitectura alternativa del plano en U una portadora puede servirse por ambos eNB (véase la FIG. 13).

45 **[0079]** La descripción anterior se proporciona para permitir que cualquier experto en la técnica lleve a la práctica los diversos aspectos descritos en el presente documento. El alcance de la invención se define por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 5
1. Un procedimiento de comunicación inalámbrica, el procedimiento implementado por un equipo de usuario, UE, (720, 810), y comprendiendo:
- establecer (1402) comunicación con un nodo B evolucionado maestro, MeNB (710a, 804) y un eNB secundario, SeNB (710b, 804);
- 10 detectar (1404) un fallo de enlace de radio, RLF, de una conexión con el SeNB (710b, 804);
- transmitir (1406) una indicación del RLF al MeNB (710a, 804), en respuesta a la detección;
- 15 recibir, desde el MeNB (710a, 804), un comando de reconfiguración para la liberación de SeNB que incluye recuperación de portadora después de transmitir la indicación del RLF al MeNB; y **caracterizado por:**
- reanudar la comunicación de datos con el MeNB para una o más portadoras previamente establecidas entre el UE (720, 810) y el SeNB y servidos simultáneamente por el MeNB y el SeNB en respuesta a la recepción del comando;
- 20 en el que la recuperación de portadora comprende la reanudación de la comunicación de datos solo para las portadoras servidas previamente simultáneamente por el MeNB (710a, 804) y el SeNB (710b, 804) y sin realizar una reconfiguración del PDCP, protocolo de convergencia de datos por paquete.
- 25
2. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además suspender la comunicación con el SeNB (710b, 804) en respuesta a la detección del RLF.
- 30
3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que detectar el RLF comprende al menos uno entre:
- detectar un fallo de acceso aleatorio con el SeNB (710b, 804);
- detectar un fallo del control de enlace de radio, RLC, para una célula de portadora del SeNB (710b, 804);
- 35 determinar que una calidad de radio del enlace descendente medida para el SeNB (710b, 804) es inferior a un umbral de calidad de enlace de radio; o
- detectar la pérdida de sincronización con el SeNB (710b, 804).
- 40
4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la indicación del RLF se proporciona en al menos uno de un mensaje de indicación de RLF secundario, S-RLF, un mensaje de control de recursos de radio, RRC, o un informe de medición con respecto a una o más células de SeNB (710b, 804).
- 45
5. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además:
- transmitir una indicación de recuperación del enlace de radio con el SeNB (710b, 804) al MeNB (710a, 804);
- 50 recibir un comando de recuperación de RLF secundario, S-RLF, del MeNB (710a, 804), en respuesta a la transmisión de la indicación de recuperación; y
- restablecer la conexión con el SeNB (710b, 804) en respuesta a la recepción del comando de S-RLF.
- 55
6. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además restablecer la comunicación (1412) con el SeNB (710b, 804) en respuesta a la detección de la recuperación del enlace de radio mediante la realización de un procedimiento de acceso aleatorio.
- 60
7. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la detección de la recuperación del enlace de radio con el SeNB (710b, 804) comprende determinar que una calidad de radio de enlace descendente medida al SeNB (710b, 804) es mayor que una calidad de enlace de radio umbral.
8. Un procedimiento de comunicación inalámbrica, el procedimiento implementado por un nodo B evolucionado maestro, MeNB, (710a, 804) y comprendiendo:
- 65 establecer (1502) una primera conexión con un equipo de usuario, UE (720, 810);

configurar (1504) el UE (720, 810) para establecer una segunda conexión con un nodo B evolucionado secundario, SeNB (710b, 804);

recibir (1506) una indicación de un fallo de enlace de radio, RLF, de la segunda conexión;

enviar, al UE (720, 801), un comando de reconfiguración para la liberación de SeNB que incluye recuperación de portadora en respuesta a la recepción de la indicación del RLF; y **caracterizado por**

reanudar la comunicación de datos con el UE (720, 810) para una o más portadoras previamente establecidas entre el UE (720, 810) y el SeNB (710b, 804) y servidos simultáneamente por el MeNB y el SeNB;

en el que la recuperación de portadora comprende la reanudación de la comunicación de datos solo para las portadoras servidas previamente simultáneamente por el MeNB (710a, 804) y el SeNB (710b, 804) y sin realizar una reconfiguración del PDCP, protocolo de convergencia de datos por paquete.

9. El procedimiento de la reivindicación 8, en el que la indicación del RLF se recibe del UE (720, 810) o del SeNB a través de una red de retorno, y preferentemente comprende al menos uno de un mensaje de indicación de RLF secundario, S-RLF o un informe de medición sobre el SeNB (710b, 804).

10. El procedimiento de la reivindicación 8, en el que configurar el UE para establecer la segunda conexión comprende transmitir uno o más parámetros de configuración con respecto al RLF de la segunda conexión.

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

recibir una indicación de recuperación de la segunda conexión;

transmitir un comando de recuperación de RLF secundario, S-RLF, al UE (720, 810), en respuesta a recibir la indicación de la recuperación.

12. El procedimiento de la reivindicación 11, en el que el comando de recuperación de S-RLF comprende instrucciones para restablecer la comunicación con el SeNB (710b, 804).

13. Un aparato de equipo de usuario, UE, para comunicación inalámbrica, que comprende:

medios para establecer comunicación con un nodo B evolucionado maestro, MeNB, (710a, 804) y un eNB secundario, SeNB, (710b, 804);

medios para detectar un fallo de enlace de radio, RLF, de una conexión con el SeNB (710b, 804);

medios para transmitir una indicación del RLF al MeNB (710a, 804), en respuesta a la detección;

medios para recibir, desde el MeNB (710a, 804), un comando de reconfiguración para la liberación de SeNB que incluye recuperación de portadora después de transmitir la indicación del RLF al MeNB; y **caracterizado por** comprender además

medios para reanudar la comunicación de datos con el MeNB para una o más portadoras previamente establecidas entre el UE (720, 810) y el SeNB y servidas simultáneamente por el MeNB y el SeNB en respuesta a la recepción del comando;

en el que la recuperación de portadora comprende la reanudación de la comunicación de datos solo para las portadoras servidas previamente simultáneamente por el MeNB (710a, 804) y el SeNB (710b, 804) y sin realizar una reconfiguración del PDCP, protocolo de convergencia de datos por paquete.

14. Un aparato de Nodo B evolucionado maestro, MeNB, para la comunicación inalámbrica, que comprende:

medios para establecer una primera conexión con un equipo de usuario, UE, (720, 810);

medios para configurar el UE (720, 810) para establecer una segunda conexión con un nodo B evolucionado secundario, SeNB, (710b, 804);

medios para recibir una indicación de un fallo de enlace de radio, RLF, de la segunda conexión;

medios para enviar, al UE (720, 810), un comando de reconfiguración para la liberación de SeNB que incluye la recuperación de la portadora en respuesta a la recepción de la indicación del RLF; y **caracterizado por** comprender además

medios para reanudar la comunicación de datos con el UE (720, 810) para una o más portadoras previamente establecidas entre el UE (720, 810) y el SeNB (710b, 804) y servidas simultáneamente por el MeNB y el SeNB;

5

en el que la recuperación de portadora comprende la reanudación de la comunicación de datos solo para las portadoras servidas previamente simultáneamente por el MeNB (710a, 804) y el SeNB (710b, 804) y sin realizar una reconfiguración del PDCP, protocolo de convergencia de datos por paquete.

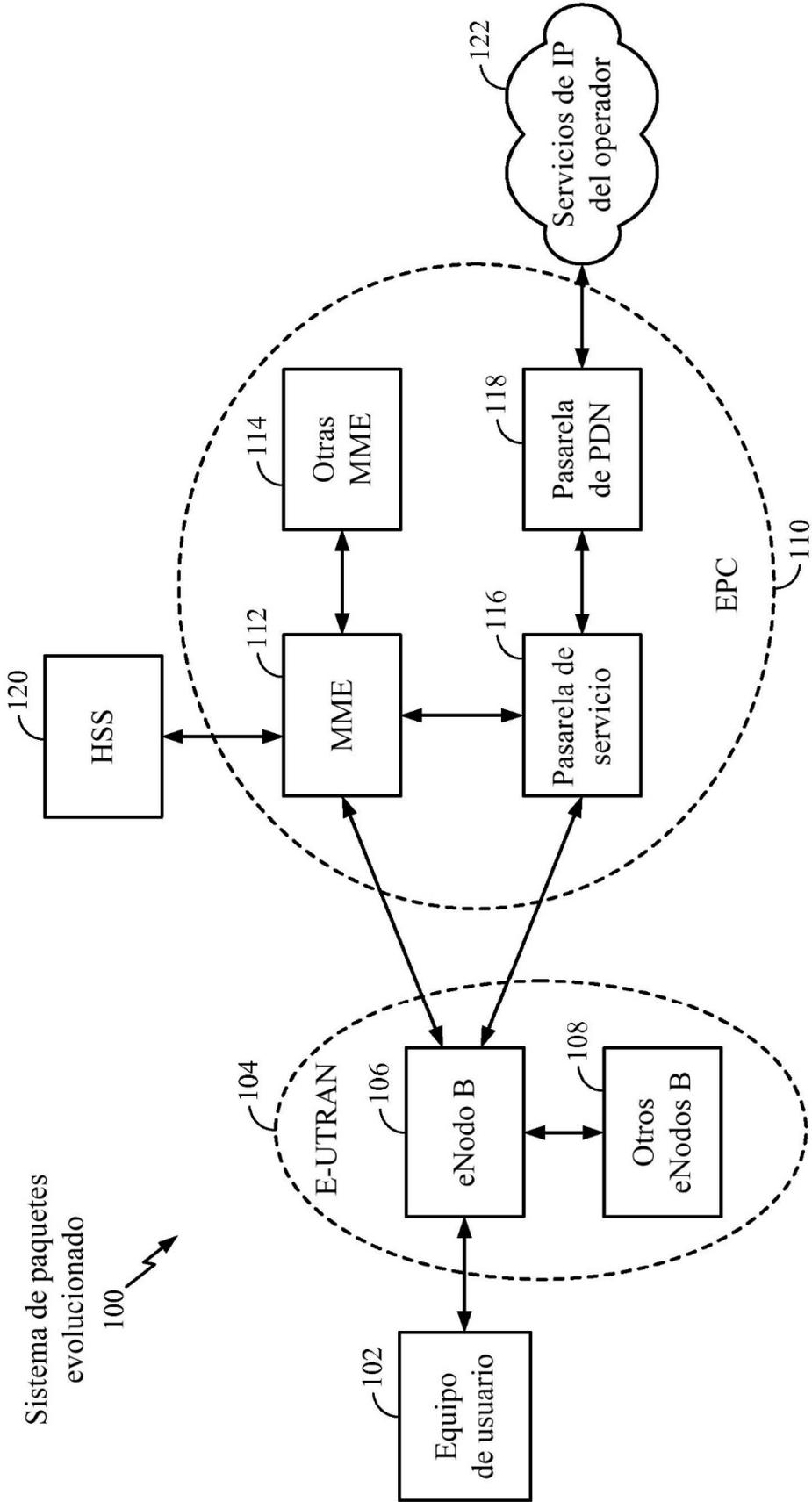


FIG. 1

Sistema de paquetes evolucionado

100

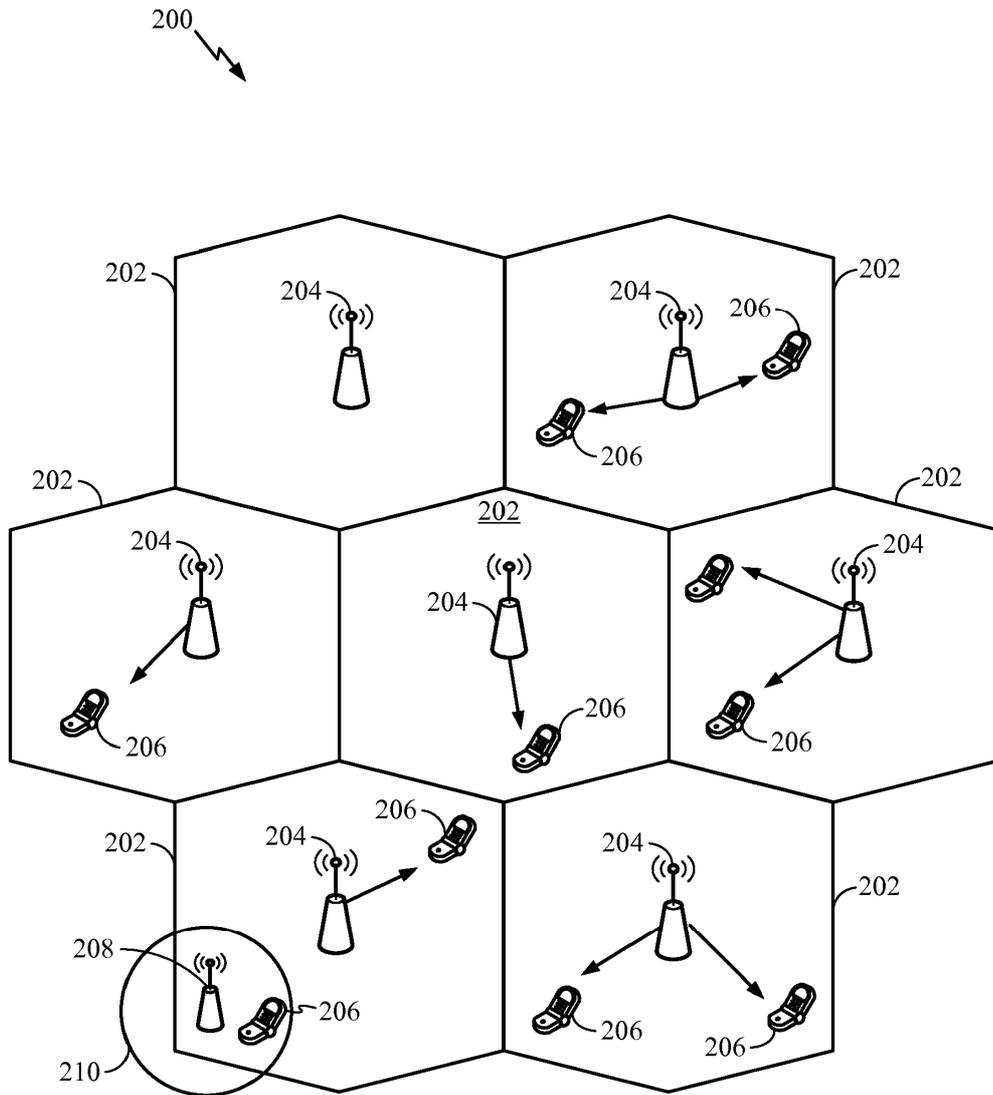


FIG. 2

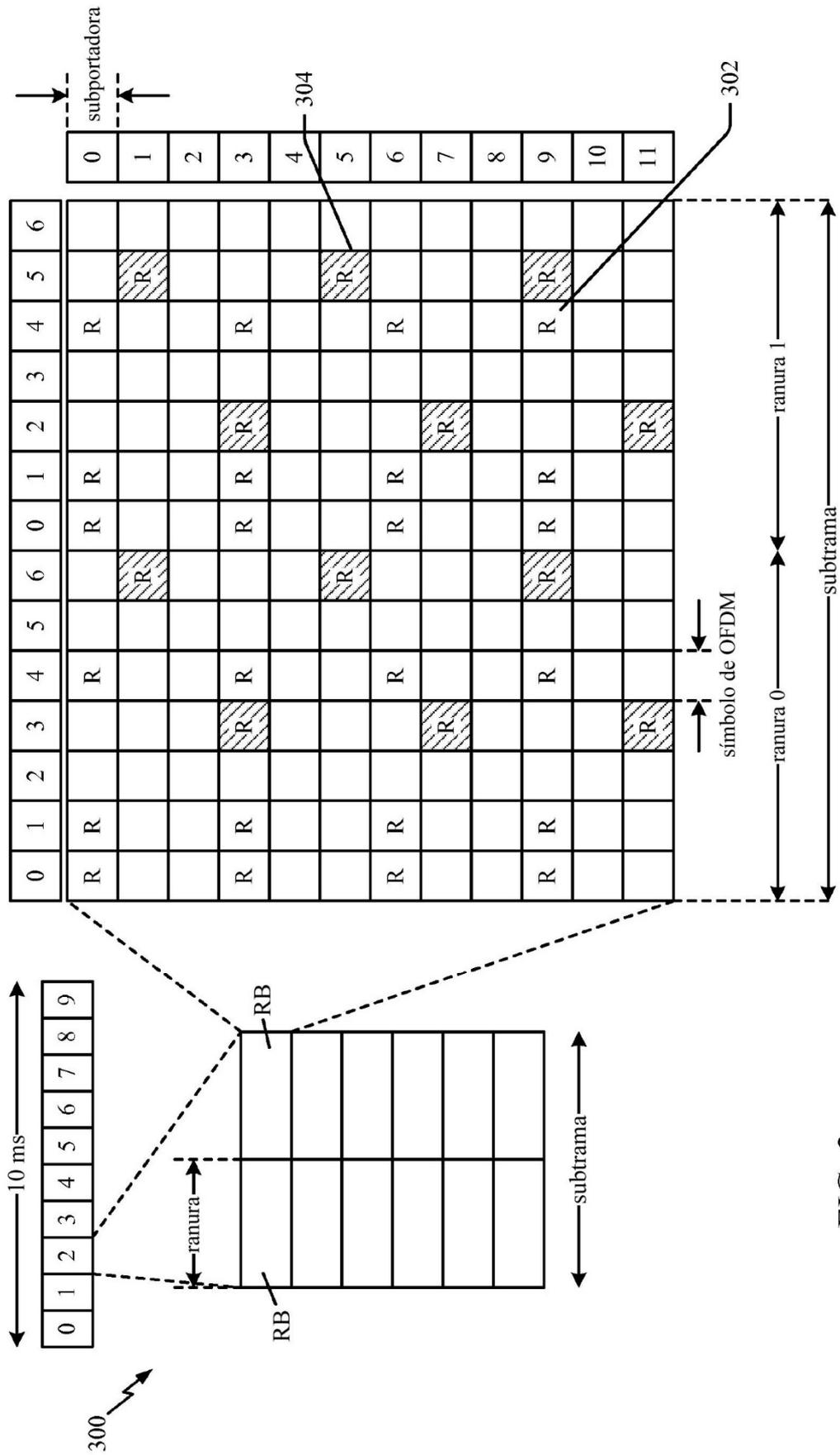


FIG. 3

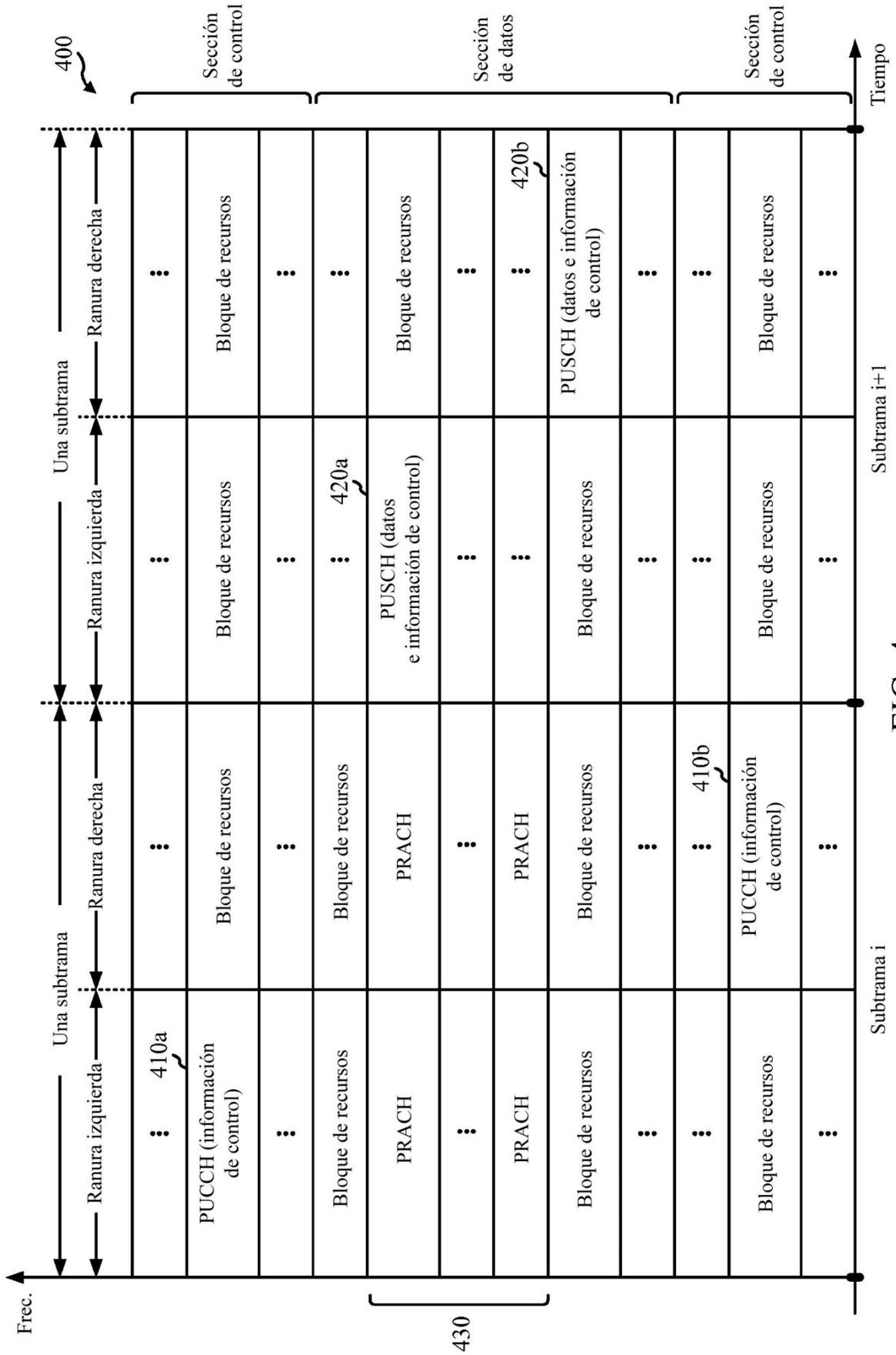


FIG. 4

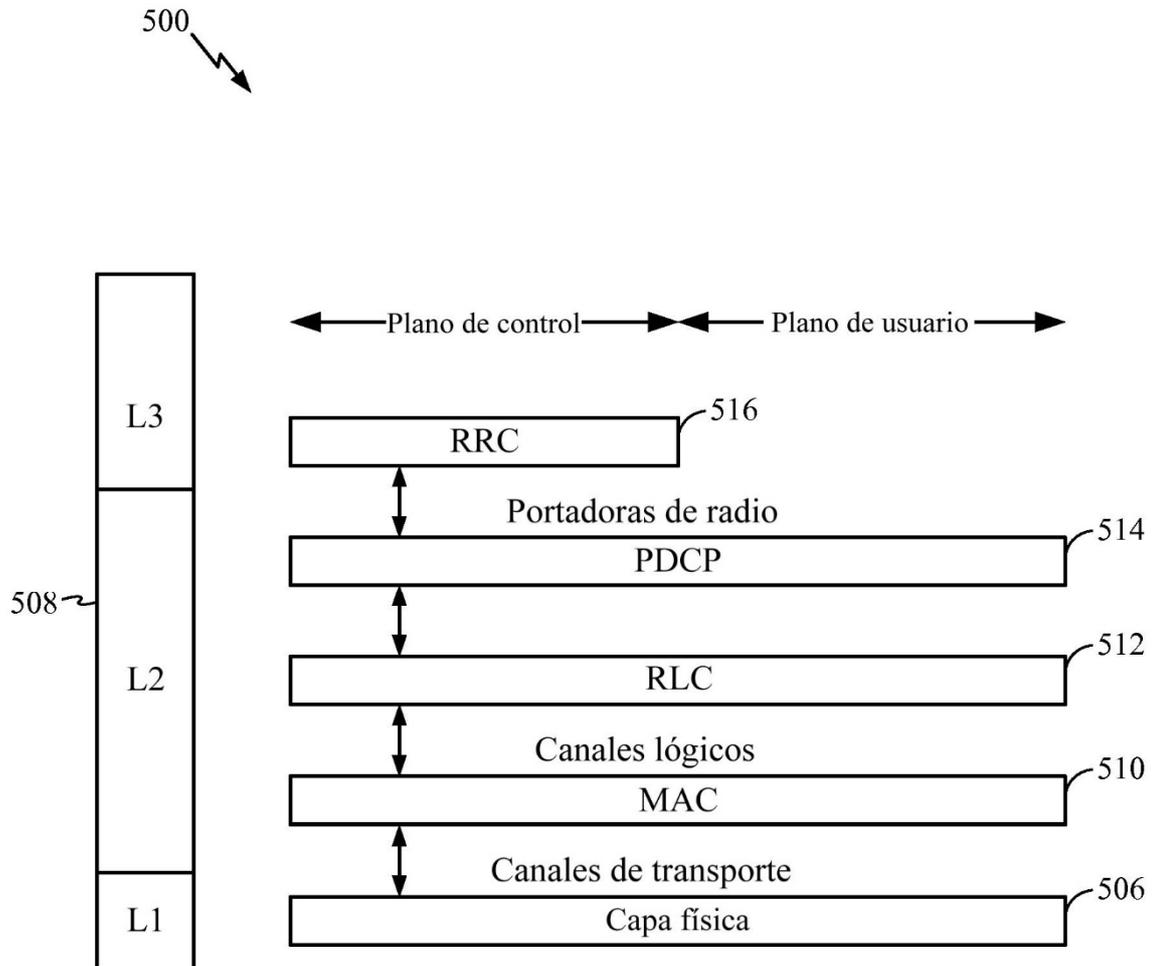


FIG. 5

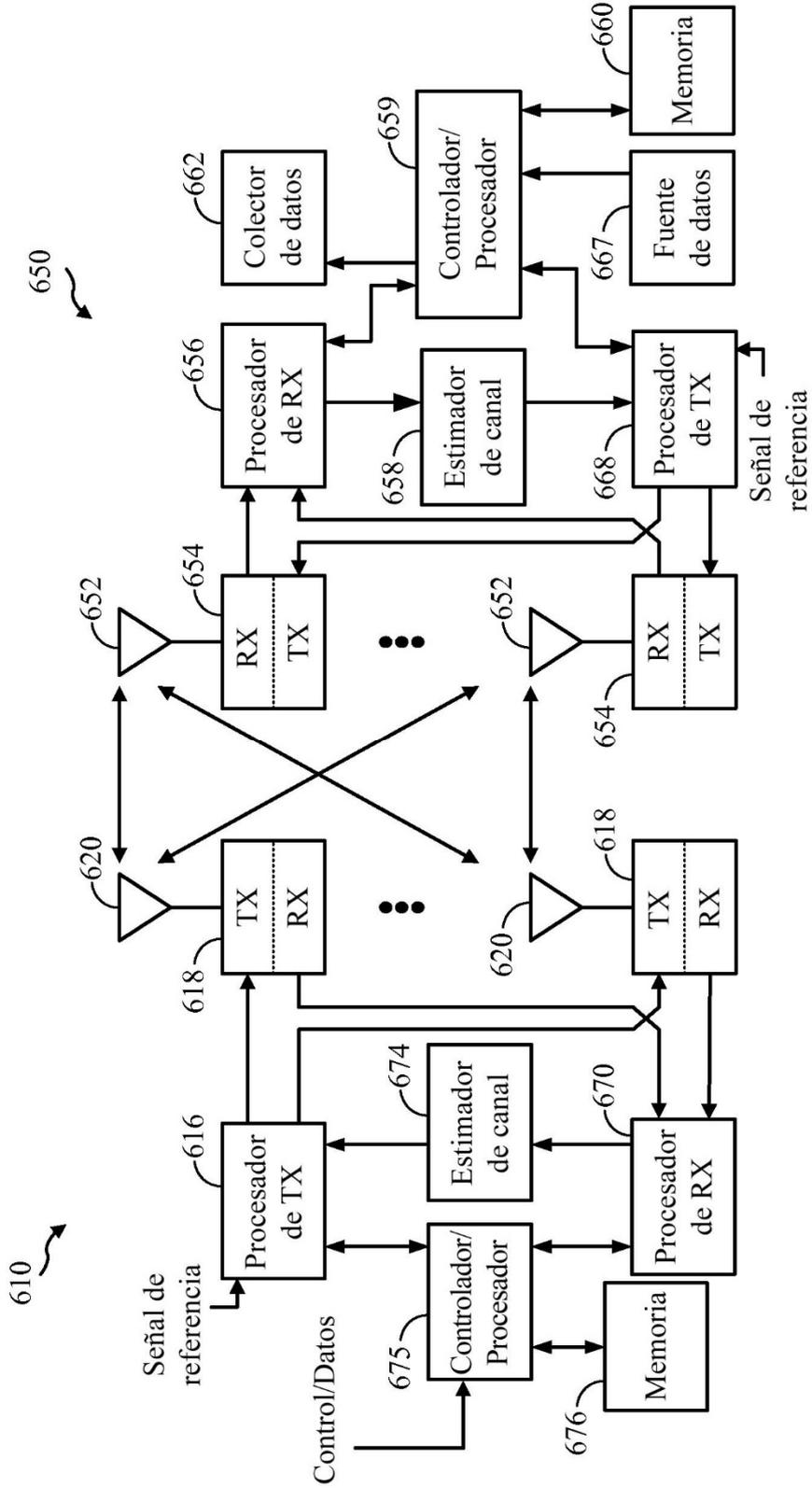


FIG. 6

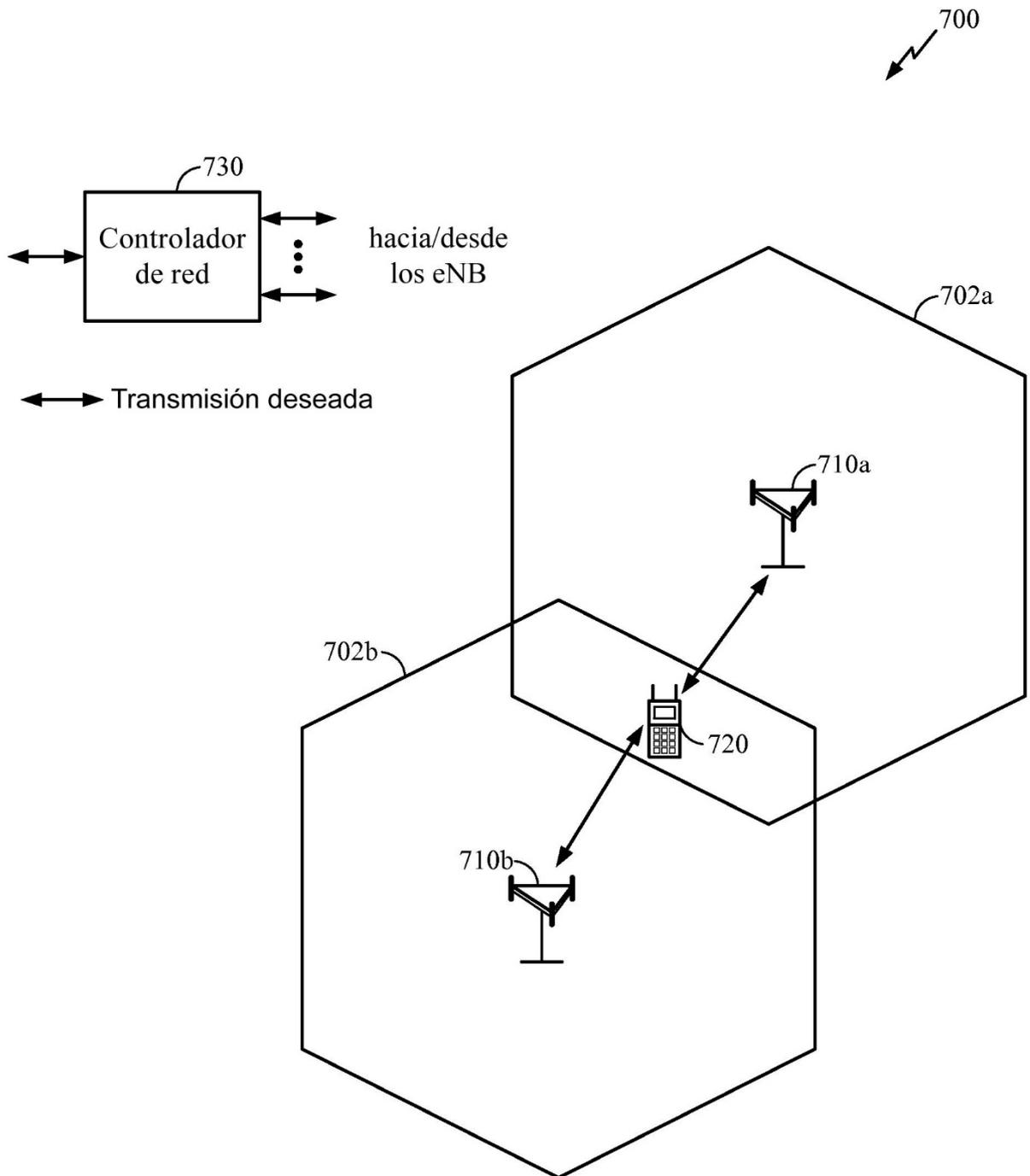


FIG. 7

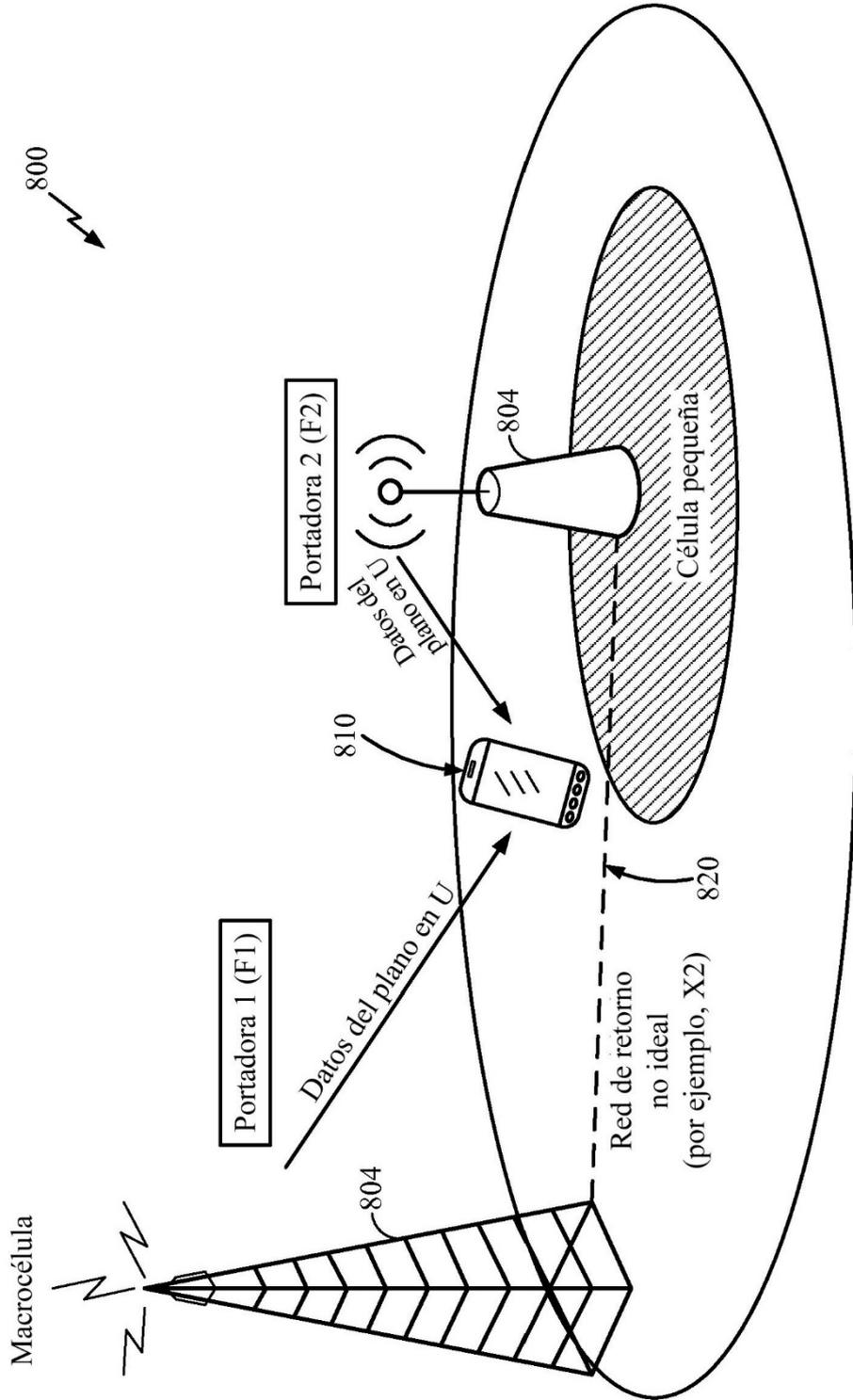


FIG. 8

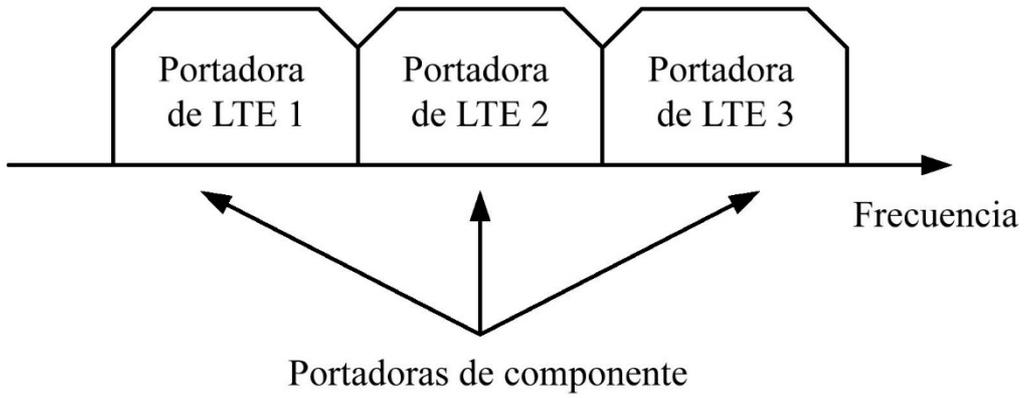


FIG. 9

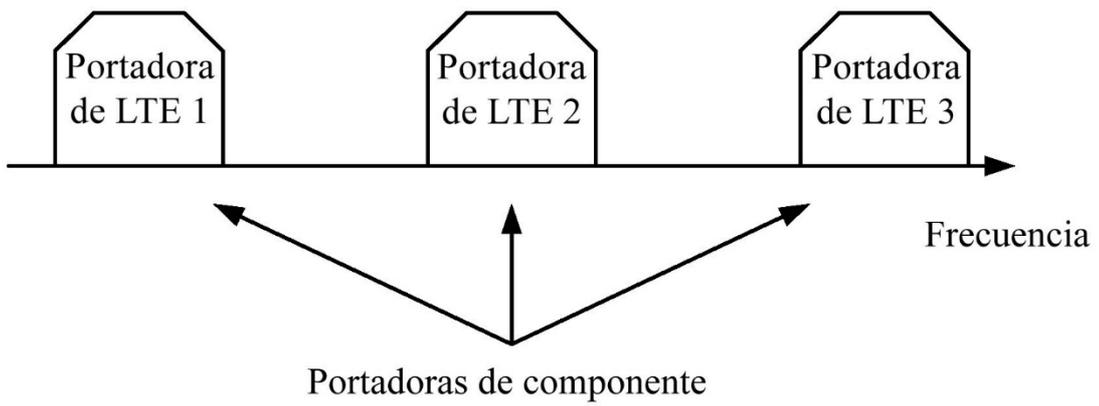


FIG. 10

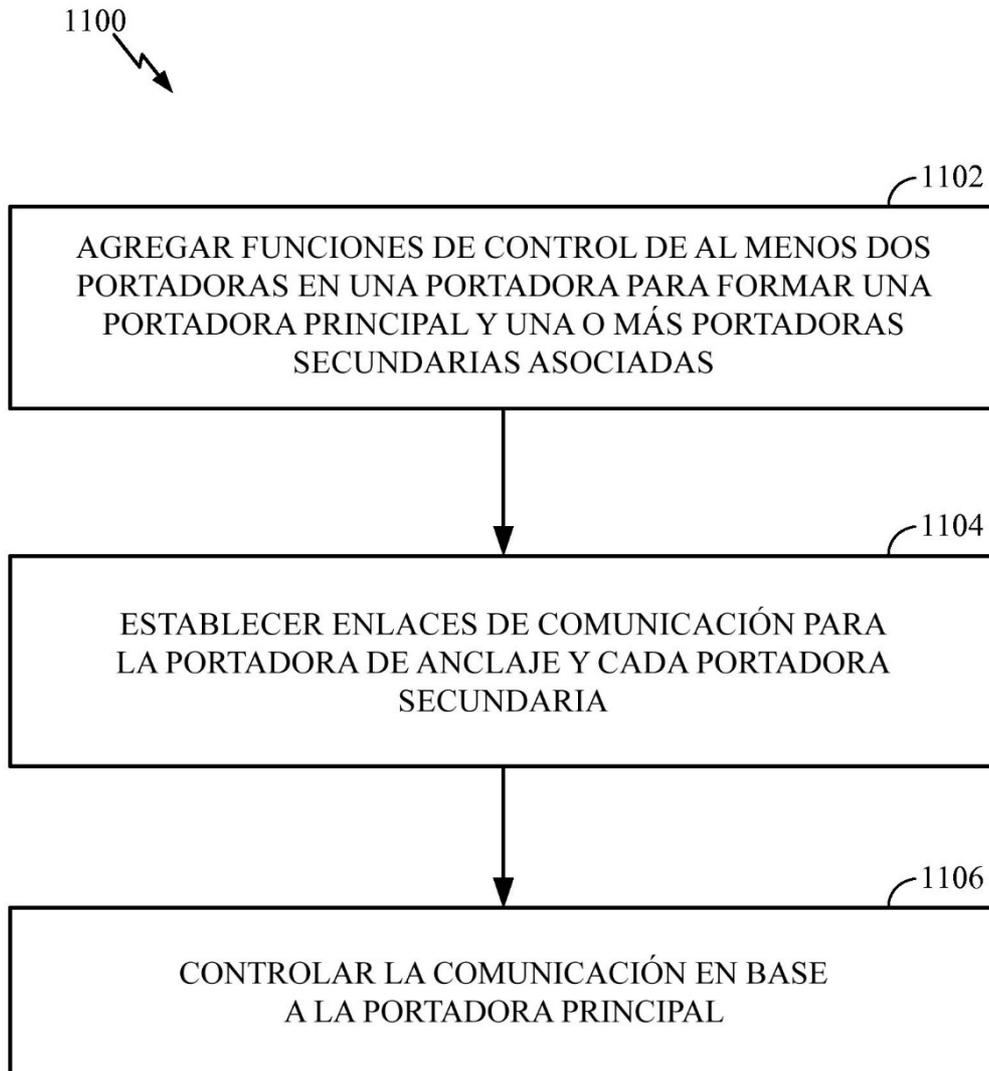


FIG. 11

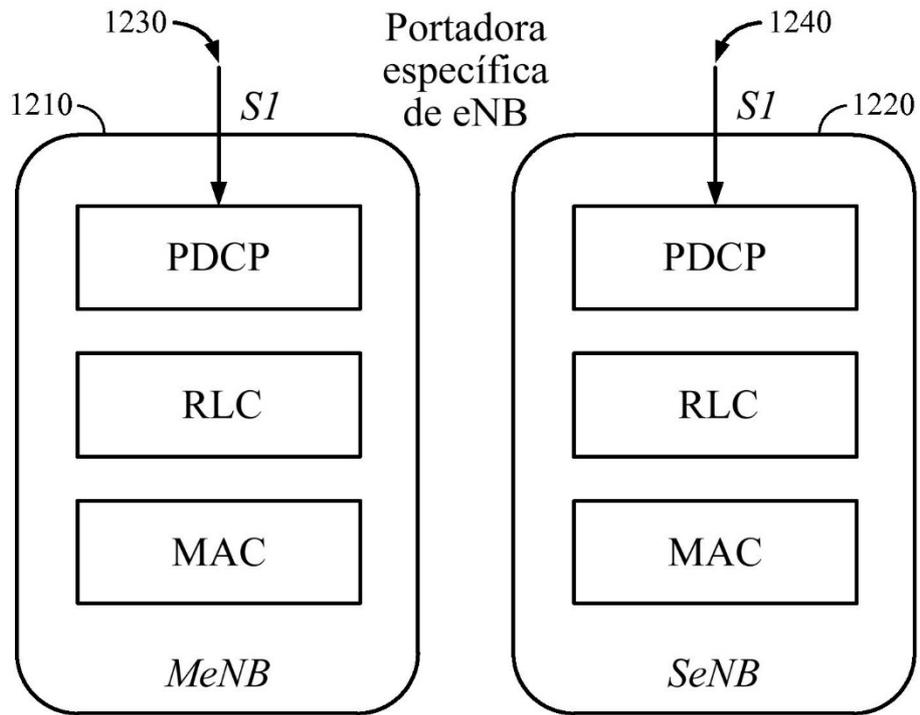


FIG. 12

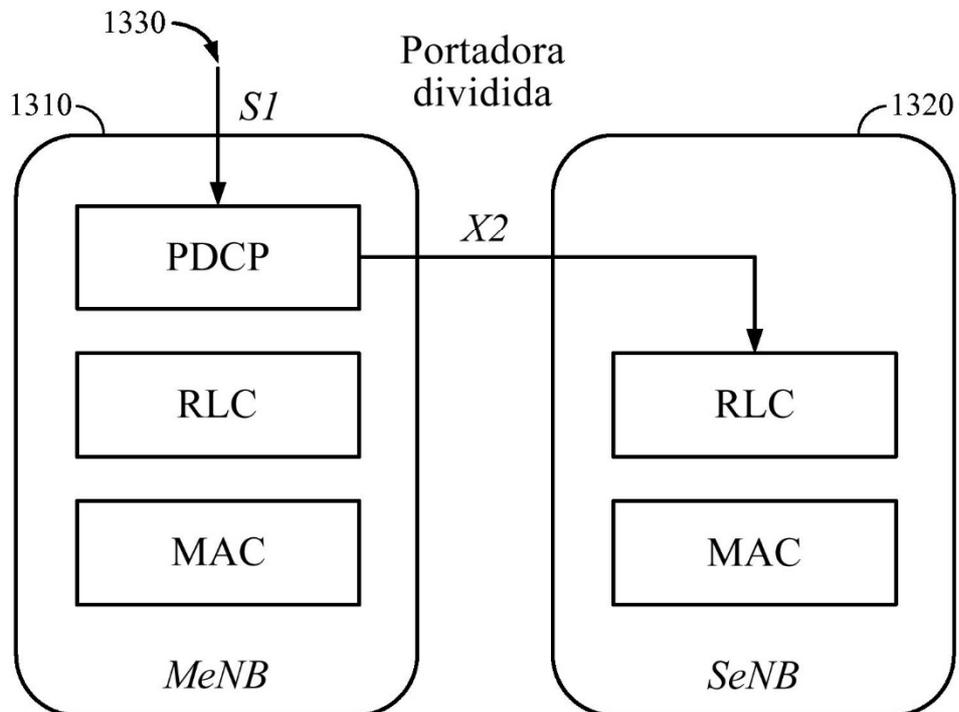


FIG. 13

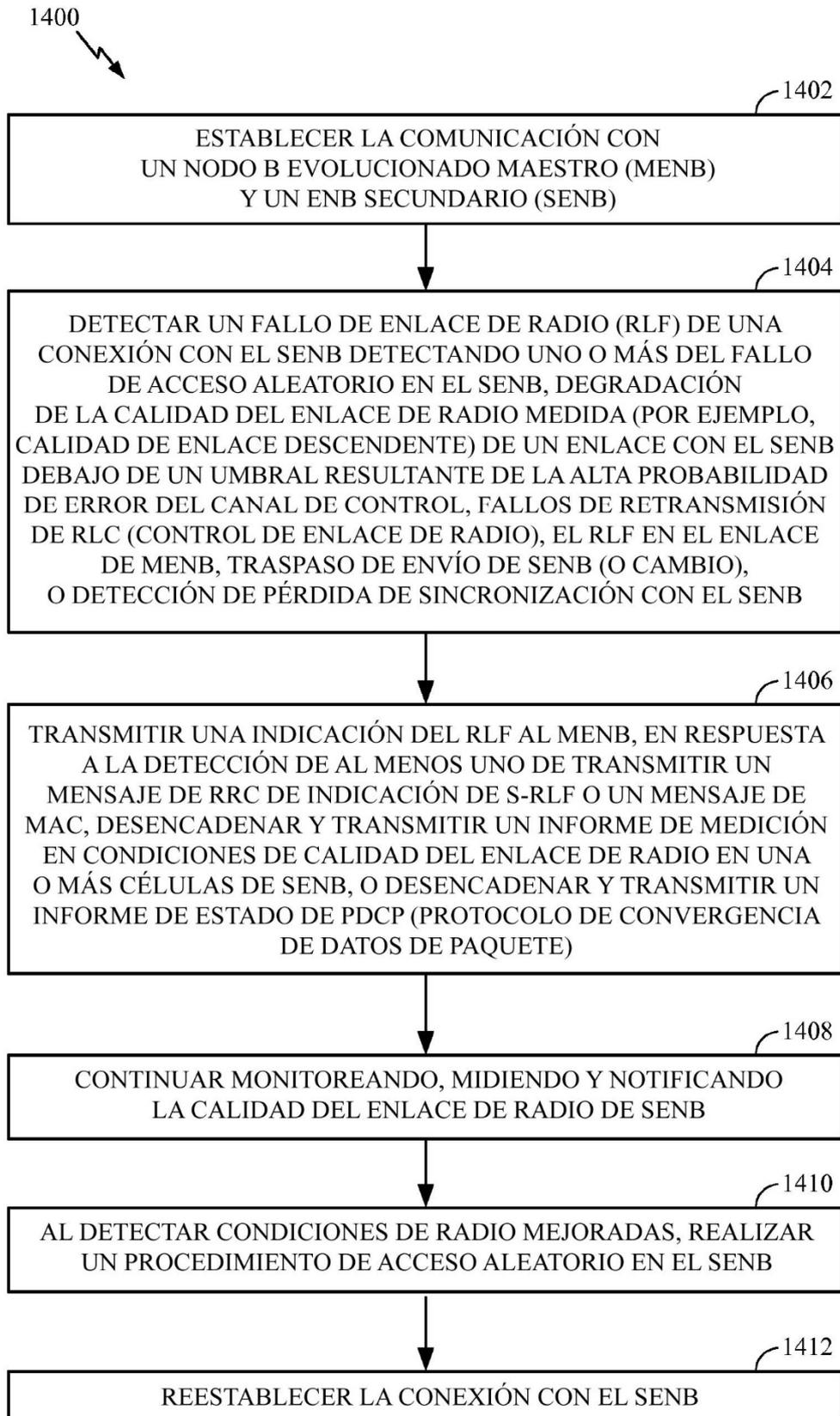


FIG. 14

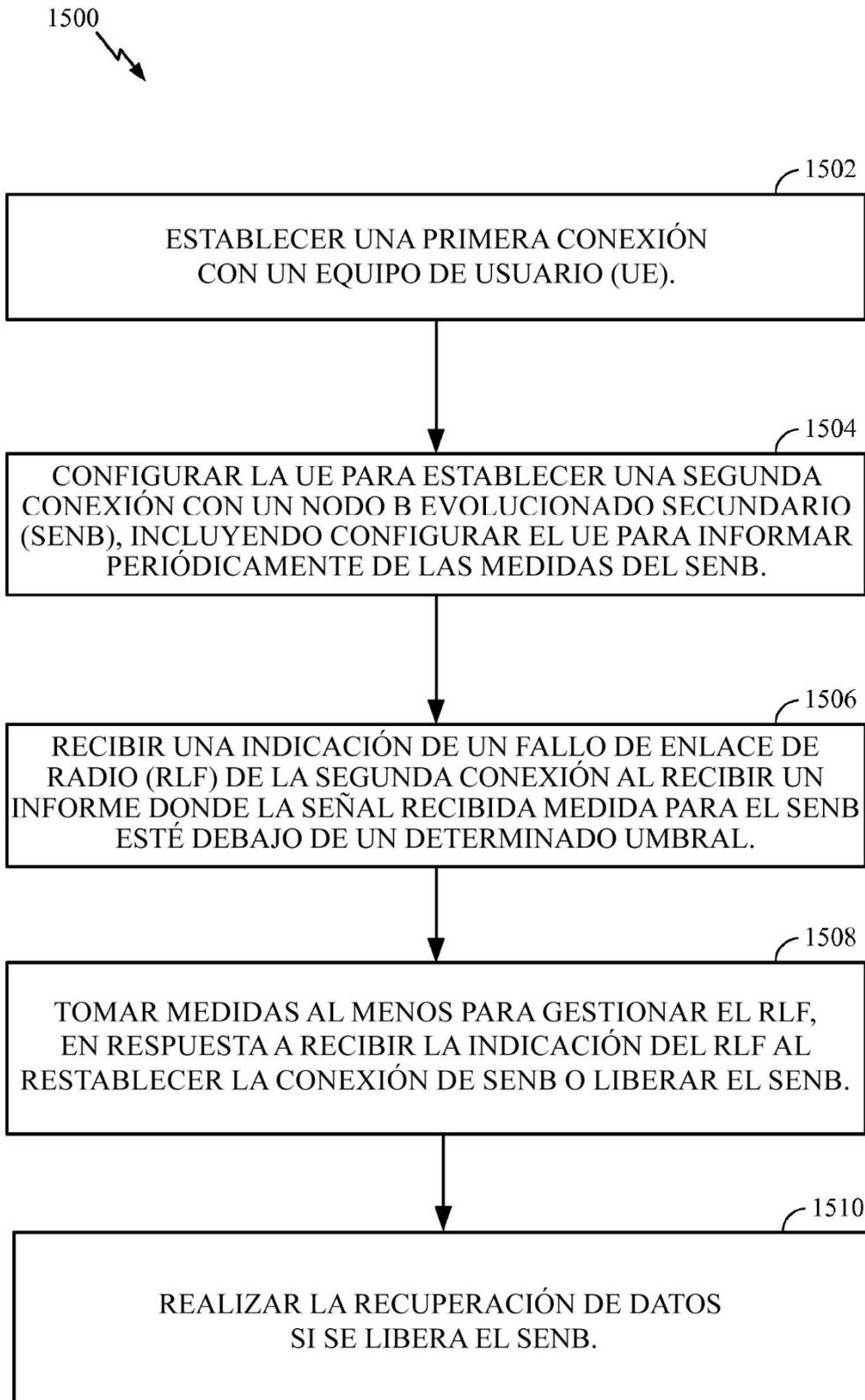


FIG. 15

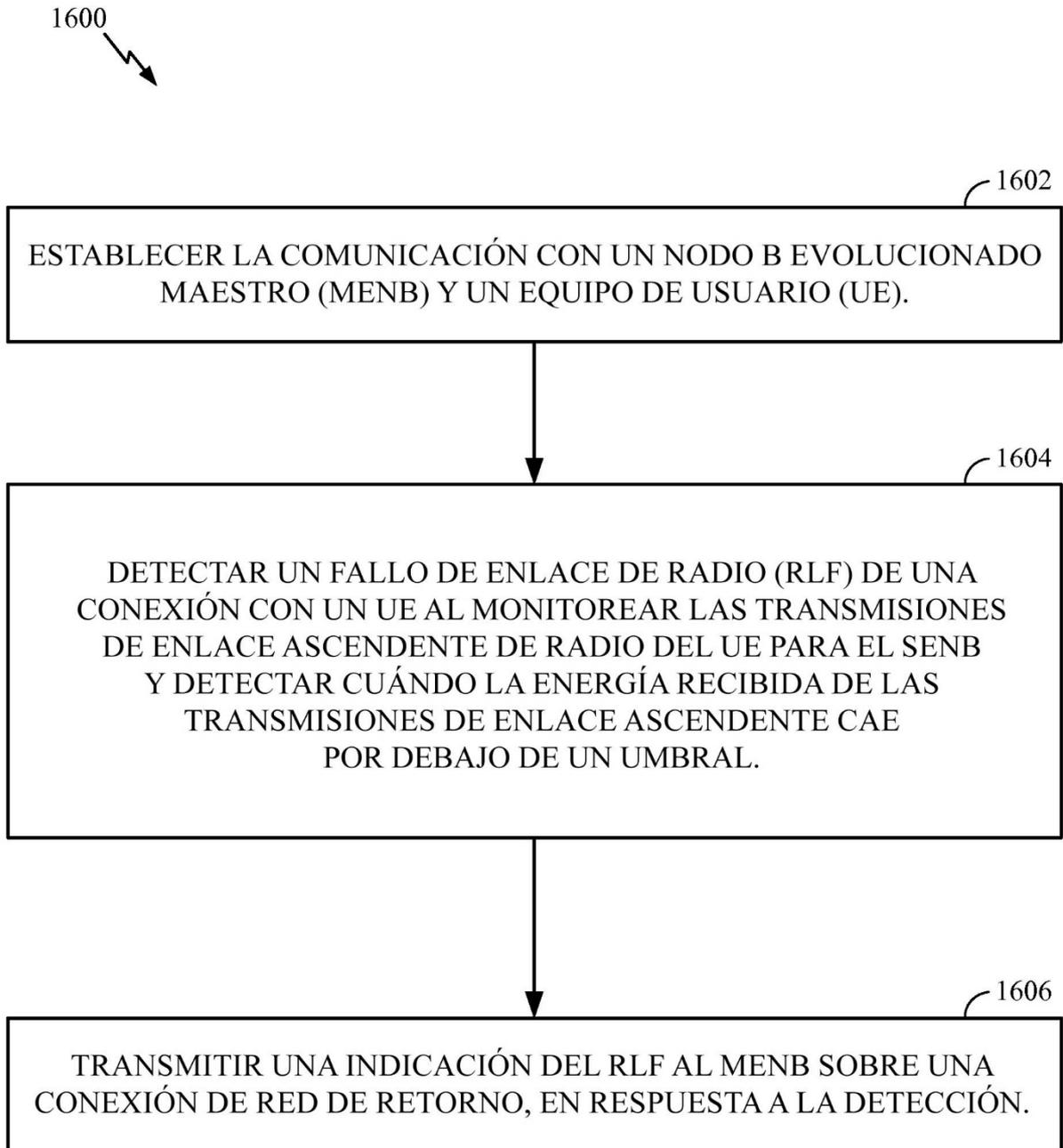


FIG. 16