

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 986 858**

51 Int. Cl.:

H04W 76/27 (2008.01)

H04W 36/00 (2009.01)

H04W 8/20 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.02.2021** **PCT/US2021/017742**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.08.2021** **WO21163394**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.02.2021** **E 21710722 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2024** **EP 4026391**

54 Título: **Transmisión de datos pequeños (SDT)**

30 Prioridad:

13.02.2020 US 202062975900 P

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

12.11.2024

73 Titular/es:

CANON KABUSHIKI KAISHA (100.0%)
30-2, Shimomaruko 3-chome, Ohta-ku
Tokyo 146-8501, JP

72 Inventor/es:

KIM, TAEHUN;
PARK, KYUNGMIN;
DINAN, ESMAEL;
RYU, JINSOOK y
TALEBI FARD, PEYMAN

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 986 858 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

Transmisión de datos pequeños (SDT)

5 **SECTOR TÉCNICO**

Esta solicitud se refiere al sector técnico de sistemas de comunicación inalámbrica, tales como sistemas de comunicación 4G (por ejemplo, LTE, LTE avanzada), sistemas de comunicación 5G, otros sistemas de comunicación compatibles con sistemas de comunicación 4G y/o 5G y métodos, sistemas y aparatos relacionados.

10 **ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR**

Con respecto a la técnica anterior pertinente, se hace referencia a la publicación WO 2018/142207 A1. También se hace referencia a la especificación técnica del 3GPP TS 38.300, RAN WG2, V16.0.0, 8 de enero de 2020, y al informe técnico del 3GPP TR 23.724, SA WG2, V16.1.0, 11 de junio de 2019, así como a las publicaciones Huawei, HiSilicon, "Small data transmission with RA-based schemes", en: borrador del 3GPP R2-2101214, 3GPP TSG-RAN WG2 #113-e, reunión a distancia, del 25 de enero al 5 de febrero de 2021; Huawei, HiSilicon, "SDT aspects common for RACH-based and CG-based SDT scheme", en: borrador del 3GPP R2-2009930, 3GPP TSG-RAN WG2 #112-e, en línea, del 2 al 13 de noviembre de 2020; y LG Electronics Inc., "Consideration on small data transmission with and without anchor relocation", en: borrador del 3GPP R3-210880, 3GPP TSG-RAN WG3 #111-e, del 24 de enero al 4 de febrero de 2021.

25 **CARACTERÍSTICAS**

La invención se define mediante las reivindicaciones independientes 1, 14 y 15. Otras realizaciones se definen en las reivindicaciones dependientes 2 a 13.

30 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

Ejemplos de varias de las diversas realizaciones de la presente descripción se describen en la presente memoria haciendo referencia a los dibujos. Las realizaciones dadas a conocer haciendo referencia a las figuras 25 a 26 forman parte de la invención reivindicada. Las otras realizaciones no forman parte de la invención reivindicada, pero se incluyen solo con fines ilustrativos.

35 La figura 1A y la figura 1B ilustran redes de comunicaciones móviles de ejemplo en las que se pueden implementar realizaciones de la presente descripción.

La figura 2A y la figura 2B ilustran, respectivamente, una pila de protocolos del plano de usuario y del plano de control de Nueva radio (NR, New Radio).

40 La figura 3 ilustra un ejemplo de servicios proporcionados entre capas de protocolos de la pila de protocolos del plano de usuario de NR de la figura 2A.

La figura 4A ilustra un flujo de datos de enlace descendente de ejemplo, a través de la pila de protocolos del plano de usuario de NR de la figura 2A.

La figura 4B ilustra un formato de ejemplo de una subcabecera de MAC en una PDU de MAC.

45 La figura 5A y la figura 5B ilustran, respectivamente, un mapeo entre canales lógicos, canales de transporte y canales físicos para el enlace descendente y el enlace ascendente.

La figura 6 es un diagrama de ejemplo que muestra transiciones de estado RRC de un UE.

La figura 7 ilustra una configuración de ejemplo de una trama de NR en la que se agrupan símbolos OFDM.

50 La figura 8 ilustra una configuración de ejemplo de una ranura en el dominio del tiempo y de la frecuencia para una portadora de NR.

La figura 9 ilustra un ejemplo de adaptación de ancho de banda utilizando tres BWP configuradas para una portadora de NR.

La figura 10A ilustra tres configuraciones de agregación de portadoras con dos portadoras componentes.

55 La figura 10B ilustra un ejemplo de cómo se pueden configurar celdas agregadas en uno o varios grupos de PUCCH.

La figura 11A ilustra un ejemplo de una estructura y ubicación del bloque de SS/PBCH.

La figura 11B ilustra un ejemplo de CSI-RS que se mapean en los dominios del tiempo y de la frecuencia.

La figura 12A y la figura 12B ilustran, respectivamente, ejemplos de tres procedimientos de gestión de haz de enlace descendente y de enlace ascendente.

60 La figura 13A, la figura 13B y la figura 13C ilustran, respectivamente, un procedimiento de acceso aleatorio basado en contienda de cuatro etapas, un procedimiento de acceso aleatorio sin contienda de dos etapas y otro procedimiento de acceso aleatorio de dos etapas.

La figura 14A ilustra un ejemplo de configuraciones de CORESET para una parte de ancho de banda.

65 La figura 14B ilustra un ejemplo de un mapeo de CCE a REG para transmisión de DCI en un CORESET y procesamiento de PDCCH.

La figura 15 ilustra un ejemplo de un dispositivo inalámbrico en comunicación con una estación base.

La figura 16A, la figura 16B, la figura 16C y la figura 16D ilustran estructuras de ejemplo para transmisión de enlace ascendente y de enlace descendente.

La figura 17 ilustra un ejemplo de un procedimiento de restablecimiento de conexión RRC.

La figura 18 ilustra un ejemplo de un procedimiento de reanudación de conexión RRC.

5 La figura 19 ilustra un ejemplo de un procedimiento de reanudación de conexión RRC con reubicación de anclaje.

La figura 20 ilustra un ejemplo de un procedimiento de reanudación de conexión RRC sin reubicación de anclaje.

La figura 21 ilustra un ejemplo de un procedimiento de transmisión de datos iniciales del plano de control.

10 La figura 22 ilustra un ejemplo de un procedimiento de transmisión de datos iniciales del plano de usuario con reubicación de anclaje.

La figura 23 ilustra un ejemplo de trayecto óptimo para transmisión de datos en movilidad de un dispositivo inalámbrico.

15 La figura 24 ilustra un ejemplo de un diagrama que muestra un procedimiento mejorado para una determinación de reubicación de anclaje en estado RRC inactivo.

La figura 25 ilustra un procedimiento mejorado para transmisión de datos originada en móvil sin reubicación de anclaje en estado RRC inactivo.

La figura 26 ilustra un ejemplo de un procedimiento mejorado para transmisión de datos terminada en móvil sin reubicación de anclaje en estado RRC inactivo.

20 La figura 27 ilustra un ejemplo de un diagrama que muestra un procedimiento mejorado para una determinación de reubicación de anclaje en estado RRC de reposo.

La figura 28 ilustra un ejemplo de un procedimiento mejorado para transmisión de datos originada en móvil sin reubicación de anclaje en estado RRC de reposo.

25 La figura 29 ilustra un ejemplo de un procedimiento mejorado para transmisión de datos originada en móvil con reubicación de anclaje en estado RRC de reposo.

La figura 30 ilustra un ejemplo de un procedimiento mejorado con optimización de señalización para transmisión de datos pequeños originada en móvil con reubicación de anclaje en estado RRC de reposo.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

30

En la presente descripción, se presentan varias realizaciones como ejemplos de cómo se pueden implementar las técnicas dadas a conocer y/o cómo se pueden llevar a la práctica en entornos y escenarios las técnicas dadas a conocer. Las realizaciones dadas a conocer haciendo referencia a las figuras 25 a 26 forman parte de la invención reivindicada. Las otras realizaciones no forman parte de la invención reivindicada, pero se incluyen solo con fines ilustrativos. Para los expertos en la materia pertinente, será evidente que se pueden realizar diversos cambios en la forma y los detalles en las mismas para obtener otras realizaciones. De hecho, después de leer la descripción, será evidente para un experto en la materia pertinente cómo implementar realizaciones alternativas. Las presentes realizaciones no deben estar limitadas por ninguna de las realizaciones a modo de ejemplo descritas. Las realizaciones de la presente descripción se describirán haciendo referencia a los dibujos adjuntos. Las limitaciones, características y/o elementos de las realizaciones de ejemplo dadas a conocer se pueden combinar para crear otras realizaciones. Cualesquiera figuras que destaquen la funcionalidad y las ventajas, se presentan solo como ejemplos. La arquitectura dada a conocer es suficientemente flexible y configurable, de manera que se puede utilizar de otras formas distintas a la mostrada. Por ejemplo, las acciones listadas en cualquier diagrama de flujo pueden reordenarse o utilizarse solo opcionalmente en algunas realizaciones.

35

40

45

Las realizaciones se pueden configurar para que funcionen según sea necesario. El mecanismo dado a conocer se puede llevar a cabo cuando se cumplen determinados criterios, por ejemplo, en un dispositivo inalámbrico, una estación base, un entorno de radio, una red, una combinación de los anteriores y/o similares. Los criterios de ejemplo se pueden basar, por lo menos en parte, en, por ejemplo, configuraciones de dispositivo inalámbrico o de nodo de red, carga de tráfico, configuración inicial del sistema, tamaños de paquete, características de tráfico, una combinación de los anteriores y/o similares. Cuando se cumplen el uno o varios criterios, se pueden aplicar varias realizaciones de ejemplo. Por lo tanto, puede ser posible implementar realizaciones de ejemplo que implementen selectivamente protocolos dados a conocer.

50

55

Una estación base se puede comunicar con una mezcla de dispositivos inalámbricos. Los dispositivos inalámbricos y/o las estaciones base pueden soportar múltiples tecnologías y/o múltiples versiones de la misma tecnología. Los dispositivos inalámbricos pueden tener alguna(s) capacidad(es) específica(s) dependiendo de la categoría del dispositivo inalámbrico y/o de la(s) capacidad(es). Cuando esta descripción se refiere a una estación base que se comunica con una pluralidad de dispositivos inalámbricos, esta descripción se puede referir a un subconjunto de los dispositivos inalámbricos totales en un área de cobertura. La descripción se puede referir, por ejemplo, a una pluralidad de dispositivos inalámbricos de una versión de LTE o de 5G determinada con una capacidad determinada y en un sector determinado de la estación base. La pluralidad de dispositivos inalámbricos en esta descripción se puede referir a una pluralidad seleccionada de dispositivos inalámbricos y/o a un subconjunto de dispositivos inalámbricos totales en un área de cobertura que funcionan según los métodos dados a conocer y/o similares. Puede haber una

60

65

pluralidad de estaciones base o una pluralidad de dispositivos inalámbricos en un área de cobertura que pueden no cumplir con los métodos dados a conocer, por ejemplo, esos dispositivos inalámbricos o estaciones base pueden funcionar basándose en versiones anteriores de la tecnología LTE o 5G.

- 5 En esta descripción, cualquier término que finalice con el sufijo "(s)" debe interpretarse como "por lo menos uno" y "uno o varios". En esta descripción, el término "puede" debe interpretarse como "puede, por ejemplo". En otras palabras, el término "puede" es indicativo de que la expresión que sigue al término "puede" es un ejemplo de una de una multitud de posibilidades apropiadas que pueden, o no, ser empleadas por una o varias de las diversas realizaciones. Los términos "comprende" y "se compone de", tal como se utilizan en la
- 10 presente memoria, enumeran uno o varios componentes del elemento que se está describiendo. El término "comprende" es intercambiable con "incluye" y no excluye que componentes no enumerados se incluyan en el elemento que se está describiendo. Por el contrario, "se compone de" proporciona una enumeración completa del uno o varios componentes del elemento que se está describiendo. El término "basándose en", tal como se utiliza en la presente memoria, debe interpretarse como "basándose al menos en parte en" en lugar de, por ejemplo, "basándose únicamente en". El término "y/o" tal como se utiliza en la presente memoria representa cualquier combinación posible de elementos enumerados. Por ejemplo, "A, B y/o C" puede representar A; B; C; A y B; A y C; B y C o A, B y C.

- 20 Si A y B son conjuntos y cada elemento de A es un elemento de B, A se denomina un subconjunto de B. En la esta memoria descriptiva, sólo se consideran conjuntos y subconjuntos no vacíos. Por ejemplo, posibles subconjuntos de $B = \{celda1, celda2\}$ son: $\{celda1\}$, $\{celda2\}$ y $\{celda1, celda2\}$. La expresión "basándose en" (o, igualmente, "basándose por lo menos en") es indicativa de que la expresión que sigue al término "basándose en" es un ejemplo de una de una multitud de posibilidades apropiadas que pueden, o no, ser empleadas por una o varias de las diversas realizaciones. La expresión "en respuesta a" (o, igualmente, "en respuesta a por lo menos") es indicativa de que la expresión que sigue a la expresión "en respuesta a" es un ejemplo de una de una multitud de posibilidades apropiadas que pueden, o no, ser empleadas por una o varias de las diversas realizaciones. La expresión "dependiendo de" (o, igualmente, "dependiendo por lo menos de") es indicativa de que la expresión que sigue a la expresión "dependiendo de" es un ejemplo de una de una multitud de posibilidades apropiadas que pueden, o no, ser empleadas por una o varias de las diversas realizaciones. La expresión "empleando/utilizando" (o, igualmente, "empleando/utilizando por lo menos") es indicativa de que la expresión que sigue a la expresión "empleando/utilizando" es un ejemplo de una de una multitud de posibilidades apropiadas que pueden, o no, ser empleadas por una o varias de las diversas realizaciones.

- 35 El término "configurado" se puede referir a la capacidad de un dispositivo, tanto si el dispositivo está en un estado operativo como no operativo. "Configurado" se puede referir a ajustes específicos en un dispositivo que afectan a las características operativas del dispositivo, tanto si el dispositivo está en un estado operativo como no operativo. En otras palabras, el hardware, el software, el firmware, los registros, los valores de memoria y/o similares pueden estar "configurados" dentro de un dispositivo, tanto si el dispositivo está en un estado operativo como no operativo, para proporcionar al dispositivo características específicas. Términos tales como "un mensaje de control para causar en un dispositivo" pueden significar que un mensaje de control tiene parámetros que se pueden utilizar para configurar características específicas o se pueden utilizar para implementar determinadas acciones en el dispositivo, tanto si el dispositivo está en un estado operativo como no operativo.

- 45 En la esta descripción, parámetros (o igualmente denominados, campos o elementos de información: IE (Information Element)) pueden comprender uno o varios objetos de información, y un objeto de información puede comprender uno o varios objetos distintos. Por ejemplo, si el parámetro (IE) N comprende el parámetro (IE) M, y el parámetro (IE) M comprende el parámetro (IE) K, y el parámetro (IE) K comprende el parámetro (elemento de información) J. Entonces, por ejemplo, N comprende K, y N comprende J. En una realización de ejemplo, cuando uno o varios mensajes comprenden una pluralidad de parámetros, esto implica que un parámetro en la pluralidad de parámetros está en por lo menos uno del uno o varios mensajes, pero no tiene que estar en cada uno del uno o varios mensajes.

- 55 Muchas características presentadas se describen como opcionales a través de la utilización de "puede" o la utilización de paréntesis. Con fines de brevedad y legibilidad, la presente descripción no enumera explícitamente todas y cada una de las permutaciones que se pueden obtener eligiendo entre el conjunto de características opcionales. Se debe interpretar que la presente descripción da a conocer explícitamente la totalidad de dichas permutaciones. Por ejemplo, un sistema descrito como teniendo tres características opcionales se puede realizar de siete maneras, es decir, con sólo una de las tres características posibles, con cualesquiera dos de las tres características posibles o con tres de las tres características posibles.

- 60 Muchos de los elementos descritos en las realizaciones dadas a conocer se pueden implementar como módulos. Un módulo se define aquí como un elemento que lleva a cabo una función definida y tiene una interfaz definida con otros elementos. Los módulos descritos en la esta descripción se pueden implementar en hardware, software en combinación con hardware, firmware, wetware (por ejemplo, hardware con un

elemento biológico) o una combinación de los mismos, que pueden ser equivalentes desde el punto de vista de comportamiento. Por ejemplo, los módulos se pueden implementar como una rutina de software escrita en un lenguaje informático configurado para ejecutarse mediante una máquina de hardware (tal como C, C++, Fortran, Java, Basic, Matlab o similares) o un programa de modelado/simulación como Simulink, Stateflow, GNU Octave o LabVIEWMathScript. Puede ser posible implementar módulos utilizando hardware físico que incorpore hardware analógico, digital y/o cuántico discreto o programable. Ejemplos de hardware programable comprenden: ordenadores, microcontroladores, microprocesadores, circuitos integrados de aplicaciones específicas (ASIC, Application-Specific Integrated Circuit), matrices de puertas programables en campo (FPGA, Field Programmable Gate Array) y dispositivos lógicos programables complejos (CPLD, Complex Programmable Logic Device). Los ordenadores, microcontroladores y microprocesadores se programan utilizando lenguajes tales como ensamblador, C, C++ o similares. Las FPGA, los ASIC y los CPLD se programan a menudo utilizando lenguajes de descripción de hardware (HDL, Hardware Description Language), tales como el lenguaje de descripción de hardware de VHSIC (VHDL, VHSIC hardware description language) o Verilog, que configuran conexiones entre módulos de hardware internos con menor funcionalidad en un dispositivo programable. Las tecnologías mencionadas a menudo se utilizan en combinación para conseguir el resultado de un módulo funcional.

La figura 1A ilustra un ejemplo de una red de comunicaciones móviles 100 en la que se pueden implementar realizaciones de la presente descripción. La red de comunicaciones móviles 100 puede ser, por ejemplo, una red móvil terrestre pública (PLMN, Public Land Mobile Network) operada por un operador de red. Tal como se ilustra en la figura 1A, la red de comunicaciones móviles 100 incluye una red central (CN, Core Network) 102, una red de acceso radio (RAN, Radio Access Network) 104 y un dispositivo inalámbrico 106.

La CN 102 puede proporcionar al dispositivo inalámbrico 106 una interfaz a una o varias redes de datos (DN, Data Network), tales como DN públicas (por ejemplo, Internet), DN privadas y/o DN intraoperador. Como parte de la funcionalidad de interfaz, la CN 102 puede configurar conexiones de extremo a extremo entre el dispositivo inalámbrico 106 y la una o varias DN, autenticar el dispositivo inalámbrico 106 y proporcionar funcionalidad de tarificación.

La RAN 104 puede conectar la CN 102 al dispositivo inalámbrico 106 a través de comunicaciones de radio sobre una interfaz aérea. Como parte de las comunicaciones de radio, la RAN 104 puede proporcionar planificación, gestión de recursos de radio y protocolos de retransmisión. El sentido de comunicación desde la RAN 104 hasta el dispositivo inalámbrico 106 sobre la interfaz aérea se conoce como el enlace descendente, y el sentido de comunicación desde el dispositivo inalámbrico 106 hasta la RAN 104 sobre la interfaz aérea se conoce como el enlace ascendente. Las transmisiones de enlace descendente se pueden separar de las transmisiones de enlace ascendente utilizando duplexación por división de frecuencia (FDD, Frequency Division Duplexing), duplexación por división de tiempo (TDD, Time Division Duplexing) y/o alguna combinación de las dos técnicas de duplexación.

El término "dispositivo inalámbrico" se puede utilizar a lo largo de la esta descripción para referirse a, y abarcar cualquier dispositivo móvil o dispositivo fijo (no móvil) para el que se necesita o se puede utilizar comunicación inalámbrica. Por ejemplo, un dispositivo inalámbrico puede ser un teléfono, un teléfono inteligente, una tableta, un ordenador, un portátil, un sensor, un medidor, un dispositivo ponible, un dispositivo de Internet de las cosas (IoT, Internet of Things), una unidad a pie de carretera (RSU, Road Side Unit) de vehículos, un nodo de retransmisión, un automóvil y/o cualquier combinación de los mismos. El término "dispositivo inalámbrico" abarca otra terminología, incluyendo equipo de usuario (UE, User Equipment), terminal de usuario (UT, User Terminal), terminal de acceso (AT, Access Terminal), estación móvil, teléfono, unidad de transmisión y recepción inalámbrica (WTRU, Wireless Transmit and Receive Unit) y/o dispositivo de comunicación inalámbrica.

La RAN 104 puede incluir una o varias estaciones base (no mostradas). El término "estación base" se puede utilizar a lo largo de la esta descripción para referirse a, y abarcar un nodo B (asociado a los estándares UMTS y/o 3G), un nodo B evolucionado (eNB, asociado a los estándares E-UTRA y/o 4G), una cabecera de radio remota (RRH, Remote Radio Head), una unidad de procesamiento de banda base acoplada a una o varias RRH, un nodo repetidor o nodo de retransmisión utilizado para ampliar el área de cobertura de un nodo donante, un Nodo B evolucionado de próxima generación (ng-eNB), un Nodo B de próxima generación (gNB, asociado a los estándares NR y/o 5G), un punto de acceso (AP (Access Point), asociado, por ejemplo, a WiFi o a cualquier otro estándar de comunicación inalámbrica adecuado) y/o cualquier combinación de los mismos. Una estación base puede comprender por lo menos una unidad central de gNB (gNB-CU) y por lo menos una unidad distribuida de gNB (gNB-DU).

Una estación base incluida en la RAN 104 puede incluir uno o varios conjuntos de antenas para comunicarse con el dispositivo inalámbrico 106 sobre la interfaz aérea. Por ejemplo, una o varias de las estaciones base pueden incluir tres conjuntos de antenas para controlar, respectivamente, tres celdas (o sectores). El tamaño de una celda se puede determinar por un alcance en el que un receptor (por ejemplo, un receptor de estación base) puede recibir con éxito las transmisiones de un transmisor (por ejemplo, un transmisor de dispositivo

inalámbrico) que opera en la celda. En conjunto, las celdas de las estaciones base pueden proporcionar cobertura de radio al dispositivo inalámbrico 106 sobre una amplia área geográfica para soportar la movilidad del dispositivo inalámbrico.

- 5 Además de emplazamientos de tres sectores, son posibles otras implementaciones de estaciones base. Por ejemplo, una o varias de las estaciones base en la RAN 104 se pueden implementar como un emplazamiento sectorizado con más o menos de tres sectores. Una o varias de las estaciones base en la RAN 104 se pueden implementar como un punto de acceso, como una unidad de procesamiento de banda base acoplada a varias cabeceras de radio remotas (RRH) y/o como un repetidor o nodo de retransmisión utilizado para ampliar el área de cobertura de un nodo donante. Una unidad de procesamiento de banda base acoplada a RRH puede formar parte de una arquitectura de RAN centralizada o en la nube, donde la unidad de procesamiento de banda base puede estar centralizada en un agrupamiento de unidades de procesamiento de banda base o virtualizada. Un nodo repetidor puede amplificar y volver a difundir una señal de radio recibida de un nodo donante. Un nodo de retransmisión puede llevar a cabo funciones iguales/similares a un nodo repetidor, pero puede descodificar la señal de radio recibida del nodo donante para eliminar el ruido antes de amplificar y volver a difundir la señal de radio.

- La RAN 104 se puede desplegar como una red homogénea de estaciones base de macroceldas que tienen patrones de antena similares y potencias de transmisión de alto nivel similares. La RAN 104 se puede desplegar como una red heterogénea. En redes heterogéneas, las estaciones base de celdas pequeñas se pueden utilizar para proporcionar áreas de cobertura pequeñas, por ejemplo, áreas de cobertura que se solapan con las áreas de cobertura comparativamente mayores proporcionadas por estaciones base de macroceldas. Las áreas de cobertura pequeñas se pueden proporcionar en áreas con alto tráfico de datos (o denominadas "puntos calientes") o en áreas con cobertura de macroceldas débil. Ejemplos de estaciones base de celdas pequeñas incluyen, en orden de área de cobertura decreciente, estaciones base de microceldas, estaciones base de picoceldas y estaciones base de femtoceldas o estaciones base domésticas.

- El proyecto de asociación de tercera generación (3GPP, Third-Generation Partnership Project) se formó en 1998 para proporcionar una estandarización global de especificaciones para redes de comunicaciones móviles similares a la red de comunicaciones móviles 100 de la figura 1A. Hasta la fecha, el 3GPP ha elaborado especificaciones para tres generaciones de redes móviles: una red de tercera generación (3G) conocida como sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS, Universal Mobile Telecommunications System), una red de cuarta generación (4G) conocida como evolución a largo plazo (LTE, Long-Term Evolution) y una red de quinta generación (5G) conocida como Sistema 5G (5GS). Las realizaciones de la presente descripción se describen haciendo referencia a la RAN de una red 5G 3GPP, denominada RAN de próxima generación (NG-RAN, Next-Generation RAN). Las realizaciones pueden ser aplicables a RAN de otras redes de comunicaciones móviles, tales como la RAN 104 de la figura 1A, las RAN de redes 3G y 4G anteriores y las de futuras redes aún por especificar (por ejemplo, una red 6G 3GPP). La NG-RAN implementa la tecnología de acceso radio 5G conocida como Nueva radio (NR) y se puede aprovisionar para implementar la tecnología de acceso radio 4G u otras tecnologías de acceso radio, incluyendo tecnologías de acceso radio no 3GPP.

- La figura 1B ilustra otra red de comunicaciones móviles 150 de ejemplo en la que se pueden implementar realizaciones de la presente descripción. La red de comunicaciones móviles 150 puede ser, por ejemplo, una PLMN operada por un operador de red. Tal como se ilustra en la figura 1B, la red de comunicaciones móviles 150 incluye una red central de 5G (5G-CN) 152, una NG-RAN 154, y UE 156A y 156B (colectivamente UE 156). Estos componentes se pueden implementar y operar de una manera igual o similar a los componentes correspondientes descritos con respecto a la figura 1A.

- La 5G-CN 152 proporciona a los UE 156 una interfaz a una o varias DN, tales como DN públicas (por ejemplo, Internet), DN privadas y/o DN intraoperador. Como parte de la funcionalidad de interfaz, la 5G-CN 152 puede configurar conexiones de extremo a extremo entre los UE 156 y la una o varias DN, autenticar los UE 156 y proporcionar funcionalidad de tarificación. En comparación con la CN de una red 4G 3GPP, la base de la 5G-CN 152 puede ser una arquitectura basada en servicios. Esto significa que la arquitectura de los nodos que componen la 5G-CN 152 se puede definir como funciones de red que ofrecen servicios por medio de interfaces a otras funciones de red. Las funciones de red de la 5G-CN 152 se pueden implementar de varias maneras, incluyendo como elementos de red en hardware dedicado o compartido, como instancias de software que se ejecutan en hardware dedicado o compartido, o como funciones virtualizadas instanciadas en una plataforma (por ejemplo, una plataforma basada en la nube).

- Tal como se ilustra en la figura 1B, la 5G-CN 152 incluye una función de gestión de acceso y movilidad (AMF, Access and Mobility Management Function) 158A y una función del plano de usuario (UPF, User Plane Function) 158B, que se muestran como un componente AMF/UPF 158 en la figura 1B para facilitar la ilustración. La UPF 158B puede servir como una pasarela entre la NG-RAN 154 y la una o varias DN. La UPF 158B puede llevar a cabo funciones tales como enrutamiento y reenvío de paquetes, inspección de paquetes y aplicación de reglas de políticas del plano de usuario, notificación de informes de uso de tráfico,

clasificación de enlace ascendente para soportar el enrutamiento de flujos de tráfico a la una o varias DN, gestión de calidad de servicio (QoS, Quality of Service) para el plano de usuario (por ejemplo, filtrado de paquetes, activación temporizada, aplicación de tasa de enlace ascendente/enlace descendente, y verificación de tráfico de enlace ascendente), almacenamiento en memoria intermedia de paquetes de enlace descendente, y activación de notificación de datos de enlace descendente. La UPF 158B puede servir como un punto de anclaje para movilidad intra/inter-tecnología de acceso radio (RAT, Radio Access Technology), un punto de interconexión de sesión de unidad de datos de protocolo (o paquete) (PDU, Protocol Data Unit) externo a la una o varias DN y/o un punto de ramificación para soportar una sesión de PDU multiconexión. Los UE 156 se pueden configurar para recibir servicios a través de una sesión de PDU, que es una conexión lógica entre un UE y una DN.

La AMF 158A puede llevar a cabo funciones tales como terminación de señalización de estrato de no acceso (NAS, Non-Access Stratum), seguridad de señalización de NAS, control de seguridad de estrato de acceso (AS, Access Stratum), señalización de nodo inter-CN para movilidad entre redes de acceso 3GPP, accesibilidad de UE en modo de reposo (por ejemplo, control y ejecución de retransmisión de radiobúsqueda), gestión de área de registro, soporte de movilidad intrasistema e intersistema, autenticación de acceso, autorización de acceso incluyendo comprobación de derechos de itinerancia, control de gestión de movilidad (suscripción y políticas), soporte de segmentación de red y/o selección de función de gestión de sesión (SMF, Session Management Function). NAS se puede referir a la funcionalidad que opera entre una CN y un UE, y AS se puede referir a la funcionalidad que opera entre el UE y una RAN.

La 5G-CN 152 puede incluir una o varias funciones de red adicionales que no se muestran en la figura 1B con fines de claridad. Por ejemplo, la 5G-CN 152 puede incluir una o varias de una función de gestión de sesión (SMF), una función de repositorio de NR (NRF, NR Repository Function), una función de control de políticas (PCF, Policy Control Function), una función de exposición de red (NEF, Network Exposure Function), una gestión de datos unificada (UDM, Unified Data Management), una función de aplicación (AF, Application Function) y/o una función de servidor de autenticación (AUSF, Authentication Server Function).

La NG-RAN 154 puede conectar la 5G-CN 152 a los UE 156 a través de comunicaciones de radio sobre la interfaz aérea. La NG-RAN 154 puede incluir uno o varios gNB, ilustrados como gNB 160A y gNB 160B (colectivamente gNB 160) y/o uno o varios ng-eNB, ilustrados como ng-eNB 162A y ng-eNB 162B (colectivamente ng-eNB 162). Los gNB 160 y los ng-eNB 162 se pueden denominar más genéricamente estaciones base. Los gNB 160 y los ng-eNB 162 pueden incluir uno o varios conjuntos de antenas para comunicarse con los UE 156 sobre la interfaz aérea. Por ejemplo, uno o varios de los gNB 160 y/o uno o varios de los ng-eNB 162 pueden incluir tres conjuntos de antenas para controlar, respectivamente, tres celdas (o sectores). En conjunto, las celdas de los gNB 160 y los ng-eNB 162 pueden proporcionar cobertura de radio a los UE 156 sobre una amplia área geográfica para soportar la movilidad del UE.

Tal como se muestra en la figura 1B, los gNB 160 y/o los ng-eNB 162 se pueden conectar a la 5G-CN 152 por medio de una interfaz NG y a otras estaciones base mediante una interfaz Xn. Las interfaces NG y Xn se pueden establecer utilizando conexiones físicas directas y/o conexiones indirectas a través de una red de transporte subyacente, tal como una red de transporte de protocolo de Internet (IP, Internet Protocol). Los gNB 160 y/o los ng-eNB 162 se pueden conectar a los UE 156 por medio de una interfaz Uu. Por ejemplo, como se ilustra en la figura 1B, el gNB 160A se puede conectar al UE 156A por medio de una interfaz Uu. Las interfaces NG, Xn y Uu se asocian a una pila de protocolos. Las pilas de protocolos asociadas con las interfaces pueden ser utilizadas por los elementos de red de la figura 1B para intercambiar datos y mensajes de señalización y pueden incluir dos planos: un plano de usuario y un plano de control. El plano de usuario puede gestionar datos de interés para un usuario. El plano de control puede gestionar mensajes de señalización de interés para los elementos de red.

Los gNB 160 y/o los ng-eNB 162 se pueden conectar a una o varias funciones AMF/UPF de la 5G-CN 152, tales como la AMF/UPF 158, por medio de una o varias interfaces NG. Por ejemplo, el gNB 160A se puede conectar a la UPF 158B de la AMF/UPF 158 por medio de una interfaz NG del plano de usuario (NG-U). La interfaz NG-U puede proporcionar entrega (por ejemplo, entrega no garantizada) de PDU del plano de usuario entre el gNB 160A y la UPF 158B. El gNB 160A se puede conectar a la AMF 158A por medio de una interfaz NG del plano de control (NG-C). La interfaz NG-C puede proporcionar, por ejemplo, gestión de interfaz NG, gestión de contexto de UE, gestión de movilidad de UE, transporte de mensajes NAS, radiobúsqueda, gestión de sesión de PDU y transferencia de configuración y/o transmisión de mensajes de advertencia.

Los gNB 160 pueden proporcionar terminaciones de protocolos del plano de usuario y del plano de control de NR hacia los UE 156 a través de la interfaz Uu. Por ejemplo, el gNB 160A puede proporcionar terminaciones de protocolos del plano de usuario y del plano de control de NR hacia el UE 156A a través de una interfaz Uu asociada con una primera pila de protocolos. Los ng-eNB 162 pueden proporcionar terminaciones de protocolos del plano de usuario y del plano de control de acceso radio terrestre UMTS evolucionado (E-UTRA) hacia los UE 156 a través de una interfaz Uu, donde E-UTRA se refiere a la tecnología de acceso radio 4G 3GPP. Por ejemplo, el ng-eNB 162B puede proporcionar terminaciones de protocolos del plano de

usuario y del plano de control de E-UTRA hacia el UE 156B a través de una interfaz Uu asociada con una segunda pila de protocolos.

La 5G-CN 152 se describió como configurada para gestionar accesos radio NR y 4G. Un experto en la materia apreciará que puede ser posible que NR se conecte a una red central de 4G en un modo conocido como "funcionamiento no autónomo". En el funcionamiento no autónomo, una red central de 4G se utiliza para proporcionar (o por lo menos soportar) funcionalidad del plano de control (por ejemplo, acceso inicial, movilidad y radiobúsqueda). Aunque en la figura 1B sólo se muestra una AMF/UPF 158, un gNB o ng-eNB se puede conectar a múltiples nodos AMF/UPF para proporcionar redundancia y/o compartir la carga entre los múltiples nodos AMF/UPF.

Tal como se ha analizado, una interfaz (por ejemplo, las interfaces Uu, Xn y NG) entre los elementos de red en la figura 1B se puede asociar con una pila de protocolos que los elementos de red utilizan para intercambiar datos y mensajes de señalización. Una pila de protocolos puede incluir dos planos: un plano de usuario y un plano de control. El plano de usuario puede gestionar datos de interés para un usuario, y el plano de control puede gestionar mensajes de señalización de interés para los elementos de red.

La figura 2A y la figura 2B ilustran, respectivamente, ejemplos de pilas de protocolos del plano de usuario de NR y del plano de control de NR para la interfaz Uu que se encuentra entre un UE 210 y un gNB 220. Las pilas de protocolos ilustradas en la figura 2A y la figura 2B pueden ser iguales o similares a las utilizadas para la interfaz Uu entre, por ejemplo, el UE 156A y el gNB 160A mostrados en la figura 1B.

La figura 2A ilustra una pila de protocolos del plano de usuario de NR que comprende cinco capas implementadas en el UE 210 y el gNB 220. En la parte inferior de la pila de protocolos, las capas físicas (PHY) 211 y 221 pueden proporcionar servicios de transporte a las capas superiores de la pila de protocolos y pueden corresponder a la capa 1 del modelo de interconexión de sistemas abiertos (OSI, Open Systems Interconnection). Los siguientes cuatro protocolos por encima de las PHY 211 y 221 comprenden capas de control de acceso al medio (MAC, Medium Access Control) 212 y 222, capas de control de radioenlace (RLC, Radio Link Control) 213 y 223, capas de protocolo de convergencia de paquetes de datos (PDCP, Packet Data Convergence Protocol) 214 y 224, y capas de protocolo de aplicación de datos de servicio (SDAP, Service Data Application Protocol) 215 y 225. En conjunto, estos cuatro protocolos pueden constituir la capa 2, o capa de enlace de datos, del modelo OSI.

La figura 3 ilustra un ejemplo de servicios proporcionados entre capas de protocolos de la pila de protocolos del plano de usuario de NR. Comenzando desde la parte superior de la figura 2A y la figura 3, las SDAP 215 y 225 pueden llevar a cabo gestión de flujos de QoS. El UE 210 puede recibir servicios a través de una sesión de PDU, que puede ser una conexión lógica entre el UE 210 y una DN. La sesión de PDU puede tener uno o varios flujos de QoS. Una UPF de una CN (por ejemplo, la UPF 158B) puede mapear paquetes IP en el uno o varios flujos de QoS de la sesión de PDU basándose en requisitos de QoS (por ejemplo, en términos de retardo, velocidad de datos y/o tasa de error). Las SDAP 215 y 225 pueden llevar a cabo el mapeo/desmapeo entre el uno o varios flujos de QoS y una o varias portadoras de radio de datos. El mapeo/desmapeo entre los flujos de QoS y las portadoras de radio de datos puede ser determinado por la SDAP 225 en el gNB 220. La SDAP 215 en el UE 210 puede ser informada del mapeo entre los flujos de QoS y las portadoras de radio de datos a través de mapeo reflexivo o señalización de control recibida del gNB 220. Para el mapeo reflexivo, la SDAP 225 en el gNB 220 puede marcar los paquetes de enlace descendente con un indicador de flujo de QoS (QFI, QoS Flow Indicator), que puede ser observado por la SDAP 215 en el UE 210 para determinar el mapeo/desmapeo entre los flujos de QoS y las portadoras de radio de datos.

Las PDCP 214 y 224 pueden llevar a cabo compresión/descompresión de cabecera para reducir la cantidad de datos que es necesario transmitir a través de la interfaz aérea, cifrado/descifrado para evitar la descodificación no autorizada de datos transmitidos a través de la interfaz aérea, y protección de integridad (para asegurar que los mensajes de control se originan a partir de las fuentes previstas). Las PDCP 214 y 224 pueden llevar a cabo retransmisiones de paquetes no entregados, entrega en secuencia y reordenación de paquetes, y eliminación de paquetes recibidos por duplicado debido, por ejemplo, a un traspaso intra-gNB. Las PDCP 214 y 224 pueden llevar a cabo duplicación de paquetes para mejorar la probabilidad de que el paquete sea recibido y, en el receptor, eliminar cualesquiera paquetes duplicados. La duplicación de paquetes puede ser útil para servicios que requieren alta fiabilidad.

Aunque no se muestra en la figura 3, las PDCP 214 y 224 pueden llevar a cabo mapeo/desmapeo entre una portadora de radio dividida y canales de RLC en un escenario de conectividad dual. La conectividad dual es una técnica que permite a un UE conectarse a dos celdas o, más generalmente, a dos grupos de celdas: un grupo de celdas maestras (MCG, Master Cell Group) y un grupo de celdas secundarias (SCG, Secondary cell Group). Una portadora dividida es cuando una única portadora de radio, tal como una de las portadoras de radio proporcionadas por las PDCP 214 y 224 como un servicio para las SDAP 215 y 225, es gestionada por grupos de celdas en conectividad dual. Las PDCP 214 y 224 pueden mapear/desmapear la portadora de radio dividida entre canales de RLC pertenecientes a grupos de celdas.

Las RLC 213 y 223 pueden llevar a cabo segmentación, retransmisión a través de solicitud de repetición automática (ARQ, Automatic Repeat Request), y eliminación de unidades de datos duplicadas recibidas de las MAC 212 y 222, respectivamente. Las RLC 213 y 223 pueden soportar tres modos de transmisión: modo transparente (TM, Transparent Mode); modo no confirmado (UM, Unacknowledged Mode); y modo confirmado (AM, Acknowledged Mode). Basándose en el modo de transmisión en el que está funcionando una RLC, la RLC puede llevar a cabo una o varias de las funciones indicadas. La configuración de RLC puede ser por canal lógico, sin ninguna dependencia de numerologías y/o duraciones de intervalo de tiempo de transmisión (TTI, Transmission Time Interval). Como se muestra en la figura 3, las RLC 213 y 223 pueden proporcionar canales de RLC como un servicio a las PDCP 214 y 224, respectivamente.

Las MAC 212 y 222 pueden llevar a cabo multiplexación/demultiplexación de canales lógicos y/o mapeo entre canales lógicos y canales de transporte. La multiplexación/demultiplexación puede incluir multiplexación/demultiplexación de unidades de datos, pertenecientes a los uno o varios canales lógicos, en/desde bloques de transporte (TB, Transport Block) entregados a/desde las PHY 211 y 221. La MAC 222 se puede configurar para llevar a cabo planificación, notificación de información de planificación y gestión de prioridades entre los UE por medio de planificación dinámica. La planificación se puede llevar a cabo en el gNB 220 (en la MAC 222) para el enlace descendente y el enlace ascendente. Las MAC 212 y 222 se pueden configurar para llevar a cabo corrección de errores a través de solicitud de repetición automática híbrida (HARQ, Hybrid Automatic Repeat Request) (por ejemplo, una entidad de HARQ por portadora en caso de agregación de portadoras (CA, Carrier Aggregation)), gestión de prioridades entre canales lógicos del UE 210 por medio de priorización de canales lógicos, y/o relleno. Las MAC 212 y 222 pueden soportar una o varias numerologías y/o temporizaciones de transmisión. En un ejemplo, las restricciones de mapeo en una priorización de canales lógicos pueden controlar qué numerología y/o temporización de transmisión puede utilizar un canal lógico. Tal como se muestra en la figura 3, las MAC 212 y 222 pueden proporcionar canales lógicos como un servicio a las RLC 213 y 223.

Las PHY 211 y 221 pueden llevar a cabo mapeo de canales de transporte en canales físicos y funciones de procesamiento de señales digitales y analógicas para enviar y recibir información a través de la interfaz aérea. Estas funciones de procesamiento de señales digitales y analógicas pueden incluir, por ejemplo, codificación/descodificación y modulación/demodulación. Las PHY 211 y 221 pueden llevar a cabo mapeo multiantena. Tal como se muestra en la figura 3, las PHY 211 y 221 pueden proporcionar uno o varios canales de transporte como un servicio a las MAC 212 y 222.

La figura 4A ilustra un flujo de datos de enlace descendente de ejemplo a través de la pila de protocolos del plano de usuario de NR. La figura 4A ilustra un flujo de datos de enlace descendente de tres paquetes IP (n , $n+1$, y m) a través de la pila de protocolos del plano de usuario de NR para generar dos TB en el gNB 220. Un flujo de datos de enlace ascendente a través de la pila de protocolos del plano de usuario de NR puede ser similar al flujo de datos de enlace descendente representado en la figura 4A.

El flujo de datos de enlace descendente de la figura 4A comienza cuando SDAP 225 recibe los tres paquetes IP de uno o varios flujos de QoS y mapea los tres paquetes a portadoras de radio. En la figura 4A, la SDAP 225 mapea los paquetes IP n y $n+1$ a una primera portadora de radio 402 y mapea el paquete IP m a una segunda portadora de radio 404. Una cabecera de SDAP (etiquetada con una "H" en la figura 4A) se añade a un paquete IP. La unidad de datos desde/hasta una capa de protocolo superior se denomina unidad de datos de servicio (SDU, Service Data Unit) de la capa de protocolo inferior, y la unidad de datos desde/hasta una capa de protocolo inferior se denomina unidad de datos de protocolo (PDU, Protocol Data Unit) de la capa de protocolo superior. Como se muestra en la figura 4A, la unidad de datos desde la SDAP 225 es una SDU de la capa de protocolo inferior PDCP 224 y es una PDU de la SDAP 225.

Las capas de protocolos restantes en la figura 4A pueden llevar a cabo su funcionalidad asociada (por ejemplo, con respecto a la figura 3), añadir cabeceras correspondientes y reenviar sus respectivas salidas a la siguiente capa inferior. Por ejemplo, la PDCP 224 puede llevar a cabo compresión y cifrado de cabeceras IP y reenviar su salida a la RLC 223. La RLC 223 puede, opcionalmente, llevar a cabo segmentación (por ejemplo, como se muestra para el paquete IP m en la figura 4A) y reenviar su salida a la MAC 222. La MAC 222 puede multiplexar un número de PDU de RLC y puede adjuntar una subcabecera de MAC a una PDU de RLC para formar un bloque de transporte. En NR, las subcabeceras de MAC se pueden distribuir a través de la PDU de MAC, como se ilustra en la figura 4A. En LTE, las subcabeceras de MAC se pueden localizar completamente al principio de la PDU de MAC. La estructura de la PDU de MAC de NR puede reducir el tiempo de procesamiento y la latencia asociada, porque las subcabeceras de PDU de MAC se pueden calcular antes de ensamblar la PDU de MAC completa.

La figura 4B ilustra un formato de ejemplo de una subcabecera de MAC en una PDU de MAC. La subcabecera de MAC incluye: un campo de longitud de SDU para indicar la longitud (por ejemplo, en bytes) de la SDU de MAC a la que corresponde la subcabecera de MAC; un campo de identificador de canal lógico (LCID, Logical Channel Identifier) para identificar el canal lógico desde el que se originó la SDU de MAC para

ayudar en el proceso de demultiplexación; un indicador (F, Flag) para indicar el tamaño del campo de longitud de SDU; y un campo de bit reservado (R, Reserved) para uso futuro.

La figura 4B ilustra, además, elementos de control (CE, Control Element) de MAC insertados en la PDU de MAC por una MAC, tal como la MAC 223 o la MAC 222. Por ejemplo, la figura 4B ilustra dos CE de MAC insertados en la PDU de MAC. Los CE de MAC se pueden insertar al principio de una PDU de MAC para transmisiones de enlace descendente (como se muestra en la figura 4B) y al final de una PDU de MAC para transmisiones de enlace ascendente. Los CE de MAC se pueden utilizar para señalización de control en banda. CE de MAC de ejemplo incluyen: CE de MAC relacionados con planificación, tales como informes de estado de memoria intermedia e informes de margen de potencia; CE de MAC de activación/desactivación, tales como aquellos para la activación/desactivación de detección de duplicación de PDCP, notificación de información de estado del canal (CSI, Channel State information), transmisión de señal de referencia de sondeo (SRS, Sounding Reference Signal), y componentes configurados previamente; CE de MAC relacionados con recepción discontinua (DRX, Discontinuous Reception); CE de MAC de avance de temporización; y CE de MAC relacionados con acceso aleatorio. Un CE de MAC puede estar precedido por una subcabecera de MAC con un formato similar al descrito para las SDU de MAC, y se puede identificar con un valor reservado en el campo LCID que indica el tipo de información de control incluida en el CE de MAC.

Antes de describir la pila de protocolos del plano de control de NR, se describen primero los canales lógicos, los canales de transporte y los canales físicos, así como un mapeo entre los tipos de canales. Uno o varios de los canales se pueden utilizar para llevar a cabo funciones asociadas con la pila de protocolos del plano de control de NR que se describe más adelante.

La figura 5A y la figura 5B ilustran, para el enlace descendente y el enlace ascendente, respectivamente, un mapeo entre canales lógicos, canales de transporte y canales físicos. La información se pasa a través de canales entre la RLC, la MAC y la PHY de la pila de protocolos de NR. Se puede utilizar un canal lógico entre la RLC y la MAC y se puede clasificar como un canal de control que transporta información de control y configuración en el plano de control de NR o como un canal de tráfico que transporta datos en el plano de usuario de NR. Un canal lógico se puede clasificar como un canal lógico dedicado que está dedicado a un UE específico o como un canal lógico común que puede ser utilizado por más de un UE. Un canal lógico también se puede definir por el tipo de información que transporta. El conjunto de canales lógicos definidos por NR incluye, por ejemplo:

- un canal de control de radiobúsqueda (PCCH, Paging Control Channel) para transportar mensajes de radiobúsqueda utilizados para la radiobúsqueda de un UE cuya ubicación no es conocida por la red a nivel de celda;
- un canal de control de difusión (BCCH, Broadcast Control Channel) para transportar mensajes de información del sistema en la forma de un bloque de información maestro (MIB, Master Information Block) y varios bloques de información del sistema (SIB, System Information Block), donde los mensajes de información del sistema pueden ser utilizados por los UE para obtener información sobre cómo está configurada una celda y cómo operar dentro de la celda;
- un canal de control común (CCCH, Common Control Channel) para transportar mensajes de control junto con acceso aleatorio;
- un canal de control dedicado (DCCH, Dedicated Control Channel) para transportar mensajes de control hasta/desde un UE específico para configurar el UE; y
- un canal de tráfico dedicado (DTCH, Dedicated Traffic Channel) para transportar datos de usuario hasta/desde un UE específico.

Los canales de transporte se utilizan entre las capas MAC y PHY y se pueden definir por la manera en que la información que transportan se transmite a través de la interfaz aérea. El conjunto de canales de transporte definidos por NR incluye, por ejemplo:

- un canal de radiobúsqueda (PCH, Paging Channel) para transportar mensajes de radiobúsqueda originados desde el PCCH;
- un canal de difusión (BCH) para transportar el MIB desde el BCCH;
- un canal compartido de enlace descendente (DL-SCH, Downlink Shared Channel) para transportar datos de enlace descendente y mensajes de señalización, incluyendo los SIB desde el BCCH;
- un canal compartido de enlace ascendente (UL-SCH, Uplink Shared Channel) para transportar datos de enlace ascendente y mensajes de señalización; y
- un canal de acceso aleatorio (RACH, Random Access Channel) para permitir a un UE ponerse en contacto con la red sin planificación previa.

La PHY puede utilizar canales físicos para pasar información entre niveles de procesamiento de la PHY. Un canal físico puede tener un conjunto de recursos de tiempo-frecuencia asociado para transportar la información de uno o varios canales de transporte. La PHY puede generar información de control para soportar el funcionamiento de bajo nivel de la PHY y proporcionar la información de control a los niveles

inferiores de la PHY a través de canales de control físicos, conocidos como canales de control L1/L2. El conjunto de canales físicos y canales de control físicos definidos por NR incluye, por ejemplo:

- un canal físico de difusión (PBCH, Physical Broadcast Channel) para transportar el MIB desde el BCH;
- un canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH, Physical Downlink Shared Channel) para transportar datos de enlace descendente y mensajes de señalización desde el DL-SCH, así como mensajes de radiobúsqueda desde el PCH;
- un canal físico de control de enlace descendente (PDCCH, Physical Downlink Control Channel) para transportar información de control de enlace descendente (DCI, Downlink Control Information), que puede incluir comandos de planificación de enlace descendente, concesiones de planificación de enlace ascendente y comandos de control de potencia de enlace ascendente;
- un canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH, Physical Uplink Shared Channel) para transportar datos de enlace ascendente y mensajes de señalización desde el UL-SCH y, en algunos casos, información de control de enlace ascendente (UCI, Uplink Control Information), tal como se describe a continuación;
- un canal físico de control de enlace ascendente (PUCCH, Physical Uplink control Channel) para transportar UCI, que puede incluir confirmaciones de HARQ, indicadores de calidad de canal (CQI, Channel Quality Indicator), indicadores de matriz de precodificación (PMI, Pre-Coding Matrix Indicator), indicadores de rango (RI, Rank Indicator) y solicitudes de planificación (SR, Scheduling Request); y
- un canal físico de acceso aleatorio (PRACH, Physical Random Access Channel) para el acceso aleatorio.

De manera similar a los canales de control físicos, la capa física genera señales físicas para soportar el funcionamiento de bajo nivel de la capa física. Tal como se muestra en la figura 5A y en la figura 5B, las señales de capa física definidas por NR incluyen: señales de sincronización primaria (PSS, Primary Synchronization Signal), señales de sincronización secundaria (SSS, Secondary Synchronization Signal), señales de referencia de información de estado del canal (CSI-RS, Channel State information Reference Signal), señales de referencia de demodulación (DMRS, Demodulation Reference Signal), señales de referencia de sondeo (SRS, Sounding Reference Signal) y señales de referencia de seguimiento de fase (PT-RS, Phase-Tracking Reference Signal). Estas señales de capa física se describirán con más detalle a continuación.

La figura 2B ilustra una pila de protocolos del plano de control de NR de ejemplo. Tal como se muestra en la figura 2B, la pila de protocolos del plano de control de NR puede utilizar iguales/similares primeras cuatro capas de protocolo que la pila de protocolos del plano de usuario de NR de ejemplo. Estas cuatro capas de protocolo incluyen las PHY 211 y 221, las MAC 212 y 222, las RLC 213 y 223, y las PDCP 214 y 224. En lugar de tener las SDAP 215 y 225 en la parte superior de la pila como en la pila de protocolos del plano de usuario de NR, la pila del plano de control de NR tiene protocolos de control de recursos de radio (RRC, Radio Resource Control) 216 y 226 y de NAS 217 y 237 en la parte superior de la pila de protocolos del plano de control de NR.

Los protocolos de NAS 217 y 237 pueden proporcionar funcionalidad del plano de control entre el UE 210 y la AMF 230 (por ejemplo, la AMF 158A) o, más en general, entre el UE 210 y la CN. Los protocolos de NAS 217 y 237 pueden proporcionar funcionalidad del plano de control entre el UE 210 y la AMF 230 a través de mensajes de señalización, denominados mensajes NAS. No existe un trayecto directo entre el UE 210 y la AMF 230 a través del cual se puedan transportar los mensajes NAS. Los mensajes NAS se pueden transportar utilizando el AS de las interfaces Uu y NG. Los protocolos de NAS 217 y 237 pueden proporcionar funcionalidad del plano de control tal como autenticación, seguridad, configuración de conexión, gestión de movilidad y gestión de sesión.

Los RRC 216 y 226 pueden proporcionar funcionalidad del plano de control entre el UE 210 y el gNB 220 o, más en general, entre el UE 210 y la RAN. Los RRC 216 y 226 pueden proporcionar funcionalidad del plano de control entre el UE 210 y el gNB 220 a través de mensajes de señalización, denominados mensajes RRC. Los mensajes RRC se pueden transmitir entre el UE 210 y la RAN utilizando portadoras de radio de señalización e iguales/similares capas de protocolos PDCP, RLC, MAC y PHY. La MAC puede multiplexar datos del plano de control y del plano de usuario en el mismo bloque de transporte (TB). Los RRC 216 y 226 pueden proporcionar funcionalidad del plano de control tal como: difusión de información del sistema relacionada con AS y NAS; radiobúsqueda iniciada por la CN o la RAN; establecimiento, mantenimiento y liberación de una conexión RRC entre el UE 210 y la RAN; funciones de seguridad, incluyendo gestión de claves; establecimiento, configuración, mantenimiento y liberación de portadoras de radio de señalización y portadoras de radio de datos; funciones de movilidad; funciones de gestión de QoS; notificación de informes de mediciones del UE y control de la notificación de informes; detección y recuperación de fallos del radioenlace (RLF, Radio Link Failure); y/o transferencia de mensajes NAS. Como parte de establecer una conexión RRC, los RRC 216 y 226 pueden establecer un contexto RRC, que puede implicar configurar parámetros para comunicación entre el UE 210 y la RAN.

La figura 6 es un diagrama de ejemplo que muestra transiciones de estado RRC de un UE. El UE puede ser igual o similar al dispositivo inalámbrico 106 representado en la figura 1A, el UE 210 representado en la figura 2A y en la figura 2B, o cualquier otro dispositivo inalámbrico descrito en la presente descripción. Tal como se ilustra en la figura 6, un UE puede estar en por lo menos uno de tres estados RRC: RRC conectado 602 (por ejemplo, RRC_CONECTADO), RRC de reposo 604 (por ejemplo, RRC_DE_REPOSO), y RRC inactivo 606 (por ejemplo, RRC_INACTIVO).

En RRC conectado 602, el UE tiene un contexto RRC establecido y puede tener por lo menos una conexión RRC con una estación base. La estación base puede ser similar a una de la una o varias estaciones base incluidas en la RAN 104 representada en la figura 1A, uno de los gNB 160 o ng-eNB 162 representados en la figura 1B, el gNB 220 representado en la figura 2A y en la figura 2B, o cualquier otra estación base descrita en la presente descripción. La estación base con la que está conectado el UE puede tener el contexto RRC para el UE. El contexto RRC, denominado contexto de UE, puede comprender parámetros para comunicación entre el UE y la estación base. Estos parámetros pueden incluir, por ejemplo: uno o varios contextos AS; uno o varios parámetros de configuración de radioenlace; información de configuración de portadoras (por ejemplo, relativa a una portadora de radio de datos, portadora de radio de señalización, canal lógico, flujo de QoS, y/o sesión de PDU); información de seguridad; y/o información de configuración de capa PHY, MAC, RLC, PDCP y/o SDAP. Mientras está en RRC conectado 602, la movilidad del UE puede ser gestionada por la RAN (por ejemplo, la RAN 104 o la NG-RAN 154). El UE puede medir los niveles de señal (por ejemplo, niveles de señal de referencia) de una celda servidora y de las celdas vecinas y notificar estas mediciones a la estación base que actualmente sirve al UE. La estación base servidora del UE puede solicitar un traspaso a una celda de una de las estaciones base vecinas basándose en las mediciones notificadas. El estado RRC puede pasar de RRC conectado 602 a RRC de reposo 604 a través de un procedimiento de liberación de conexión 608 o a RRC inactivo 606 a través de un procedimiento de inactivación de conexión 610.

En RRC de reposo 604, puede que no se establezca un contexto RRC para el UE. En RRC de reposo 604, el UE puede no tener una conexión RRC con la estación base. Mientras está en RRC de reposo 604, el UE puede estar en un estado de suspensión durante la mayor parte del tiempo (por ejemplo, para conservar la energía de la batería). El UE puede despertarse periódicamente (por ejemplo, una vez en cada ciclo de recepción discontinua) para monitorizar los mensajes de radiobúsqueda de la RAN. La movilidad del UE puede ser gestionada por el UE a través de un procedimiento conocido como reelección de celda. El estado RRC puede pasar de RRC de reposo 604 a RRC conectado 602 a través de un procedimiento de establecimiento de conexión 612, que puede implicar un procedimiento de acceso aleatorio, tal como se analiza en mayor detalle más adelante.

En RRC inactivo 606, el contexto RRC establecido previamente se mantiene en el UE y en la estación base. Esto permite una transición rápida a RRC conectado 602 con una sobrecarga de señalización reducida en comparación con la transición de RRC de reposo 604 a RRC conectado 602. Mientras está en RRC inactivo 606, el UE puede estar en un estado de suspensión y la movilidad del UE puede ser gestionada por el UE por medio de reelección de celda. El estado RRC puede pasar de RRC inactivo 606 a RRC conectado 602 a través de un procedimiento de reanudación de conexión 614 o a RRC de reposo 604 a través de un procedimiento de liberación de conexión 616 que puede ser igual o similar al procedimiento de liberación de conexión 608.

Un estado RRC se puede asociar a un mecanismo de gestión de movilidad. En RRC de reposo 604 y RRC inactivo 606, la movilidad es gestionada por el UE por medio de reelección de celda. El propósito de la gestión de movilidad en RRC de reposo 604 y RRC inactivo 606 es permitir que la red sea capaz de notificar al UE un evento a través de un mensaje de radiobúsqueda sin tener que difundir el mensaje de radiobúsqueda a través de toda la red de comunicaciones móviles. El mecanismo de gestión de movilidad utilizado en RRC de reposo 604 y RRC inactivo 606 puede permitir a la red rastrear el UE a nivel de grupo de celdas, de modo que el mensaje de radiobúsqueda pueda difundirse a través de las celdas del grupo de celdas dentro del que reside actualmente el UE, en lugar de a través de toda la red de comunicaciones móviles. Los mecanismos de gestión de movilidad para RRC de reposo 604 y RRC inactivo 606 rastrean el UE a nivel de grupo de celdas. Pueden hacerlo utilizando diferentes granularidades de agrupación. Por ejemplo, puede haber tres niveles de granularidad de agrupación de celdas: celdas individuales; celdas dentro de un área de RAN identificada por un identificador de área de RAN (RAI, RAN Area Identifier); y celdas dentro de un grupo de áreas de RAN, denominado área de seguimiento e identificado por un identificador de área de seguimiento (TAI, Tracking Area Identifier).

Las áreas de seguimiento se pueden utilizar para rastrear el UE en el nivel de CN. La CN (por ejemplo, la CN 102 o la 5G-CN 152) puede proporcionar al UE una lista de TAI asociados con un área de registro de UE. Si el UE se mueve, por medio de reelección de celda, a una celda asociada con un TAI no incluido en la lista de TAI asociados con el área de registro de UE, el UE puede llevar a cabo una actualización de registro con la CN para permitir a la CN actualizar la ubicación del UE y proporcionar al UE una nueva área de registro de UE.

Las áreas de RAN se pueden utilizar para rastrear el UE en el nivel de RAN. Para un UE en estado RRC inactivo 606, se puede asignar al UE un área de notificación de RAN. Un área de notificación de RAN puede comprender una o más identidades de celda, una lista de RAI, o una lista de TAI. En un ejemplo, una estación base puede pertenecer a una o varias áreas de notificación de RAN. En un ejemplo, una celda puede pertenecer a una o varias áreas de notificación de RAN. Si el UE se mueve, por medio de reelección de celda, a una celda no incluida en el área de notificación de RAN asignada al UE, el UE puede llevar a cabo una actualización de área de notificación con la RAN para actualizar el área de notificación de RAN del UE.

Una estación base que almacena un contexto RRC para un UE o una última estación base servidora del UE puede denominarse estación base de anclaje. Una estación base de anclaje puede mantener un contexto RRC para el UE por lo menos durante un periodo de tiempo en el que el UE permanezca en un área de notificación de RAN de la estación base de anclaje y/o durante un periodo de tiempo en el que el UE permanezca en RRC inactivo 606.

Un gNB, tal como los gNB 160 de la figura 1B, se puede dividir en dos partes: una unidad central (gNB-CU), y una o varias unidades distribuidas (gNB-DU). Una gNB-CU se puede acoplar a una o varias gNB-DU utilizando una interfaz F1. La gNB-CU puede comprender el RRC, la PDCP y la SDAP. Una gNB-DU puede comprender la RLC, la MAC y la PHY.

En NR, las señales físicas y los canales físicos (analizados con respecto a la figura 5A y la figura 5B) se pueden mapear a símbolos de multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM, Orthogonal Frequency Division Multiplexing). OFDM es un esquema de comunicación multiportadora que transmite datos a través de F subportadoras (o tonos) ortogonales. Antes de la transmisión, los datos se pueden mapear a una serie de símbolos complejos (por ejemplo, símbolos de modulación de amplitud en cuadratura M-aria (M-QAM) o de modulación por desplazamiento de fase M-aria (M-PSK)), denominados símbolos fuente, y dividirse en F flujos de símbolos paralelos. Los F flujos de símbolos paralelos se pueden tratar como si estuviesen en el dominio de la frecuencia y utilizarse como entradas de un bloque de transformada rápida de Fourier inversa (IFFT, Inverse Fast Fourier Transform) que los transforma al dominio del tiempo. El bloque de IFFT puede tomar F símbolos fuente a la vez, uno de cada uno de los F flujos de símbolos paralelos, y utilizar cada símbolo fuente para modular la amplitud y la fase de una de las F funciones base sinusoidales que corresponden a las F subportadoras ortogonales. La salida del bloque de IFFT pueden ser F muestras del dominio del tiempo que representan la suma de las F subportadoras ortogonales. Las F muestras del dominio del tiempo pueden formar un único símbolo OFDM. Después de cierto procesamiento (por ejemplo, adición de un prefijo cíclico) y conversión elevadora, un símbolo OFDM proporcionado por el bloque de IFFT se puede transmitir a través de la interfaz aérea en una frecuencia portadora. Los F flujos de símbolos paralelos se pueden mezclar utilizando un bloque de FFT antes de ser procesados por el bloque de IFFT. Esta operación produce símbolos OFDM precodificados por transformada discreta de Fourier (DFT, Discrete Fourier Transform) y puede ser utilizada por los UE en el enlace ascendente para reducir la relación de potencia máxima a potencia media (PAPR, Peak to Average Power Ratio). El procesamiento inverso se puede realizar sobre el símbolo OFDM en un receptor utilizando un bloque de FFT para recuperar los datos mapeados a los símbolos fuente.

La figura 7 ilustra una configuración de ejemplo de una trama de NR en la que se agrupan símbolos OFDM. Una trama de NR se puede identificar por un número de trama del sistema (SFN, System Frame Number). El SFN se puede repetir con un periodo de 1024 tramas. Como se ilustra, una trama de NR puede tener una duración de 10 milisegundos (ms) y puede incluir 10 subtramas que tienen 1 ms de duración. Una subtrama se puede dividir en ranuras que incluyen, por ejemplo, 14 símbolos OFDM por ranura.

La duración de una ranura puede depender de la numerología utilizada para los símbolos OFDM de la ranura. En NR, se soporta una numerología flexible para acomodar diferentes despliegues de celdas (por ejemplo, celdas con frecuencias portadoras por debajo de 1 GHz hasta celdas con frecuencias portadoras en el rango de las ondas milimétricas). Una numerología se puede definir en términos de separación entre subportadoras y duración del prefijo cíclico. Para una numerología en NR, las separaciones entre subportadoras se pueden aumentar en potencias de dos desde una separación entre subportadoras de base de 15 kHz, y las duraciones del prefijo cíclico se pueden reducir en potencias de dos desde una duración del prefijo cíclico de base de 4,7 μ s. Por ejemplo, NR define numerologías con las siguientes combinaciones de separación entre subportadoras/duración del prefijo cíclico: 15 kHz/4,7 μ s; 30 kHz/2,3 μ s; 60 kHz/1,2 μ s; 120 kHz/0,59 μ s; y 240 kHz/0,29 μ s.

Una ranura puede tener un número fijo de símbolos OFDM (por ejemplo, 14 símbolos OFDM). Una numerología con una mayor separación entre subportadoras tiene una duración de ranura más corta y, en consecuencia, más ranuras por subtrama. La figura 7 ilustra esta estructura de transmisión de duración de ranura y ranuras por subtrama dependiente de la numerología (la numerología con una separación entre subportadoras de 240 kHz no se muestra en la figura 7 para facilitar la ilustración). Una subtrama en NR se puede utilizar como referencia temporal independiente de la numerología, mientras que una ranura se puede utilizar como la unidad sobre la que se planifican las transmisiones de enlace ascendente y de enlace

descendente. Para soportar baja latencia, la planificación en NR se puede desacoplar de la duración de la ranura y comenzar en cualquier símbolo OFDM y durar tantos símbolos como sean necesarios para una transmisión. Estas transmisiones de ranura parcial se pueden denominar transmisiones de minirranura o de subranura.

La figura 8 ilustra una configuración de ejemplo de una ranura en el dominio del tiempo y de la frecuencia para una portadora de NR. La ranura incluye elementos de recurso (RE, Resource Element) y bloques de recursos (RB, Resource Block). Un RE es el recurso físico más pequeño en NR. Un RE abarca un símbolo OFDM en el dominio del tiempo por una subportadora en el dominio de la frecuencia, tal como se muestra en la figura 8. Un RB abarca doce RE consecutivos en el dominio de la frecuencia, tal como se muestra en la figura 8. Una portadora de NR se puede limitar a una anchura de 275 RB o $275 \times 12 = 3300$ subportadoras. Dicha limitación, si se utiliza, puede limitar la portadora de NR a 50, 100, 200 y 400 MHz para separaciones entre subportadoras de 15, 30, 60 y 120 kHz, respectivamente, donde el ancho de banda de 400 MHz se puede establecer basándose en un límite de ancho de banda de 400 MHz por portadora.

La figura 8 ilustra la utilización de una única numerología en todo el ancho de banda de la portadora de NR. En otras configuraciones de ejemplo, se pueden soportar múltiples numerologías en la misma portadora.

NR puede soportar anchos de banda de portadora amplios (por ejemplo, hasta 400 MHz para una separación entre subportadoras de 120 kHz). Es posible que no todos los UE puedan recibir todo el ancho de banda de portadora (por ejemplo, debido a limitaciones de hardware). Además, recibir todo el ancho de banda de portadora puede ser prohibitivo en términos de consumo de energía del UE. En un ejemplo, para reducir el consumo de energía y/o para otros propósitos, un UE puede adaptar el tamaño del ancho de banda de recepción del UE basándose en la cantidad de tráfico que el UE tiene planificado recibir. Esto se denomina adaptación de ancho de banda.

NR define partes de ancho de banda (BWP, Bandwidth Part) para soportar UE que no son capaces de recibir todo el ancho de banda de portadora y para soportar adaptación de ancho de banda. En un ejemplo, una BWP se puede definir mediante un subconjunto de RB contiguos en una portadora. Un UE se puede configurar (por ejemplo, a través de la capa RRC) con una o varias BWP de enlace descendente y una o varias BWP de enlace ascendente por celda servidora (por ejemplo, hasta cuatro BWP de enlace descendente y hasta cuatro BWP de enlace ascendente por celda servidora). En un tiempo determinado, una o varias de las BWP configuradas para una celda servidora pueden estar activas. Estas una o varias BWP se pueden denominar BWP activas de la celda servidora. Cuando una celda servidora está configurada con una portadora de enlace ascendente secundaria, la celda servidora puede tener una o varias primeras BWP activas en la portadora de enlace ascendente y una o varias segundas BWP activas en la portadora de enlace ascendente secundaria.

Para espectros no emparejados, una BWP de enlace descendente de un conjunto de BWP de enlace descendente configuradas se puede enlazar con una BWP de enlace ascendente de un conjunto de BWP de enlace ascendente configuradas si un índice de BWP de enlace descendente de la BWP de enlace descendente y un índice de BWP de enlace ascendente de la BWP de enlace ascendente son iguales. Para espectros no emparejados, un UE puede esperar que una frecuencia central para una BWP de enlace descendente sea igual a una frecuencia central para una BWP de enlace ascendente.

Para una BWP de enlace descendente en un conjunto de BWP de enlace descendente configuradas en una celda primaria (PCelda), una estación base puede configurar un UE con uno o varios conjuntos de recursos de control (CORESET, COntrol REsource SET) para por lo menos un espacio de búsqueda. Un espacio de búsqueda es un conjunto de ubicaciones en los dominios del tiempo y de la frecuencia donde el UE puede encontrar información de control. El espacio de búsqueda puede ser un espacio de búsqueda específico del UE o un espacio de búsqueda común (potencialmente utilizable por una pluralidad de UE). Por ejemplo, una estación base puede configurar un UE con un espacio de búsqueda común, en una PCelda o en una celda secundaria primaria (PSCelda), en una BWP de enlace descendente activa.

Para una BWP de enlace ascendente en un conjunto de BWP de enlace ascendente configuradas, una BS puede configurar un UE con uno o varios conjuntos de recursos para una o varias transmisiones de PUCCH. Un UE puede recibir recepciones de enlace descendente (por ejemplo, PDCCH o PDSCH) en una BWP de enlace descendente según una numerología configurada (por ejemplo, separación entre subportadoras y duración del prefijo cíclico) para la BWP de enlace descendente. El UE puede transmitir transmisiones de enlace ascendente (por ejemplo, PUCCH o PUSCH) en una BWP de enlace ascendente según una numerología configurada (por ejemplo, separación entre subportadoras y duración del prefijo cíclico para la BWP de enlace ascendente).

En la información de control de enlace descendente (DCI) se pueden proporcionar uno o varios campos indicadores de BWP. Un valor de un campo indicador de BWP puede indicar qué BWP de un conjunto de BWP configuradas es una BWP de enlace descendente activa para una o varias recepciones de enlace

descendente. El valor del uno o varios campos indicadores de BWP puede indicar una BWP de enlace ascendente activa para una o varias transmisiones de enlace ascendente.

Una estación base puede configurar semiestáticamente un UE con una BWP de enlace descendente predeterminada dentro de un conjunto de BWP de enlace descendente configuradas asociadas con una PCelda. Si la estación base no proporciona la BWP de enlace descendente predeterminada al UE, la BWP de enlace descendente predeterminada puede ser una BWP de enlace descendente activa inicial. El UE puede determinar qué BWP es la BWP de enlace descendente activa inicial basándose en una configuración de CORESET obtenida utilizando el PBCH.

Una estación base puede configurar un UE con un valor de temporizador de inactividad de BWP para una PCelda. El UE puede iniciar o reiniciar un temporizador de inactividad de BWP en cualquier tiempo apropiado. Por ejemplo, el UE puede iniciar o reiniciar el temporizador de inactividad de BWP (a) cuando el UE detecta una DCI que indica una BWP de enlace descendente activa distinta de una BWP de enlace descendente predeterminada para una operación de espectros emparejados; o (b) cuando un UE detecta una DCI que indica una BWP de enlace descendente activa o una BWP de enlace ascendente activa distintas de una BWP de enlace descendente o una BWP de enlace ascendente predeterminadas para una operación de espectros no emparejados. Si el UE no detecta DCI durante un intervalo de tiempo (por ejemplo, 1 ms o 0,5 ms), el UE puede ejecutar el temporizador de inactividad de BWP hacia la expiración (por ejemplo, incremento desde cero hasta el valor del temporizador de inactividad de BWP, o decremento desde el valor del temporizador de inactividad de BWP hasta cero). Cuando expira el temporizador de inactividad de BWP, el UE puede cambiar desde la BWP de enlace descendente activa a la BWP de enlace descendente predeterminada.

En un ejemplo, una estación base puede configurar semiestáticamente un UE con una o varias BWP. Un UE puede cambiar una BWP activa desde una primera BWP a una segunda BWP en respuesta a recibir una DCI indicando la segunda BWP como una BWP activa y/o en respuesta a una expiración del temporizador de inactividad de BWP (por ejemplo, si la segunda BWP es la BWP predeterminada).

El cambio de BWP de enlace descendente y de enlace ascendente (donde cambio de BWP se refiere a cambiar desde una BWP activa actualmente a una BWP no activa actualmente) se puede llevar a cabo independientemente en espectros emparejados. En espectros no emparejados, el cambio de BWP de enlace descendente y de enlace ascendente se puede realizar simultáneamente. Cambiar entre BWP configuradas se puede producir basándose en señalización de RRC, DCI, expiración de un temporizador de inactividad de BWP y/o un inicio de acceso aleatorio.

La figura 9 ilustra un ejemplo de adaptación de ancho de banda utilizando tres BWP configuradas para una portadora de NR. Un UE configurado con las tres BWP puede cambiar de una BWP a otra BWP en un punto de cambio. En el ejemplo ilustrado en la figura 9, las BWP incluyen: una BWP 902 con un ancho de banda de 40 MHz y una separación entre subportadoras de 15 kHz; una BWP 904 con un ancho de banda de 10 MHz y una separación entre subportadoras de 15 kHz; y una BWP 906 con un ancho de banda de 20 MHz y una separación entre subportadoras de 60 kHz. La BWP 902 puede ser una BWP activa inicial, y la BWP 904 puede ser una BWP predeterminada. El UE puede cambiar entre BWP en puntos de cambio. En el ejemplo de la figura 9, el UE puede cambiar desde la BWP 902 a la BWP 904 en un punto de cambio 908. El cambio en el punto de cambio 908 se puede producir por cualquier motivo adecuado, por ejemplo, en respuesta a una expiración de un temporizador de inactividad de BWP (indicando el cambio a la BWP predeterminada) y/o en respuesta a recibir una DCI indicando la BWP 904 como la BWP activa. El UE puede cambiar en un punto de cambio 910 desde la BWP activa 904 a la BWP 906 en respuesta a recibir una DCI que indica la BWP 906 como la BWP activa. El UE puede cambiar en un punto de cambio 912 desde la BWP activa 906 a la BWP 904 en respuesta a una expiración de un temporizador de inactividad de BWP y/o en respuesta a recibir una DCI indicando la BWP 904 como la BWP activa. El UE puede cambiar en un punto de cambio 914 desde la BWP activa 904 a la BWP 902 en respuesta a recibir una DCI que indica la BWP 902 como la BWP activa.

Si un UE está configurado para una celda secundaria con una BWP de enlace descendente predeterminada en un conjunto de BWP de enlace descendente configuradas y un valor de temporizador, los procedimientos del UE para cambiar de BWP en una celda secundaria pueden ser iguales/similares a los de una celda primaria. Por ejemplo, el UE puede utilizar el valor del temporizador y la BWP de enlace descendente predeterminada para la celda secundaria de manera igual/similar a cómo el UE utilizaría estos valores para una celda primaria.

Para proporcionar mayores velocidades de datos, se pueden agregar dos o más portadoras y transmitir las simultáneamente a/desde el mismo UE utilizando agregación de portadoras (CA, Carrier Aggregation). Las portadoras agregadas en CA se pueden denominar portadoras componentes (CC, Component Carrier). Cuando se utiliza CA, hay un número de celdas servidas para el UE, una para cada CC. Las CC pueden tener tres configuraciones en el dominio de la frecuencia.

La figura 10A ilustra las tres configuraciones de CA con dos CC. En la configuración intrabanda, contigua 1002, las dos CC se agregan en la misma banda de frecuencias (banda de frecuencias A) y se ubican directamente adyacentes entre sí dentro de la banda de frecuencias. En la configuración intrabanda, no contigua 1004, las dos CC se agregan en la misma banda de frecuencias (banda de frecuencias A) y están separadas en la banda de frecuencias por un hueco. En la configuración interbanda 1006, las dos CC se ubican en bandas de frecuencias (banda de frecuencias A y banda de frecuencias B).

En un ejemplo, se pueden agregar hasta 32 CC. Las CC agregadas pueden tener iguales o diferentes anchos de banda, separación entre subportadoras y/o esquemas de duplexación (TDD o FDD). Una celda servidora para un UE que utiliza CA puede tener una CC de enlace descendente. Para FDD, se pueden configurar, opcionalmente, una o varias CC de enlace ascendente para una celda servidora. La capacidad de agregar más portadoras de enlace descendente que portadoras de enlace ascendente puede ser útil, por ejemplo, cuando el UE tiene más tráfico de datos en el enlace descendente que en el enlace ascendente.

Cuando se utiliza CA, una de las celdas agregadas para un UE se puede denominar celda primaria (PCelda). La PCelda puede ser la celda servidora a la que el UE se conecta inicialmente en el establecimiento, restablecimiento y/o traspaso de conexión RRC. La PCelda puede proporcionar al UE información de movilidad de NAS y la entrada de seguridad. Los UE pueden tener diferentes PCeldas. En el enlace descendente, la portadora correspondiente a la PCelda se puede denominar la CC primaria de enlace descendente (PCC de DL). En el enlace ascendente, la portadora correspondiente a la PCelda se puede denominar la CC primaria de enlace ascendente (PCC de UL). Las otras celdas agregadas para el UE se pueden denominar celdas secundarias (SCeldas). En un ejemplo, las SCeldas se pueden configurar después de configurarse la PCelda para el UE. Por ejemplo, una SCelda se puede configurar a través de un procedimiento de reconfiguración de conexión RRC. En el enlace descendente, la portadora correspondiente a una SCelda se puede denominar una CC secundaria de enlace descendente (SCC de DL). En el enlace ascendente, la portadora correspondiente a la SCelda se puede denominar la CC secundaria de enlace ascendente (SCC de UL).

Las SCeldas configuradas para un UE se pueden activar y desactivar basándose, por ejemplo, en el tráfico y las condiciones del canal. La desactivación de una SCelda puede significar que la recepción del PDCCH y el PDSCH en la SCelda se detiene y las transmisiones del PUSCH, la SRS y el CQI en la SCelda se detienen. Las SCeldas configuradas se pueden activar y desactivar utilizando un CE de MAC con respecto a la figura 4B. Por ejemplo, un CE de MAC puede utilizar un mapa de bits (por ejemplo, un bit por SCelda) para indicar qué SCeldas (por ejemplo, en un subconjunto de SCeldas configuradas) para el UE están activadas o desactivadas. Las SCeldas configuradas se pueden desactivar en respuesta a la expiración de un temporizador de desactivación de SCelda (por ejemplo, un temporizador de desactivación de SCelda por SCelda).

La información de control de enlace descendente, tal como asignaciones de planificación y concesiones de planificación, para una celda se puede transmitir en la celda correspondiente a las asignaciones y concesiones, lo que se conoce como autoplanificación. La DCI para la celda se puede transmitir en otra celda, lo que se conoce como planificación de portadora cruzada. La información de control de enlace ascendente (por ejemplo, confirmaciones de HARQ y retroalimentación de estado del canal, tales como CQI, PMI y/o RI) para celdas agregadas se puede transmitir en el PUCCH de la PCelda. Para un número mayor de CC de enlace descendente agregadas, el PUCCH de la PCelda se puede sobrecargar. Las celdas se pueden dividir en múltiples grupos de PUCCH.

La figura 10B ilustra un ejemplo de cómo se pueden configurar celdas agregadas en uno o varios grupos de PUCCH. Un grupo de PUCCH 1010 y un grupo de PUCCH 1050 pueden incluir una o varias CC de enlace descendente, respectivamente. En el ejemplo de la figura 10B, el grupo de PUCCH 1010 incluye tres CC de enlace descendente: una PCelda 1011, una SCelda 1012 y una SCelda 1013. El grupo de PUCCH 1050 incluye tres CC de enlace descendente en el presente ejemplo: una PCelda 1051, una SCelda 1052 y una SCelda 1053. Una o varias CC de enlace ascendente se pueden configurar como una PCelda 1021, una SCelda 1022 y una SCelda 1023. Una o varias CC de enlace ascendente se pueden configurar como una SCelda primaria (PSCelda) 1061, una SCelda 1062 y una SCelda 1063. La información de control de enlace ascendente (UCI) relacionada con las CC de enlace descendente del grupo de PUCCH 1010, mostrada como UCI 1031, UCI 1032 y UCI 1033, se puede transmitir en el enlace ascendente de la PCelda 1021. La información de control de enlace ascendente (UCI) relacionada con las CC de enlace descendente del grupo de PUCCH 1050, mostrada como UCI 1071, UCI 1072 y UCI 1073, se puede transmitir en el enlace ascendente de la PSCelda 1061. En un ejemplo, si las celdas agregadas representadas en la figura 10B no se dividieran en el grupo de PUCCH 1010 y el grupo de PUCCH 1050, una única PCelda de enlace ascendente transmitiría UCI relativa a las CC de enlace descendente, y la PCelda podría sobrecargarse. Dividiendo las transmisiones de UCI entre la PCelda 1021 y la PSCelda 1061, se puede evitar la sobrecarga.

A una celda, que comprende una portadora de enlace descendente y, opcionalmente, una portadora de enlace ascendente, se le puede asignar un ID de celda física y un índice de celda. El ID de celda física o el

índice de celda pueden identificar una portadora de enlace descendente y/o una portadora de enlace ascendente de la celda, por ejemplo, dependiendo del contexto en el que se utilice el ID de celda física. Un ID de celda física se puede determinar utilizando una señal de sincronización transmitida en una portadora componente de enlace descendente. Un índice de celda se puede determinar utilizando mensajes RRC. En la descripción, un ID de celda física se puede denominar un ID de portadora, y un índice de celda se puede denominar un índice de portadora. Por ejemplo, cuando la descripción se refiere a un primer ID de celda física para una primera portadora de enlace descendente, la descripción puede significar que el primer ID de celda física es para una celda que comprende la primera portadora de enlace descendente. El mismo concepto o un concepto similar se puede aplicar, por ejemplo, a la activación de portadoras. Cuando la descripción indica que se activa una primera portadora, la memoria descriptiva puede significar que se activa una celda que comprende la primera portadora.

En CA, la naturaleza multiportadora de una PHY se puede exponer a una MAC. En un ejemplo, una entidad HARQ puede operar en una celda servidora. Se puede generar un bloque de transporte por asignación/concesión por celda servidora. Un bloque de transporte y las potenciales retransmisiones de HARQ del bloque de transporte se pueden mapear a una celda servidora.

En el enlace descendente, una estación base puede transmitir (por ejemplo, unidifusión, multidifusión y/o difusión) una o más señales de referencia (RS, Reference Signal) a un UE (por ejemplo, PSS, SSS, CSI-RS, DMRS y/o PT-RS, como se muestra en la figura 5A). En el enlace ascendente, el UE puede transmitir una o varias RS a la estación base (por ejemplo, DMRS, PT-RS, y/o SRS, como se muestra en la figura 5B). La PSS y la SSS pueden ser transmitidas por la estación base y utilizadas por el UE para sincronizar el UE con la estación base. La PSS y la SSS se pueden proporcionar en un bloque de señal de sincronización (SS)/canal físico de difusión (PBCH) que incluye la PSS, la SSS y el PBCH. La estación base puede transmitir periódicamente una ráfaga de bloques de SS/PBCH.

La figura 11A ilustra un ejemplo de una estructura y ubicación del bloque de SS/PBCH. Una ráfaga de bloques de SS/PBCH puede incluir uno o varios bloques de SS/PBCH (por ejemplo, 4 bloques de SS/PBCH, como se muestra en la figura 11A). Las ráfagas se pueden transmitir periódicamente (por ejemplo, cada 2 tramas o 20 ms). Una ráfaga se puede limitar a una media trama (por ejemplo, una primera media trama que tiene una duración de 5 ms). Se entenderá que la figura 11A es un ejemplo, y que estos parámetros (número de bloques de SS/PBCH por ráfaga, periodicidad de ráfagas, posición de la ráfaga dentro de la trama) se pueden configurar basándose, por ejemplo, en: una frecuencia portadora de una celda en la que se transmite el bloque de SS/PBCH; una numerología o separación entre subportadoras de la celda; una configuración mediante la red (por ejemplo, utilizando señalización RRC); o cualquier otro factor adecuado. En un ejemplo, el UE puede asumir una separación entre subportadoras para el bloque de SS/PBCH basada en la frecuencia portadora que se está monitorizando, salvo que la red de radio configure el UE para asumir una separación entre subportadoras diferente.

El bloque de SS/PBCH puede abarcar uno o varios símbolos OFDM en el dominio del tiempo (por ejemplo, 4 símbolos OFDM, como se muestra en el ejemplo de la figura 11A) y puede abarcar una o varias subportadoras en el dominio de la frecuencia (por ejemplo, 240 subportadoras contiguas). La PSS, la SSS y el PBCH pueden tener una frecuencia central común. La PSS se puede transmitir primero y puede abarcar, por ejemplo, 1 símbolo OFDM y 127 subportadoras. La SSS se puede transmitir después de la PSS (por ejemplo, dos símbolos después) y puede abarcar 1 símbolo OFDM y 127 subportadoras. El PBCH se puede transmitir después de la PSS (por ejemplo, sobre los 3 símbolos OFDM siguientes) y puede abarcar 240 subportadoras.

La ubicación del bloque de SS/PBCH en los dominios del tiempo y de la frecuencia puede no ser conocida por el UE (por ejemplo, si el UE está buscando la celda). Para encontrar y seleccionar la celda, el UE puede monitorizar la PSS de una portadora. Por ejemplo, el UE puede monitorizar una ubicación de frecuencia dentro de la portadora. Si la PSS no se encuentra después de una cierta duración (por ejemplo, 20 ms), el UE puede buscar la PSS en una ubicación de frecuencia diferente dentro de la portadora, según lo indicado por un código de sincronización. Si la PSS se encuentra en una ubicación en los dominios del tiempo y de la frecuencia, el UE puede determinar, basándose en una estructura conocida del bloque de SS/PBCH, las ubicaciones de la SSS y del PBCH, respectivamente. El bloque de SS/PBCH puede ser un bloque de SS de definición de celda (CD-SSB, Cell-Defining SS Block). En un ejemplo, una celda primaria puede estar asociada a un CD-SSB. El CD-SSB se puede ubicar en un código de sincronización. En un ejemplo, una selección/búsqueda y/o reelección de celda se puede basar en el CD-SSB.

El bloque de SS/PBCH puede ser utilizado por el UE para determinar uno o varios parámetros de la celda. Por ejemplo, el UE puede determinar un identificador de celda físico (PCI, Physical Cell Identifier) de la celda basándose en las secuencias de la PSS y de la SSS, respectivamente. El UE puede determinar una ubicación de un límite de trama de la celda basándose en la ubicación del bloque de SS/PBCH. Por ejemplo, el bloque de SS/PBCH puede indicar que se ha transmitido según un patrón de transmisión, en el que un bloque de SS/PBCH en el patrón de transmisión está a una distancia conocida del límite de trama.

- El PBCH puede utilizar una modulación QPSK y puede utilizar corrección de errores hacia adelante (FEC, Forward Error Correction). La FEC puede utilizar codificación polar. Uno o varios símbolos abarcados por el PBCH pueden transportar una o varias DMRS para la demodulación del PBCH. El PBCH puede incluir una indicación de un número de trama de sistema (SFN, System Frame Number) actual de la celda y/o un índice de temporización de bloque de SS/PBCH. Estos parámetros pueden facilitar la sincronización temporal del UE con la estación base. El PBCH puede incluir un bloque de información maestro (MIB) utilizado para proporcionar al UE uno o varios parámetros. El MIB puede ser utilizado por el UE para localizar la información mínima restante del sistema (RMSI, Remaining Minimum System Information) asociada a la celda. La RMSI puede incluir un bloque de información del sistema de tipo 1 (SIB1). El SIB1 puede contener información que necesita el UE para acceder a la celda. El UE puede utilizar uno o varios parámetros del MIB para monitorizar el PDCCH, lo que se puede utilizar para planificar el PDSCH. El PDSCH puede incluir el SIB1. El SIB1 se puede descodificar utilizando parámetros proporcionados en el MIB. El PBCH puede indicar una ausencia de SIB1. Basándose en que el PBCH indica la ausencia de SIB1, el UE se puede dirigir a una frecuencia. El UE puede buscar un bloque de SS/PBCH en la frecuencia a la que se ha dirigido el UE.
- El UE puede asumir que uno o varios bloques de SS/PBCH transmitidos con un mismo índice de bloque de SS/PBCH están cuasi coubicados (QCL, Quasi Co-Located) (por ejemplo, que tienen igual/similar dispersión Doppler, desplazamiento Doppler, ganancia media, retardo medio y/o parámetros de Rx espaciales). El UE puede no asumir QCL para transmisiones de bloque de SS/PBCH que tengan diferentes índices de bloque de SS/PBCH.
- Los bloques de SS/PBCH (por ejemplo, los que están dentro de una media trama) se pueden transmitir en direcciones espaciales (por ejemplo, utilizando diferentes haces que abarcan un área de cobertura de la celda). En un ejemplo, un primer bloque de SS/PBCH se puede transmitir en una primera dirección espacial utilizando un primer haz, y un segundo bloque de SS/PBCH se puede transmitir en una segunda dirección espacial utilizando un segundo haz.
- En un ejemplo, dentro de un intervalo de frecuencias de una portadora, una estación base puede transmitir una pluralidad de bloques de SS/PBCH. En un ejemplo, un primer PCI de un primer bloque de SS/PBCH de la pluralidad de bloques de SS/PBCH puede ser diferente de un segundo PCI de un segundo bloque de SS/PBCH de la pluralidad de bloques de SS/PBCH. Los PCI de los bloques de SS/PBCH transmitidos en distintas ubicaciones de frecuencia pueden ser diferentes o iguales.
- La CSI-RS puede ser transmitida por la estación base y utilizada por el UE para adquirir información de estado del canal (CSI). La estación base puede configurar el UE con una o varias CSI-RS para estimación de canal o cualquier otro propósito adecuado. La estación base puede configurar un UE con una o varias de las CSI-RS iguales/similares. El UE puede medir las una o varias CSI-RS. El UE puede estimar un estado del canal de enlace descendente y/o generar un informe de CSI basándose en la medición de la una o varias CSI-RS de enlace descendente. El UE puede proporcionar el informe de CSI a la estación base. La estación base puede utilizar retroalimentación proporcionada por el UE (por ejemplo, el estado del canal de enlace descendente estimado) para llevar a cabo adaptación de enlace.
- La estación base puede configurar semiestáticamente el UE con uno o varios conjuntos de recursos de CSI-RS. Un recurso de CSI-RS se puede asociar con una ubicación en los dominios del tiempo y de la frecuencia y una periodicidad. La estación base puede activar y/o desactivar selectivamente un recurso de CSI-RS. La estación base puede indicar al UE que un recurso de CSI-RS en el conjunto de recursos de CSI-RS está activado y/o desactivado.
- La estación base puede configurar el UE para notificar mediciones de CSI. La estación base puede configurar el UE para proporcionar informes de CSI de forma periódica, aperiódica o semipersistente. Para notificación de CSI periódica, el UE se puede configurar con una temporización y/o periodicidad de una pluralidad de informes de CSI. Para notificación de CSI aperiódica, la estación base puede solicitar un informe de CSI. Por ejemplo, la estación base puede ordenar al UE que mida un recurso de CSI-RS configurado y proporcione un informe de CSI relativo a las mediciones. Para notificación de CSI semipersistente, la estación base puede configurar el UE para transmitir periódicamente, y activar o desactivar selectivamente la notificación periódica. La estación base puede configurar el UE con un conjunto de recursos de CSI-RS e informes de CSI utilizando señalización de RRC.
- La configuración de CSI-RS puede comprender uno o varios parámetros que indiquen, por ejemplo, hasta 32 puertos de antena. El UE se puede configurar para emplear los mismos símbolos OFDM para una CSI-RS de enlace descendente y un conjunto de recursos de control (CORESET) cuando la CSI-RS de enlace descendente y el CORESET están espacialmente cuasi coubicados y los elementos de recurso asociados con la CSI-RS de enlace descendente están fuera de los bloques de recursos físicos (PRB, Physical Resource Block) configurados para el CORESET. El UE se puede configurar para emplear los mismos símbolos OFDM para la CSI-RS de enlace descendente y los bloques de SS/PBCH cuando la CSI-RS de

enlace descendente y los bloques de SS/PBCH están espacialmente cuasi cúbicos y los elementos de recurso asociados con la CSI-RS de enlace descendente están fuera de los PRB configurados para los bloques de SS/PBCH.

- 5 Las DMRS de enlace descendente pueden ser transmitidas por una estación base y utilizadas por un UE para estimación de canal. Por ejemplo, la DMRS de enlace descendente se puede utilizar para la demodulación coherente de uno o varios canales físicos de enlace descendente (por ejemplo, PDSCH). Una red de NR puede soportar uno o varios patrones de DMRS variables y/o configurables para la demodulación de datos. Por lo menos una configuración de DMRS de enlace descendente puede soportar un patrón de DMRS de carga inicial. Una DMRS de carga inicial se puede mapear sobre uno o varios símbolos OFDM (por ejemplo, uno o dos símbolos OFDM adyacentes). Una estación base puede configurar semiestáticamente el UE con un número (por ejemplo, un número máximo) de símbolos de DMRS de carga inicial para PDSCH. Una configuración de DMRS puede soportar uno o más puertos de DMRS. Por ejemplo, para MIMO de usuario único, una configuración de DMRS puede soportar hasta ocho puertos de DMRS de enlace descendente ortogonales por UE. Para MIMO multiusuario, una configuración de DMRS puede soportar hasta 4 puertos de DMRS de enlace descendente ortogonales por UE. Una red de radio puede soportar (por ejemplo, por lo menos para CP-OFDM) una estructura de DMRS común para enlace descendente y enlace ascendente, en la que una ubicación de DMRS, un patrón de DMRS y/o una secuencia de aleatorización pueden ser iguales o diferentes. La estación base puede transmitir una DMRS de enlace descendente y un PDSCH correspondiente utilizando la misma matriz de precodificación. El UE puede utilizar las una o varias DMRS de enlace descendente para la demodulación coherente/estimación de canal del PDSCH.

En un ejemplo, un transmisor (por ejemplo, una estación base) puede utilizar unas matrices precodificadoras para una parte de un ancho de banda de transmisión. Por ejemplo, el transmisor puede utilizar una primera matriz precodificadora para un primer ancho de banda y una segunda matriz precodificadora para un segundo ancho de banda. La primera matriz precodificadora y la segunda matriz precodificadora pueden ser diferentes basándose en que el primer ancho de banda sea diferente del segundo ancho de banda. El UE puede asumir que se utiliza una misma matriz de precodificación en un conjunto de PRB. El conjunto de PRB puede denominarse grupo de bloques de recursos de precodificación (PRG, Precoding Resource block Group).

Un PDSCH puede comprender una o varias capas. El UE puede asumir que por lo menos un símbolo con DMRS está presente en una capa de las una o varias capas del PDSCH. Una capa superior puede configurar hasta 3 DMRS para el PDSCH.

- 35 La PT-RS de enlace descendente puede ser transmitida por una estación base y utilizada por un UE para compensación de ruido de fase. Que una PT-RS de enlace descendente esté presente o no puede depender de una configuración de RRC. La presencia y/o el patrón de la PT-RS de enlace descendente se puede configurar de manera específica por UE utilizando una combinación de señalización de RRC y/o una asociación con uno o varios parámetros empleados para otros propósitos (por ejemplo, esquema de modulación y codificación (MCS, Modulation and Coding Scheme)), lo que se puede indicar mediante DCI. Cuando está configurada, la presencia dinámica de una PT-RS de enlace descendente se puede asociar con uno o varios parámetros de DCI que comprenden por lo menos MCS. Una red de NR puede soportar una pluralidad de densidades de PT-RS definidas en los dominios del tiempo y/o de la frecuencia. Cuando está presente, una densidad del dominio de la frecuencia se puede asociar con por lo menos una configuración de un ancho de banda planificado. El UE puede asumir una misma precodificación para un puerto de DMRS y un puerto de PT-RS. Un número de puertos de PT-RS puede ser menor que un número de puertos de DMRS en un recurso planificado. La PT-RS de enlace descendente se puede confinar en la duración de tiempo/frecuencia planificada para el UE. La PT-RS de enlace descendente se puede transmitir en símbolos para facilitar el seguimiento de fase en el receptor.

50 El UE puede transmitir una DMRS de enlace ascendente a una estación base para estimación de canal. Por ejemplo, la estación base puede utilizar la DMRS de enlace ascendente para la demodulación coherente de uno o varios canales físicos de enlace ascendente. Por ejemplo, el UE puede transmitir una DMRS de enlace ascendente con un PUSCH y/o un PUCCH. La DM-RS de enlace ascendente puede abarcar un intervalo de frecuencias que es similar a un intervalo de frecuencias asociado con el canal físico correspondiente. La estación base puede configurar el UE con una o varias configuraciones de DMRS de enlace ascendente. Por lo menos una configuración de DMRS puede soportar un patrón de DMRS de carga inicial. La DMRS de carga inicial se puede mapear sobre uno o varios símbolos OFDM (por ejemplo, uno o dos símbolos OFDM adyacentes). Una o varias DMRS de enlace ascendente se pueden configurar para transmitir en uno o varios símbolos de un PUSCH y/o un PUCCH. La estación base puede configurar semiestáticamente el UE con un número (por ejemplo, número máximo) de símbolos de DMRS de carga inicial para el PUSCH y/o el PUCCH, que el UE puede utilizar para planificar una DMRS de un único símbolo y/o una DMRS de doble símbolo. Una red de NR puede soportar (por ejemplo, para multiplexación por división de frecuencias ortogonales con prefijo cíclico (CP-OFDM)) una estructura de DMRS común para el enlace descendente y el enlace ascendente, en la que una ubicación de DMRS, un patrón de DMRS y/o una secuencia de aleatorización para la DMRS pueden ser iguales o diferentes.

Un PUSCH puede comprender una o varias capas, y el UE puede transmitir por lo menos un símbolo con DMRS presente en una capa de la una o varias capas del PUSCH. En un ejemplo, una capa superior puede configurar hasta tres DMRS para el PUSCH.

5

La PT-RS de enlace ascendente (que puede ser utilizada por una estación base para seguimiento de fase y/o compensación de ruido de fase) puede o no estar presente dependiendo de una configuración de RRC del UE. La presencia y/o el patrón de la PT-RS de enlace ascendente se puede configurar de manera específica por UE mediante una combinación de señalización de RRC y/o uno o varios parámetros empleados para otros propósitos (por ejemplo, esquema de modulación y codificación (MCS)), lo que puede indicarse mediante DCI. Cuando está configurada, una presencia dinámica de una PT-RS de enlace ascendente se puede asociar con uno o varios parámetros de DCI que comprenden por lo menos MCS. Una red de radio puede soportar una pluralidad de densidades de PT-RS de enlace ascendente definidas en los dominios del tiempo/de la frecuencia. Cuando está presente, una densidad del dominio de la frecuencia se puede asociar con por lo menos una configuración de un ancho de banda planificado. El UE puede asumir una misma precodificación para un puerto de DMRS y un puerto de PT-RS. Un número de puertos de PT-RS puede ser menor que un número de puertos de DMRS en un recurso planificado. Por ejemplo, la PT-RS de enlace ascendente se puede confinar en la duración de tiempo/frecuencia planificada para el UE.

10

15

20

25

30

35

40

La SRS puede ser transmitida por un UE a una estación base para la estimación de estado del canal para soportar planificación dependiente del canal de enlace ascendente y/o adaptación de enlace. La SRS transmitida por el UE puede permitir a una estación base estimar un estado del canal de enlace ascendente en una o varias frecuencias. Un planificador en la estación base puede emplear el estado del canal de enlace ascendente estimado para asignar uno o varios bloques de recursos para una transmisión de PUSCH de enlace ascendente desde el UE. La estación base puede configurar semiestáticamente el UE con uno o varios conjuntos de recursos de SRS. Para un conjunto de recursos de SRS, la estación base puede configurar el UE con uno o varios recursos de SRS. La aplicabilidad de un conjunto de recursos de SRS se puede configurar mediante un parámetro de capa superior (por ejemplo, RRC). Por ejemplo, cuando un parámetro de capa superior indica gestión de haz, un recurso de SRS en un conjunto de recursos de SRS del uno o varios conjuntos de recursos de SRS (por ejemplo, con igual/similar comportamiento en el dominio del tiempo, periódico, aperiódico, y/o similares) se puede transmitir en un instante de tiempo (por ejemplo, simultáneamente). El UE puede transmitir uno o varios recursos de SRS en conjuntos de recursos de SRS. Una red de NR puede soportar transmisiones de SRS aperiódicas, periódicas y/o semipersistentes. El UE puede transmitir recursos de SRS basándose en uno o varios tipos de activador, en los que el uno o varios tipos de activador pueden comprender señalización de capa superior (por ejemplo, RRC) y/o uno o varios formatos de DCI. En un ejemplo, se puede emplear por lo menos un formato de DCI para que el UE seleccione por lo menos uno de uno o varios conjuntos de recursos de SRS configurados. Un activador de SRS de tipo 0 se puede referir a una SRS activada basándose en una señalización de capa superior. Un activador de SRS de tipo 1 se puede referir a una SRS activada basándose en uno o varios formatos de DCI. En un ejemplo, cuando PUSCH y SRS se transmiten en una misma ranura, el UE se puede configurar para transmitir SRS después de una transmisión de un PUSCH y una DMRS de enlace ascendente correspondiente.

45

50

La estación base puede configurar semiestáticamente el UE con uno o varios parámetros de configuración de SRS que indican por lo menos uno de los siguientes: un identificador de configuración de recurso de SRS; un número de puertos de SRS; comportamiento en el dominio del tiempo de una configuración de recurso de SRS (por ejemplo, una indicación de SRS periódica, semipersistente o aperiódica); periodicidad a nivel de ranura, minirranura y/o subtrama; desplazamiento para un recurso de SRS periódico y/o aperiódico; un número de símbolos OFDM en un recurso de SRS; un símbolo OFDM de inicio de un recurso de SRS; un ancho de banda de SRS; un ancho de banda de salto de frecuencia; un desplazamiento cíclico; y/o un ID de secuencia de SRS.

55

60

Un puerto de antena se define de tal manera que el canal sobre el que se transporta un símbolo en el puerto de antena se puede deducir del canal sobre el que se transporta otro símbolo en el mismo puerto de antena. Si un primer símbolo y un segundo símbolo se transmiten en el mismo puerto de antena, el receptor puede deducir el canal (por ejemplo, ganancia de desvanecimiento, retardo multitrayecto y/o similares) para transportar el segundo símbolo en el puerto de antena, a partir del canal para transportar el primer símbolo en el puerto de antena. Un primer puerto de antena y un segundo puerto de antena se pueden denominar cuasi cúbicados (QCLed) si una o varias propiedades a gran escala del canal sobre el que se transporta un primer símbolo en el primer puerto de antena se pueden deducir del canal sobre el que se transporta un segundo símbolo en un segundo puerto de antena. La una o varias propiedades a gran escala pueden comprender por lo menos una de: una dispersión de retardo; una dispersión Doppler; un desplazamiento Doppler; una ganancia media; un retardo medio; y/o parámetros de recepción (Rx) espaciales.

65

Los canales que utilizan conformación de haces requieren gestión de haz. La gestión de haz puede comprender medición de haz, selección de haz e indicación de haz. Un haz se puede asociar con una o

varias señales de referencia. Por ejemplo, un haz se puede identificar mediante una o varias señales de referencia con conformación de haces. El UE puede llevar a cabo la medición de haz de enlace descendente basándose en señales de referencia de enlace descendente (por ejemplo, una señal de referencia de información de estado del canal (CSI-RS)) y generar un informe de medición de haz. El UE puede llevar a cabo el procedimiento de medición de haz de enlace descendente después de que se configure una conexión RRC con una estación base.

La figura 11B ilustra un ejemplo de señales de referencia de información de estado del canal (CSI-RS) que se mapean en los dominios del tiempo y de la frecuencia. Un cuadrado mostrado en la figura 11B puede abarcar un bloque de recursos (RB) dentro de un ancho de banda de una celda. Una estación base puede transmitir uno o varios mensajes RRC que comprenden parámetros de configuración de recursos de CSI-RS que indican una o varias CSI-RS. Uno o varios de los siguientes parámetros se pueden configurar mediante señalización de capa superior (por ejemplo, señalización RRC y/o MAC) para una configuración de recursos de CSI-RS: una identidad de configuración de recurso de CSI-RS, un número de puertos de CSI-RS, una configuración de CSI-RS (por ejemplo, ubicaciones de símbolo y elemento de recurso (RE) en una subtrama), una configuración de subtrama de CSI-RS (por ejemplo, ubicación, desplazamiento y periodicidad de subtrama en una trama de radio), un parámetro de potencia de CSI-RS, un parámetro de secuencia de CSI-RS, un parámetro de tipo de multiplexación por división de código (CDM, Code Division Multiplexing), una densidad de frecuencia, un peine de transmisión, parámetros de cuasi coubicación (QCL) (por ejemplo, QCL-scramblingidentity, crs-portscount, mbsfn-sub-frameconfiglist, csi-rs-configZPid, qcl-csi-rs-configNZPid) y/u otros parámetros de recursos de radio.

Los tres haces ilustrados en la figura 11B se pueden configurar para un UE en una configuración específica del UE. En la figura 11B se ilustran tres haces (haz #1, haz #2 y haz #3), se pueden configurar más o menos haces. Al haz #1 se le puede asignar la CSI-RS 1101, que se puede transmitir en una o varias subportadoras en un RB de un primer símbolo. Al haz #2 se le puede asignar la CSI-RS 1102, que se puede transmitir en una o varias subportadoras en un RB de un segundo símbolo. Al haz #3 se le puede asignar la CSI-RS 1103, que se puede transmitir en una o varias subportadoras en un RB de un tercer símbolo. Utilizando multiplexación por división de frecuencia (FDM), una estación base puede utilizar otras subportadoras en un mismo RB (por ejemplo, aquellas que no se utilizan para transmitir la CSI-RS 1101) para transmitir otra CSI-RS asociada a un haz para otro UE. Utilizando multiplexación en el dominio del tiempo (TDM), los haces utilizados para el UE se pueden configurar de tal manera que los haces para el UE utilicen símbolos de haces de otros UE.

Las CSI-RS tales como las ilustradas en la figura 11B (por ejemplo, CSI-RS 1101, 1102, 1103) pueden ser transmitidas por la estación base y utilizadas por el UE para una o varias mediciones. Por ejemplo, el UE puede medir una potencia recibida de señal de referencia (RSRP, Reference Signal Received Power) de recursos de CSI-RS configurados. La estación base puede configurar el UE con una configuración de notificación de informes, y el UE puede notificar las mediciones de RSRP a una red (por ejemplo, a través de una o varias estaciones base) basándose en la configuración de notificación de informes. En un ejemplo, la estación base puede determinar, basándose en los resultados de medición notificados, uno o varios estados de indicación de configuración de transmisión (TCI, Transmission Configuration Indication) que comprenden un número de señales de referencia. En un ejemplo, la estación base puede indicar uno o varios estados de TCI al UE (por ejemplo, a través de señalización RRC, un CE de MAC y/o una DCI). El UE puede recibir una transmisión de enlace descendente con un haz de recepción (Rx) determinado basándose en el uno o varios estados de TCI. En un ejemplo, el UE puede o no tener una capacidad de correspondencia de haces. Si el UE tiene la capacidad de correspondencia de haces, el UE puede determinar un filtro de dominio espacial de un haz de transmisión (Tx) basándose en un filtro de dominio espacial del haz de Rx correspondiente. Si el UE no tiene la capacidad de correspondencia de haces, el UE puede llevar a cabo un procedimiento de selección de haz de enlace ascendente para determinar el filtro de dominio espacial del haz de Tx. El UE puede llevar a cabo el procedimiento de selección de haz de enlace ascendente basándose en uno o varios recursos de señal de referencia de sondeo (SRS) configurados para el UE por la estación base. La estación base puede seleccionar e indicar haces de enlace ascendente para el UE basándose en mediciones del uno o varios recursos de SRS transmitidos por el UE.

En un procedimiento de gestión de haz, un UE puede evaluar (por ejemplo, medir) una calidad del canal de uno o varios enlaces de par de haces, comprendiendo un enlace de par de haces un haz de transmisión transmitido por una estación base y un haz de recepción recibido por el UE. Basándose en la evaluación, el UE puede transmitir un informe de medición de haces que indique uno o varios parámetros de calidad de par de haces que comprenda, por ejemplo, una o varias identificaciones de haz (por ejemplo, un índice de haz, un índice de señal de referencia, o similares), RSRP, un indicador de matriz de precodificación (PMI, Precoding Matrix Indicator), un indicador de calidad de canal (CQI, Channel Quality Indicator) y/o un indicador de rango (RI, Rank Indicator).

La figura 12A ilustra ejemplos de tres procedimientos de gestión de haz de enlace descendente: P1, P2 y P3. El procedimiento P1 puede permitir una medición de UE en haces de transmisión (Tx) de un punto de

transmisión/recepción (TRP, Transmission Reception Point) (o múltiples TRP), por ejemplo, para soportar una selección de uno o varios haces de Tx de estación base y/o haces de Rx de UE (mostrados como óvalos en la fila superior y en la fila inferior, respectivamente, de P1). La conformación de haces en un TRP puede comprender un barrido de haces de Tx para un conjunto de haces (mostrados, en las filas superiores de P1 y P2, como óvalos girados en sentido antihorario indicado por la flecha discontinua). La conformación de haces en un UE puede comprender un barrido de haces de Rx para un conjunto de haces (mostrados, en las filas inferiores de P1 y P3, como óvalos girados en sentido horario indicado por la flecha discontinua). El procedimiento P2 se puede utilizar para permitir una medición de UE en haces de Tx de un TRP (mostrados, en la fila superior de P2, como óvalos girados en sentido antihorario indicados por la flecha discontinua). El UE y/o la estación base pueden llevar a cabo el procedimiento P2 utilizando un conjunto de haces más pequeño que el utilizado en el procedimiento P1, o utilizando haces más estrechos que los haces utilizados en el procedimiento P1. Esto se puede denominar refinamiento de haz. El UE puede llevar a cabo el procedimiento P3 para la determinación de haz de Rx utilizando el mismo haz de Tx en la estación base y barriendo un haz de Rx en el UE.

La figura 12B ilustra ejemplos de tres procedimientos de gestión de haz de enlace ascendente: U1, U2 y U3. El procedimiento U1 se puede utilizar para permitir a una estación base llevar a cabo una medición en haces de Tx de un UE, por ejemplo, para soportar una selección de uno o varios haces de Tx de UE y/o haces de Rx de estación base (mostrados como óvalos en la fila superior y en la fila inferior, respectivamente, de U1). La conformación de haces en el UE puede incluir, por ejemplo, un barrido de haces de Tx a partir de un conjunto de haces (mostrados en las filas inferiores de U1 y U3 como óvalos girados en sentido horario indicado por la flecha discontinua). La conformación de haces en la estación base puede incluir, por ejemplo, un barrido de haces de Rx a partir de un conjunto de haces (mostrados, en las filas superiores de U1 y U2, como óvalos girados en sentido antihorario indicado por la flecha discontinua). El procedimiento U2 se puede utilizar para permitir a la estación base ajustar su haz de Rx cuando el UE utiliza un haz de Tx fijo. El UE y/o la estación base pueden llevar a cabo el procedimiento U2 utilizando un conjunto de haces más pequeño que el utilizado en el procedimiento P1, o utilizando haces más estrechos que los haces utilizados en el procedimiento P1. Esto se puede denominar refinamiento de haz. El UE puede llevar a cabo el procedimiento U3 para ajustar su haz de Tx cuando la estación base utiliza un haz de Rx fijo.

Un UE puede iniciar un procedimiento de recuperación de fallo de haz (BFR, Beam Failure Recovery) basándose en detectar un fallo de haz. El UE puede transmitir una solicitud de BFR (por ejemplo, un preámbulo, una UCI, una SR, un CE de MAC y/o similares) basándose en el inicio del procedimiento de BFR. El UE puede detectar el fallo de haz basándose en una determinación de que una calidad de enlace(s) de par de haces de un canal de control asociado no es satisfactoria (por ejemplo, tiene una tasa de error superior a un umbral de tasa de error, una potencia de señal recibida inferior a un umbral de potencia de señal recibida, una expiración de un temporizador y/o similares).

El UE puede medir una calidad de un enlace de par de haces utilizando una o varias señales de referencia (RS) que comprenden uno o varios bloques de SS/PBCH, uno o varios recursos de CSI-RS y/o una o varias señales de referencia de demodulación (DMRS). Una calidad del enlace de par de haces se puede basar en uno o varios de una tasa de error de bloque (BLER, Block Error Rate), un valor de RSRP, un valor de relación de señal frente a interferencia más ruido (SINR, Signal to Interference plus Noise Ratio), un valor de calidad recibida de señal de referencia (RSRQ, Reference Signal Received Quality) y/o un valor de CSI medido en recursos de RS. La estación base puede indicar que un recurso de RS está cuasi coubicado (QCLed) con una o varias DM-RS de un canal (por ejemplo, un canal de control, un canal de datos compartido y/o similares). El recurso de RS y la una o varias DMRS del canal pueden estar cuasi coubicados cuando las características del canal (por ejemplo, desplazamiento Doppler, dispersión Doppler, retardo medio, dispersión de retardo, parámetro de Rx espacial, desvanecimiento y/o similares) de una transmisión a través del recurso de RS al UE son similares o iguales a las características del canal de una transmisión a través del canal al UE.

Una red (por ejemplo, un gNB y/o un ng-eNB de una red) y/o el UE pueden iniciar un procedimiento de acceso aleatorio. Un UE en un estado RRC_DE_REPOSO y/o en un estado RRC_INACTIVO puede iniciar el procedimiento de acceso aleatorio para solicitar una configuración de conexión a una red. El UE puede iniciar el procedimiento de acceso aleatorio desde un estado RRC_CONECTADO. El UE puede iniciar el procedimiento de acceso aleatorio para solicitar recursos de enlace ascendente (por ejemplo, para transmisión de enlace ascendente de una SR cuando no hay recurso de PUCCH disponible) y/o adquirir temporización de enlace ascendente (por ejemplo, cuando el estado de sincronización de enlace ascendente es no sincronizado). El UE puede iniciar el procedimiento de acceso aleatorio para solicitar uno o varios bloques de información del sistema (SIB) (por ejemplo, otra información del sistema, tal como SIB2, SIB3 y/o similares). El UE puede iniciar el procedimiento de acceso aleatorio para una solicitud de recuperación de fallo de haz. Una red puede iniciar un procedimiento de acceso aleatorio para un traspaso y/o para establecer alineación temporal para una adición de SCelda.

La figura 13A ilustra un procedimiento de acceso aleatorio basado en contienda de cuatro etapas. Antes del inicio del procedimiento, una estación base puede transmitir un mensaje 1310 de configuración al UE. El procedimiento ilustrado en la figura 13A comprende la transmisión de cuatro mensajes: un Msg 1 1311, un Msg 2 1312, un Msg 3 1313, y un Msg 4 1314. El Msg 1 1311 puede incluir y/o denominarse un preámbulo (o un preámbulo de acceso aleatorio). El Msg 2 1312 puede incluir y/o denominarse una respuesta de acceso aleatorio (RAR, Random Access Response).

El mensaje 1310 de configuración se puede transmitir, por ejemplo, utilizando uno o varios mensajes RRC. El uno o varios mensajes RRC pueden indicar uno o varios parámetros de canal de acceso aleatorio (RACH) al UE. El uno o varios parámetros de RACH pueden comprender por lo menos uno de los siguientes: parámetros generales para uno o varios procedimientos de acceso aleatorio (por ejemplo, RACH-configGeneral); parámetros específicos de celda (por ejemplo, RACH-ConfigCommon); y/o parámetros dedicados (por ejemplo, RACH-configDedicated). La estación base puede difundir o multidifundir el uno o varios mensajes RRC a uno o varios UE. El uno o varios mensajes RRC pueden ser específicos del UE (por ejemplo, mensajes RRC dedicados transmitidos a un UE en un estado RRC_CONECTADO y/o en un estado RRC_INACTIVO). El UE puede determinar, basándose en el uno o varios parámetros de RACH, un recurso de tiempo-frecuencia y/o una potencia de transmisión de enlace ascendente para la transmisión del Msg 1 1311 y/o del Msg 3 1313. Basándose en el uno o varios parámetros de RACH, el UE puede determinar una temporización de recepción y un canal de enlace descendente para recibir el Msg 2 1312 y el Msg 4 1314.

El uno o varios parámetros de RACH proporcionados en el mensaje 1310 de configuración pueden indicar una o varias ocasiones de RACH físico (PRACH) disponibles para la transmisión del Msg 1 1311. La una o varias ocasiones de PRACH pueden estar predefinidas. El uno o varios parámetros de RACH pueden indicar uno o varios conjuntos disponibles de una o varias ocasiones de PRACH (por ejemplo, prach-ConfigIndex). El uno o varios parámetros de RACH pueden indicar una asociación entre (a) una o varias ocasiones de PRACH y (b) una o varias señales de referencia. El uno o varios parámetros de RACH pueden indicar una asociación entre (a) uno o varios preámbulos y (b) una o varias señales de referencia. La una o varias señales de referencia pueden ser bloques de SS/PBCH y/o CSI-RS. Por ejemplo, el uno o varios parámetros de RACH pueden indicar un número de bloques de SS/PBCH mapeados a una ocasión de PRACH y/o un número de preámbulos mapeados a bloques de SS/PBCH.

El uno o varios parámetros de RACH proporcionados en el mensaje 1310 de configuración se pueden utilizar para determinar una potencia de transmisión de enlace ascendente de Msg 1 1311 y/o de Msg 3 1313. Por ejemplo, el uno o varios parámetros de RACH pueden indicar una potencia de referencia para una transmisión de preámbulo (por ejemplo, una potencia objetivo recibida y/o una potencia inicial de la transmisión de preámbulo). Puede haber uno o varios desplazamientos de potencia indicados por el uno o varios parámetros de RACH. Por ejemplo, el uno o varios parámetros de RACH pueden indicar: un escalón de subida de potencia; un desplazamiento de potencia entre SSB y CSI-RS; un desplazamiento de potencia entre transmisiones del Msg 1 1311 y el Msg 3 1313; y/o un valor de desplazamiento de potencia entre grupos de preámbulos. El uno o varios parámetros de RACH pueden indicar uno o varios umbrales basándose en los cuales el UE puede determinar por lo menos una señal de referencia (por ejemplo, un SSB y/o una CSI-RS) y/o una portadora de enlace ascendente (por ejemplo, una portadora de enlace ascendente normal (NUL, Normal Uplink) y/o una portadora de enlace ascendente suplementaria (SUL, Supplemental Uplink)).

El Msg 1 1311 puede incluir una o varias transmisiones de preámbulo (por ejemplo, una transmisión de preámbulo y una o varias retransmisiones de preámbulo). Se puede utilizar un mensaje RRC para configurar uno o varios grupos de preámbulos (por ejemplo, grupo A y/o grupo B). Un grupo de preámbulos puede comprender uno o varios preámbulos. El UE puede determinar el grupo de preámbulos basándose en una medición de pérdidas de trayecto y/o en un tamaño del Msg 3 1313. El UE puede medir una RSRP de una o varias señales de referencia (por ejemplo, SSB y/o CSI-RS) y determinar por lo menos una señal de referencia que tenga una RSRP por encima de un umbral de RSRP (por ejemplo, rsrp-ThresholdSSB y/o rsrp-ThresholdCSI-RS). El UE puede seleccionar por lo menos un preámbulo asociado con la una o varias señales de referencia y/o un grupo de preámbulos seleccionado, por ejemplo, si la asociación entre el uno o varios preámbulos y la por lo menos una señal de referencia se configura mediante un mensaje RRC.

El UE puede determinar el preámbulo basándose en el uno o varios parámetros de RACH proporcionados en el mensaje 1310 de configuración. Por ejemplo, el UE puede determinar el preámbulo basándose en una medición de pérdidas de trayecto, una medición de RSRP y/o un tamaño del Msg 3 1313. Como otro ejemplo, el uno o varios parámetros de RACH pueden indicar: un formato de preámbulo; un número máximo de transmisiones de preámbulo; y/o uno o varios umbrales para determinar uno o varios grupos de preámbulos (por ejemplo, grupo A y grupo B). Una estación base puede utilizar el uno o varios parámetros de RACH para configurar el UE con una asociación entre uno o varios preámbulos y una o varias señales de referencia (por ejemplo, SSB y/o CSI-RS). Si se configura la asociación, el UE puede determinar el preámbulo a incluir en el Msg 1 1311 basándose en la asociación. El Msg 1 1311 se puede transmitir a la estación base a través de una o varias ocasiones de PRACH. El UE puede utilizar una o varias señales de referencia (por ejemplo, SSB

y/o CSI-RS) para la selección del preámbulo y para la determinación de la ocasión de PRACH. Uno o varios parámetros de RACH (por ejemplo, ra-ssb-OccasionMskIndex y/o ra-OccasionList) pueden indicar una asociación entre ocasiones de PRACH y la una o varias señales de referencia.

El UE puede llevar a cabo una retransmisión de preámbulo si no se recibe respuesta tras una transmisión de preámbulo. El UE puede aumentar una potencia de transmisión de enlace ascendente para la retransmisión de preámbulo. El UE puede seleccionar una potencia de transmisión de preámbulo inicial basándose en una medición de pérdidas de trayecto y/o en una potencia de preámbulo recibida objetivo configurada por la red. El UE puede determinar retransmitir un preámbulo y puede aumentar la potencia de transmisión de enlace ascendente. El UE puede recibir uno o varios parámetros de RACH (por ejemplo, ESCALÓN_SUBIDA_POTENCIA_PREÁMBULO) que indican un escalón de subida para la retransmisión de preámbulo. El escalón de subida puede ser una cantidad de aumento incremental en la potencia de transmisión de enlace ascendente para una retransmisión. El UE puede aumentar la potencia de transmisión de enlace ascendente si el UE determina una señal de referencia (por ejemplo, SSB y/o CSI-RS) que es igual a una transmisión de preámbulo anterior. El UE puede contar un número de transmisiones y/o retransmisiones de preámbulo (por ejemplo, CONTADOR_TRANSMISIÓN_PREÁMBULO). El UE puede determinar que un procedimiento de acceso aleatorio se ha completado sin éxito, por ejemplo, si el número de transmisiones de preámbulo supera un umbral configurado por el uno o varios parámetros de RACH (por ejemplo, preambleTransMax).

El Msg 2 1312 recibido por el UE puede incluir una RAR. En algunos escenarios, el Msg 2 1312 puede incluir múltiples RAR correspondientes a múltiples UE. El Msg 2 1312 se puede recibir después de, o en respuesta a la transmisión del Msg 1 1311. El Msg 2 1312 se puede planificar en el DL-SCH e indicarse en un PDCCH utilizando un RNTI de acceso aleatorio (RA-RNTI). El Msg 2 1312 puede indicar que el Msg 1 1311 fue recibido por la estación base. El Msg 2 1312 puede incluir un comando de alineación temporal que puede ser utilizado por el UE para ajustar la temporización de transmisión del UE, una concesión de planificación para la transmisión del Msg 3 1313 y/o un RNTI de celda temporal (TC-RNTI, Temporary Cell RNTI). Después de transmitir un preámbulo, el UE puede iniciar una ventana de tiempo (por ejemplo, ra-ResponseWindow) para monitorizar un PDCCH para el Msg 2 1312. El UE puede determinar cuándo iniciar la ventana de tiempo basándose en una ocasión de PRACH que el UE utiliza para transmitir el preámbulo. Por ejemplo, el UE puede iniciar la ventana de tiempo uno o varios símbolos después de un último símbolo del preámbulo (por ejemplo, en una primera ocasión de PDCCH desde el final de una transmisión de preámbulo). El uno o varios símbolos se pueden determinar basándose en una numerología. El PDCCH puede estar en un espacio de búsqueda común (por ejemplo, un espacio de búsqueda común de PDCCH de tipo 1) configurado por un mensaje RRC. El UE puede identificar la RAR basándose en un identificador temporal de red de radio (RNTI, Radio Network Temporary Identifier). Los RNTI se pueden utilizar dependiendo de uno o varios eventos que inician el procedimiento de acceso aleatorio. El UE puede utilizar RNTI de acceso aleatorio (RA-RNTI, Random Access RNTI). El RA-RNTI se puede asociar con ocasiones de PRACH en las que el UE transmite un preámbulo. Por ejemplo, el UE puede determinar el RA-RNTI basándose en: un índice de símbolo OFDM; un índice de ranura; un índice de dominio de la frecuencia; y/o un indicador de portadora de UL de las ocasiones de PRACH. Un ejemplo de RA-RNTI puede ser el siguiente:

$$RA-RNTI = 1 + s_id + 14 \times t_id + 14 \times 80 \times f_id + 14 \times 80 \times 8 \times id_portadora_ul$$

donde s_id puede ser un índice de un primer símbolo OFDM de la ocasión de PRACH (por ejemplo, $0 \leq s_id < 14$), t_id puede ser un índice de una primera ranura de la ocasión de PRACH en una trama del sistema (por ejemplo, $0 \leq t_id < 80$), f_id puede ser un índice de la ocasión de PRACH en el dominio de la frecuencia (por ejemplo, $0 \leq f_id < 8$), e id_portadora_ul puede ser una portadora de UL utilizada para una transmisión de preámbulo (por ejemplo, 0 para una portadora NUL, y 1 para una portadora SUL).

El UE puede transmitir el Msg 3 1313 en respuesta a una recepción con éxito del Msg 2 1312 (por ejemplo, utilizando recursos identificados en el Msg 2 1312). El Msg 3 1313 se puede utilizar para resolución de contienda en, por ejemplo, el procedimiento de acceso aleatorio basado en contienda ilustrado en la figura 13A. En algunos escenarios, una pluralidad de UE puede transmitir un mismo preámbulo a una estación base y la estación base puede proporcionar una RAR que corresponde a un UE. Se pueden producir colisiones si la pluralidad de UE interpreta la RAR como correspondiente a sí mismos. La resolución de contienda (por ejemplo, utilizando el Msg 3 1313 y el Msg 4 1314) se puede utilizar para aumentar la probabilidad de que el UE no utilice incorrectamente una identidad de otro UE. Para llevar a cabo la resolución de contienda, el UE puede incluir un identificador de dispositivo en el Msg 3 1313 (por ejemplo, un C-RNTI si está asignado, un TC-RNTI incluido en el Msg 2 1312 y/o cualquier otro identificador adecuado).

El Msg 4 1314 se puede recibir después de, o en respuesta a la transmisión del Msg 3 1313. Si se incluyó un C-RNTI en el Msg 3 1313, la estación base se dirigirá al UE en el PDCCH utilizando el C-RNTI. Si se detecta el C-RNTI único del UE en el PDCCH, se determina que el procedimiento de acceso aleatorio se ha completado con éxito. Si se incluye un TC-RNTI en el Msg 3 1313 (por ejemplo, si el UE está en un estado RRC_DE_REPOSO o no está conectado de otro modo a la estación base), el Msg 4 1314 se recibirá

utilizando un DL-SCH asociado con el TC-RNTI. Si una PDU de MAC se descodifica con éxito y una PDU de MAC comprende el CE de MAC de identidad de resolución de contienda de UE que coincide o se corresponde de otro modo con la SDU de CCCH enviada (por ejemplo, transmitida) en el Msg 3 1313, el UE puede determinar que la resolución de contienda ha tenido éxito y/o el UE puede determinar que el procedimiento de acceso aleatorio se ha completado con éxito.

El UE se puede configurar con una portadora de enlace ascendente suplementaria (SUL) y una portadora de enlace ascendente normal (NUL). Se puede soportar un acceso inicial (por ejemplo, un procedimiento de acceso aleatorio) en una portadora de enlace ascendente. Por ejemplo, una estación base puede configurar el UE con dos configuraciones de RACH separadas: una para una portadora SUL y la otra para una portadora NUL. Para el acceso aleatorio en una celda configurada con una portadora SUL, la red puede indicar qué portadora utilizar (NUL o SUL). El UE puede determinar la portadora SUL, por ejemplo, si una calidad medida de una o varias señales de referencia es inferior a un umbral de difusión. Las transmisiones de enlace ascendente del procedimiento de acceso aleatorio (por ejemplo, el Msg 1 1311 y/o el Msg 3 1313) pueden permanecer en la portadora seleccionada. El UE puede cambiar una portadora de enlace ascendente durante el procedimiento de acceso aleatorio (por ejemplo, entre el Msg 1 1311 y el Msg 3 1313) en uno o varios casos. Por ejemplo, el UE puede determinar y/o cambiar una portadora de enlace ascendente para el Msg 1 1311 y/o el Msg 3 1313 basándose en una evaluación de canal libre (por ejemplo, escuchar antes de hablar).

La figura 13B ilustra un procedimiento de acceso aleatorio sin contienda de dos etapas. De manera similar al procedimiento de acceso aleatorio basado en contienda de cuatro etapas ilustrado en la figura 13A, una estación base puede, antes del inicio del procedimiento, transmitir un mensaje 1320 de configuración al UE. El mensaje 1320 de configuración puede ser análogo en algunos aspectos al mensaje 1310 de configuración. El procedimiento ilustrado en la figura 13B comprende la transmisión de dos mensajes: un Msg 1 1321 y un Msg 2 1322. El Msg 1 1321 y el Msg 2 1322 pueden ser análogos en algunos aspectos al Msg 1 1311 y al Msg 2 1312 ilustrados en la figura 13A, respectivamente. Como se entenderá a partir de las figuras 13A y 13B, el procedimiento de acceso aleatorio sin contienda puede no incluir mensajes análogos al Msg 3 1313 y/o al Msg 4 1314.

El procedimiento de acceso aleatorio sin contienda ilustrado en la figura 13B se puede iniciar para una recuperación de fallo de haz, otra solicitud de SI, adición de SCelda y/o traspaso. Por ejemplo, una estación base puede indicar o asignar al UE el preámbulo a utilizar para el Msg 1 1321. El UE puede recibir, de la estación base, a través de PDCCH y/o RRC, una indicación de un preámbulo (por ejemplo, ra-PreambleIndex).

Después de transmitir un preámbulo, el UE puede iniciar una ventana de tiempo (por ejemplo, ra-ResponseWindow) para monitorizar un PDCCH para la RAR. En el caso de una solicitud de recuperación de fallo de haz, la estación base puede configurar el UE con una ventana de tiempo separada y/o un PDCCH separado en un espacio de búsqueda indicado por un mensaje RRC (por ejemplo, recoverySearchSpaceId). El UE puede monitorizar una transmisión de PDCCH dirigida a un RNTI de celda (C-RNTI, Cell RNTI) en el espacio de búsqueda. En el procedimiento de acceso aleatorio sin contienda ilustrado en la figura 13B, el UE puede determinar que un procedimiento de acceso aleatorio se completa con éxito después de, o en respuesta a la transmisión del Msg 1 1321 y la recepción de un Msg 2 1322 correspondiente. El UE puede determinar que un procedimiento de acceso aleatorio se completa con éxito, por ejemplo, si una transmisión de PDCCH se dirige a un C-RNTI. El UE puede determinar que un procedimiento de acceso aleatorio se completa con éxito, por ejemplo, si el UE recibe una RAR que comprende un identificador de preámbulo correspondiente a un preámbulo transmitido por el UE y/o la RAR comprende una sub-PDU de MAC con el identificador de preámbulo. El UE puede determinar la respuesta como una indicación de una confirmación para una solicitud de SI.

La figura 13C ilustra otro procedimiento de acceso aleatorio de dos etapas. De manera similar a los procedimientos de acceso aleatorio ilustrados en la figura 13A y en la figura 13B, una estación base puede, antes de iniciar el procedimiento, transmitir un mensaje 1330 de configuración al UE. El mensaje 1330 de configuración puede ser análogo en algunos aspectos al mensaje 1310 de configuración y/o al mensaje 1320 de configuración. El procedimiento ilustrado en la figura 13C comprende la transmisión de dos mensajes: un Msg A 1331 y un Msg B 1332.

El Msg A 1331 se puede transmitir en una transmisión de enlace ascendente mediante el UE. El Msg A 1331 puede comprender una o varias transmisiones de un preámbulo 1341 y/o una o varias transmisiones de un bloque de transporte 1342. El bloque de transporte 1342 puede comprender contenidos que son similares y/o equivalentes a los contenidos del Msg 3 1313 ilustrado en la figura 13A. El bloque de transporte 1342 puede comprender UCI (por ejemplo, una SR, una ACK/NACK de HARQ y/o similares). El UE puede recibir el Msg B 1332 después de, o en respuesta a transmitir el Msg A 1331. El Msg B 1332 puede comprender contenidos que son similares y/o equivalentes a los contenidos del Msg 2 1312 (por ejemplo, una RAR) ilustrado en la figura 13A y en la figura 13B y/o del Msg 4 1314 ilustrado en la figura 13A.

El UE puede iniciar el procedimiento de acceso aleatorio de dos etapas de la figura 13C para espectro con licencia y/o espectro sin licencia. El UE puede determinar, basándose en uno o varios factores, si iniciar el procedimiento de acceso aleatorio de dos etapas. El uno o varios factores pueden ser: una tecnología de acceso de radio en uso (por ejemplo, LTE, NR y/o similares); si el UE tiene TA válido o no; un tamaño de celda; el estado RRC del UE; un tipo de espectro (por ejemplo, con licencia frente a sin licencia); y/o cualesquiera otros factores adecuados.

El UE puede determinar, basándose en los parámetros de RACH de dos etapas incluidos en el mensaje 1330 de configuración, un recurso de radio y/o una potencia de transmisión de enlace ascendente para el preámbulo 1341 y/o el bloque de transporte 1342 incluidos en el Msg A 1331. Los parámetros de RACH pueden indicar un esquema de modulación y codificación (MCS), un recurso de tiempo-frecuencia y/o un control de potencia para el preámbulo 1341 y/o el bloque de transporte 1342. Un recurso de tiempo-frecuencia para la transmisión del preámbulo 1341 (por ejemplo, un PRACH) y un recurso de tiempo-frecuencia para la transmisión del bloque de transporte 1342 (por ejemplo, un PUSCH) se pueden multiplexar utilizando FDM, TDM y/o CDM. Los parámetros de RACH pueden permitir al UE determinar una temporización de recepción y un canal de enlace descendente para monitorizar y/o recibir el Msg B 1332.

El bloque de transporte 1342 puede comprender datos (por ejemplo, datos sensibles al retardo), un identificador del UE, información de seguridad y/o información del dispositivo (por ejemplo, una identidad internacional de abonado móvil (IMSI, International Mobile Subscriber Identity)). La estación base puede transmitir el Msg B 1332 en respuesta al Msg A 1331. El Msg B 1332 puede comprender por lo menos uno de los siguientes: un identificador de preámbulo; un comando de avance de temporización; un comando de control de potencia; una concesión de enlace ascendente (por ejemplo, una asignación de recursos de radio y/o un MCS); un identificador de UE para resolución de contienda; y/o un RNTI (por ejemplo, un C-RNTI o un TC-RNTI). El UE puede determinar que el procedimiento de acceso aleatorio de dos etapas se ha completado con éxito si: un identificador de preámbulo en el Msg B 1332 coincide con un preámbulo transmitido por el UE; y/o el identificador del UE en el Msg B 1332 coincide con el identificador del UE en el Msg A 1331 (por ejemplo, el bloque de transporte 1342).

Un UE y una estación base pueden intercambiar señalización de control. La señalización de control se puede denominar señalización de control L1/L2 y se puede originar en la capa PHY (por ejemplo, capa 1) y/o en la capa MAC (por ejemplo, capa 2). La señalización de control puede comprender señalización de control de enlace descendente transmitida desde la estación base al UE y/o señalización de control de enlace ascendente transmitida desde el UE a la estación base.

La señalización de control de enlace descendente puede comprender: una asignación de planificación de enlace descendente; una concesión de planificación de enlace ascendente que indica recursos de radio de enlace ascendente y/o un formato de transporte; una información de formato de ranura; una indicación de prioridad; un comando de control de potencia; y/o cualquier otra señalización adecuada. El UE puede recibir la señalización de control de enlace descendente en una carga útil transmitida por la estación base en un canal físico de control de enlace descendente (PDCCH). La carga útil transmitida en el PDCCH se puede denominar información de control de enlace descendente (DCI). En algunos escenarios, el PDCCH puede ser un PDCCH común de grupo (GC-PDCCH, Group Common) que es común a un grupo de UE.

Una estación base puede adjuntar uno o varios bits de paridad de comprobación de redundancia cíclica (CRC, Cyclic Redundancy Check) a una DCI para facilitar la detección de errores de transmisión. Cuando la DCI está destinada a un UE (o a un grupo de UE), la estación base puede aleatorizar los bits de paridad de CRC con un identificador del UE (o un identificador del grupo de UE). La aleatorización de los bits de paridad de CRC con el identificador puede comprender la suma módulo 2 (o una operación OR exclusiva) del valor del identificador y los bits de paridad de CRC. El identificador puede comprender un valor de 16 bits de un identificador temporal de red de radio (RNTI).

Las DCI se pueden utilizar para diferentes propósitos. Un propósito puede estar indicado por el tipo de RNTI utilizado para aleatorizar los bits de paridad de CRC. Por ejemplo, una DCI que tiene bits de paridad de CRC aleatorizados con un RNTI de radiobúsqueda (P-RNTI, Paging RNTI) puede indicar información de radiobúsqueda y/o una notificación de cambio de información del sistema. El P-RNTI se puede predefinir como "FFFE" en hexadecimal. Una DCI con bits de paridad de CRC aleatorizados con un RNTI de información del sistema (SI-RNTI, System Information RNTI) puede indicar una transmisión de difusión de la información del sistema. El SI-RNTI se puede predefinir como "FFFF" en hexadecimal. Una DCI con bits de paridad de CRC aleatorizados con un RNTI de acceso aleatorio (RA-RNTI, Random Access RNTI) puede indicar una respuesta de acceso aleatorio (RAR). Una DCI que tiene bits de paridad de CRC aleatorizados con un RNTI de celda (C-RNTI, Cell RNTI) puede indicar una transmisión de unidifusión planificada dinámicamente y/o una activación de acceso aleatorio ordenado por PDCCH. Una DCI con bits de paridad de CRC aleatorizados con un RNTI de celda temporal (TC-RNTI, Temporary Cell RNTI) puede indicar una resolución de contienda (por ejemplo, un Msg 3 análogo al Msg 3 1313 ilustrado en la figura 13A). Otros RNTI configurados en el UE por una estación base pueden comprender un RNTI de planificación configurada (CS-

RNTI, Configured Scheduling RNTI), un RNTI de PUCCH de control de potencia de transmisión (TPC-PUCCH-RNTI, Transmission Power Control PUCCH-RNTI), un RNTI de PUSCH de control de potencia de transmisión (TPC-PUSCH-RNTI), un RNTI de SRS de control de potencia de transmisión (TPC-SRS-RNTI), un RNTI de interrupción (INT-RNTI, Interruption RNTI), un RNTI de indicación de formato de ranura (SFI-RNTI, Slot Format Indication RNTI), un RNTI de CSI semipersistente (SP-CSI-RNTI, Semi-Persistent CSI RNTI), un RNTI de celda de esquema de modulación y codificación (MCS-C-RNTI) y/o similares.

Dependiendo del propósito y/o el contenido de una DCI, la estación base puede transmitir las DCI con uno o varios formatos de DCI. Por ejemplo, el formato de DCI 0_0 se puede utilizar para planificación de PUSCH en una celda. El formato de DCI 0_0 puede ser un formato de DCI alternativo (por ejemplo, con cargas útiles de DCI compactas). El formato de DCI 0_1 se puede utilizar para planificación de PUSCH en una celda (por ejemplo, con más cargas útiles de DCI que el formato de DCI 0_0). El formato de DCI 1_0 se puede utilizar para planificación de PDSCH en una celda. El formato de DCI 1_0 puede ser un formato de DCI alternativo (por ejemplo, con cargas útiles de DCI compactas). El formato de DCI 1_1 se puede utilizar para planificación de PDSCH en una celda (por ejemplo, con más cargas útiles de DCI que el formato de DCI 1_0). El formato de DCI 2_0 se puede utilizar para proporcionar una indicación de formato de ranura a un grupo de UE. El formato de DCI 2_1 se puede utilizar para notificar a un grupo de UE un bloque de recursos físicos y/o un símbolo OFDM donde el UE puede asumir que no hay ninguna transmisión destinada al UE. El formato de DCI 2_2 se puede utilizar para transmisión de un comando de control de potencia de transmisión (TPC) para PUCCH o PUSCH. El formato de DCI 2_3 se puede utilizar para transmisión de un grupo de comandos de TPC para transmisiones de SRS por uno o varios UE. Es posible que en futuras versiones se definan uno o varios formatos de DCI para nuevas funciones. Los formatos de DCI pueden tener diferentes tamaños de DCI o compartir el mismo tamaño de DCI.

Después de aleatorizar una DCI con un RNTI, la estación base puede procesar la DCI con codificación de canal (por ejemplo, codificación polar), adaptación de velocidad, aleatorización y/o modulación QPSK. Una estación base puede mapear la DCI codificada y modulada en elementos de recurso utilizados y/o configurados para un PDCCH. Basándose en un tamaño de carga útil de la DCI y/o en la cobertura de la estación base, la estación base puede transmitir la DCI a través de un PDCCH que ocupa un número de elementos de canal de control (CCE, Control Channel Element) contiguos. El número de CCE contiguos (denominado nivel de agregación) puede ser 1, 2, 4, 8, 16 y/o cualquier otro número adecuado. Un CCE puede comprender un número (por ejemplo, 6) de grupos de elementos de recurso (REG). Un REG puede comprender un bloque de recursos en un símbolo OFDM. El mapeo de la DCI codificada y modulada en los elementos de recurso se puede basar en el mapeo de CCE y REG (por ejemplo, mapeo de CCE a REG).

La figura 14A ilustra un ejemplo de configuraciones de CORESET para una parte de ancho de banda. La estación base puede transmitir una DCI a través de un PDCCH en uno o varios conjuntos de recursos de control (CORESET). Un CORESET puede comprender un recurso de tiempo-frecuencia en el que el UE intenta descodificar una DCI utilizando uno o varios espacios de búsqueda. La estación base puede configurar un CORESET en el dominio de tiempo-frecuencia. En el ejemplo de la figura 14A, un primer CORESET 1401 y un segundo CORESET 1402 se producen en el primer símbolo en una ranura. El primer CORESET 1401 se solapa con el segundo CORESET 1402 en el dominio de la frecuencia. Un tercer CORESET 1403 se produce en un tercer símbolo en la ranura. Un cuarto CORESET 1404 se produce en el séptimo símbolo en la ranura. Los CORESET pueden tener un número diferente de bloques de recursos en el dominio de la frecuencia.

La figura 14B ilustra un ejemplo de un mapeo de CCE a REG para transmisión de DCI en un CORESET y procesamiento de PDCCH. El mapeo de CCE a REG puede ser un mapeo entrelazado (por ejemplo, con el propósito de proporcionar diversidad de frecuencia) o un mapeo no entrelazado (por ejemplo, con los propósitos de facilitar la coordinación de interferencias y/o la transmisión selectiva en frecuencia de canales de control). La estación base puede llevar a cabo mapeos de CCE a REG diferentes o iguales en diferentes CORESET. Un CORESET se puede asociar con un mapeo de CCE a REG mediante configuración de RRC. Un CORESET se puede configurar con un parámetro de cuasi coubicación (QCL) de puertos de antena. El parámetro de QCL de puertos de antena puede indicar información de QCL de una señal de referencia de demodulación (DMRS) para recepción de PDCCH en el CORESET.

La estación base puede transmitir, al UE, mensajes RRC que comprenden parámetros de configuración de uno o varios CORESET y uno o varios conjuntos de espacios de búsqueda. Los parámetros de configuración pueden indicar una asociación entre un conjunto de espacios de búsqueda y un CORESET. Un conjunto de espacios de búsqueda puede comprender un conjunto de candidatos de PDCCH compuestos por CCE a un nivel de agregación determinado. Los parámetros de configuración pueden indicar: un número de candidatos de PDCCH a monitorizar por nivel de agregación; una periodicidad de monitorización de PDCCH y un patrón de monitorización de PDCCH; uno o varios formatos de DCI a monitorizar por el UE; y/o si un conjunto de espacios de búsqueda es un conjunto de espacios de búsqueda común o un conjunto de espacios de búsqueda específico del UE. Un conjunto de CCE en el conjunto de espacios de búsqueda común puede ser

predefinido y conocido por el UE. Un conjunto de CCE en el conjunto de espacios de búsqueda específico del UE se puede configurar basándose en la identidad del UE (por ejemplo, C-RNTI).

Como se muestra en la figura 14B, el UE puede determinar un recurso de tiempo-frecuencia para un CORESET basándose en mensajes RRC. El UE puede determinar un mapeo de CCE a REG (por ejemplo, entrelazado o no entrelazado y/o parámetros de mapeo) para el CORESET basándose en parámetros de configuración del CORESET. El UE puede determinar un número (por ejemplo, como máximo 10) de conjuntos de espacios de búsqueda configurados en el CORESET basándose en los mensajes RRC. El UE puede monitorizar un conjunto de candidatos de PDCCH según parámetros de configuración de un conjunto de espacios de búsqueda. El UE puede monitorizar un conjunto de candidatos de PDCCH en uno o varios CORESET para detectar una o varias DCI. La monitorización puede comprender descodificar uno o varios candidatos de PDCCH del conjunto de candidatos de PDCCH según los formatos de DCI monitorizados. La monitorización puede comprender descodificar un contenido de DCI de uno o varios candidatos de PDCCH con ubicaciones de PDCCH posibles (o configuradas), formatos de PDCCH posibles (o configurados) (por ejemplo, número de CCE, número de candidatos de PDCCH en espacios de búsqueda comunes y/o número de candidatos de PDCCH en los espacios de búsqueda específicos del UE) y formatos de DCI posibles (o configurados). La descodificación se puede denominar descodificación ciega. El UE puede determinar una DCI como válida para el UE, en respuesta a la comprobación de CRC (por ejemplo, bits aleatorizados para bits de paridad de CRC de la DCI que coinciden con un valor de RNTI). El UE puede procesar información contenida en la DCI (por ejemplo, una asignación de planificación, una concesión de enlace ascendente, un control de potencia, una indicación de formato de ranura, una prioridad de enlace descendente y/o similares).

El UE puede transmitir señalización de control de enlace ascendente (por ejemplo, información de control de enlace ascendente (UCI)) a una estación base. La señalización de control de enlace ascendente puede comprender confirmaciones de solicitud de repetición automática híbrida (HARQ) para bloques de transporte de DL-SCH recibidos. El UE puede transmitir las confirmaciones de HARQ después de recibir un bloque de transporte de DL-SCH. La señalización de control de enlace ascendente puede comprender información de estado del canal (CSI) que indica la calidad del canal de un canal físico de enlace descendente. El UE puede transmitir la CSI a la estación base. La estación base, basándose en la CSI recibida, puede determinar parámetros de formato de transmisión (por ejemplo, que comprenden esquemas multiantena y de conformación de haces) para una transmisión de enlace descendente. La señalización de control de enlace ascendente puede comprender solicitudes de planificación (SR). El UE puede transmitir una SR indicando que los datos de enlace ascendente están disponibles para su transmisión a la estación base. El UE puede transmitir una UCI (por ejemplo, confirmaciones de HARQ (HARQ-ACK), informe de CSI, SR y similares) a través de un canal físico de control de enlace ascendente (PUCCH) o un canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH). El UE puede transmitir la señalización de control de enlace ascendente a través de un PUCCH utilizando uno de varios formatos de PUCCH.

Puede haber cinco formatos de PUCCH y el UE puede determinar un formato de PUCCH basándose en un tamaño de la UCI (por ejemplo, un número de símbolos de enlace ascendente de transmisión de UCI y un número de bits de UCI). El formato de PUCCH 0 puede tener una longitud de uno o dos símbolos OFDM y puede incluir dos o menos bits. El UE puede transmitir UCI en un recurso de PUCCH utilizando el formato de PUCCH 0 si la transmisión es sobre uno o dos símbolos y el número de bits de información de HARQ-ACK con SR positiva o negativa (bits HARQ-ACK/SR) es uno o dos. El formato de PUCCH 1 puede ocupar un número entre cuatro y catorce símbolos OFDM y puede incluir dos o menos bits. El UE puede utilizar el formato de PUCCH 1 si la transmisión es de cuatro o más símbolos y el número de bits de HARQ-ACK/SR es uno o dos. El formato de PUCCH 2 puede ocupar uno o dos símbolos OFDM y puede incluir más de dos bits. El UE puede utilizar el formato de PUCCH 2 si la transmisión es a través de uno o dos símbolos y el número de bits de UCI es de dos o más. El formato de PUCCH 3 puede ocupar un número entre cuatro y catorce símbolos OFDM y puede incluir más de dos bits. El UE puede utilizar el formato de PUCCH 3 si la transmisión es de cuatro o más símbolos, el número de bits de UCI es de dos o más y el recurso de PUCCH no incluye un código de cubierta ortogonal. El formato de PUCCH 4 puede ocupar un número entre cuatro y catorce símbolos OFDM y puede incluir más de dos bits. El UE puede utilizar el formato de PUCCH 4 si la transmisión es de cuatro o más símbolos, el número de bits de UCI es de dos o más y el recurso de PUCCH incluye un código de cubierta ortogonal.

La estación base puede transmitir parámetros de configuración al UE para una pluralidad de conjuntos de recursos de PUCCH utilizando, por ejemplo, un mensaje RRC. La pluralidad de conjuntos de recursos de PUCCH (por ejemplo, hasta cuatro conjuntos) se puede configurar en una BWP de enlace ascendente de una celda. Un conjunto de recursos de PUCCH se puede configurar con un índice de conjunto de recursos de PUCCH, una pluralidad de recursos de PUCCH con un recurso de PUCCH identificado por un identificador de recurso de PUCCH (por ejemplo, pucch-Resourceid) y/o un número (por ejemplo, un número máximo) de bits de información de UCI que el UE puede transmitir utilizando uno de la pluralidad de recursos de PUCCH en el conjunto de recursos de PUCCH. Cuando está configurado con una pluralidad de conjuntos de recursos de PUCCH, el UE puede seleccionar uno de la pluralidad de conjuntos de recursos de PUCCH basándose en una longitud de bits total de los bits de información de UCI (por ejemplo, HARQ-ACK, SR y/o CSI). Si la

longitud de bits total de bits de información de UCI es dos o menos, el UE puede seleccionar un primer conjunto de recursos de PUCCH que tenga un índice de conjunto de recursos de PUCCH igual a "0". Si la longitud de bits total de bits de información de UCI es mayor que dos y menor o igual que un primer valor configurado, el UE puede seleccionar un segundo conjunto de recursos de PUCCH que tenga un índice de conjunto de recursos de PUCCH igual a "1". Si la longitud de bits total de bits de información de UCI es mayor que el primer valor configurado y menor o igual que un segundo valor configurado, el UE puede seleccionar un tercer conjunto de recursos de PUCCH que tenga un índice de conjunto de recursos de PUCCH igual a "2". Si la longitud de bits total de bits de información de UCI es mayor que el segundo valor configurado y menor o igual que un tercer valor (por ejemplo, 1406) el UE puede seleccionar un cuarto conjunto de recursos de PUCCH que tenga un índice de conjunto de recursos de PUCCH igual a "3".

Después de determinar un conjunto de recursos de PUCCH de una pluralidad de conjuntos de recursos de PUCCH, el UE puede determinar un recurso de PUCCH del conjunto de recursos de PUCCH para la transmisión de UCI (HARQ-ACK, CSI y/o SR). El UE puede determinar el recurso de PUCCH basándose en un indicador de recurso de PUCCH en una DCI (por ejemplo, con un formato de DCI 1_0 o un formato de DCI 1_1) recibido en un PDCCH. Un indicador de recurso de PUCCH de tres bits en la DCI puede indicar uno de ocho recursos de PUCCH en el conjunto de recursos de PUCCH. Basándose en el indicador de recurso de PUCCH, el UE puede transmitir la UCI (HARQ-ACK, CSI y/o SR) utilizando un recurso de PUCCH indicado por el indicador de recurso de PUCCH en la DCI.

La figura 15 ilustra un ejemplo de un dispositivo inalámbrico 1502 en comunicación con una estación base 1504 según realizaciones de la presente descripción. El dispositivo inalámbrico 1502 y la estación base 1504 pueden ser parte de una red de comunicaciones móviles, tal como la red de comunicaciones móviles 100 ilustrada en la figura 1A, la red de comunicaciones móviles 150 ilustrada en la figura 1B o cualquier otra red de comunicación. En la figura 15 solo se ilustran un dispositivo inalámbrico 1502 y una estación base 1504, pero se entenderá que una red de comunicaciones móviles puede incluir más de un UE y/o más de una estación base, con configuración igual o similar a las mostradas en la figura 15.

La estación base 1504 puede conectar el dispositivo inalámbrico 1502 a una red central (no mostrada) a través de comunicaciones de radio sobre la interfaz aérea (o interfaz de radio) 1506. El sentido de comunicación desde la estación base 1504 hasta el dispositivo inalámbrico 1502 sobre la interfaz aérea 1506 se conoce como el enlace descendente, y el sentido de comunicación desde el dispositivo inalámbrico 1502 hasta la estación base 1504 sobre la interfaz aérea se conoce como el enlace ascendente. Las transmisiones de enlace descendente se pueden separar de las transmisiones de enlace ascendente utilizando FDD, TDD y/o alguna combinación de las dos técnicas de duplexación.

En el enlace descendente, los datos a enviar al dispositivo inalámbrico 1502 desde la estación base 1504 se pueden proporcionar al sistema de procesamiento 1508 de la estación base 1504. Los datos se pueden proporcionar al sistema de procesamiento 1508 mediante, por ejemplo, una red central. En el enlace ascendente, los datos a enviar a la estación base 1504 desde el dispositivo inalámbrico 1502 se pueden proporcionar al sistema de procesamiento 1518 del dispositivo inalámbrico 1502. El sistema de procesamiento 1508 y el sistema de procesamiento 1518 pueden implementar funcionalidad OSI de capa 3 y capa 2 para procesar los datos para su transmisión. La capa 2 puede incluir una capa SDAP, una capa PDCP, una capa RLC y una capa MAC, por ejemplo, con respecto a la figura 2A, la figura 2B, la figura 3 y la figura 4A. La capa 3 puede incluir una capa RRC como con respecto a la figura 2B.

Después de ser procesados por el sistema de procesamiento 1508, los datos a enviar al dispositivo inalámbrico 1502 se pueden proporcionar a un sistema de procesamiento de transmisión 1510 de la estación base 1504. De manera similar, después de ser procesados por el sistema de procesamiento 1518, los datos a enviar a la estación base 1504 se pueden proporcionar a un sistema de procesamiento de transmisión 1520 del dispositivo inalámbrico 1502. El sistema de procesamiento de transmisión 1510 y el sistema de procesamiento de transmisión 1520 pueden implementar funcionalidad OSI de capa 1. La capa 1 puede incluir una capa PHY con respecto a la figura 2A, la figura 2B, la figura 3 y la figura 4A. Para el procesamiento de transmisión, la capa PHY puede llevar a cabo, por ejemplo, codificación de corrección de errores hacia adelante de canales de transporte, entrelazado, adaptación de velocidad, mapeo de canales de transporte a canales físicos, modulación de canal físico, procesamiento de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) o multiantena y/o similares.

En la estación base 1504, un sistema de procesamiento de recepción 1512 puede recibir la transmisión de enlace ascendente del dispositivo inalámbrico 1502. En el dispositivo inalámbrico 1502, un sistema de procesamiento de recepción 1522 puede recibir la transmisión de enlace descendente de la estación base 1504. El sistema de procesamiento de recepción 1512 y el sistema de procesamiento de recepción 1522 pueden implementar funcionalidad OSI de capa 1. La capa 1 puede incluir una capa PHY con respecto a la figura 2A, la figura 2B, la figura 3 y la figura 4A. Para el procesamiento de recepción, la capa PHY puede llevar a cabo, por ejemplo, detección de errores, descodificación de corrección de errores hacia adelante,

desentrelazado, desmapeo de canales de transporte en canales físicos, demodulación de canales físicos, procesamiento MIMO o multiantena y/o similares.

Tal como se muestra en la figura 15, un dispositivo inalámbrico 1502 y la estación base 1504 pueden incluir múltiples antenas. Las múltiples antenas se pueden utilizar para llevar a cabo una o varias técnicas MIMO o multiantena, tales como multiplexación espacial (por ejemplo, MIMO monousuario o MIMO multiusuario), diversidad de transmisión/recepción y/o conformación de haces. En otros ejemplos, el dispositivo inalámbrico 1502 y/o la estación base 1504 pueden tener una única antena.

El sistema de procesamiento 1508 y el sistema de procesamiento 1518 pueden estar asociados con una memoria 1514 y una memoria 1524, respectivamente. La memoria 1514 y la memoria 1524 (por ejemplo, uno o varios medios no transitorios legibles por ordenador) pueden almacenar instrucciones o código de programa informático que pueden ser ejecutados por el sistema de procesamiento 1508 y/o el sistema de procesamiento 1518 para llevar a cabo una o varias de las funcionalidades analizadas en la presente solicitud. Aunque no se muestra en la figura 15, el sistema de procesamiento de transmisión 1510, el sistema de procesamiento de transmisión 1520, el sistema de procesamiento de recepción 1512 y/o el sistema de procesamiento de recepción 1522 pueden estar acoplados a una memoria (por ejemplo, uno o varios medios no transitorios legibles por ordenador) que almacena instrucciones o código de programa informático que se pueden ejecutar para llevar a cabo una o varias de sus respectivas funcionalidades.

El sistema de procesamiento 1508 y/o el sistema de procesamiento 1518 pueden comprender uno o varios controladores y/o uno o varios procesadores. El uno o varios controladores y/o uno o varios procesadores pueden comprender, por ejemplo, un procesador de propósito general, un procesador de señales digitales (DSP, Digital Signal Processor), un microcontrolador, un circuito integrado de aplicaciones específicas (ASIC), una matriz de puertas programables en campo (FPGA) y/u otro dispositivo lógico programable, lógica de puertas discretas y/o de transistores, componentes de hardware discretos, una unidad de a bordo o cualquier combinación de los mismos. El sistema de procesamiento 1508 y/o el sistema de procesamiento 1518 pueden llevar a cabo por lo menos una de codificación/procesamiento de señales, procesamiento de datos, control de potencia, procesamiento de entrada/salida y/o cualquier otra funcionalidad que pueda permitir al dispositivo inalámbrico 1502 y a la estación base 1504 funcionar en un entorno inalámbrico.

El sistema de procesamiento 1508 y/o el sistema de procesamiento 1518 se pueden conectar a uno o varios periféricos 1516 y a uno o varios periféricos 1526, respectivamente. El uno o varios periféricos 1516 y el uno o varios periféricos 1526 pueden incluir software y/o hardware que proporcionan características y/o funcionalidades, por ejemplo, un altavoz, un micrófono, un teclado, una pantalla, un panel táctil, una fuente de alimentación, un transceptor por satélite, un puerto de bus serie universal (USB), un auricular manos libres, una unidad de radio de frecuencia modulada (FM), un reproductor multimedia, un navegador de Internet, una unidad de control electrónico (por ejemplo, para un vehículo de motor) y/o uno o varios sensores (por ejemplo, un acelerómetro, un giroscopio, un sensor de temperatura, un sensor de radar, un sensor lidar, un sensor ultrasónico, un sensor de luz, una cámara y/o similares). El sistema de procesamiento 1508 y/o el sistema de procesamiento 1518 pueden recibir datos de entrada de usuario desde y/o proporcionar datos de salida de usuario al uno o varios periféricos 1516 y/o al uno o varios periféricos 1526. El sistema de procesamiento 1518 en el dispositivo inalámbrico 1502 puede recibir potencia de una fuente de alimentación y/o puede estar configurado para distribuir la potencia los otros componentes en el dispositivo inalámbrico 1502. La fuente de alimentación puede comprender una o varias fuentes de alimentación, por ejemplo, una batería, una célula solar, una pila de combustible o cualquier combinación de las mismas. El sistema de procesamiento 1508 y/o el sistema de procesamiento 1518 pueden estar conectados a un conjunto de chips de GPS 1517 y a un conjunto de chips de GPS 1527, respectivamente. El conjunto de chips de GPS 1517 y el conjunto de chips de GPS 1527 pueden estar configurados para proporcionar información de ubicación geográfica del dispositivo inalámbrico 1502 y de la estación base 1504, respectivamente.

La figura 16A ilustra una estructura de ejemplo para transmisión de enlace ascendente. Una señal de banda base que representa un canal físico compartido de enlace ascendente puede llevar a cabo una o varias funciones. La una o varias funciones pueden comprender por lo menos una de: aleatorización; modulación de bits aleatorizados para generar símbolos de valor complejo; mapeo de los símbolos de modulación de valor complejo en una o varias capas de transmisión; precodificación de transformada para generar símbolos de valor complejo; precodificación de los símbolos de valor complejo; mapeo de símbolos de valor complejo precodificados a elementos de recurso; generación de una señal de acceso múltiple por división de frecuencia y portadora única (SC-FDMA) o CP-OFDM de valor complejo en el dominio del tiempo para un puerto de antena; y/o similares. En un ejemplo, cuando se habilita la precodificación de transformada, se puede generar una señal SC-FDMA para transmisión de enlace ascendente. En un ejemplo, cuando no se habilita la precodificación de transformada, se puede generar mediante la figura 16A una señal CP-OFDM para transmisión de enlace ascendente. Estas funciones se ilustran como ejemplos y se prevé que puedan implementarse otros mecanismos en varias realizaciones.

La figura 16B ilustra una estructura de ejemplo para modulación y conversión elevadora de una señal de banda base a una frecuencia portadora. La señal de banda base puede ser una señal de banda base SC-FDMA o CP-OFDM de valor complejo para un puerto de antena y/o una señal de banda base de canal físico de acceso aleatorio (PRACH) de valor complejo. Se puede emplear filtrado antes de la transmisión.

La figura 16C ilustra una estructura de ejemplo para transmisiones de enlace descendente. Una señal de banda base que representa un canal físico de enlace descendente puede llevar a cabo una o varias funciones. La una o varias funciones pueden comprender: aleatorización de bits codificados en una palabra de código a transmitir en un canal físico; modulación de bits aleatorizados para generar símbolos de modulación de valor complejo; mapeo de los símbolos de modulación de valor complejo a una o varias capas de transmisión; precodificación de los símbolos de modulación de valor complejo en una capa para su transmisión en los puertos de antena; mapeo de símbolos de modulación de valor complejo para un puerto de antena a elementos de recurso; generación de una señal OFDM de valor complejo en el dominio del tiempo para un puerto de antena; y/o similares. Estas funciones se ilustran como ejemplos y se prevé que puedan implementarse otros mecanismos en varias realizaciones.

La figura 16D ilustra otra estructura de ejemplo para modulación y conversión elevadora de una señal de banda base a una frecuencia portadora. La señal de banda base puede ser una señal de banda base OFDM de valor complejo para un puerto de antena. Se puede emplear filtrado antes de la transmisión.

Un dispositivo inalámbrico puede recibir de una estación base uno o varios mensajes (por ejemplo, mensajes RRC) que comprenden parámetros de configuración de una pluralidad de celdas (por ejemplo, celda primaria, celda secundaria). El dispositivo inalámbrico se puede comunicar con por lo menos una estación base (por ejemplo, dos o más estaciones base en conectividad dual) a través de la pluralidad de celdas. El uno o varios mensajes (por ejemplo, como parte de los parámetros de configuración) pueden comprender parámetros de capas física, MAC, RLC, PDCP, SDAP, RRC para configurar el dispositivo inalámbrico. Por ejemplo, los parámetros de configuración pueden comprender parámetros para configurar canales de las capas física y MAC, portadoras, etc. Por ejemplo, los parámetros de configuración pueden comprender parámetros que indican valores de temporizadores para las capas física, MAC, RLC, PDCP, SDAP, RRC y/o canales de comunicación.

Un temporizador puede empezar a funcionar una vez iniciado y seguir funcionando hasta que se detiene o hasta que expira. Un temporizador puede iniciarse si no está funcionando o reiniciarse si está funcionando. Un temporizador puede estar asociado con un valor (por ejemplo, el temporizador puede iniciarse o reiniciarse a partir de un valor o puede iniciarse desde cero y expirar una vez que alcanza el valor). La duración de un temporizador puede no actualizarse hasta que el temporizador se detiene o expira (por ejemplo, debido a cambio de BWP). Un temporizador se puede utilizar para medir un periodo/ventana de tiempo para un proceso. Cuando la memoria descriptiva se refiere a una implementación y procedimiento relacionados con uno o varios temporizadores, se entenderá que hay múltiples maneras de implementar el uno o varios temporizadores. Por ejemplo, se entenderá que una o varias de las múltiples maneras de implementar un temporizador se pueden utilizar para medir un periodo/ventana de tiempo para el procedimiento. Por ejemplo, se puede utilizar un temporizador de ventana de respuesta de acceso aleatorio para medir una ventana de tiempo para recibir una respuesta de acceso aleatorio. En un ejemplo, en lugar del inicio y la expiración de un temporizador de ventana de respuesta de acceso aleatorio, se puede utilizar la diferencia de tiempo entre dos marcas de tiempo. Cuando se reinicia un temporizador, puede reiniciarse un proceso para medición de ventana de tiempo. Se pueden proporcionar otras implementaciones de ejemplo para reiniciar una medición de una ventana de tiempo.

Una capa UE-RRC puede iniciar un procedimiento de establecimiento de conexión RRC, un procedimiento de reanudación de conexión RRC o un procedimiento de restablecimiento de conexión RRC. Basándose en iniciar el procedimiento de establecimiento de conexión RRC o el procedimiento de reanudación de conexión RRC, el UE puede llevar a cabo uno o varios procedimientos:

- llevar a cabo un procedimiento de control de acceso unificado para el intento de acceso a una celda servidora;
- aplicar parámetros de configuración predeterminados y configuraciones/parámetros proporcionados por el SIB1, por ejemplo, basándose en que se permite el intento de acceso, aplicar configuraciones predeterminadas y configuraciones/parámetros proporcionados por el SIB1;
- iniciar un temporizador para supervisar esos procedimientos de RRC;
- llevar a cabo enviar un preámbulo de acceso aleatorio a la celda servidora, por ejemplo, basándose en que se permite el intento de acceso;
- enviar un mensaje de solicitud de RRC a la celda servidora, por ejemplo, basándose en que determinar una recepción de una respuesta de acceso aleatorio ha tenido éxito, enviar un mensaje de solicitud de RRC a la celda servidora;
- recibir un mensaje de respuesta de RRC o un mensaje de rechazo de RRC de la celda servidora; o

- enviar un mensaje de RRC completo, por ejemplo, basándose en recibir el mensaje de respuesta de RRC, enviar un mensaje de RRC completo.

5 Para el procedimiento de restablecimiento de conexión RRC, el UE puede no llevar a cabo el procedimiento de acceso unificado.

10 Para iniciar estos procedimientos de RRC, la capa UE-RRC puede utilizar parámetros en un SIB1 recibido. La capa UE-RRC puede utilizar valores de parámetros L1 y un temporizador de alineación temporal en el SIB1. La capa UE-RRC puede utilizar la información de exclusión de UAC en el SIB1 para llevar a cabo el procedimiento de control de acceso unificado. Basándose en el procedimiento de control de acceso unificado, la capa UE-RRC puede determinar si el intento de acceso de estos procedimientos de RRC está restringido o permitido. Basándose en la determinación de que el intento de acceso está permitido, la capa UE-RRC puede determinar enviar un mensaje de solicitud de RRC a una estación base, donde el mensaje de solicitud de RRC puede ser un mensaje de solicitud de configuración de RRC, un mensaje de solicitud de reanudación de RRC, o un procedimiento de restablecimiento de RRC. La capa UE-NAS puede o no proporcionar S-TMSI como una identidad de UE. La capa UE-RRC puede establecer una identidad de UE en el mensaje de solicitud de RRC.

20 Para el mensaje de solicitud de configuración de RRC, la capa UE-RRC puede establecer la identidad de UE a S-TMSI si la capa UE-NAS proporciona la S-TMSI. De lo contrario, la capa UE-RRC puede extraer un valor aleatorio de 39 bits y ajustar la identidad del UE al valor aleatorio. Para el mensaje de solicitud de reanudación de RRC, la capa UE-RRC puede establecer la identidad del UE a la identidad de reanudación almacenada. Para el mensaje de solicitud de restablecimiento de RRC, la capa UE-RRC puede establecer la identidad del UE al C-RNTI utilizado en la PCelda de origen. La capa UE-NAS puede proporcionar una causa de establecimiento (por ejemplo, capa UE-NAS). La capa UE-RRC puede establecer la causa de establecimiento para el mensaje de solicitud de RRC.

30 Para el mensaje de solicitud de reanudación de RRC, la capa UE-RRC puede restablecer parámetros y claves/parámetros de seguridad a partir del contexto AS inactivo de UE almacenado. Basándose en las claves/parámetros de seguridad, la capa UE-RRC puede establecer un valor de MAC-I de reanudación a los 16 bits menos significativos del MAC-I calculado basándose en la entrada de MAC de reanudación variable, la clave de seguridad de protección de integridad para la capa RRC en un contexto AS inactivo de UE, el algoritmo de protección de integridad configurado previamente y otros parámetros de seguridad (por ejemplo, recuento, portadora y dirección). La entrada de MAC de reanudación variable puede comprender la identidad de celda física y el C-RNTI de una celda de origen, y la identidad de celda de una celda objetivo. La capa UE-RRC puede incluir el MAC-I de reanudación en el mensaje de solicitud de reanudación de RRC. Basándose en las claves/parámetros de seguridad, la capa UE-RRC obtiene nuevas claves de seguridad para protección de integridad y cifrado, y configura las capas inferiores (por ejemplo, la capa MAC) para aplicarlas. La capa UE-RRC puede restablecer entidades PDCP para SRB1 y reanudar SRB1.

40 Para el mensaje de solicitud de restablecimiento de RRC, la capa UE-RRC puede contener la identidad de celda física de la PCelda de origen y un MAC-I corto en el mensaje de restablecimiento de RRC. La capa UE-RRC puede establecer el MAC-I corto a los 16 bits menos significativos del MAC-I calculado basándose en la entrada de MAC corto variable, la clave de seguridad de protección de integridad para la capa RRC y el algoritmo de protección de integridad, que se utilizó en una PCelda de origen o en la PCelda en la que se produjo la activación para el restablecimiento, y otros parámetros de seguridad (por ejemplo, recuento, portadora y dirección). La entrada de MAC corto variable puede comprender la identidad de celda física y el C-RNTI de una celda de origen, y la identidad de celda de una celda objetivo. La capa UE-RRC puede restablecer entidades PDCP y entidades RLC para SRB1 y aplicar unos parámetros de configuración de SRB 1 predeterminados para SRB1. La capa UE-RRC puede configurar capas inferiores (por ejemplo, la capa PDCP) para suspender la protección de integridad y el cifrado para SRB1 y reanudar SRB1.

55 Una capa UE-RRC puede enviar un mensaje de solicitud de RRC a capas inferiores (por ejemplo, capa PDCP, capa RLC, capa MAC y/o capa PHY) para su transmisión.

60 Una capa UE-RRC puede recibir un mensaje de configuración de RRC en respuesta a un mensaje de solicitud de reanudación de RRC o a un mensaje de solicitud de restablecimiento de RRC. Basándose en el mensaje de configuración de RRC, la capa UE-RRC puede descartar cualquier contexto AS almacenado, parámetros de configuración de suspensión y cualquier contexto de seguridad de AS actual. La capa UE-RRC puede liberar recursos de radio para todas las RB establecidas excepto SRB0, incluyendo la liberación de las entidades RLC, de las entidades PDCP asociadas y de SDAP. La capa UE-RRC puede liberar la configuración de RRC excepto los valores de parámetros de L1 predeterminados, la configuración de grupo de celdas de MAC predeterminada y la configuración de CCCH. La capa UE-RRC puede indicar a las capas superiores (por ejemplo, capa NAS) que renuncien a la conexión RRC. La capa UE-RRC puede detener el temporizador T380 si está funcionando, donde el temporizador T380 es un temporizador de actualización de RNA periódica.

Una capa UE-RRC puede recibir un mensaje de configuración de RRC en respuesta a un mensaje de solicitud de configuración de RRC, un mensaje de solicitud de reanudación de RRC o un mensaje de solicitud de restablecimiento de RRC. Basándose en parámetros de configuración en el mensaje de configuración de RRC recibido. Basándose en el mensaje de configuración de RRC, la capa UE-RRC puede llevar a cabo una configuración de grupo de celdas o una configuración de portadora de radio. La capa UE-RRC puede detener un temporizador de exclusión y un temporizador de espera para la celda que envía el mensaje de configuración de RRC. Basándose en recibir el mensaje de configuración de RRC, la capa UE-RRC puede llevar a cabo uno o varios de lo siguiente:

- entrar en estado RRC conectado;
- detener un procedimiento de reelección de celda;
- considerar que la celda actual que envía el mensaje de configuración de RRC es la PCelda; y/o
- enviar un mensaje de configuración de RRC completa estableciendo el contenido del mensaje de configuración de RRC completa.

Una capa UE-RRC puede recibir un mensaje de reanudación de RRC en respuesta a un mensaje de solicitud de reanudación de RRC. Basándose en el mensaje de reanudación de RRC, la capa UE-RRC puede descartar un contexto AS inactivo de UE y liberar los parámetros de configuración de suspensión excepto la información del área de notificación de RAN. Basándose en parámetros de configuración en el mensaje de reanudación de RRC, la capa UE-RRC puede llevar a cabo una configuración de grupo de celdas, una configuración de portadora de radio, un procedimiento de actualización de clave de seguridad y un procedimiento de configuración de medición. Basándose en recibir el mensaje de reanudación de RRC, la capa UE-RRC puede llevar a cabo uno o varios de lo siguiente:

- indicar a las capas superiores (por ejemplo, capa NAS) que se ha reanudado la conexión RRC suspendida;
- reanudar SRB2, todas las DRB y las mediciones;
- entrar en estado RRC conectado;
- detener un procedimiento de reelección de celda;
- considerar que la celda actual que envía el mensaje de reanudación de RRC es la PCelda; y/o
- enviar un mensaje de reanudación de RRC completa estableciendo el contenido del mensaje de reanudación de RRC completa.

Una capa UE-RRC puede recibir un mensaje de rechazo de RRC en respuesta a un mensaje de solicitud de configuración de RRC o a un mensaje de solicitud de reanudación de RRC. El mensaje de rechazo de RRC puede contener un temporizador de espera. Basándose en el temporizador de espera, la capa UE-RRC puede iniciar el temporizador T302, con el valor del temporizador establecido al temporizador de espera. Basándose en el mensaje de rechazo de RRC, la capa UE-RRC puede informar a las capas superiores (por ejemplo, la capa UE-NAS) sobre el fallo para configurar una conexión RRC o reanudar una conexión RRC. La capa UE-RRC puede restablecer MAC y liberar la configuración de grupo de celdas de MAC predeterminada. Basándose en el rechazo de RRC recibido en respuesta a una solicitud de capas superiores, la capa UE-RRC puede informar a la capa superior (por ejemplo, la capa NAS) de que la exclusión de acceso es aplicable para todas las categorías de acceso excepto las categorías "0" y "2".

Una capa UE-RRC puede recibir un mensaje de rechazo de RRC en respuesta a un mensaje de solicitud de reanudación de RRC. Basándose en el mensaje de rechazo de RRC, la capa UE-RRC puede descartar las claves de seguridad actuales. La capa UE-RRC puede suspender la SRB1. La capa UE-RRC puede establecer el valor de actualización de RNA pendiente a verdadero si la reanudación se activa debido a una actualización de RNA.

Una capa UE-RRC puede llevar a cabo un procedimiento de (re)selección de celda mientras lleva a cabo un procedimiento de RRC para establecer una conexión RRC. Basándose en la selección de celda o la reelección de celda, la capa UE-RRC puede cambiar una celda en el UE acampado y detener el procedimiento de RRC. La capa UE-RRC puede informar a las capas superiores (por ejemplo, capa NAS) sobre el fallo del procedimiento de RRC.

Un UE puede fallar en un procedimiento de acceso aleatorio para establecer conexión con una estación base. Un UE puede almacenar información de fallo de establecimiento de conexión. La información de fallo de establecimiento de conexión puede comprender por lo menos uno de: una identidad de celda fallida, que es la identidad de celda global de una celda en la que se detecta el fallo de establecimiento de conexión; información de ubicación del UE, que comprende coordenadas de la ubicación y/o la velocidad horizontal del UE; resultados de medición de la celda fallida, que comprenden RSRP y RSRQ, si están disponibles, de la celda en la que se detecta el fallo de establecimiento de conexión y se basan en mediciones recogidas hasta el momento en que el UE detectó el fallo; mediciones de celdas vecinas; tiempo desde el fallo, que indica el tiempo transcurrido desde el último fallo de establecimiento de conexión; un número de preámbulos enviados, que indica el número de preámbulos enviados por MAC para el procedimiento de acceso aleatorio fallido;

contienda detectada, que indica si la resolución de contienda no tuvo éxito para por lo menos uno de los preámbulos transmitidos para el procedimiento de acceso aleatorio fallido; o potencia de transmisión máxima alcanzada, que indica si se utilizó o no el nivel de potencia máximo para el último preámbulo transmitido. El UE puede enviar a una estación base un informe que comprende la información de fallo de establecimiento de conexión (por ejemplo, un informe de fallo de establecimiento de conexión).

Un UE puede fallar en un procedimiento RACH. El UE puede almacenar la información de fallo de RACH. La información de fallo de RACH puede comprender por lo menos uno de un número de preámbulos enviados, que indica el número de preámbulos enviados por MAC para el procedimiento de acceso aleatorio fallido, o contienda detectada, que indica si la resolución de la contienda no tuvo éxito para por lo menos uno de los preámbulos transmitidos para el procedimiento de acceso aleatorio fallido. El UE puede enviar un informe que comprende la información de fallo de RACH (por ejemplo, un informe de RACH) a una estación base.

Basándose en recibir un mensaje de reconfiguración de RRC de una estación base, una capa UE-RRC puede llevar a cabo reconfiguración con sincronización en por lo menos uno de los siguientes casos: (1) reconfiguración con sincronización y actualización de clave de seguridad, que implica acceso aleatorio (RA) a la PCelda/PSCelda, reinicio de MAC, actualización de seguridad y restablecimiento de RLC y PDCP activado por indicadores explícitos de capa 2 (L2); o (2) reconfiguración con sincronización pero sin actualización de clave de seguridad, que implica RA a la PCelda/PSCelda, reinicio de MAC y restablecimiento de RLC y recuperación de datos de PDCP (para DRB de AM) activados por indicadores explícitos de L2.

Una capa UE-RRC puede recibir un mensaje de reconfiguración de RRC con un elemento de información (IE) de sincronización de reconfiguración o información de control de movilidad de una estación base. Basándose en el mensaje de reconfiguración de RRC, el UE puede llevar a cabo un procedimiento de acceso aleatorio a una estación base indicada en el IE de sincronización de reconfiguración o en la información de control de movilidad en el mensaje de reconfiguración de RRC. Basándose en que el procedimiento de acceso aleatorio se ha completado con éxito, el UE puede enviar un mensaje de reconfiguración de RRC completa a la estación base. El UE y la estación base pueden considerar enviar/recibir con éxito el mensaje de reconfiguración de RRC completa como finalización de reconfiguración con sincronización. La finalización de reconfiguración con sincronización puede incluir por lo menos una de finalización de traspaso o adición de PSCelda para adición de grupo de celdas.

Para un servicio normal, un UE puede acampar en una celda adecuada y monitorizar uno o varios canales de control de la celda en la que ha acampado. Desde la celda en la que ha acampado, el UE puede recibir información del sistema (SI, System Information) de la PLMN. El UE puede recibir información de área de registro de la PLMN (por ejemplo, código de área de seguimiento (TAC, Tracking Area Code)) y recibir otra información de AS y NAS de la SI. El UE puede recibir mensajes de radiobúsqueda y notificación de la PLMN e iniciar la transferencia al modo conectado si el UE está registrado en la PLMN. El UE puede buscar regularmente una celda mejor según los criterios de reelección de celda. Si se encuentra una celda mejor, se selecciona esa celda. El UE puede acampar en la celda seleccionada.

Una estación base puede proporcionar prioridades de diferentes frecuencias en frecuencias de la misma RAT o inter-RAT a un UE en la información del sistema, en señalización dedicada (por ejemplo, un mensaje de liberación de RRC), o heredando de otra RAT en la (re)selección de celda inter-RAT. El UE puede almacenar las prioridades de las frecuencias proporcionadas por la señalización dedicada.

Una estación base puede proporcionar información de redireccionamiento. La información de redireccionamiento puede comprender por lo menos una de una o varias frecuencias o uno o varios tipos de red central. Un mensaje de liberación de RRC comprende la información de redireccionamiento. La estación base puede proporcionar el mensaje de liberación de RRC para cambiar un UE al estado RRC inactivo o RRC inactivo. Basándose en el mensaje de liberación de RRC, el UE puede llevar a cabo el procedimiento de selección de celda. Basándose en la información de redireccionamiento, el UE puede llevar a cabo un procedimiento de selección de celda para encontrar una celda adecuada si el mensaje de liberación de RRC contiene la información de redireccionamiento. De lo contrario, el UE puede llevar a cabo el procedimiento de selección de celda en una portadora de RAT que el UE seleccione actualmente (por ejemplo, portadora de NR o portadora de LTE).

Un UE en estado RRC de reposo o RRC inactivo puede llevar a cabo uno de dos procedimientos, tales como la selección de celda inicial y la selección de celda aprovechando información almacenada. El UE puede llevar a cabo la selección de celda inicial cuando el UE no tiene información de celda almacenada para la PLMN seleccionada. De lo contrario, el UE puede llevar a cabo la selección de celda aprovechando la información almacenada. Para la selección de celda inicial, un UE puede explorar todos los canales de RF en las bandas de NR según sus capacidades para encontrar una celda adecuada. Basándose en los resultados de la exploración, el UE puede buscar la celda más fuerte en cada frecuencia. El UE puede seleccionar una celda que sea una celda adecuada. Para la selección de celda aprovechando la información almacenada, el UE puede requerir información almacenada de frecuencias y, opcionalmente, también información sobre

parámetros de celda de elementos de información de control de medición recibidos previamente o de celdas detectadas previamente. Basándose en la información almacenada, el UE puede buscar una celda adecuada y seleccionar la celda adecuada si el UE encuentra la celda adecuada. Si el UE no encuentra la celda adecuada, el UE puede llevar a cabo la selección de celda inicial.

5

Una estación base puede configurar criterios de selección de celda para la selección de celda. Un UE puede tratar de identificar una celda adecuada para la selección de celda. La celda adecuada es una que cumple las siguientes condiciones: (1) los atributos de celda medidos cumplen los criterios de selección de celda, (2) la PLMN de celda es la PLMN seleccionada, registrada o una PLMN equivalente, (3) la celda no está restringida o reservada y (4) la celda no forma parte del área de seguimiento que está en la lista de "áreas de seguimiento prohibidas para itinerancia". Una capa RRC en un UE puede informar a una capa NAS en el UE del resultado de la selección y reelección de celda basándose en cambios en información del sistema recibida relevante para NAS. Por ejemplo, el resultado de la selección y reelección de celda puede ser una identidad de celda, un código de área de seguimiento y una identidad de PLMN.

10

15

Un UE puede detectar un fallo de una conexión con una estación base. El fallo comprende por lo menos uno de:

un fallo de radioenlace;

20

un fallo de reconfiguración con sincronización;

un fallo de movilidad de Nueva radio (NR);

una indicación de fallo de comprobación de integridad desde capas inferiores (por ejemplo, capa PDCP) relativa a la portadora de radio de señalización 1 (SRB1) o a la portadora de radio de señalización 2 (SRB2); o

25

un fallo de reconfiguración de conexión RRC.

El fallo de radioenlace puede ser un fallo de radioenlace de una celda primaria de la estación base. La estación base puede enviar una reconfiguración con sincronización en un mensaje de RRC al UE en estado RRC conectado. La reconfiguración con sincronización puede comprender un temporizador de reconfiguración (por ejemplo, T304). Basándose en recibir la reconfiguración con sincronización, el UE puede iniciar el temporizador de reconfiguración y llevar a cabo la reconfiguración con sincronización (por ejemplo, traspaso). Basándose en la expiración del temporizador de reconfiguración, el UE determina el fallo de sincronización de reconfiguración. Una estación base puede enviar un mensaje de comando de movilidad desde NR al UE en estado RRC conectado. Basándose en recibir el mensaje de comando de movilidad desde NR, el UE puede llevar a cabo un traspaso desde NR a una celda que utilice otra RAT (por ejemplo, E-UTRA). El UE puede determinar el fallo de movilidad desde NR basándose en que se cumple por lo menos una de las condiciones:

30

35

- si el UE no tiene éxito al establecer la conexión con la tecnología de acceso radio objetivo; o

40

- si el UE no puede cumplir con alguna parte de la configuración incluida en el mensaje de comando de movilidad desde NR; o

- si hay un error de protocolo en la información inter-RAT incluida en el mensaje de movilidad desde NR.

Basándose en detectar el fallo, el UE puede iniciar un procedimiento de restablecimiento de conexión RRC. Basándose en iniciar el procedimiento de restablecimiento de conexión RRC, el UE puede iniciar un temporizador T311, suspender todas las portadoras de radio excepto SRB0 y reiniciar (la capa) MAC. Basándose en iniciar el procedimiento de restablecimiento de conexión RRC, el UE puede liberar SCeldas de MCG, liberar parámetros de configuración de celdas especiales (SpCelda, Special Cell) y parámetros de configuración relacionados con conectividad dual multirradio (MR-DC, Multi-Radio Dual Connectivity). Por ejemplo, basándose en iniciar el procedimiento de restablecimiento de conexión RRC, el UE puede liberar parámetros de configuración de grupo de celdas maestras.

45

50

Los parámetros de configuración de grupo de celdas se pueden utilizar para configurar un grupo de celdas maestras (MCG) o un grupo de celdas secundarias (SCG). Si los parámetros de configuración de grupo de celdas se utilizan para configurar el MCG, los parámetros de configuración de grupo de celdas son parámetros de configuración de grupo de celdas maestras. Si los parámetros de configuración de grupo de celdas se utilizan para configurar el SCG, los parámetros de configuración de grupo de celdas son parámetros de configuración de grupo de celdas secundarias. Un grupo de celdas comprende una entidad MAC, un conjunto de canales lógicos con entidades RLC asociadas y una celda primaria (SpCelda) y una o varias celdas secundarias (SCelda). Los parámetros de configuración de grupo de celdas (por ejemplo, parámetros de configuración de grupo de celdas maestras o parámetros de configuración de grupo de celdas secundarias) pueden comprender por lo menos uno de los parámetros de configuración de portadora de RLC para el grupo de celdas, parámetros de configuración de grupo de celdas de MAC para el grupo de celdas, parámetros de configuración de grupo de celdas físicos para el grupo de celdas, parámetros de configuración de SpCelda para el grupo de celdas o parámetros de configuración de SCelda para el grupo de celdas. Los parámetros de configuración de grupo de celdas de MAC pueden comprender parámetros de MAC para un

55

60

65

grupo de celdas, donde los parámetros de MAC pueden comprender por lo menos parámetros de DRX. Los parámetros de configuración de grupo de celdas físicos pueden comprender parámetros de L1 (capa 1) específicos del grupo de celdas.

5 La celda especial (SpCelda) puede comprender una celda primaria (PCelda) de un MCG o una celda de SCG primaria (PSCelda) de un SCG. Los parámetros de configuración de SpCelda pueden comprender parámetros de MAC y PHY específicos de la celda servidora para una SpCelda. Los parámetros de configuración de MR-DC pueden comprender por lo menos uno de parámetros de configuración de SRB3, parámetros de configuración de medición para SCG, parámetros de configuración de SCG.

10 Basándose en iniciar el procedimiento de restablecimiento de conexión RRC, el UE puede llevar a cabo un procedimiento de selección de celda. Basándose en el procedimiento de selección de celda, el UE puede seleccionar una celda basándose en que una calidad de señal de la celda exceda un umbral. El UE puede seleccionar una celda basándose en que una calidad de señal de la celda exceda un umbral. El UE puede determinar, basándose en un procedimiento de selección de celda, que la celda seleccionada excede el umbral. La calidad de señal comprende por lo menos uno de:

una potencia recibida de señal de referencia;
un indicador de intensidad de señal recibida;
20 una calidad recibida de señal de referencia; o
una relación de señal a interferencia más ruido.

Basándose en seleccionar una celda adecuada, el UE puede detener el temporizador 311 e iniciar un temporizador T301. Basándose en seleccionar la celda adecuada, el UE puede detener un temporizador de exclusión T390 para todas las categorías de acceso. Basándose en detener el temporizador de exclusión T390, el UE puede considerar que se ha eliminado para la celda una exclusión para todas las categorías de acceso. Basándose en seleccionar la celda, el UE puede aplicar los valores de parámetros de L1 predeterminados excepto los parámetros proporcionados en SIB1, aplicar la configuración de grupo de celdas de MAC predeterminada, aplicar la configuración de CCCH, aplicar un temporizador de alineación en SIB1 e iniciar la transmisión del mensaje de solicitud de restablecimiento de RRC.

El UE puede detener el temporizador T301 basándose en la recepción de un mensaje de respuesta de RRC en respuesta al mensaje de solicitud de restablecimiento de RRC. El mensaje de respuesta de RRC puede comprender por lo menos uno de mensaje de restablecimiento de RRC, mensaje de configuración de RRC o mensaje de rechazo de restablecimiento de RRC. El UE puede detener el temporizador T301 cuando la celda seleccionada se vuelve inadecuada.

Basándose en el procedimiento de selección de celda activado iniciando el procedimiento de restablecimiento de conexión RRC, el UE puede seleccionar una celda inter-RAT. Basándose en seleccionar una celda inter-RAT, el UE (capa UE-AS) puede ir al estado RRC DE REPOSO y puede proporcionar una causa de liberación "fallo de conexión RRC" a las capas superiores (capa UE-NAS) del UE.

Basándose en iniciar la transmisión del mensaje de solicitud de restablecimiento de RRC, el UE puede enviar el mensaje de restablecimiento de RRC. El mensaje de restablecimiento de RRC puede comprender por lo menos uno del C-RNTI utilizado en la PCelda de origen, una identidad de celda física (PCI) de la PCelda de origen, un MAC-I corto o una causa de restablecimiento. La causa de restablecimiento puede comprender por lo menos uno de fallo de reconfiguración, fallo de traspaso u otro fallo.

Basándose en iniciar la transmisión del mensaje de solicitud de restablecimiento de RRC, el UE (capa RRC) puede restablecer PDCP para SRB1, restablecer RLC para SRB1, aplicar configuraciones de SRB predeterminadas para SRB1, configurar capas inferiores (capa PDCP) para suspender la protección de integridad y el cifrado para SRB1, reanudar SRB1 y enviar el mensaje de solicitud de restablecimiento de RRC a capas inferiores (capa PDCP) para su transmisión. Basándose en enviar el mensaje de solicitud de restablecimiento de RRC a capas inferiores, el UE puede enviar el mensaje de solicitud de restablecimiento de RRC a una estación base objetivo a través de la celda seleccionada basándose en el procedimiento de selección de celda, en el que la estación base objetivo puede o no ser la estación base de origen.

Basándose en la expiración del temporizador T311 o T301, el UE (capa UE-AS) puede ir al estado RRC DE REPOSO y puede proporcionar una causa de liberación "fallo de conexión RRC" a las capas superiores (capa UE-NAS) del UE.

Basándose en recibir la causa de liberación "fallo de conexión RRC", el UE (capa UE-NAS) puede llevar a cabo un procedimiento de recuperación de conexión de señalización NAS cuando el UE no tenga señalización pendiente ni datos de usuario pendientes. Basándose en llevar a cabo el procedimiento de recuperación de conexión de señalización NAS, el UE puede iniciar el procedimiento de registro enviando un mensaje de solicitud de registro a la AMF.

Basándose en recibir la causa de liberación "fallo de conexión RRC", el UE (capa UE-NAS) puede llevar a cabo un procedimiento de solicitud de servicio enviando un mensaje de solicitud de servicio a la AMF cuando el UE tenga señalización pendiente o datos de usuario pendientes.

Basándose en recibir el mensaje de solicitud de restablecimiento de RRC, la estación base objetivo puede comprobar si el contexto de UE del UE está disponible localmente. Basándose en que el contexto de UE no esté disponible localmente, la estación base objetivo puede llevar a cabo un procedimiento de recuperación de contexto de UE enviando un mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE a la estación base de origen (la última estación base servidora) del UE.

Para el procedimiento de restablecimiento de conexión RRC, el mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE puede comprender por lo menos uno de un ID de contexto de UE, parámetros de protección de integridad o un nuevo identificador de celda. El ID de contexto de UE puede comprender por lo menos uno del C-RNTI contenido en el mensaje de solicitud de restablecimiento de RRC, un PCI de la PCelda de origen (la última PCelda servidora). Los parámetros de protección de integridad para el restablecimiento de RRC pueden ser MAC-I corto. El nuevo identificador de celda puede ser un identificador de la celda objetivo, en el que la celda objetivo es una celda donde se ha solicitado que se restablezca la conexión RRC.

Para el procedimiento de restablecimiento de conexión RRC, basándose en recibir el mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE, la estación base de origen puede comprobar el mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE. Si la estación base de origen es capaz de identificar el contexto de UE por medio del ID de contexto de UE, y de verificar con éxito el UE por medio de la protección de integridad contenida en el mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE, y decide proporcionar el contexto de UE a la estación base objetivo, la estación base de origen puede responder a la estación base objetivo con un mensaje de respuesta de recuperación de contexto de UE. Si la estación base de origen no puede identificar el contexto de UE por medio del ID de contexto de UE, o si la protección de integridad contenida en el mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE no es válida, la estación base de origen puede responder a la estación base objetivo con un mensaje de fallo de recuperación de contexto de UE.

Para el procedimiento de restablecimiento de conexión RRC, el mensaje de respuesta de recuperación de contexto de UE puede comprender por lo menos uno de ID de protocolo de aplicación de Xn (XnAP) de la estación base objetivo, ID de XnAP de la estación base de origen, identificador de AMF único global (GUAMI, Globally Unique AMF Identifier) o información de contexto de UE (por ejemplo, información de contexto de UE, respuesta de recuperación de contexto de UE). La información de contexto de UE puede comprender por lo menos una de entre una referencia de señalización asociada a UE de NG-C, capacidades de seguridad de UE, información de seguridad de AS, velocidad binaria máxima agregada de UE, lista de sesiones de PDU a configurar, contexto de RRC, lista de restricciones de movilidad o índice de prioridad de selección de RAT/frecuencia. La referencia de señalización asociada a UE de NG-C puede ser un ID de protocolo de aplicación de NG asignado en la AMF del UE en la conexión NG-C con la estación base de origen. La información de seguridad de AS puede comprender una clave de seguridad de una estación base (K_{gNB}) y el valor de recuento de encadenamiento de siguiente salto (NCC, Next hop Chaining Count). La lista de sesiones de PDU a configurar puede comprender información relacionada con recursos de sesión de PDU utilizada en el contexto de UE en la estación base de origen. La información relacionada con recursos de sesión de PDU puede comprender un ID de sesión de PDU, una tasa de bits máxima agregada de recursos de sesión de PDU, una indicación de seguridad, un tipo de sesión de PDU o una lista de flujos de QoS a configurar. La indicación de seguridad puede comprender una indicación de protección de integridad y una indicación de protección de confidencialidad del plano de usuario que indiquen los requisitos sobre protección de integridad y cifrado del plano de usuario (UP, user plane) para la sesión de PDU correspondiente, respectivamente. La indicación de seguridad también puede comprender por lo menos una de una indicación de si se aplica protección de integridad del UP para la sesión de PDU, una indicación de si se aplica cifrado del UP para la sesión de PDU y los valores máximos de velocidad de datos con protección de integridad (enlace ascendente y enlace descendente) por UE para DRB con protección de integridad. El tipo de sesión de PDU puede indicar por lo menos uno del protocolo de Internet versión 4 (IPv4), IPv6, IPv4v6, Ethernet o no estructurado. La lista de flujos de QoS a configurar puede comprender por lo menos uno de identificador de flujo de QoS, parámetros de QoS a nivel de flujo de QoS (los parámetros de QoS a aplicar a un flujo de QoS) o identidad de portadora.

Para el procedimiento de restablecimiento de conexión RRC, el mensaje de fallo de recuperación de contexto de UE puede comprender por lo menos el ID de XnAP de la estación base objetivo y un valor de causa.

Para el procedimiento de restablecimiento de conexión RRC, basándose en recibir el mensaje de respuesta de recuperación de contexto de UE, la estación base objetivo puede enviar un mensaje de restablecimiento de RRC al UE. El mensaje de restablecimiento de RRC puede comprender por lo menos un valor de recuento de encadenamiento de saltos de red (NCC).

Basándose en recibir el mensaje de restablecimiento de RRC, el UE puede obtener una nueva clave de seguridad de una estación base (K_{gNB}) basándose en por lo menos una de K_{gNB} actual o parámetros de siguiente salto (NH, Next Hop) asociados al valor de NCC. Basándose en la nueva clave de seguridad de la estación base y en un algoritmo de protección de integridad previamente configurado, el UE puede obtener una clave de seguridad para protección de integridad de una señalización RRC (K_{RRCint}) y una clave de seguridad para protección de integridad de datos del plano de usuario (UP) (K_{UPint}). Basándose en la nueva clave de seguridad de la estación base y en un algoritmo de cifrado previamente configurado, el UE puede obtener una clave de seguridad para cifrado de una señalización RRC (K_{RRCenc}) y una clave de seguridad para cifrado de datos del plano de usuario (UP) (K_{UPenc}). Basándose en la K_{RRCint} y el algoritmo de protección de integridad previamente configurado, el UE puede verificar la protección de integridad del mensaje de restablecimiento de RRC. Basándose en que la verificación ha fallado, el UE (capa UE-AS) puede ir al estado RRC DE REPOSO y puede proporcionar una causa de liberación "fallo de conexión RRC" a las capas superiores (capa UE-NAS) del UE. Basándose en que la verificación ha tenido éxito, el UE puede configurar la reanudación de la protección de integridad para SRB1 basándose en el algoritmo de protección de integridad previamente configurado y la K_{RRCint} y configurar la reanudación del cifrado para SRB1 basándose en el algoritmo de cifrado previamente configurado y K_{RRCenc} . El UE puede enviar un mensaje de restablecimiento de RRC completo a la estación base objetivo.

Basándose en recibir el mensaje de fallo de recuperación de contexto de UE, la estación base objetivo puede enviar un mensaje de liberación de RRC al UE. Por ejemplo, basándose en el mensaje de fallo de recuperación de contexto de UE que comprende el mensaje de liberación de RRC, la estación base objetivo puede enviar el mensaje de liberación de RRC al UE. Basándose en recibir el mensaje de fallo de recuperación de contexto de UE, la estación base objetivo puede enviar un mensaje de configuración de RRC o un mensaje de rechazo de RRC. Basándose en recibir el mensaje de fallo de recuperación de contexto de UE, la estación base objetivo puede no enviar ningún mensaje de respuesta al UE.

La figura 17 ilustra un ejemplo de un procedimiento de restablecimiento de conexión RRC. El UE en un estado RRC conectado puede enviar y recibir datos a/desde una primera estación base (por ejemplo, una estación base de origen) a través de una celda 1 en la que la celda 1 es una celda primaria de la primera estación base. El UE puede detectar un fallo de una conexión con la primera estación base. Basándose en el fallo, el UE puede iniciar el procedimiento de restablecimiento de RRC. Basándose en iniciar el procedimiento de restablecimiento de conexión RRC, el UE puede iniciar un temporizador T311, suspender todas las portadoras de radio excepto SRB0 y/o reiniciar una (capa) MAC. Basándose en iniciar el procedimiento de restablecimiento de conexión RRC, el UE puede liberar SCelda de MCG, liberar los parámetros de configuración de celdas especiales (SpCelda, Special Cell) y los parámetros de configuración relacionados con conectividad dual multirradio (MR-DC, Multi-Radio Dual Connectivity). Basándose en iniciar el procedimiento de restablecimiento de conexión RRC, el UE puede llevar a cabo un procedimiento de selección de celda. Basándose en el procedimiento de selección de celda, el UE puede seleccionar una celda 2 de una segunda estación base (por ejemplo, una estación base objetivo) en la que la celda 2 es una celda adecuada. Basándose en seleccionar una celda adecuada, el UE puede detener el temporizador T311 e iniciar un temporizador T301. Basándose en seleccionar la celda adecuada, el UE puede detener un temporizador de exclusión T390 para todas las categorías de acceso. Basándose en detener el temporizador de exclusión T390, el UE puede considerar que se ha eliminado para la celda una exclusión para todas las categorías de acceso. Basándose en la selección de la celda, el UE puede aplicar los valores de parámetros de L1 predeterminados excepto los parámetros proporcionados en SIB1, aplicar la configuración de grupo de celdas de MAC predeterminada, aplicar la configuración de CCCH, aplicar un temporizador de alineación en SIB1 e iniciar la transmisión del mensaje de solicitud de restablecimiento de RRC. El mensaje de restablecimiento de RRC puede comprender por lo menos uno del C-RNTI utilizado en la PCelda de origen (por ejemplo, la celda 1), una identidad de celda física (PCI) de la PCelda de origen, un MAC-I corto o una causa de restablecimiento. Basándose en iniciar la transmisión del mensaje de solicitud de restablecimiento de RRC, el UE (capa RRC) puede restablecer PDCP para SRB1, restablecer RLC para SRB1, aplicar configuraciones de SRB predeterminadas para SRB1, configurar capas inferiores (capa PDCP) para suspender la protección de integridad y el cifrado para SRB1, reanudar SRB1 y enviar el mensaje de solicitud de restablecimiento de RRC a capas inferiores (capa PDCP) para su transmisión. Basándose en iniciar la transmisión del mensaje de solicitud de restablecimiento de RRC, el UE puede enviar el mensaje de solicitud de restablecimiento de RRC a la segunda estación base a través de la celda 2. Basándose en recibir el mensaje de solicitud de restablecimiento de RRC, la segunda estación base puede comprobar si el contexto de UE del UE está disponible localmente. Basándose en que el contexto de UE no esté disponible localmente, la segunda estación base puede llevar a cabo el procedimiento de recuperación de contexto de UE enviando un mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE a la estación base de origen del UE. El mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE puede comprender por lo menos uno de un C-RNTI, un PCI de la PCelda de origen (la última PCelda servidora) o un MAC-I corto. Basándose en recibir el mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE, la estación base de origen puede comprobar el mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE. Si la estación base de origen es capaz de identificar el contexto de UE por medio del C-RNTI, y de verificar con éxito el UE por medio del MAC-I corto, y decide proporcionar el contexto de UE a la segunda estación base, la estación base de origen puede responder a la

segunda estación base con un mensaje de respuesta de recuperación de contexto de UE. El mensaje de respuesta de recuperación de contexto de UE puede comprender por lo menos uno de GUAMI o la información de contexto de UE. Basándose en recibir el mensaje de respuesta de recuperación de contexto de UE, la segunda estación base puede enviar un mensaje de restablecimiento de RRC al UE. El mensaje de restablecimiento de RRC puede comprender un valor de recuento de encadenamiento de saltos de red (NCC). Basándose en recibir el mensaje de restablecimiento de RRC, el UE puede obtener una nueva clave de seguridad de una estación base (K_{gNB}) basándose en por lo menos una de K_{gNB} actual o parámetros de siguiente salto (NH, Next Hop) asociados al valor de NCC. Basándose en la nueva clave de seguridad de una estación base (K_{gNB}) y los algoritmos de seguridad previamente configurados, el UE puede obtener claves de seguridad para protección de integridad y cifrado de señalización RRC (por ejemplo, K_{RRInt} y K_{RREnc} respectivamente) y datos del plano de usuario (UP) (por ejemplo, K_{UPInt} y K_{UPEnc} respectivamente). Basándose en la clave de seguridad para protección de integridad de la señalización RRC (K_{RRInt}), el UE puede verificar la protección de integridad del mensaje de restablecimiento de RRC. Basándose en que la verificación ha tenido éxito, el UE puede configurar la reanudación de la protección de integridad para SRB1 basándose en el algoritmo de protección de integridad previamente configurado y la K_{RRInt} y configurar la reanudación del cifrado para SRB1 basándose en el algoritmo de cifrado previamente configurado y la K_{RREnc} . La segunda estación base puede enviar un primer mensaje de reconfiguración de RRC. El primer mensaje de reconfiguración de RRC puede comprender los parámetros de configuración de SpCelda. Basándose en recibir los parámetros de configuración de SpCelda, el UE puede iniciar la transmisión y recepción de datos a/desde la segunda estación base. El UE puede enviar un mensaje de restablecimiento de RRC completo a la segunda estación base. El mensaje de restablecimiento de RRC completo puede comprender un informe de medición. Basándose en recibir el informe de medición, la segunda estación base puede determinar configurar SCelda y/o grupos de celdas secundarias (por ejemplo, SCG o PSCeldas). Basándose en la determinación, la segunda estación base puede enviar un segundo mensaje de reconfiguración de RRC que comprende parámetros de configuración de SCeldas y/o parámetros de configuración relacionados con MR-DC. Basándose en recibir el segundo mensaje de reconfiguración de RRC, el UE puede transmitir y recibir datos a través de las SCeldas y/o de los SCG.

El mensaje de reconfiguración de RRC puede comprender por lo menos uno de parámetros de configuración de grupo de celdas de MCG y/o SCG, parámetros de configuración de portadora de radio o parámetros de clave de seguridad de AS.

Un UE puede permanecer en CM-CONECTADO y moverse dentro de un área configurada por la estación base sin notificar a la estación base cuándo el UE está en estado RRC inactivo si el área es una RNA. En estado RRC inactivo, una última estación base servidora puede mantener el contexto de UE y la conexión NG asociada al UE con la AMF y la UPF servidoras. Basándose en los datos de enlace descendente recibidos de la UPF o en la señalización de enlace descendente asociada al UE desde la AMF mientras el UE está en estado RRC inactivo, la última estación base servidora puede realizar radiobúsqueda en las celdas correspondientes al RNA y puede enviar radiobúsqueda de RAN a través de una interfaz Xn a una o varias estaciones base vecinas si el RNA incluye celdas de una o varias estaciones base vecinas.

Una AMF puede proporcionar a la estación base una información de asistencia de red central para ayudar a la estación base a decidir si un UE se puede enviar al estado RRC inactivo. La información de asistencia de red central puede incluir el área de registro configurada para el UE, el temporizador de actualización de registro periódico, un valor de índice de identidad de UE, la DRX específica del UE, una indicación de si el UE está configurado con modo de conexión iniciada únicamente por móvil (MICO, Mobile Initiated Connection Only) por la AMF, o el comportamiento esperado del UE. La estación base puede utilizar la DRX específica del UE y el valor de índice de identidad del UE para determinar una ocasión de radiobúsqueda para la radiobúsqueda de RAN. La estación base puede utilizar el temporizador de actualización de registro periódico para configurar el temporizador de actualización de RNA periódico (por ejemplo, un temporizador T380). La estación base puede utilizar un comportamiento esperado del UE para ayudar a la decisión de transición de estado RRC del UE.

Una estación base puede iniciar un procedimiento de liberación de conexión RRC para pasar un estado RRC de un UE desde estado RRC conectado a estado RRC de reposo, desde un estado RRC conectado a estado RRC inactivo, desde un estado RRC inactivo de nuevo al estado RRC inactivo cuando el UE intenta reanudar, o desde un estado RRC inactivo a estado RRC de reposo cuando el UE intenta reanudar. El procedimiento de conexión RRC también se puede utilizar para liberar una conexión RRC del UE y redirigir un UE a otra frecuencia. La estación base puede enviar el mensaje de liberación de RRC que comprende parámetros de configuración de suspensión cuando pasa del estado RRC del UE al estado RRC inactivo. Los parámetros de configuración de suspensión pueden comprender por lo menos uno de una identidad de reanudación, configuración de RNA, ciclo de radiobúsqueda de RAN o valor de recuento de encadenamiento de saltos de red (NCC) donde la configuración de RNA puede comprender información de área de notificación de RNA, o valor de temporizador de actualización de RNA periódica (por ejemplo, valor de T380). La estación base puede utilizar la identidad de reanudación (por ejemplo, RNTI-Inactivo (-RNTI)) para identificar el contexto de UE cuando el UE está en estado RRC inactivo.

Si la estación base tiene un par nuevo y no utilizado de {NCC, siguiente salto (NH)}, la estación base puede incluir el NCC en los parámetros de configuración de suspensión. De lo contrario, la estación base puede incluir el mismo NCC asociado con la K_{gNB} actual en los parámetros de configuración de suspensión. El NCC se utiliza para seguridad de AS. La estación base puede borrar las claves de AS actuales (por ejemplo, $K_{RRCCenc}$, K_{UPenc} y K_{UPint}) después de enviar el mensaje de liberación de RRC que comprende los parámetros de configuración de suspensión al UE, pero puede mantener la clave de AS actual $K_{RRCCint}$. Si el valor de NCC enviado es nuevo y pertenece a un par no utilizado de {NCC, NH}, la estación base puede guardar el par de {NCC, NH} en el contexto de seguridad de AS de UE actual y puede borrar la clave de AS actual K_{gNB} . Si el valor de NCC enviado es igual al valor de NCC asociado con la K_{gNB} actual, la estación base puede mantener la clave de AS K_{gNB} y el NCC. La estación base puede almacenar la identidad de reanudación enviada junto con el contexto de UE actual, incluyendo el resto del contexto de seguridad de AS.

Tras recibir de la estación base el mensaje de liberación de RRC que comprende los parámetros de configuración de suspensión, el UE puede verificar que la integridad del mensaje de liberación de RRC recibido que comprende los parámetros de configuración de suspensión es correcta comprobando el MAC-I de PDCP. Si esta verificación tiene éxito, entonces el UE puede tomar el valor de NCC recibido y guardarlo como NCC almacenado con el contexto de UE actual. El UE puede borrar las claves de AS actuales $K_{RRCCenc}$, K_{UPenc} y K_{UPint} , pero mantener la clave de AS actual $K_{RRCCint}$. Si el valor de NCC almacenado es diferente del valor de NCC asociado con la K_{gNB} actual, el UE puede borrar la clave de AS actual K_{gNB} . Si el NCC almacenado es igual al valor de NCC asociado con la K_{gNB} actual, el UE mantendrá la clave de AS actual K_{gNB} . El UE puede almacenar la identidad de reanudación recibida junto con el contexto de UE actual, incluyendo el resto del contexto de seguridad de AS, para el siguiente cambio de estado.

Basándose en recibir el mensaje de liberación de RRC que comprende los parámetros de configuración de suspensión, el UE puede reiniciar MAC, liberar la configuración de grupo de celdas de MAC predeterminada, restablecer las entidades de RLC para SRB1. Basándose en recibir el mensaje de liberación de RRC que comprende los parámetros de configuración de suspensión, el UE puede almacenar en el contexto AS inactivo de UE los parámetros de configuración actuales. Los parámetros de configuración actuales pueden comprender las claves K_{gNB} y $K_{RRCCint}$ actuales, un estado de compresión robusta de cabecera (ROHC, ROust Header Compression), las reglas de mapeo de flujo de QoS a DRB almacenadas, el C-RNTI utilizado en la PCelda de origen, la identidad de celda y la identidad de celda física de la PCelda de origen, y el resto de parámetros configurados excepto los de reconfiguración con sincronización y los parámetros comunes de configuración de celda servidora en SIB. Los parámetros comunes de configuración de celda servidora en SIB se pueden utilizar para configurar parámetros específicos de celda de una celda servidora del UE en SIB1. Basándose en recibir el mensaje de liberación de RRC que comprende los parámetros de configuración de suspensión, el UE puede suspender todas las SRB y DRB excepto la SRB0. Basándose en recibir el mensaje de liberación de RRC que comprende los parámetros de configuración de suspensión, el UE puede iniciar un temporizador T380, entrar en estado RRC inactivo y llevar a cabo el procedimiento de selección de celda.

El UE en estado RRC inactivo puede iniciar un procedimiento de reanudación de conexión RRC. Por ejemplo, basándose en tener datos o señalización a transmitir, o en recibir un mensaje de radiobúsqueda de RAN, el UE en estado RRC inactivo puede iniciar el procedimiento de reanudación de conexión RRC. Basándose en iniciar el procedimiento de reanudación de conexión RRC, el UE puede seleccionar una categoría de acceso basándose en la condición de activación del procedimiento de reanudación de conexión RRC y llevar a cabo el procedimiento de control de acceso unificado basándose en la categoría de acceso. Basándose en el procedimiento de control de acceso unificado, el UE puede considerar el intento de acceso para el procedimiento de reanudación de conexión RRC como permitido. Basándose en considerar el intento de acceso como permitido, el UE puede aplicar los valores de parámetros de L1 predeterminados como se especifica en las especificaciones de capa física correspondientes, excepto los parámetros para los que se proporcionan valores en SIB1, aplicar la configuración de SRB1 predeterminada, aplicar la configuración de CCCH, aplicar el temporizador de alineación temporal común incluido en SIB1, aplicar la configuración de grupo de celdas de MAC predeterminada, iniciar un temporizador T319 e iniciar la transmisión de un mensaje de solicitud de reanudación de RRC.

Basándose en iniciar la transmisión del mensaje de solicitud de reanudación de RRC, el UE puede establecer los contextos del mensaje de solicitud de reanudación de RRC. El mensaje de solicitud de reanudación de RRC puede comprender por lo menos uno de identidad de reanudación, MAC-I de reanudación o causa de reanudación. La causa de reanudación puede comprender por lo menos una de emergencia, acceso de alta prioridad, acceso mt, señalización mo, datos mo, llamada de voz mo, sms mo, actualización ran, acceso prioritario mps, acceso prioritario mcs.

Basándose en iniciar la transmisión del mensaje de solicitud de reanudación de RRC, el UE puede restablecer los parámetros de configuración de RRC y las claves K_{gNB} y $K_{RRCCint}$ a partir del contexto AS inactivo de UE almacenado, excepto los parámetros de configuración de grupo de celdas maestras, los

parámetros de configuración relacionados con MR-DC (por ejemplo, los parámetros de configuración de grupo de celdas secundarias) y los parámetros de configuración de PDCP. El parámetro de configuración de RRC puede comprender por lo menos uno del C-RNTI utilizado en la PCelda de origen, la identidad de celda y la identidad de celda física de la PCelda de origen, y el resto de parámetros configurados excepto los de reconfiguración con sincronización y los parámetros comunes de configuración de celda servidora en SIB. Basándose en la K_{gNB} actual (restablecida) o en los parámetros de siguiente salto (NH) asociados al valor de NCC almacenado, el UE puede obtener una nueva clave de una estación base (K_{gNB}). Basándose en la nueva clave de la estación base, el UE puede obtener claves de seguridad para protección de integridad y cifrado de señalización RRC (por ejemplo, K_{RRCenc} y K_{RRCint} respectivamente) y claves de seguridad para protección de integridad y cifrado de datos del plano de usuario (por ejemplo, K_{UPint} y la K_{UPenc} respectivamente). Basándose en el algoritmo configurado y la K_{RRCint} y la K_{UPint} , el UE puede configurar las capas inferiores (por ejemplo, la capa PDCP) para aplicar protección de integridad para todas las portadoras de radio excepto SRB0. Basándose en el algoritmo configurado y la K_{RRCenc} y la K_{UPenc} , el UE puede configurar las capas inferiores (por ejemplo, la capa PDCP) para aplicar cifrado a todas las portadoras de radio excepto SRB0.

Basándose en iniciar la transmisión del mensaje de solicitud de reanudación de RRC, el UE puede restablecer entidades PDCP para SRB1, reanudar SRB1 y enviar el mensaje de solicitud de reanudación de RRC a capas inferiores, donde las capas inferiores pueden comprender por lo menos una de capa PDCP, capa RLC, capa MAC o capa física (PHY).

Una estación base objetivo puede recibir el mensaje de solicitud de reanudación de RRC. Basándose en recibir el mensaje de solicitud de reanudación de RRC, la estación base objetivo puede comprobar si el contexto de UE del UE está disponible localmente. Basándose en que el contexto de UE no esté disponible localmente, la estación base objetivo puede llevar a cabo el procedimiento de recuperación de contexto de UE enviando el mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE a la estación base de origen (la última estación base servidora) del UE. El mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE puede comprender por lo menos uno de un ID de contexto de UE, parámetros de protección de integridad, un nuevo identificador de celda o la causa de reanudación, donde la causa de reanudación está en el mensaje de solicitud de reanudación de RRC.

Para el procedimiento de reanudación de conexión RRC, basándose en recibir el mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE, la estación base de origen puede comprobar el mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE. Si la estación base de origen es capaz de identificar el contexto de UE por medio del ID de contexto de UE, y de verificar con éxito el UE por medio de la protección de integridad contenida en el mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE, y decide proporcionar el contexto de UE a la estación base objetivo, la estación base de origen puede responder a la estación base objetivo con el mensaje de respuesta de recuperación de contexto de UE. Si la estación base de origen no puede identificar el contexto de UE por medio del ID de contexto de UE, o si la protección de integridad contenida en el mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE no es válida, o, si la estación base de origen decide no proporcionar el contexto de UE a la estación base objetivo, la estación base de origen puede responder a la estación base objetivo con un mensaje de fallo de recuperación de contexto de UE.

Para el procedimiento de reanudación de conexión RRC, el mensaje de fallo de recuperación de contexto de UE puede comprender por lo menos el ID de XnAP de la estación base objetivo, un mensaje de liberación de RRC o un valor de causa.

Para el procedimiento de reanudación de conexión RRC, basándose en recibir el mensaje de respuesta de recuperación de contexto de UE, la estación base objetivo puede enviar un mensaje de reanudación de RRC al UE. El mensaje de reanudación de RRC puede comprender por lo menos uno de parámetros de configuración de portadora de radio, parámetros de configuración de grupo de celdas para MCG y/o SCG, parámetros de configuración de medición o contador sk, en el que el contador sk se utiliza para obtener una clave de seguridad de estación base secundaria basándose en K_{gNB} .

Basándose en recibir el mensaje de fallo de recuperación de contexto de UE, la estación base objetivo puede enviar un mensaje de liberación de RRC al UE. Por ejemplo, basándose en el mensaje de fallo de recuperación de contexto de UE que comprende el mensaje de liberación de RRC, la estación base objetivo puede enviar el mensaje de liberación de RRC al UE. Basándose en recibir el mensaje de fallo de recuperación de contexto de UE, la estación base objetivo puede enviar un mensaje de configuración de RRC o un mensaje de rechazo de RRC. Basándose en recibir el mensaje de fallo de recuperación de contexto de UE, la estación base objetivo puede no enviar ningún mensaje de respuesta al UE.

Basándose en recibir el mensaje de reanudación de RRC, el UE puede detener el temporizador T319 y T380. Basándose en recibir el mensaje de reanudación de RRC, el UE puede restablecer los parámetros de configuración de grupo de celdas maestras, los parámetros de configuración de grupo de celdas secundarias y los parámetros de configuración de PDCP en el contexto AS inactivo de UE. Basándose en restablecer los

parámetros de configuración de grupo de celdas maestras y/o los parámetros de configuración de grupo de celdas secundarias, el UE puede configurar las SCeldas de MCG y/o SCG configurando las capas inferiores para considerar que las SCeldas de MCG y/o SCG restablecidas están en estado desactivado, descartar el contexto AS inactivo de UE y liberar los parámetros de configuración de suspensión.

Basándose en recibir los parámetros de configuración de grupo de celdas en el mensaje de reanudación de RRC, el UE puede llevar a cabo la configuración de grupo de celdas de MCG y/o SCG. Basándose en recibir los parámetros de configuración de portadora de radio en el mensaje de reanudación de RRC, el UE puede llevar a cabo la configuración de portadora de radio. Basándose en el contador sk en el mensaje de reanudación de RRC, el UE puede llevar a cabo la actualización de la clave de seguridad de la estación base secundaria.

La figura 18 ilustra un ejemplo de un procedimiento de reanudación de conexión RRC. Un UE en estado RRC conectado puede transmitir y recibir datos a/desde una primera estación base (una estación base de origen) a través de una celda 1. La primera estación base puede determinar pasar un UE en estado RRC conectado a estado RRC inactivo. Basándose en la determinación, la estación base puede enviar un mensaje de liberación de RRC que comprende los parámetros de configuración de suspensión. Basándose en recibir el mensaje de liberación de RRC que comprende los parámetros de configuración de suspensión, el UE puede almacenar en el contexto AS inactivo de UE las claves K_{gNB} y K_{RRCint} actuales, un estado de compresión robusta de cabecera (ROHC), las reglas de mapeo de flujo de QoS a DRB almacenadas, el C-RNTI utilizado en la PCelda de origen, la identidad de celda y la identidad de celda física de la PCelda de origen, y el resto de parámetros configurados excepto los de reconfiguración con sincronización y los parámetros comunes de configuración de celda servidora en SIB. El UE puede suspender todas las SRB y DRB excepto la SRB0. Basándose en recibir el mensaje de liberación de RRC que comprende los parámetros de configuración de suspensión, el UE puede iniciar un temporizador T380, entrar en estado RRC inactivo y llevar a cabo el procedimiento de selección de celda. Basándose en el procedimiento de selección de celda, el UE puede seleccionar una celda 2 de una segunda estación base (una estación base objetivo). El UE en estado RRC inactivo puede iniciar un procedimiento de reanudación de conexión RRC. El UE puede llevar a cabo el procedimiento de control de acceso unificado. Basándose en el procedimiento de control de acceso unificado, el UE puede considerar el intento de acceso para el procedimiento de reanudación de conexión RRC como permitido. El UE puede aplicar los valores de parámetros de L1 predeterminados como se especifica en las especificaciones de capa física correspondientes, excepto los parámetros para los que se proporcionan valores en SIB1, aplicar la configuración de SRB1 predeterminada, aplicar la configuración de CCCH, aplicar el temporizador de alineación temporal común incluido en SIB1, aplicar la configuración de grupo de celdas de MAC predeterminada, iniciar un temporizador T319 e iniciar la transmisión de un mensaje de solicitud de reanudación de RRC. Basándose en iniciar la transmisión del mensaje de solicitud de reanudación de RRC, el UE puede restablecer los parámetros de configuración de RRC y las claves de seguridad a partir del contexto AS inactivo de UE. Por ejemplo, el UE puede restablecer los parámetros de configuración de la RRC y las claves K_{gNB} y K_{RRCint} a partir del contexto AS inactivo de UE almacenado, excepto los parámetros de configuración de grupo de celdas maestras, los parámetros de configuración relacionados con MR-DC (por ejemplo, los parámetros de configuración de grupo de celdas secundarias) y los parámetros de configuración de PDCP. Basándose en la K_{gNB} actual (restablecida) o en los parámetros de siguiente salto (NH) asociados al valor de NCC almacenado, el UE puede obtener una nueva clave de una estación base (K_{gNB}). Basándose en la nueva clave de la estación base, el UE puede obtener claves de seguridad para protección de integridad y cifrado de señalización RRC (por ejemplo, K_{RRCenc} y K_{RRCint} respectivamente) y claves de seguridad para protección de integridad y cifrado de datos del plano de usuario (por ejemplo, K_{UPint} y la K_{UPenc} respectivamente). Basándose en el algoritmo configurado y la K_{RRCint} y la K_{UPint} el UE (capa RRC) puede configurar las capas inferiores (por ejemplo, la capa PDCP) para aplicar protección de integridad para todas las portadoras de radio excepto SRB0. Basándose en el algoritmo configurado y la K_{RRCenc} y la K_{UPenc} , el UE puede configurar las capas inferiores (por ejemplo, la capa PDCP) para aplicar cifrado a todas las portadoras de radio excepto SRB0. Para la comunicación entre el UE y la estación base, se puede requerir la protección de integridad y/o el cifrado. Basándose en la protección de integridad y/o el cifrado, el UE puede ser capaz de transmitir y recibir datos a/desde la segunda estación base. El UE puede utilizar los parámetros de configuración de RRC restablecidos para transmitir y recibir los datos a/desde la segunda estación base. Basándose en iniciar la transmisión del mensaje de solicitud de reanudación de RRC, el UE puede restablecer entidades PDCP para SRB1, reanudar SRB1 y enviar el mensaje de solicitud de reanudación de RRC a capas inferiores. Basándose en recibir el mensaje de solicitud de reanudación de RRC, la segunda estación base puede comprobar si el contexto de UE del UE está disponible localmente. Basándose en que el contexto de UE no está disponible localmente, la segunda estación base puede llevar a cabo el procedimiento de recuperación de contexto de UE enviando el mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE a la primera estación base (la última estación base servidora) del UE. El mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE puede comprender por lo menos uno de identidad de reanudación, un MAC-I de reanudación o la causa de reanudación. Basándose en recibir el mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE, la primera estación base puede comprobar el mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE. Si la primera estación base es capaz de identificar el contexto de UE por medio del ID de contexto de UE, y de verificar con éxito el UE por medio del MAC-I de reanudación y decide proporcionar el contexto de UE a la

segunda estación base, la primera estación base puede responder a la segunda estación base con el mensaje de respuesta de recuperación de contexto de UE. Basándose en recibir el mensaje de respuesta de recuperación de contexto de UE, la segunda estación base puede enviar un mensaje de reanudación de RRC al UE. Basándose en recibir el mensaje de reanudación de RRC, el UE puede restablecer los parámetros de configuración de grupo de celdas maestras, los parámetros de configuración de grupo de celdas secundarias y los parámetros de configuración de PDCP en el contexto AS inactivo de UE. Basándose en restablecer los parámetros de configuración de grupo de celdas maestras y/o los parámetros de configuración de grupo de celdas secundarias, el UE puede configurar las SCeldas de MCG y/o SCG configurando las capas inferiores para considerar que las SCeldas de MCG y/o SCG restablecidas están en estado desactivado, descartar el contexto AS inactivo de UE y liberar los parámetros de configuración de suspensión. El UE puede transmitir y recibir datos a través de las SCeldas y/o de los SCG.

El mensaje de reanudación de RRC puede comprender por lo menos uno de parámetros de configuración de grupo de celdas de MCG y/o SCG, parámetros de configuración de portadora de radio o parámetros de clave de seguridad de AS (por ejemplo, contador sk).

La figura 19 ilustra un ejemplo de un procedimiento de reanudación de conexión RRC con reubicación de anclaje. Un UE (por ejemplo, un dispositivo inalámbrico) puede estar en estado RRC inactivo. Una estación base antigua (por ejemplo, estación base de anclaje o primera estación base o estación base de origen) puede enviar un mensaje de liberación de RRC solicitando suspender la conexión RRC. El mensaje de liberación de RRC puede solicitar al UE que esté en estado RRC inactivo. Por ejemplo, la estación base de anclaje puede enviar el mensaje de liberación de RRC que comprende los parámetros de configuración de suspensión al UE. Basándose en enviar el mensaje de liberación de RRC, la estación base de anclaje puede almacenar los parámetros de configuración de UE actuales y los parámetros de configuración de suspensión en el contexto de UE (por ejemplo, contexto AS inactivo de UE) y pasar a un estado RRC inactivo. Basándose en recibir los parámetros de configuración de suspensión, el UE puede entrar en un estado RRC inactivo. Los parámetros de configuración de suspensión pueden comprender una identidad de reanudación del UE (por ejemplo, I-RNTI). Basándose en recibir el mensaje de liberación de RRC, el UE puede almacenar los parámetros de configuración actuales y los parámetros de configuración de suspensión. Basándose en recibir el mensaje de liberación de RRC, el UE puede suspender todas las SRB y DRB excepto la SRB0, y pasar a (entrar en) un estado RRC inactivo. El UE puede llevar a cabo un procedimiento de selección de celda. Basándose en el procedimiento de selección de celda, el UE puede seleccionar una celda de una nueva estación base (por ejemplo, estación base no de anclaje o estación base objetivo o segunda estación base). El UE puede llevar a cabo un procedimiento de reanudación de conexión RRC enviando un mensaje de solicitud de reanudación de RRC a la nueva estación base a través de la celda. El mensaje de solicitud de reanudación de RRC puede comprender la identidad de reanudación y la causa de reanudación. La nueva estación base puede enviar un mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE a la estación base de anclaje para solicitar el contexto de UE del UE, donde el mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE puede comprender la identidad de reanudación y la causa de reanudación. Basándose en el mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE, la estación base de anclaje puede determinar llevar a cabo reubicación de anclaje enviando el mensaje de respuesta de recuperación de contexto de UE que comprende el contexto de UE a la nueva estación base. Basándose en el mensaje de respuesta de recuperación de contexto de UE, la nueva estación base puede enviar un mensaje de reanudación de RRC al UE. Basándose en el mensaje de reanudación de RRC, el UE puede reanudar las SRB y DRB suspendidas, pasar a un estado RRC conectado y enviar un mensaje de reanudación de RRC completa a la nueva estación base. La estación base de anclaje puede almacenar en memoria intermedia los datos de usuario de enlace descendente del UE. La nueva estación base puede enviar la dirección del plano de usuario para reenviar los datos de usuario de enlace descendente. La estación base de anclaje puede enviar los datos de usuario de enlace descendente a la nueva estación base a través de la dirección. Un trayecto existente para transmitir/recibir señalización de control del UE (por ejemplo, interfaz N2) puede ser entre la estación base de anclaje y la AMF. Se puede establecer un trayecto existente para transmitir/recibir datos de usuario del UE (por ejemplo, interfaz N3) entre la estación base de anclaje y la UPF. Basándose en la reubicación de anclaje, el trayecto (y el recurso) para transmitir/recibir señalización de control y datos de usuario puede requerir ser actualizado entre la nueva estación base y la AMF/UPF. Para actualizar el trayecto, la nueva estación base puede llevar a cabo un procedimiento de cambio de trayecto enviando un mensaje de solicitud de cambio de trayecto a la AMF. El mensaje de solicitud de cambio de trayecto puede comprender nuevas direcciones de la nueva estación base para transmitir/recibir señalización de control y datos de usuario del UE, e información de sesión de PDU que comprende identidades de sesión de PDU. Basándose en el mensaje de solicitud de cambio de trayecto, la AMF puede actualizar el trayecto para transmitir/recibir señalización de control del UE. Basándose en el mensaje de solicitud de cambio de trayecto, la AMF puede llevar a cabo un procedimiento de actualización de sesión de PDU con la SMF. La SMF puede llevar a cabo una modificación de sesión de PDU con la UPF. Basándose en el procedimiento, la SMF y la UPF pueden actualizar el trayecto (y el recurso) para transmitir/recibir los datos de usuario del UE. La AMF puede enviar un mensaje de respuesta de cambio de trayecto a la nueva estación base. Basándose en recibir el mensaje de respuesta de cambio de trayecto, la nueva estación base puede actualizar el trayecto para transmitir/recibir señalización de control y datos de usuario del UE, y enviar un mensaje de liberación de contexto de UE a la estación base de anclaje.

Basándose en el mensaje de liberación de contexto de UE, el anclaje puede liberar el contexto de UE. Basándose en el trayecto actualizado, la nueva estación base puede reenviar datos de usuario de enlace ascendente desde el UE a la UPF y reenviar datos de enlace descendente desde la UPF al UE.

5 La figura 20 ilustra un ejemplo de un procedimiento de reanudación de conexión RRC sin reubicación de anclaje. Un UE (por ejemplo, un dispositivo inalámbrico) puede llevar a cabo un procedimiento de reanudación de conexión RRC enviando un mensaje de solicitud de reanudación de RRC a la nueva estación base a través de la celda. El mensaje de solicitud de reanudación de RRC puede comprender la identidad de reanudación y la causa de reanudación, donde la causa de reanudación es actualización de RNA. La nueva
10 estación base puede enviar un mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE a la estación base de anclaje, donde el mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE puede comprender la identidad de reanudación y la causa de reanudación, actualización de RNA. La causa de reanudación, actualización de RNA, puede indicar que no hay transmisión de datos de usuario. Basándose en la causa de reanudación, actualización de RNA, la estación base de anclaje puede determinar no llevar a cabo reubicación de anclaje.
15 Y la causa de reanudación, actualización de RNA. Basándose en la determinación, la estación base de anclaje puede enviar un mensaje de fallo de recuperación de contexto de UE que comprende un mensaje de liberación de RRC a la nueva estación base. El mensaje de liberación de RRC puede comprender parámetros de configuración de suspensión o datos de enlace descendente. Basándose en recibir el mensaje de fallo de recuperación de contexto de UE, la nueva estación base puede reenviar el mensaje de liberación de RRC al UE. Basándose en recibir el mensaje de liberación de RRC, el UE puede pasar a un estado RRC inactivo o a un estado RRC de reposo.

La figura 21 ilustra un ejemplo de un procedimiento de transmisión de datos iniciales del plano de control. Un UE (por ejemplo, un dispositivo inalámbrico) en un estado RRC de reposo puede enviar un mensaje de
25 solicitud de datos iniciales de RRC que comprende un mensaje de NAS, donde el mensaje de NAS puede comprender datos de enlace ascendente e información de asistencia de liberación de NAS (o indicación de asistencia de liberación). La información de asistencia de liberación (RAI, Release Assistance Information) de NAS puede indicar información de transmisión de datos esperados. La RAI (por ejemplo, la información de transmisión de datos esperados) puede comprender por lo menos uno de: (a) no se espera ninguna
30 transmisión adicional de datos de enlace ascendente ni de enlace descendente; (b) se espera una única transmisión de datos de enlace descendente y ninguna transmisión adicional de datos de enlace ascendente; o (c) se espera más de una única transmisión de datos de enlace ascendente o de enlace descendente.

Basándose en recibir el mensaje de solicitud de datos iniciales de RRC, una nueva estación base puede
35 enviar un mensaje de UE inicial que comprende el mensaje de NAS a una AMF. La AMF puede determinar una sesión de PDU contenida en el mensaje de NAS. Basándose en la determinación, la AMF puede enviar la identidad (ID) de sesión de PDU y los datos de enlace ascendente a la SMF, y la SMF puede reenviar los datos de enlace ascendente a la UPF. La UPF puede reenviar los datos de enlace descendente del UE a la SMF, y la SMF puede reenviar los datos de enlace descendente a la AMF. La AMF puede enviar un mensaje
40 de NAS al UE, donde el mensaje de NAS puede comprender los datos de enlace descendente del UE. Basándose en tener los datos de enlace descendente, la AMF puede enviar un mensaje de transporte de NAS de enlace descendente (DL) que comprende el mensaje de NAS a la nueva estación base. Basándose en no tener los datos de enlace descendente, la AMF puede enviar una indicación de establecimiento de conexión indicando que no hay datos de enlace descendente pendientes. La nueva estación base puede
45 enviar un mensaje de datos iniciales de RRC completos que comprende el mensaje de NAS al UE. Basándose en el mensaje de datos iniciales de RRC completos, el UE puede pasar a un estado RRC de reposo o mantener el estado RRC basándose en que el estado RRC es un estado RRC de reposo.

La figura 22 ilustra un ejemplo de un procedimiento de transmisión de datos iniciales del plano de usuario con reubicación de anclaje. Un UE (por ejemplo, un dispositivo inalámbrico) puede estar en un estado RRC de reposo con conexión RRC suspendida, así como en un estado CM de reposo con conexión RRC suspendida. Una estación base antigua (por ejemplo, una estación base de anclaje) puede tener el contexto de UE del UE. Basándose en que el estado RRC del UE es el estado RRC de reposo con conexión RRC suspendida, la
50 estación base de anclaje puede no tener conexión para transmitir/recibir señalización de control del UE con una AMF y/o no tener conexión para transmitir/recibir datos de usuario del UE con una UPF. Basándose en que el estado RRC del UE es el estado RRC inactivo, la estación base de anclaje puede tenerlas. El UE puede enviar un mensaje de solicitud de reanudación de RRC a una nueva estación base (por ejemplo, una estación base objetivo). El mensaje de solicitud de reanudación de RRC puede comprender datos de UL y/o RAI de AS (por ejemplo, RAI de la capa AS). El UE puede enviar el mensaje de reanudación de RRC a través
60 de CCCH, los datos de UL a través de DTCH y la RAI de AS a través de CE de MAC. El UE puede multiplexar el mensaje de reanudación de RRC, los datos de UL y la RAI de AS. La RAI de AS puede comprender por lo menos uno de: (a) no se espera ninguna transmisión adicional de datos de enlace ascendente ni de enlace descendente; (b) se espera una única transmisión de datos de enlace descendente y ninguna transmisión adicional de datos de enlace ascendente; o (c) se espera más de una única transmisión
65 de datos de enlace ascendente o de enlace descendente.

Basándose en recibir el mensaje de solicitud de reanudación de RRC, la nueva estación base puede enviar un mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE a la estación base antigua. Basándose en el mensaje de recuperación de contexto de UE, la estación base de anclaje puede enviar una respuesta de recuperación de contexto de UE que comprende el contexto de UE del UE. Basándose en recibir la respuesta de recuperación de contexto de UE, el UE puede enviar un mensaje de solicitud de reanudación de N2 o un mensaje de solicitud de cambio de trayecto solicitando reanudar la conexión N2 y N3 del UE y/o cambiar un trayecto de conexión N2 y N3 a una AMF. La conexión N2 puede indicar una conexión en la interfaz N2 entre una AMF y una estación base y la conexión N3 puede indicar una conexión en la interfaz N3 entre una UPF y una estación base. Para la conexión N3, el UE puede incluir una información de sesión de PDU (por ejemplo, identidad de sesión de PDU) asociada a los datos de enlace ascendente en el mensaje de solicitud de reanudación de N2 o en el mensaje de solicitud de cambio de trayecto. Basándose en la RAI de AS, el UE puede enviar una indicación de suspensión inmediata solicitando suspender la conexión RRC del UE a través del mensaje de solicitud de reanudación de N2. Por ejemplo, el UE puede enviar la indicación de suspensión inmediata a través del mensaje de solicitud de reanudación de N2 basándose en la RAI de AS que indica: (a) no se espera ninguna transmisión adicional de datos de enlace ascendente ni de enlace descendente; o (b) se espera una única transmisión de datos de enlace descendente y ninguna transmisión adicional de datos de enlace ascendente.

Basándose en recibir el mensaje de solicitud de reanudación de N2, la AMF puede solicitar a la SMF que reanude la sesión de PDU para los datos de enlace ascendente y la SMF puede solicitar a la UPF que cree información de túnel para el UE y actualice el trayecto de enlace descendente. La AMF puede enviar un mensaje de respuesta de reanudación de N2 y/o un mensaje de respuesta de cambio de trayecto a la nueva estación base. Basándose en el mensaje de respuesta de reanudación de N2 y/o el mensaje de respuesta de cambio de trayecto, la nueva estación base puede actualizar (cambiar) el trayecto de la conexión N2 y la conexión N3, y enviar un mensaje de liberación de contexto de UE a la estación base de anclaje. Basándose en el mensaje de liberación de contexto de UE, el anclaje puede liberar el contexto de UE. Basándose en el trayecto actualizado, la nueva estación base puede reenviar datos de usuario de enlace ascendente desde el UE a la UPF y reenviar datos de enlace descendente desde la UPF al UE. La nueva estación base puede llevar a cabo un procedimiento de suspensión solicitando suspender la conexión RRC del UE enviando un mensaje de solicitud de suspensión de N2 a la AMF. La AMF puede determinar suspender la conexión RRC del UE basándose en la indicación de suspensión inmediata. Basándose en determinar suspender la conexión RRC, la AMF puede enviar un mensaje de actualización de sesión de PDU indicando suspender la conexión RRC del UE a la SMF. La SMF puede enviar un mensaje de modificación de sesión de PDU indicando suspender la conexión RRC. Basándose en determinar suspender la conexión RRC, la AMF puede enviar un mensaje de respuesta de suspensión de N2 a la nueva estación base. Basándose en el mensaje de respuesta de suspensión de N2, la nueva estación base puede enviar un mensaje de liberación de RRC solicitando suspender la conexión RRC del UE al UE, donde el mensaje de liberación de RRC puede comprender los datos de enlace descendente. Basándose en enviar el mensaje de liberación de RRC, la nueva estación base puede almacenar los parámetros de configuración actuales del UE y/o los parámetros de configuración de suspensión.

Para la transmisión de datos pequeños utilizando un procedimiento de EDT del plano de usuario, la transmisión de datos de enlace ascendente y de enlace descendente se puede retardar basándose en que una estación base de anclaje sea diferente de una nueva estación base. El retardo puede continuar hasta que se completa un procedimiento de cambio de trayecto. En el ejemplo de la figura 22, la estación base de anclaje puede llevar a cabo una reubicación de anclaje enviando una respuesta de recuperación de contexto de UE que comprende el contexto de UE del UE. La reubicación de anclaje puede activar el procedimiento de cambio de trayecto (por ejemplo, el mensaje de solicitud de cambio de trayecto y el mensaje de respuesta de cambio de trayecto) o el procedimiento de solicitud de reanudación de N2 (por ejemplo, el mensaje de solicitud de reanudación de N2 y el mensaje de respuesta de reanudación de N2). Basándose en completar el procedimiento de cambio de trayecto o el procedimiento de solicitud de reanudación de N2 (por ejemplo, basándose en recibir el mensaje de respuesta de cambio de trayecto o el mensaje de respuesta de reanudación de N2), la nueva estación base puede transmitir datos de enlace ascendente a la UPF y recibir datos de enlace descendente del UE de la UPF.

La figura 23 ilustra un ejemplo de trayecto óptimo para transmisión de datos en movilidad de un dispositivo inalámbrico. Un UE (por ejemplo, un dispositivo inalámbrico) en el tiempo T1 puede estar en estado RRC conectado y luego pasar a un estado RRC inactivo o RRC de reposo con conexión RRC suspendida basándose en recibir un mensaje de liberación de RRC de una primera estación base en el tiempo T2. La primera estación base puede ser una estación base de anclaje almacenando el contexto de UE del UE. Basándose en que un estado RRC es el estado RRC inactivo, una conexión (por ejemplo, conexión N3) para un trayecto (A) se puede mantener como conectada. Basándose en que un estado RRC es el estado RRC de reposo con conexión RRC suspendida, una conexión (por ejemplo, conexión N3) para un trayecto (A) se puede liberar y la primera estación base y una UPF pueden almacenar información para la conexión (por ejemplo, dirección para la conexión). El UE en el estado RRC inactivo o en el estado RRC de reposo con conexión RRC suspendida puede llevar a cabo un procedimiento de selección de celda. Basándose en el

procedimiento de selección de celda, el UE puede seleccionar una celda de una segunda estación base y acampar en la celda. El UE puede llevar a cabo un procedimiento de reanudación de RRC enviando un procedimiento de reanudación de RRC en el tiempo T3. Para la transmisión/recepción de datos de enlace ascendente y de datos de enlace descendente del UE, un trayecto más directo (B1) se puede considerar como trayecto óptimo. Para utilizar el trayecto más directo (B1), puede ser necesario reubicar (la estación base de) anclaje del UE desde la primera estación base a la segunda estación base enviando el contexto de UE desde la primera estación base a la segunda estación base. La reubicación de anclaje puede activar un procedimiento de cambio de trayecto indicando la reubicación de anclaje a entidades de red central (por ejemplo, AMF y UPF). Basándose en completar el procedimiento de cambio de trayecto, los datos de enlace ascendente y los datos de enlace descendente se pueden transmitir/recibir a través del trayecto (B1). Para la transmisión/recepción de datos de enlace ascendente y datos de enlace descendente a través del trayecto (B1), puede ser necesaria señalización para el procedimiento de reubicación de anclaje y el procedimiento de cambio de trayecto. Como resultado, la transmisión/recepción de datos puede retardarse hasta la finalización del procedimiento de reubicación de anclaje y el procedimiento de cambio de trayecto. El UE puede tener una pequeña cantidad de datos de enlace ascendente/enlace descendente. Como se analizará con más detalle a continuación, la transmisión/recepción a través de un trayecto indirecto (B2) puede ser óptima en algunos escenarios. Por ejemplo, si hay una pequeña cantidad de datos a transmitir, entonces la señalización y el retardo asociados con cambiar al trayecto (B1) pueden no estar justificados.

En tecnologías existentes, una estación base antigua (por ejemplo, estación base de anclaje) que almacena/mantiene un contexto del dispositivo inalámbrico en un estado RRC inactivo puede recibir un mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE de la nueva estación base. En respuesta a la solicitud, la estación base antigua puede determinar reubicar el contexto a la nueva estación base. Si el tamaño de los datos a comunicar por el dispositivo inalámbrico es pequeño, la reubicación del contexto del dispositivo inalámbrico desde una estación base antigua a una nueva estación base puede no ser eficiente. La reubicación de contexto puede aumentar la señalización y la latencia de la transmisión de datos.

Basándose en el mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE (por ejemplo, que comprende datos de enlace ascendente), la estación base antigua puede determinar mantener el contexto. En tecnologías existentes, la estación base antigua puede enviar un mensaje de liberación de RRC al dispositivo inalámbrico a través de la nueva estación base basándose en la determinación. Sin embargo, después de enviar el mensaje de liberación de RRC, la estación base antigua puede recibir datos de enlace descendente de la red central (por ejemplo, datos de enlace descendente para el dispositivo inalámbrico). Para enviar los datos de enlace descendente al dispositivo inalámbrico, es posible que la estación base antigua tenga que llevar a cabo un procedimiento de radiobúsqueda, lo que aumenta la señalización. Las tecnologías existentes pueden aumentar una señalización ineficiente y el retardo de transmisión de datos.

Realizaciones de ejemplo de la presente descripción están dirigidas a un procedimiento mejorado para la transmisión de pequeñas cantidades de datos. Mientras que las tecnologías existentes continúan teniendo una alta latencia y sobrecargas de señalización para transmisión de datos, las realizaciones de ejemplo aprovechan la RAI (de AS) e información de datos de enlace descendente para transmitir/recibir datos pequeños de forma más eficiente.

En una realización de ejemplo, una nueva estación base puede enviar a una estación base de anclaje un mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE que comprende información de asistencia (por ejemplo, información de asistencia de transmisión de datos pequeños). Basándose en la información de asistencia, la estación base de anclaje puede determinar si reubicar un contexto de un dispositivo inalámbrico. Esto puede reducir la señalización y la latencia de la transmisión/recepción de datos debido a la reubicación del contexto del dispositivo inalámbrico. Basándose en la información de asistencia, la estación base de anclaje puede determinar si esperar para recibir datos de enlace descendente del dispositivo inalámbrico desde una entidad de red central. Basándose en determinar esperar a recibir los datos de enlace descendente, la estación base de anclaje puede posponer enviar un mensaje de liberación de RRC para el dispositivo inalámbrico hasta recibir los datos de enlace descendente. Esto puede reducir la señalización innecesaria debida, por ejemplo, al procedimiento de radiobúsqueda, que aumenta la latencia de la transmisión de datos de enlace descendente al dispositivo inalámbrico. Basándose en determinar no esperar los datos de enlace descendente, la estación base de anclaje puede enviar un mensaje de liberación de RRC al dispositivo inalámbrico a través de la nueva estación base. Esto puede disminuir el tiempo de la transmisión de datos pequeños, lo que reduce el consumo de energía del dispositivo inalámbrico.

En tecnologías existentes, una estación base que tiene datos de un dispositivo inalámbrico a transmitir a otra estación base puede llevar a cabo un procedimiento de establecimiento de túnel (por ejemplo, solicitud y respuesta de dirección de túnel) mientras pospone el envío de los datos hasta que se establezca un túnel del plano de usuario. Una nueva estación base que recibe datos de enlace ascendente (por ejemplo, datos pequeños) y un mensaje de solicitud de RRC de un dispositivo inalámbrico puede enviar un mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE a una estación base antigua (por ejemplo, estación base de anclaje) que almacena/mantiene el contexto del dispositivo inalámbrico. En tecnologías existentes, la nueva

estación base puede posponer el envío de los datos de enlace ascendente a la estación base de anclaje hasta que se establezca el túnel del plano de usuario para los datos pequeños de enlace ascendente, causando el retardo de envío de los datos de enlace ascendente a un servidor de aplicaciones a través de una entidad de red central. Los datos de enlace ascendente retardados pueden causar el retardo de los datos de enlace descendente, en respuesta a los datos de enlace ascendente, que envía el servidor de aplicaciones a la estación base de anclaje. Es posible que el dispositivo inalámbrico tenga que monitorizar el canal de enlace descendente hasta recibir los datos de enlace descendente retardados. Esto puede aumentar el consumo de energía del dispositivo inalámbrico.

En dicho escenario, la estación base de anclaje que recibe los datos de enlace descendente de la entidad de red central puede posponer el envío de los datos de enlace descendente a la nueva estación base hasta que se establezca un túnel del plano de usuario para los datos de enlace descendente. Esto puede causar señalización y latencia para la transmisión de los datos de enlace descendente. Es posible que el dispositivo inalámbrico tenga que monitorizar el canal de enlace descendente hasta recibir los datos de enlace descendente retardados. Esto puede aumentar el consumo de energía del dispositivo inalámbrico. Realizaciones de ejemplo permiten a una estación base enviar datos a otra estación base sin el retardo para establecer un túnel de usuario entre estaciones base.

En una realización de ejemplo, una nueva estación base puede enviar a una estación base de anclaje un mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE que comprende datos de enlace ascendente (por ejemplo, cuando el tamaño de los datos de enlace ascendente es pequeño). Esto puede reducir el retardo de la transmisión de datos de enlace ascendente a la entidad de red central. En una realización de ejemplo, la estación base de anclaje puede enviar a la nueva estación base un mensaje de fallo de recuperación de contexto de UE que comprende datos de enlace descendente cuando recibe los datos de enlace descendente de una entidad de red central. Esto puede reducir el retardo de la transmisión de datos de enlace descendente a un dispositivo inalámbrico.

La figura 24 ilustra un diagrama de ejemplo que muestra un procedimiento mejorado para transmisión de datos pequeños sin reubicación de anclaje en estado RRC inactivo. Una primera estación base (por ejemplo, una estación base antigua o una estación base de anclaje o una estación de origen) puede recibir una información de asistencia de liberación (RAI) para un dispositivo inalámbrico (un UE) de una segunda estación base (por ejemplo, una estación base nueva o una estación base no de anclaje o una estación base objetivo). Basándose en la RAI, la primera estación base puede determinar si lleva a cabo o no reubicación de anclaje para el UE. Basándose en determinar llevar a cabo reubicación de anclaje, la primera estación base puede enviar un mensaje de respuesta de recuperación de contexto de UE que comprende el contexto de UE del UE a la segunda estación base. Basándose en determinar no llevar a cabo reubicación de anclaje (por ejemplo, determinar mantener el anclaje), la primera estación base puede enviar un mensaje de fallo de recuperación de contexto de UE que comprende un mensaje de liberación de RRC a la segunda estación base.

En un ejemplo de la figura 24, la RAI puede indicar que se espera una transmisión de datos de enlace descendente (por ejemplo, se espera una única transmisión de datos de enlace descendente y ninguna transmisión adicional de datos de enlace ascendente). Basándose en la RAI, la primera estación base puede esperar datos de enlace descendente de la UPF. Basándose en la RAI, la primera estación base puede determinar no llevar a cabo reubicación de anclaje. Basándose en recibir los datos de enlace descendente, la primera estación base puede enviar un mensaje de fallo de recuperación de contexto de UE que comprende un mensaje de liberación de RRC, donde el mensaje de liberación de RRC puede comprender los datos de enlace descendente.

En un ejemplo de la figura 24, la RAI puede comprender información de transmisión de datos esperados. La información de transmisión de datos esperados puede comprender por lo menos uno de: (a) no se espera ninguna transmisión adicional de datos de enlace ascendente ni de enlace descendente; (b) se espera una única transmisión de datos de enlace descendente y ninguna transmisión adicional de datos de enlace ascendente; o (c) se espera más de una única transmisión de datos de enlace ascendente o de enlace descendente.

En un ejemplo de la figura 24, la RAI puede indicar que no se espera ninguna transmisión de datos adicional (por ejemplo, no se espera ninguna transmisión adicional de datos de enlace ascendente ni de enlace descendente). Basándose en la RAI, la primera estación base puede no esperar los datos de enlace descendente de la UPF y enviar el mensaje de fallo de recuperación de contexto de UE que comprende el mensaje de liberación de RRC.

En un ejemplo de la figura 24, la RAI puede indicar que no se espera ninguna transmisión de datos ni se espera una única transmisión de datos de enlace descendente (por ejemplo, se espera más de una única transmisión de datos de enlace ascendente o de enlace descendente). Basándose en la RAI, la primera

estación base puede determinar llevar a cabo reubicación de anclaje enviando el mensaje de respuesta de recuperación de contexto de UE que comprende el contexto de UE del UE.

5 En un ejemplo de la figura 24, la primera estación base puede no recibir RAI. Basándose en no tener RAI, la primera estación base puede determinar llevar a cabo reubicación de anclaje enviando el mensaje de respuesta de recuperación de contexto de UE que comprende el contexto de UE del UE.

10 En un ejemplo de la figura 24, basándose en recibir el mensaje de fallo de recuperación de contexto de UE, la segunda estación base puede reenviar el mensaje de liberación de RRC al UE. Basándose en recibir el mensaje de liberación de RRC, el UE puede pasar a un estado RRC inactivo o a un estado RRC de reposo (con conexión RRC suspendida).

15 La figura 25 ilustra una realización de la invención reivindicada de un procedimiento mejorado para transmisión de datos originada en móvil sin reubicación de anclaje en estado RRC inactivo. Un dispositivo inalámbrico o UE está en un estado CM conectado y un estado RRC inactivo. Una estación base antigua (por ejemplo, estación base de anclaje o primera estación base o estación base de origen) tiene almacenado el contexto de UE en el contexto AS inactivo de UE. El UE tiene datos pequeños de enlace ascendente. Basándose en los datos pequeños de enlace ascendente, el UE determina llevar a cabo un procedimiento de EDT del plano de usuario. Basándose en la determinación, el UE envía un mensaje de solicitud de reanudación de RRC, datos de enlace ascendente (UL) y RAI (de AS) a una nueva estación base (por ejemplo, estación base no de anclaje o estación base objetivo o segunda estación base). Basándose en recibir los datos de UL, la primera estación base puede enviar los datos de UL a la UPF. Por ejemplo, basándose en recibir los datos de UL, la primera estación base puede enviar los datos de UL a través de la conexión N3 del UE a la UPF. La primera estación base puede esperar datos de enlace descendente de la UPF basándose en que la RAI indica que se espera una transmisión de datos de enlace descendente (por ejemplo, se espera una única transmisión de datos de enlace descendente y ninguna transmisión adicional de datos de enlace ascendente). Basándose en recibir los datos de enlace descendente, la primera estación base envía un mensaje de fallo de recuperación de contexto de UE que comprende un mensaje de liberación de RRC, donde el mensaje de liberación de RRC puede comprender los datos de enlace descendente. La RAI puede indicar que no se espera ninguna transmisión de datos adicional (por ejemplo, no se espera ninguna transmisión adicional de datos de enlace ascendente ni de enlace descendente). Basándose en la RAI, la primera estación base puede no esperar datos de enlace descendente de la UPF, y envía el mensaje de fallo de recuperación de contexto de UE que comprende el mensaje de liberación de RRC. Basándose en recibir el mensaje de fallo de recuperación de contexto de UE, la segunda estación base reenvía el mensaje de liberación de RRC al UE, donde el mensaje de liberación de RRC puede comprender los datos de enlace descendente. Basándose en recibir el mensaje de liberación de RRC, el UE puede pasar a un estado RRC inactivo o a un estado RRC de reposo (con conexión RRC suspendida).

40 La figura 26 ilustra una realización de la invención reivindicada de un procedimiento mejorado para transmisión de datos terminada en móvil sin reubicación de anclaje en estado RRC inactivo. Los datos son datos pequeños. Un dispositivo inalámbrico o UE está en estado CM conectado y en un estado RRC inactivo. Una estación base antigua (por ejemplo, una estación base de anclaje, una primera estación base) tiene almacenado el contexto de UE en el contexto AS inactivo de UE. La primera estación base puede recibir datos pequeños de enlace descendente. Basándose en los datos pequeños de enlace descendente, la primera estación base determina llevar a cabo un procedimiento de EDT del plano de usuario. Basándose en la determinación, la primera estación base puede difundir un mensaje de radiobúsqueda que comprende una indicación de EDT terminada en móvil (MT, Mobile Terminated) a través de una o varias celdas de la primera estación base y enviar el mensaje de radiobúsqueda a una o varias estaciones base en el área de RNA. Las estaciones base pueden difundir el mensaje de radiobúsqueda a través de una o varias celdas de cada estación base. El UE puede recibir el mensaje de radiobúsqueda a través de una celda de una nueva estación base (por ejemplo, una nueva estación base, una estación base objetivo, una segunda estación base). Basándose en la indicación de MT EDT del mensaje de radiobúsqueda, el UE determina llevar a cabo un procedimiento de EDT del plano de usuario. Basándose en la determinación, el UE envía un mensaje de solicitud de reanudación de RRC y RAI (de AS) a la segunda estación base. Basándose en recibir el mensaje de solicitud de reanudación de RRC, la segunda estación base envía un mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE que comprende la RAI. La RAI puede indicar que no se espera ninguna transmisión de datos adicional (por ejemplo, no se espera ninguna transmisión adicional de datos de enlace ascendente ni de enlace descendente). Basándose en la RAI, la primera estación base envía el mensaje de fallo de recuperación de contexto de UE que comprende el mensaje de liberación de RRC, donde el mensaje de liberación de RRC comprende los datos de enlace descendente. Basándose en recibir el mensaje de fallo de recuperación de contexto de UE, la segunda estación base reenvía el mensaje de liberación de RRC al UE. Basándose en recibir el mensaje de liberación de RRC, el UE puede pasar a un estado RRC inactivo o a un estado RRC de reposo (con conexión RRC suspendida).

65 En un ejemplo, la RAI puede comprender la cantidad (esperada) de datos de enlace ascendente y/o de enlace descendente. Basándose en la RAI, la primera estación base puede determinar si lleva a cabo o no

reubicación de anclaje. Por ejemplo, basándose en que la cantidad de datos de enlace ascendente y/o de enlace descendente es inferior a un umbral de datos, la primera estación base puede determinar no llevar a cabo reubicación de anclaje. Por ejemplo, basándose en que la cantidad de datos de enlace ascendente y/o de enlace descendente es mayor que un umbral de datos, la primera estación base puede determinar no llevar a cabo reubicación de anclaje. Por ejemplo, basándose en que la suma de los datos de enlace ascendente y los datos de enlace descendente es inferior al umbral de datos, la primera estación base puede determinar no llevar a cabo reubicación de anclaje. La segunda estación base (y/o el UE) puede configurar o enviar el umbral de datos a la primera estación base. La segunda estación base (y/o el UE) puede determinar el umbral de datos.

En un ejemplo, el umbral de datos puede comprender un umbral de datos para transmisión de datos de enlace ascendente y un umbral de datos para transmisión de enlace descendente. El umbral de datos para transmisión de datos de enlace ascendente se puede utilizar para datos de enlace ascendente y el umbral de datos para transmisión de datos de enlace descendente se puede utilizar para datos de enlace descendente. Por ejemplo, basándose en que la cantidad de datos de enlace ascendente es menor que el umbral de datos para transmisión de datos de enlace ascendente y en que la cantidad de datos de enlace descendente es menor que el umbral de datos para transmisión de datos de enlace descendente, la primera estación base puede determinar no llevar a cabo reubicación de anclaje. Por ejemplo, basándose en que la cantidad de datos de enlace ascendente es mayor que el umbral de datos para transmisión de datos de enlace ascendente o la cantidad de datos de enlace descendente es mayor que el umbral de datos para transmisión de datos de enlace descendente, la primera estación base puede determinar llevar a cabo reubicación de anclaje. En un ejemplo, la RAI puede comprender el umbral de datos.

En un ejemplo, una segunda estación base (y/o un UE y/o una primera estación base) puede determinar el umbral de datos basándose en por lo menos uno de la calidad de señalización entre el UE y la segunda estación base, la capacidad del UE, el tiempo esperado de llegada de datos de enlace ascendente/enlace descendente esperados o el recurso esperado para transmisión de datos esperados (por ejemplo, tiempo esperado o cantidad de recursos de frecuencia de radio o potencia de transmisión). Por ejemplo, el recurso esperado para la transmisión de datos esperados se puede determinar basándose en la calidad de la señalización y/o la capacidad del UE. El UE puede enviar la capacidad del UE, el tiempo esperado de llegada de los datos de enlace ascendente/enlace descendente esperados y/o el recurso esperado para la transmisión de datos esperados a la segunda estación base y/o a la primera estación base.

En un ejemplo, la RAI puede comprender por lo menos uno de calidad de señalización entre el UE y la segunda estación base, capacidad del UE, tiempo esperado de llegada de datos de enlace ascendente/enlace descendente esperados o recurso esperado para transmisión de datos esperados (por ejemplo, tiempo esperado o cantidad de recursos de frecuencia de radio o potencia de transmisión).

En un ejemplo, la RAI puede comprender por lo menos uno de: identidad de portadora de radio de datos asociada con la transmisión de datos; o información de aplicación asociada con la transmisión de datos. Por ejemplo, el UE y/o la primera estación base pueden configurar una portadora de radio de datos para transmisión de datos pequeños. El UE y/o la primera estación base pueden configurar información de aplicación (por ejemplo, identificador de aplicación) para transmisión de datos pequeños. Basándose en la identidad de portadora de radio de datos o en la información de aplicación, la primera estación base puede determinar no llevar a cabo reubicación de anclaje.

En un ejemplo de la figura 25 y/o la figura 26, basándose en enviar el mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE, la segunda estación base puede iniciar un temporizador con un valor de temporizador. La segunda estación base puede determinar el valor de temporizador basándose en la RAI. Por ejemplo, la segunda estación base puede determinar el valor de temporizador basándose en los datos de enlace descendente esperados y/o en el tiempo de llegada esperado de los datos de enlace descendente (por ejemplo, el tiempo de ida y vuelta de transmisión de datos). El valor de temporizador puede preconfigurarse o determinarse en un UE y/o una estación base. Por ejemplo, el valor de temporizador puede preconfigurarse o determinarse basándose en la información de aplicación y/o la identidad de portadora de radio de datos. La segunda estación base puede iniciar el temporizador con el valor de temporizador basándose en enviar el mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE. Basándose en recibir el mensaje de respuesta, la segunda estación base puede detener el temporizador, donde el mensaje de respuesta puede comprender por lo menos un mensaje de respuesta de recuperación de contexto de UE o un mensaje de fallo de recuperación de contexto de UE. Basándose en la expiración del temporizador, la segunda estación base puede enviar el mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE a la primera estación base de nuevo. Basándose en la expiración del temporizador, la segunda estación base puede determinar un fallo en la recepción del mensaje de respuesta. Basándose en la determinación, la segunda estación base puede enviar un mensaje de rechazo de RRC al UE en respuesta al mensaje de solicitud de reanudación de RRC.

En un ejemplo de la figura 25 y/o la figura 26, el mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE puede comprender el valor de temporizador. Basándose en recibir el valor de temporizador, la primera

estación base puede iniciar un temporizador con el valor de temporizador. Basándose en enviar un mensaje de respuesta para el mensaje de recuperación de contexto de UE, la primera estación base puede detener el temporizador. Por ejemplo, basándose en recibir datos de enlace descendente, la primera estación base puede enviar el mensaje de respuesta (por ejemplo, un mensaje de fallo de recuperación de contexto de UE).
 5 Basándose en la expiración del temporizador, la primera estación base puede enviar el mensaje de respuesta. Por ejemplo, la RAI puede indicar que se espera una transmisión de datos de enlace descendente (por ejemplo, se espera una única transmisión de datos de enlace descendente y ninguna transmisión adicional de datos de enlace ascendente). Basándose en la RAI, la primera estación base puede esperar los datos de enlace descendente. La primera estación base puede iniciar el temporizador con el valor de
 10 temporizador. Basándose en la expiración del temporizador, la primera estación base puede determinar la reubicación de anclaje. Basándose en la determinación, la primera estación base puede enviar un mensaje de respuesta de recuperación de contexto de UE que comprende el contexto de UE del UE.

En un ejemplo de la figura 25 y/o la figura 26, la RAI puede indicar que se espera una transmisión de datos de enlace descendente (por ejemplo, se espera una única transmisión de datos de enlace descendente y ninguna transmisión adicional de datos de enlace ascendente). Basándose en la RAI, la primera estación base puede enviar un mensaje que indica que se esperan datos de enlace descendente. Basándose en recibir el mensaje, la segunda estación base puede esperar la respuesta del mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE y los datos de enlace descendente. Basándose en recibir el mensaje, la
 15 segunda estación base puede detener el temporizador y reiniciar el temporizador con el valor de temporizador.

En un ejemplo de la figura 25 y/o la figura 26, la primera estación base puede recibir datos de enlace descendente de la UPF. La primera estación base puede esperar datos de enlace descendente adicionales de la UPF. Por ejemplo, la RAI puede comprender la cantidad de datos de enlace descendente (esperados). Basándose en recibir los primeros datos de enlace descendente de la UPF y en que la cantidad de los primeros datos de enlace descendente sea menor que la cantidad de datos de enlace descendente esperados, la primera estación base puede determinar esperar datos de enlace descendente adicionales de la UPF. Basándose en la determinación, la primera estación base puede enviar un mensaje que comprende
 25 los primeros datos de enlace descendente a la segunda estación base. El mensaje puede indicar que se esperan datos de enlace descendente adicionales. Basándose en recibir el mensaje, la segunda estación base puede esperar la respuesta del mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE y los datos de enlace descendente adicionales. Basándose en recibir el mensaje, la segunda estación base puede detener el temporizador y reiniciar el temporizador con el valor de temporizador. Basándose en recibir el mensaje que comprende los primeros datos de enlace descendente, la segunda estación base puede almacenar en memoria intermedia los primeros datos de enlace descendente. Basándose en recibir el mensaje que comprende los primeros datos de enlace descendente, la segunda estación base puede enviar un mensaje de radio que comprende los primeros datos de enlace descendente al UE. El mensaje de radio puede indicar que se esperan datos de enlace descendente adicionales. Basándose en recibir el mensaje de radio, el UE
 30 puede esperar los datos de enlace descendente adicionales y seguir monitorizando el canal de enlace descendente de la segunda estación base. Basándose en recibir unos segundos datos de enlace descendente y en que la suma de los primeros datos de enlace descendente y los segundos datos de enlace descendente sea igual al umbral de datos (o mayor que el umbral de datos), la primera estación base envía un mensaje de fallo de recuperación de contexto de UE que comprende un mensaje de liberación de RRC, donde el mensaje de liberación de RRC puede comprender los segundos datos de enlace descendente y/o los primeros datos de enlace descendente. Basándose en recibir el mensaje de liberación de RRC, la
 35 segunda estación base puede reenviar el mensaje de liberación de RRC al UE.

En un ejemplo, la primera estación base puede tener datos de enlace descendente pendientes basándose en recibir el mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE. Basándose en los datos de enlace descendente pendientes, la primera estación base puede determinar llevar a cabo reubicación de anclaje. Por ejemplo, basándose en que la cantidad de datos de enlace descendente pendientes es inferior al umbral de datos, la primera estación base puede determinar no llevar a cabo reubicación de anclaje. Por ejemplo, basándose en que la cantidad de datos de enlace descendente pendientes es mayor que el umbral de datos,
 40 la primera estación base puede determinar llevar a cabo reubicación de anclaje. La primera estación base puede determinar no llevar a cabo reubicación de anclaje basándose en por lo menos uno de la RAI o los datos de enlace descendente pendientes.

En un ejemplo, el UE en un estado RRC inactivo o un estado RRC de reposo con conexión RRC suspendida puede tener datos de enlace ascendente, donde los datos de enlace ascendente pueden ser datos pequeños a transmitir a través de la interfaz del plano de control. Basándose en que los datos de enlace ascendente son los datos pequeños a transmitir a través de la interfaz del plano de control, un mensaje NAS comprende los datos pequeños. El UE puede determinar un procedimiento de EDT del plano de usuario. El UE puede enviar un mensaje de solicitud de reanudación de RRC, comprendiendo el mensaje NAS los datos de enlace
 45 ascendente y la RAI (de AS). Basándose en recibir el mensaje de solicitud de reanudación de RRC, la segunda estación base puede enviar un mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE que

comprende el mensaje NAS y la RAI a la primera estación base. Basándose en recibir el mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE, la primera estación base puede enviar el mensaje NAS a una AMF. Basándose en la RAI, la primera estación base puede determinar no llevar a cabo reubicación de anclaje. La primera estación base puede esperar datos de enlace descendente de la AMF basándose en la RAI, donde un mensaje NAS puede comprender los datos de enlace descendente. Basándose en recibir los datos de enlace descendente, la primera estación base puede enviar un mensaje de fallo de recuperación de contexto de UE que comprende un mensaje de liberación de RRC, donde el mensaje de liberación de RRC puede comprender el mensaje NAS. Basándose en recibir el mensaje de liberación de RRC, la segunda estación base puede reenviar el mensaje de liberación de RRC al UE.

En tecnologías existentes, una conexión entre una estación base y entidades de red central (por ejemplo, AMF y UPF) se puede suspender cuando un dispositivo inalámbrico está en un estado RRC de reposo con conexión RRC suspendida, mientras que la conexión se establece cuando un dispositivo inalámbrico está en un estado RRC inactivo. La AMF puede determinar si cambiar o no un dispositivo inalámbrico a un estado RRC conectado cuando recibe de una estación base una solicitud para reanudar la conexión suspendida. Una AMF que recibe de una estación base una solicitud para reanudar una conexión suspendida puede determinar cambiar un dispositivo inalámbrico a un estado RRC conectado cuando la estación base recibe una RAI que indica una cantidad de datos pequeña. El cambio al estado RRC conectado puede causar sobrecargas de señalización para actualizar el trayecto/conexión entre la estación base y las entidades de red central. La transmisión y la recepción pueden retardarse hasta que se actualiza el trayecto/conexión. El retardo puede causar consumo de energía del dispositivo inalámbrico.

Por ejemplo, basándose en que un estado RRC de un UE es un estado RRC de reposo con conexión RRC suspendida y en que se reciben de datos de enlace descendente, los datos de enlace descendente pueden estar pendientes en una AMF o una UPF, no una estación base. Por ejemplo, basándose en que los datos de enlace descendente son datos del plano de control, los datos de enlace descendente pueden estar pendientes en la AMF. Basándose en que los datos de enlace descendente son datos del plano de usuario, los datos de enlace descendente pueden estar pendientes en la UPF. La estación base puede no tener información de datos de enlace descendente para los datos de enlace descendente pendientes basándose en los datos de enlace descendente pendientes en la AMF o la UPF. La estación base determina proporcionar contextos de un UE a la nueva estación base sin conocer si los datos de enlace descendente pendientes en las entidades de red central es una cantidad de datos pequeña. La determinación puede causar sobrecargas de señalización para actualizar el trayecto/conexión entre la estación base y las entidades de red central. La transmisión y la recepción pueden retardarse hasta que se actualiza el trayecto/conexión. El retardo puede causar consumo de energía del dispositivo inalámbrico.

En una realización de ejemplo, una estación base antigua que almacena contextos de un dispositivo inalámbrico puede enviar RAI a la AMF cuando recibe de una estación base nueva un mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE que incluye la RAI. Basándose en la RAI, la AMF puede determinar si llevar a cabo o no reubicación de anclaje. Basándose en la determinación, la AMF puede indicar la determinación a la estación base antigua. Basándose en la determinación, la estación base antigua puede mantener o proporcionar los contextos del dispositivo inalámbrico. Esto puede evitar señales y retardos innecesarios debidos a la reubicación de anclaje entre estaciones base y a la actualización del trayecto/conexión entre una estación base y las entidades de red central. El retardo reducido puede reducir el consumo de energía de un dispositivo inalámbrico.

La figura 27 ilustra un diagrama de ejemplo que muestra un procedimiento mejorado para transmisión de datos sin reubicación de anclaje en estado RRC de reposo. Los datos pueden ser datos pequeños. Una primera estación base (por ejemplo, una estación base antigua o una estación base de anclaje o una estación base de origen) puede recibir información de asistencia de liberación para un dispositivo inalámbrico (un UE) de una segunda estación base (por ejemplo, estación base nueva o estación base no de anclaje o estación base objetivo). Basándose en que un estado RRC de un dispositivo inalámbrico es un estado RRC inactivo, la primera estación base puede determinar si realizar reubicación de anclaje basándose en la RAI. Basándose en que un estado RRC de un dispositivo inalámbrico no es un estado RRC inactivo (por ejemplo, un estado RRC del dispositivo inalámbrico es un estado RRC de reposo con conexión RRC suspendida), la primera estación base puede enviar la RAI a una AMF. Basándose en la RAI, la AMF puede determinar si llevar a cabo o no reubicación de anclaje.

La figura 28 ilustra un ejemplo de un procedimiento mejorado para transmisión de datos originada en móvil sin reubicación de anclaje en estado RRC de reposo. Un dispositivo inalámbrico o UE puede estar en un estado RRC de reposo con conexión RRC suspendida. Una estación base antigua (por ejemplo, estación base de anclaje o primera estación base o estación base de origen) puede tener almacenado el contexto de UE. El UE puede tener datos pequeños de enlace ascendente. Basándose en los datos pequeños de enlace ascendente, el UE puede determinar llevar a cabo un procedimiento de EDT del plano de usuario. Basándose en la determinación, el UE puede enviar un mensaje de solicitud de reanudación de RRC, datos de enlace ascendente (UL) y RAI (de AS) a una nueva estación base (por ejemplo, estación base no de anclaje o

estación base objetivo o segunda estación base). Basándose en recibir los datos de UL, la primera estación base puede enviar los datos de UL a la UPF. Por ejemplo, basándose en recibir los datos de UL, la primera estación base puede enviar los datos de UL a través de la conexión N3 del UE a la UPF. Basándose en que un estado RRC del UE es un estado RRC de reposo con conexión RRC suspendida, la primera estación base puede enviar un mensaje de solicitud de reanudación de N2 (o un mensaje de solicitud de cambio de trayecto) que comprende la RAI a una AMF. Basándose en la RAI, la AMF puede determinar si llevar a cabo reubicación de anclaje en la primera estación base. La AMF puede determinar si llevar a cabo reubicación de anclaje en la primera estación base basándose en por lo menos una de la RAI y la información de datos de enlace descendente para los datos de enlace descendente pendientes. La AMF puede solicitar información de datos de enlace descendente a una SMF y/o a una UPF. Basándose en recibir el mensaje de solicitud de reanudación de N2 o el mensaje de solicitud de cambio de trayecto, la AMF puede llevar a cabo un procedimiento de actualización de sesión de PDU con la SMF, y la SMF puede llevar a cabo un procedimiento de modificación de sesión de PDU con la UPF. Basándose en el procedimiento de actualización de sesión de PDU y en el procedimiento de modificación de sesión de PDU, la AMF puede obtener información de enlace descendente para datos de enlace descendente pendientes en la SMF y/o en la UPF. Por ejemplo, mediante el procedimiento de actualización de sesión de PDU y el procedimiento de modificación de sesión de PDU, la AMF puede solicitar información de datos de enlace descendente para datos de enlace descendente pendientes y la SMF o la UPF pueden enviar la información de datos de enlace descendente para datos de enlace descendente pendientes. La AMF puede determinar no llevar a cabo reubicación de anclaje basándose en por lo menos una de la RAI o la información de enlace descendente. Basándose en la determinación, la AMF puede enviar un mensaje de respuesta de reanudación de N2 (o un mensaje de respuesta de cambio de trayecto) a la primera estación base, donde el mensaje de respuesta de reanudación de N2 puede comprender una indicación de suspensión solicitando suspender la conexión RRC. Basándose en recibir el mensaje de respuesta de reanudación de N2, la primera estación base puede enviar un mensaje de fallo de recuperación de contexto de UE que comprende un mensaje de liberación de RRC. Basándose en recibir el mensaje de respuesta de reanudación de N2 y la RAI que indica que se espera una transmisión de datos de enlace descendente (por ejemplo, se espera una única transmisión de datos de enlace descendente y ninguna transmisión adicional de datos de enlace ascendente), la primera estación base puede esperar los datos de enlace descendente. Basándose en recibir los datos de enlace descendente, la primera estación base puede enviar un mensaje de fallo de recuperación de contexto de UE que comprende un mensaje de liberación de RRC, donde el mensaje de liberación de RRC puede comprender los datos de enlace descendente. Basándose en recibir el mensaje de liberación de RRC, la segunda estación base puede reenviar el mensaje de liberación de RRC al UE.

En un ejemplo de la figura 28, la AMF puede enviar la RAI a la SMF y/o a la UPF basándose en recibir la RAI de la primera estación base. Basándose en recibir la RAI, la SMF o la UPF pueden determinar si llevar a cabo reubicación de anclaje en la primera estación base. La SMF o la UPF pueden determinar si llevar a cabo reubicación de anclaje en la primera estación base basándose por lo menos en una de la RAI o la información de enlace descendente para los datos de enlace descendente pendientes. La SMF o la UPF pueden determinar no llevar a cabo reubicación de anclaje en la primera estación base. Basándose en la determinación, la SMF o la UPF pueden enviar una indicación que comprende la determinación a la AMF. Por ejemplo, la SMF o la UPF pueden enviar la indicación a través del procedimiento de actualización de sesión de PDU y/o el procedimiento de modificación de sesión de PDU. La AMF puede determinar no llevar a cabo reubicación de anclaje basándose en la indicación. Basándose en la determinación de no llevar a cabo reubicación de anclaje, la AMF puede enviar un mensaje de respuesta de reanudación de N2 (o un mensaje de respuesta de cambio de trayecto) a la primera estación base, donde el mensaje de respuesta de reanudación de N2 puede comprender una indicación de suspensión solicitando suspender la conexión RRC. Basándose en recibir el mensaje de respuesta de reanudación de N2, la primera estación base puede enviar un mensaje de fallo de recuperación de contexto de UE que comprende un mensaje de liberación de RRC. Basándose en recibir el mensaje de respuesta de reanudación de N2 y la RAI que indica que se espera una transmisión de datos de enlace descendente (por ejemplo, se espera una única transmisión de datos de enlace descendente y ninguna transmisión adicional de datos de enlace ascendente), la primera estación base puede esperar los datos de enlace descendente. Basándose en recibir los datos de enlace descendente, la primera estación base puede enviar un mensaje de fallo de recuperación de contexto de UE que comprende un mensaje de liberación de RRC, donde el mensaje de liberación de RRC puede comprender los datos de enlace descendente. Basándose en recibir el mensaje de liberación de RRC, la segunda estación base puede reenviar el mensaje de liberación de RRC al UE.

La figura 29 ilustra un ejemplo de un procedimiento mejorado para transmisión de datos pequeños originada en móvil con reubicación de anclaje en estado RRC de reposo. Un dispositivo inalámbrico o UE puede estar en un estado RRC de reposo con conexión RRC suspendida. Una estación base antigua (por ejemplo, estación base de anclaje o primera estación base o estación base de origen) puede tener almacenado el contexto de UE. El UE puede tener datos pequeños de enlace ascendente. Basándose en los datos pequeños de enlace ascendente, el UE puede determinar llevar a cabo un procedimiento de EDT del plano de usuario. Basándose en la determinación, el UE puede enviar un mensaje de solicitud de reanudación de RRC, datos de enlace ascendente (UL) y RAI (de AS) a una nueva estación base (por ejemplo, estación base

no de anclaje o estación base objetivo o segunda estación base). La segunda estación base puede enviar un mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE a la primera estación base, donde el mensaje de recuperación de contexto de UE puede comprender los datos de UL y la RAI. Basándose en recibir los datos de UL, la primera estación base puede enviar los datos de UL a la UPF. Por ejemplo, basándose en recibir los datos de UL, la primera estación base puede enviar los datos de UL a través de la conexión N3 del UE a la UPF. Basándose en que un estado RRC del UE es un estado RRC de reposo con conexión RRC suspendida, la primera estación base puede enviar un mensaje de solicitud de reanudación de N2 que comprende la RAI a una AMF. La AMF puede determinar llevar a cabo reubicación de anclaje basándose en por lo menos una de la RAI o la información de datos de enlace descendente para los datos de enlace descendente pendientes. Basándose en la determinación, la AMF puede enviar un mensaje de respuesta de reanudación de N2 a la primera estación base, donde el mensaje de respuesta de reanudación de N2 puede indicar la determinación. Basándose en recibir el mensaje de respuesta de reanudación de N2, la primera estación base puede enviar un mensaje de respuesta de recuperación de contexto de UE que comprende el contexto de UE del UE a la segunda estación base. Basándose en recibir el mensaje de respuesta de recuperación de contexto de UE, la segunda estación base puede enviar un mensaje de solicitud de cambio de trayecto a la AMF. Basándose en recibir el mensaje de solicitud de cambio de trayecto, la AMF puede enviar un mensaje de respuesta de cambio de trayecto a la segunda estación base. Basándose en recibir el mensaje de respuesta de cambio de trayecto, la segunda estación base puede actualizar el trayecto para transmitir/recibir señalización de control y datos de usuario del UE. Basándose en recibir el mensaje de respuesta de cambio de trayecto, la segunda estación base puede enviar un mensaje de liberación de contexto de UE a la primera estación base. Basándose en el mensaje de liberación de contexto de UE, el anclaje puede liberar el contexto de UE. Basándose en el trayecto actualizado, la segunda estación base puede reenviar datos de usuario de enlace ascendente desde el UE a la UPF y reenviar datos de enlace descendente desde la UPF al UE.

En un ejemplo de la figura 29, puede ser necesaria señalización adicional para el procedimiento de cambio de trayecto que comprende el mensaje de solicitud de cambio de trayecto y el mensaje de respuesta de cambio de trayecto. La transmisión de datos de enlace descendente puede retardarse debido a la señalización adicional.

La figura 30 ilustra un ejemplo de un procedimiento mejorado con optimización de señalización para transmisión de datos pequeños originada en móvil con reubicación de anclaje en estado RRC de reposo. Un dispositivo inalámbrico o UE puede estar en un estado RRC de reposo con conexión RRC suspendida. Una estación base antigua (por ejemplo, estación base de anclaje o primera estación base o estación base de origen) puede tener almacenado el contexto de UE. El UE puede tener datos pequeños de enlace ascendente. Basándose en los datos pequeños de enlace ascendente, el UE puede determinar llevar a cabo un procedimiento de EDT del plano de usuario. Basándose en la determinación, el UE puede enviar un mensaje de solicitud de reanudación de RRC, datos de enlace ascendente (UL) y RAI (de AS) a una nueva estación base (por ejemplo, estación base no de anclaje o estación base objetivo o segunda estación base). La segunda estación base puede realizar un mensaje de solicitud de cambio de trayecto para el caso de que una AMF determine llevar a cabo reubicación de anclaje en la primera estación base. La segunda estación base puede enviar un mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE a la primera estación base, donde el mensaje de recuperación de contexto de UE puede comprender los datos de UL, la RAI y el mensaje de solicitud de cambio de trayecto. Basándose en recibir los datos de UL, la primera estación base puede enviar los datos de UL a la UPF. Por ejemplo, basándose en recibir los datos de UL, la primera estación base puede enviar los datos de UL a través de la conexión N3 del UE a la UPF. Basándose en que un estado RRC del UE es un estado RRC de reposo con conexión RRC suspendida, la primera estación base puede enviar un mensaje de solicitud de reanudación de N2 que comprende la RAI y el mensaje de solicitud de cambio de trayecto a una AMF. La AMF puede determinar llevar a cabo reubicación de anclaje basándose en por lo menos una de la RAI o la información de datos de enlace descendente para los datos de enlace descendente pendientes. Basándose en la determinación, la AMF puede enviar un mensaje de respuesta de reanudación de N2 a la primera estación base, donde el mensaje de respuesta de reanudación de N2 puede comprender un mensaje de respuesta de cambio de trayecto. Basándose en recibir el mensaje de respuesta de cambio de trayecto, la segunda estación base puede actualizar el trayecto para transmitir/recibir señalización de control y datos de usuario del UE. Basándose en recibir el mensaje de respuesta de cambio de trayecto, la segunda estación base puede enviar un mensaje de liberación de contexto de UE a la primera estación base. Basándose en el mensaje de liberación de contexto de UE, el anclaje puede liberar el contexto de UE. Basándose en el trayecto actualizado, la segunda estación base puede reenviar datos de usuario de enlace ascendente desde el UE a la UPF y reenviar datos de enlace descendente desde la UPF al UE.

En tecnologías existentes, cuando se suspende la conexión RRC, puede haber dos casos dependiendo del estado RRC del UE. La estación base de anclaje puede proporcionar al UE diferentes identidades de UE dependiendo del estado RRC enviando un mensaje de liberación de RRC que comprende la identidad de UE al UE. Por ejemplo, la estación base de anclaje puede proporcionar al UE una identidad de reanudación para el estado RRC de reposo con conexión RRC suspendida. Basándose en recibir la identidad de reanudación, el UE puede pasar a un estado RRC de reposo con conexión RRC suspendida. El UE puede enviar un

mensaje de solicitud de reanudación de RRC que comprende la identidad de reanudación a la estación base de anclaje. La estación base de anclaje puede utilizar la identidad de reanudación para identificar el contexto de UE suspendido del UE en estado RRC de reposo. Por ejemplo, la estación base de anclaje puede proporcionar al UE un RNTI-Inactivo (I-RNTI) para el estado RRC inactivo. Basándose en recibir el I-RNTI, el UE puede pasar al estado RRC inactivo. El UE puede enviar un mensaje de solicitud de reanudación de RRC que comprende el I-RNTI a la estación base de anclaje. La estación base de anclaje puede utilizar el I-RNTI para identificar el contexto de UE suspendido del UE en estado RRC inactivo.

En tecnologías existentes, la estación base de anclaje en Nueva radio (NR) puede utilizar la misma identidad de UE para ambos, estado RRC de reposo con conexión RRC suspendida y estado RRC inactivo. La estación base de anclaje puede proporcionar al UE la misma identidad de UE (por ejemplo, I-RNTI) para ambos estados RRC enviando un mensaje de liberación de RRC que comprende la misma identidad de UE al UE. Basándose en recibir la identidad de UE, el UE puede no identificar a qué estado RRC puede pasar el UE.

En una realización de ejemplo, la estación base de anclaje puede proporcionar al UE información de estado RRC enviando el mensaje de liberación de RRC que comprende la información de estado RRC. Basándose en recibir la información de estado RRC, donde la información de estado RRC puede indicar un estado RRC de reposo o un estado RRC inactivo. Por ejemplo, el mensaje de liberación de RRC puede comprender la información de estado RRC y la identidad de UE. Basándose en recibir la información de estado RRC, el UE puede pasar al estado RRC en la información de estado RRC.

En un ejemplo, la estación base de anclaje puede solicitar al UE que cambie a un estado RRC inactivo. Basándose en solicitar al UE que cambie al estado RRC inactivo, la estación base de anclaje puede proporcionar al UE (los parámetros de) configuración de RNA enviando la configuración de RNA en el mensaje de liberación de RRC, donde el mensaje de liberación de RRC puede comprender, además, una identidad de UE (por ejemplo, una identidad de reanudación o I-RNTI). Basándose en la configuración de RNA, el UE puede pasar al estado RRC inactivo. La estación base de anclaje puede solicitar al UE que cambie a un estado RRC de reposo (con conexión RRC suspendida). Basándose en solicitar al UE que cambie al estado RRC de reposo, la estación base de anclaje puede no proporcionar al UE (parámetros de) configuración de RNA enviando el mensaje de liberación de RRC sin la configuración de RNA, donde el mensaje de liberación de RRC puede comprender una identidad de UE (por ejemplo, I-RNTI). Basándose en el mensaje de liberación de RRC, el UE puede pasar a un estado RRC de reposo.

Una primera estación base puede enviar, a un dispositivo inalámbrico, un primer mensaje de control de recursos de radio (RRC) solicitando suspender la conexión RRC. La primera estación base puede recibir, de una segunda estación base, un primer mensaje solicitando un contexto de dispositivo inalámbrico del dispositivo inalámbrico, en el que el primer mensaje comprende información de asistencia de liberación (RAI) del dispositivo inalámbrico. La primera estación base puede determinar, basándose en la RAI, mantener el contexto de dispositivo inalámbrico del dispositivo inalámbrico. La primera estación base puede enviar, a la segunda estación base y basándose en la determinación, un segundo mensaje indicando un fallo de recuperación del contexto de dispositivo inalámbrico, donde el segundo mensaje comprende un segundo mensaje RRC solicitando suspender o liberar la conexión RRC del dispositivo inalámbrico.

El primer mensaje RRC puede solicitar, además, al dispositivo inalámbrico que cambie a un estado RRC inactivo.

La determinación puede basarse, además, en información de datos de enlace descendente para datos de enlace descendente pendientes, donde la información de datos de enlace descendente puede comprender por lo menos una de cantidad de datos de enlace descendente pendientes, identidad de portadora de radio de datos asociada con los datos de enlace descendente pendientes o la información de aplicación asociada con los datos de enlace descendente pendientes.

La determinación se basa, además, en que la cantidad de datos de enlace descendente pendientes sea inferior a un umbral de datos.

La RAI puede comprender por lo menos una de información de transmisión de datos esperados, identidad de portadora de radio de datos asociada con la transmisión de datos, información de aplicación asociada con la transmisión de datos o cantidad de datos esperados.

La información de transmisión de datos esperados puede comprender por lo menos uno de entre que no se espere ninguna transmisión adicional de datos de enlace ascendente ni de enlace descendente, que se espere una única transmisión de datos de enlace descendente y ninguna transmisión adicional de datos de enlace ascendente o que se espere más de una única transmisión de datos de enlace ascendente o de enlace descendente.

La cantidad de datos esperados puede comprender por lo menos una de cantidad de datos de enlace ascendente o cantidad de datos de enlace descendente.

La determinación se basa en que la cantidad de datos esperados sea inferior al umbral de datos.

La primera estación base puede posponer, basándose en que la RAI indica que se espera una única transmisión de datos de enlace descendente y ninguna transmisión adicional de datos de enlace ascendente, enviar un mensaje de respuesta para el primer mensaje hasta recibir los únicos datos de enlace descendente de la UPF, donde el mensaje de respuesta comprende por lo menos uno del segundo mensaje o un mensaje de respuesta de recuperación de contexto de UE.

La primera estación base puede enviar, basándose en recibir los datos de enlace descendente y/o en la determinación, el segundo mensaje de RRC que comprende los datos de enlace descendente.

La primera estación base puede ser diferente de la segunda estación base.

La primera estación base puede almacenar, basándose en enviar el segundo mensaje, la identidad de UE y una identidad de celda de la segunda estación base.

El primer mensaje de RRC puede comprender por lo menos uno de una identidad de UE de reanudación, del dispositivo inalámbrico, un recuento de encadenamiento de siguiente salto, información de área de notificación de red de acceso de radio (RAN) o un valor de temporizador de actualización de área de notificación basado en RAN.

El primer mensaje puede comprender, además, por lo menos una de la identidad de UE de reanudación, del dispositivo inalámbrico, una identidad de celda de la segunda estación base o datos de enlace ascendente del dispositivo inalámbrico.

El segundo mensaje de RRC puede comprender datos de enlace descendente del dispositivo inalámbrico.

El segundo mensaje de RRC puede ser un mensaje de liberación de RRC.

El primer mensaje puede ser un mensaje de solicitud de recuperación de contexto de UE.

El segundo mensaje puede ser un mensaje de fallo de recuperación de contexto de UE.

El primer mensaje puede comprender el umbral de datos.

La segunda estación base puede determinar el umbral de datos basándose en por lo menos uno de calidad de señalización entre el UE y la segunda estación base, capacidad del UE, tiempo esperado de llegada de datos de enlace ascendente/enlace descendente esperados o recurso esperado para transmisión de datos esperados.

El umbral de datos puede comprender por lo menos uno de un umbral de datos para transmisión de datos de enlace ascendente o un umbral de datos para transmisión de datos de enlace descendente.

Una primera estación base puede enviar, a un dispositivo inalámbrico, un primer mensaje de control de recursos de radio (RRC) solicitando suspender la conexión RRC. La primera estación base puede recibir, de una segunda estación base, un primer mensaje solicitando un contexto de dispositivo inalámbrico del dispositivo inalámbrico, en el que el primer mensaje comprende información de asistencia de liberación (RAI) del dispositivo inalámbrico. La primera estación base puede enviar, a una función de gestión de acceso y movilidad (AMF) y basándose en que un estado RRC del dispositivo inalámbrico es un estado RRC de reposo, un primer mensaje N2 solicitando reanudar la conexión N2, en el que el primer mensaje N2 comprende la RAI. La primera estación base puede recibir, de la AMF, un segundo mensaje N2 solicitando suspender la conexión RRC. La primera estación base puede enviar, a la segunda estación base y basándose en el segundo mensaje N2, un segundo mensaje indicando un fallo de recuperación del contexto de dispositivo inalámbrico, donde el segundo mensaje comprende un segundo mensaje RRC solicitando suspender o liberar la conexión RRC del dispositivo inalámbrico.

La AMF puede determinar, basándose en la RAI, mantener el contexto de dispositivo inalámbrico del dispositivo inalámbrico.

La determinación se puede basar, además, en que la cantidad de datos de enlace descendente pendientes sea inferior a un umbral de datos.

La AMF puede enviar, a la primera estación base, el segundo mensaje N2 basándose en la determinación.

El primer mensaje RRC puede solicitar, además, al dispositivo inalámbrico que entre en un estado RRC de reposo.

- 5 El primer mensaje RRC puede comprender por lo menos uno de una identidad de UE de reanudación, del dispositivo inalámbrico, o un recuento de encadenamiento de siguiente salto.

El primer mensaje N2 puede comprender por lo menos uno de un mensaje de solicitud de reanudación de contexto de UE o un mensaje de solicitud de cambio de trayecto.

- 10 El segundo mensaje N2 comprende por lo menos uno de un mensaje de respuesta de reanudación de contexto de UE o un mensaje de respuesta de cambio de trayecto.

- 15 Una segunda estación base puede recibir, de un dispositivo inalámbrico, información de asistencia de liberación (RAI) de un dispositivo inalámbrico y un mensaje de solicitud de reanudación de control de recursos de radio (RRC) solicitando reanudar la conexión RRC. La segunda estación base puede enviar, a una primera estación base, un primer mensaje solicitando un contexto de dispositivo inalámbrico del dispositivo inalámbrico, en el que el primer mensaje comprende la RAI del dispositivo inalámbrico. La segunda estación base puede recibir, de la primera estación base, un segundo mensaje indicando un fallo de recuperación del contexto de dispositivo inalámbrico, donde el segundo mensaje comprende un segundo mensaje RRC solicitando suspender o liberar la conexión RRC del dispositivo inalámbrico. La segunda estación base puede enviar, al dispositivo inalámbrico, el segundo mensaje RRC.

La segunda estación base puede ser diferente de la primera estación base.

- 25 Enviar el primer mensaje puede basarse en que el contexto de UE del dispositivo inalámbrico no está en la segunda estación base.

- 30 La segunda estación base puede recibir, del dispositivo inalámbrico, los datos de enlace ascendente, donde los datos de enlace ascendente se multiplexan con el mensaje de solicitud de reanudación de RRC.

La segunda estación base puede recibir la RAI a través de un elemento de control de control de acceso al medio (CE de MAC), en el que el CE de MAC comprende la RAI.

- 35 Un dispositivo inalámbrico puede recibir, de una primera estación base, un primer mensaje de control de recursos de radio (RRC) solicitando suspender la conexión RRC. El dispositivo inalámbrico puede seleccionar una celda de una segunda estación base basándose en que una calidad de señal de la celda excede un umbral de datos. El dispositivo inalámbrico puede enviar, a la segunda estación base, un mensaje de solicitud de reanudación de RRC solicitando reanudar la conexión RRC y la información de asistencia de liberación (RAI) de un dispositivo inalámbrico. El dispositivo inalámbrico puede recibir, de la primera estación base a través de una segunda estación base, un segundo mensaje RRC.

El dispositivo inalámbrico puede suspender, basándose en el primer mensaje RRC, la conexión RRC.

- 45 El primer mensaje RRC puede indicar, además, un estado RRC del dispositivo inalámbrico, donde el estado RRC comprende por lo menos uno de un estado RRC inactivo o un estado RRC de reposo.

El dispositivo inalámbrico puede pasar, basándose en el primer mensaje RRC, al estado RRC.

- 50 El dispositivo inalámbrico puede enviar la RAI a través de un elemento de control de control de acceso al medio (CE de MAC).

REIVINDICACIONES

1. Método, que comprende:

5 recibir, mediante una primera estación base (104) desde una segunda estación base, una solicitud para un contexto de un dispositivo inalámbrico (106), en el que la solicitud comprende información de asistencia para un procedimiento de transmisión de datos pequeños, SDT, del dispositivo inalámbrico en un estado de control de recursos de radio, RRC, inactivo, indicando la información de asistencia si:

10 no se esperan más datos asociados con el procedimiento de SDT; o
se esperan más datos asociados con el procedimiento de SDT; y

enviar, mediante la primera estación base al dispositivo inalámbrico en el estado RRC inactivo a través de la segunda estación base, datos de enlace descendente asociados con el procedimiento de SDT.

15 2. Método, según la reivindicación 1, que comprende, además, enviar, mediante la primera estación base, a un dispositivo inalámbrico (106), un primer mensaje de control de recursos de radio, RRC, que indica una suspensión de una conexión RRC del dispositivo inalámbrico.

20 3. Método, según la reivindicación 2, en el que el primer mensaje RRC comprende por lo menos uno de:

una identidad de dispositivo inalámbrico de reanudación, del dispositivo inalámbrico;
un recuento de encadenamiento de siguiente salto;
información de área de notificación de red de acceso radio, RAN; y
25 valor de temporizador de actualización de área de notificación basada en RAN.

4. Método, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende, además, determinar, mediante la primera estación base y basándose en la información de asistencia, si mantener el contexto del dispositivo inalámbrico.

30 5. Método, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende, además, enviar, mediante la primera estación base a la segunda estación base, basándose en determinar mantener el contexto del dispositivo inalámbrico, un segundo mensaje RRC que indica una liberación o una suspensión de la conexión RRC.

35 6. Método, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende, además, enviar, mediante la primera estación base a la segunda estación base, basándose en determinar no mantener el contexto del dispositivo inalámbrico, el contexto del dispositivo inalámbrico.

40 7. Método, según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, que comprende, además:

determinar mantener el contexto del dispositivo inalámbrico basándose en que no se esperan más transmisiones de datos de enlace ascendente o de enlace descendente; y
determinar no mantener el contexto del dispositivo inalámbrico basándose en que se espera más de una
45 única transmisión de datos de enlace ascendente o de enlace descendente.

8. Método, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la información de asistencia comprende una identidad de portadora de radio de datos asociada al procedimiento de SDT.

50 9. Método, según la reivindicación 8, que comprende, además:

determinar mantener el contexto del dispositivo inalámbrico basándose en que una portadora de radio de datos asociada con la identidad de portadora de radio de datos está configurada para transmisión de datos pequeños; y

55 determinar no mantener el contexto del dispositivo inalámbrico basándose en que la portadora de radio de datos asociada con la identidad de portadora de radio de datos no está configurada para transmisión de datos pequeños.

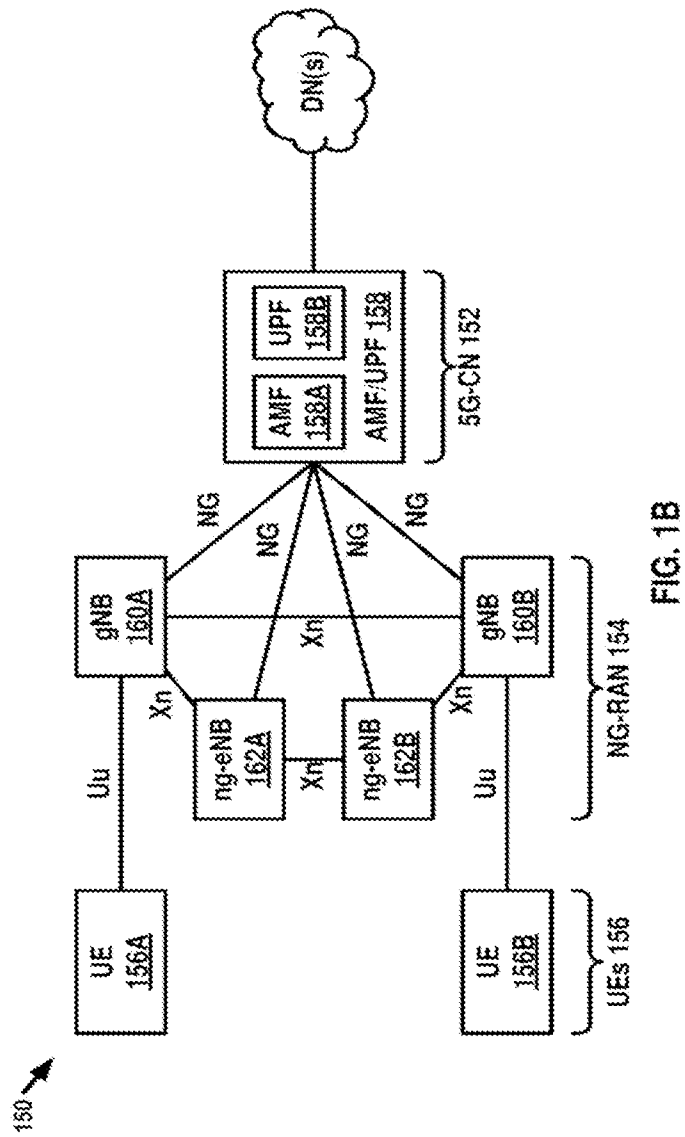
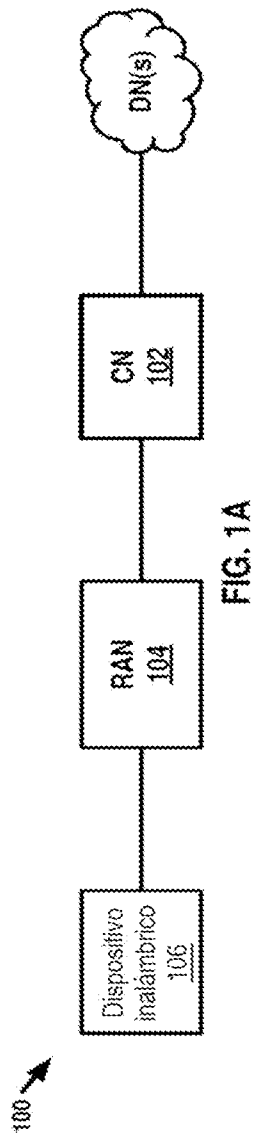
60 10. Método, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la información de asistencia comprende información de aplicación asociada con el procedimiento de SDT.

11. Método, según la reivindicación 10, que comprende, además:

65 determinar mantener el contexto del dispositivo inalámbrico basándose en que una aplicación asociada con la información de aplicación está configurada para transmisión de datos pequeños; y

determinar proporcionar el contexto del dispositivo inalámbrico basándose en que la aplicación asociada con la información de aplicación no está configurada para transmisión de datos pequeños.

- 5 12. Método, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que la información de asistencia comprende una cantidad de datos esperados.
13. Método, según la reivindicación 12, que comprende, además:
- 10 determinar mantener el contexto del dispositivo inalámbrico basándose en que la cantidad de datos esperados es inferior a un umbral; y
determinar no mantener el contexto del dispositivo inalámbrico basándose en que la cantidad de datos esperados es superior al umbral.
- 15 14. Una primera estación base (104) que comprende uno o varios procesadores y una memoria que almacena instrucciones que, cuando se ejecutan mediante el uno o varios procesadores, hacen que la primera estación base lleve a cabo el método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13.
- 20 15. Un medio no transitorio legible por ordenador que comprende instrucciones que, cuando se ejecutan mediante uno o varios procesadores de una primera estación base, hacen que la primera estación base lleve a cabo el método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13.



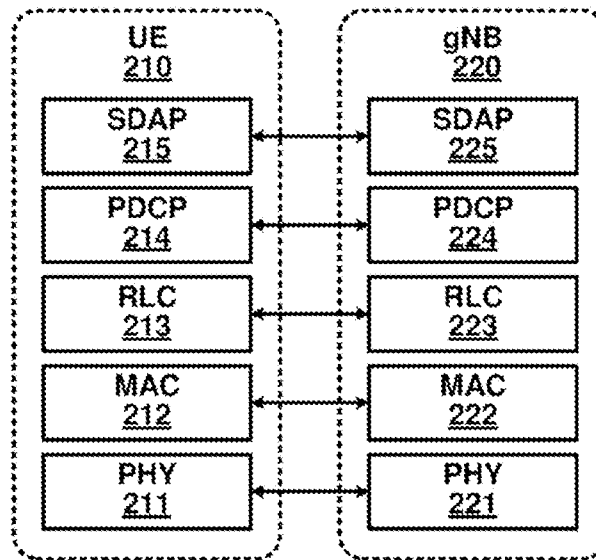


FIG. 2A

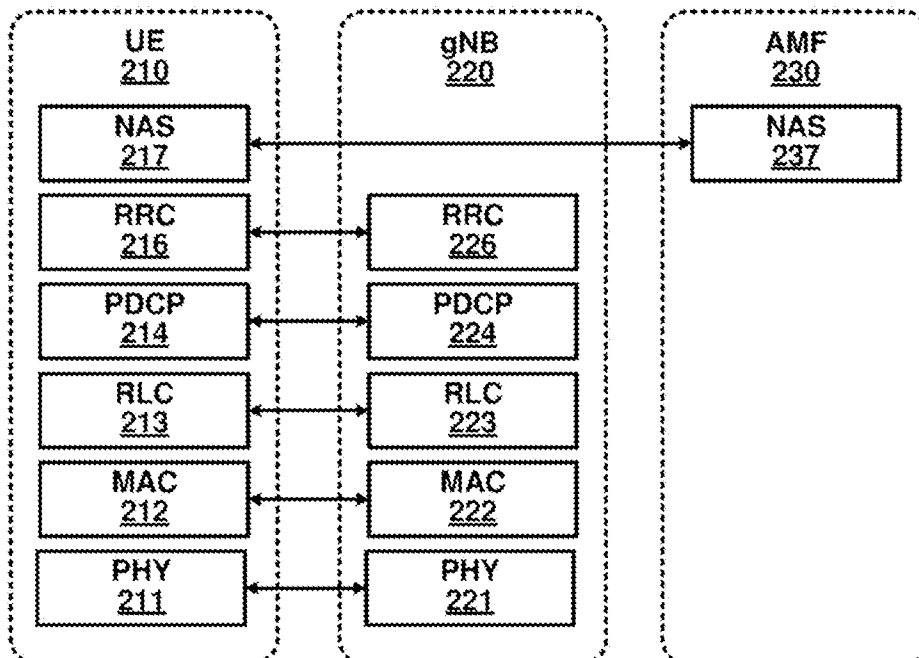


FIG. 2B

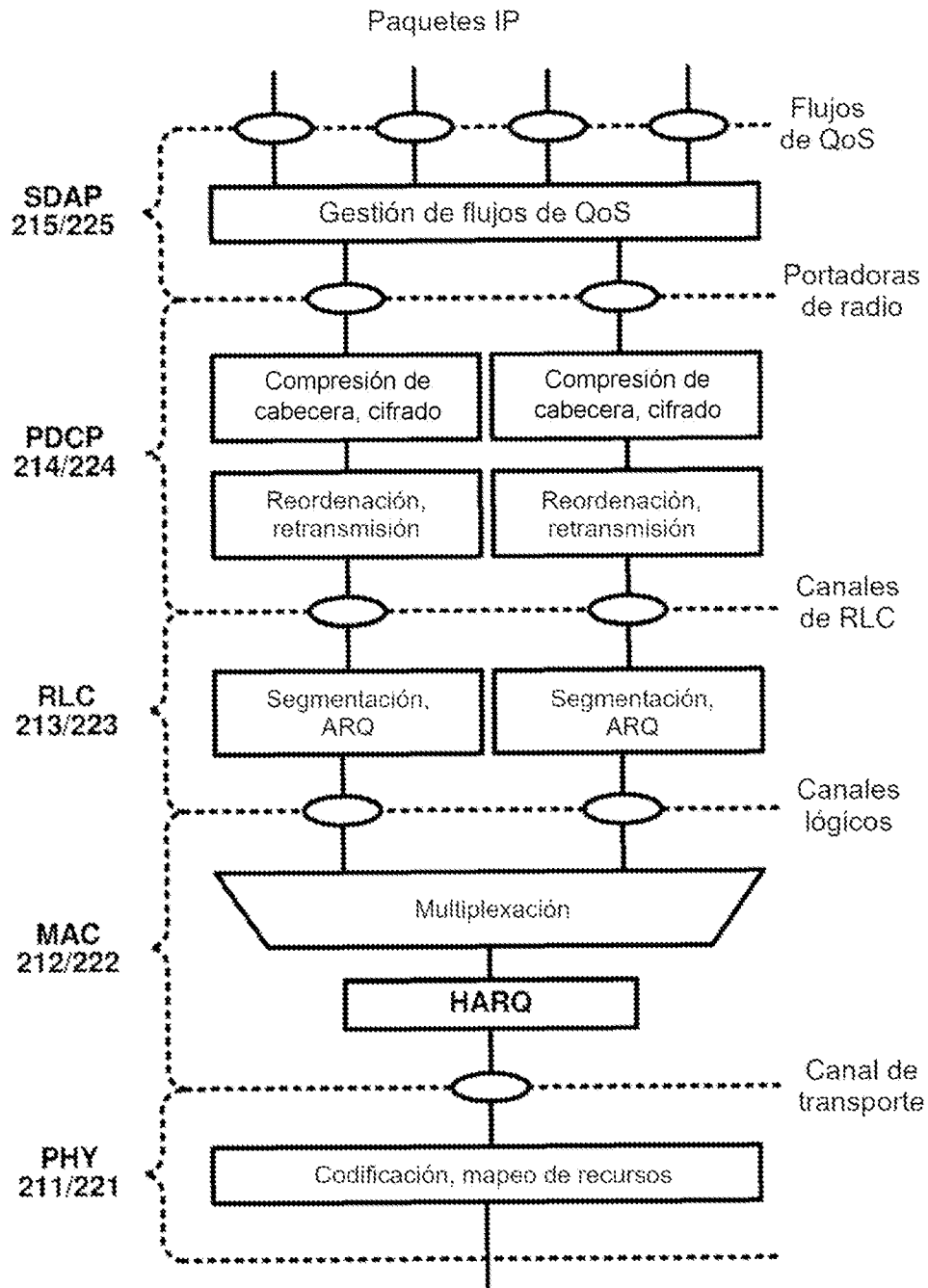


FIG. 3

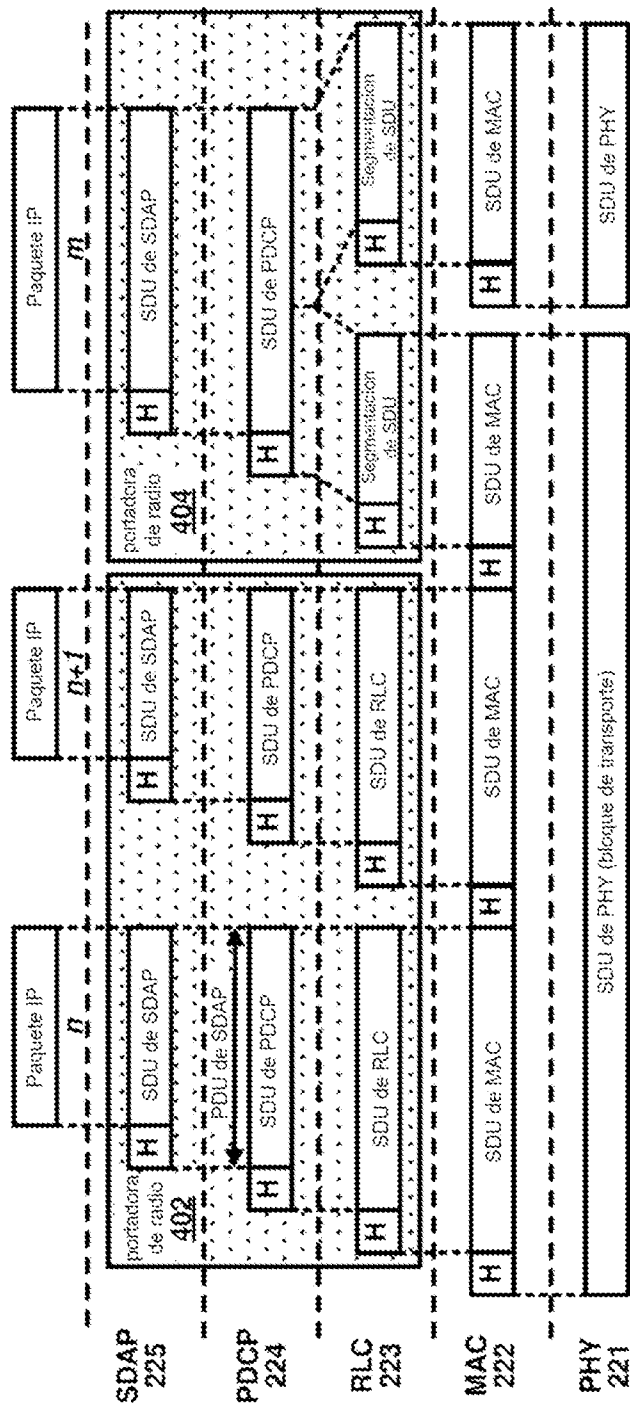


FIG. 4A

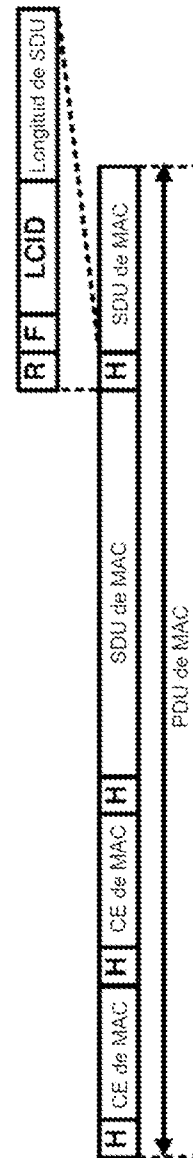


FIG. 4B

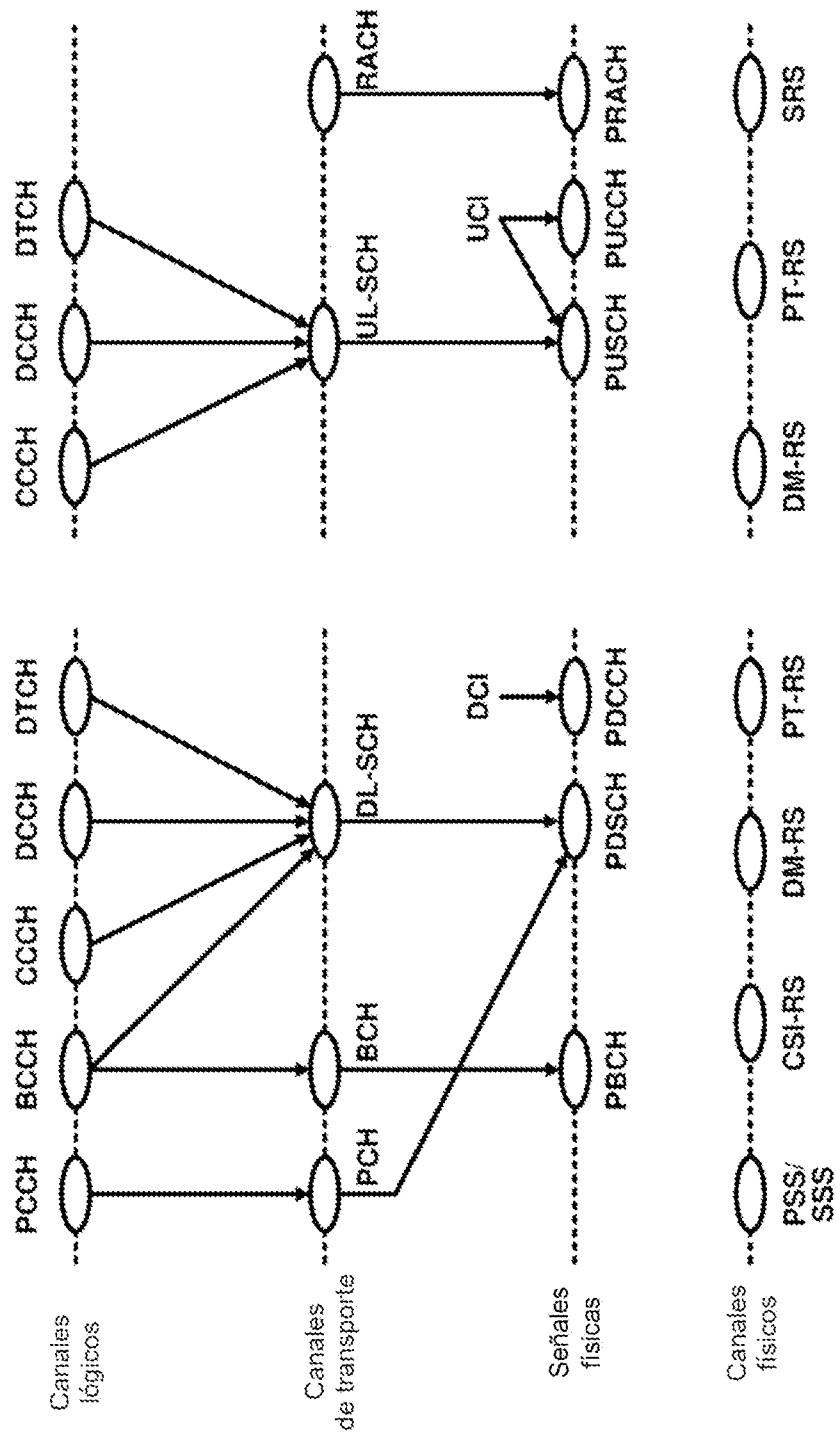


FIG. 5A

35
67

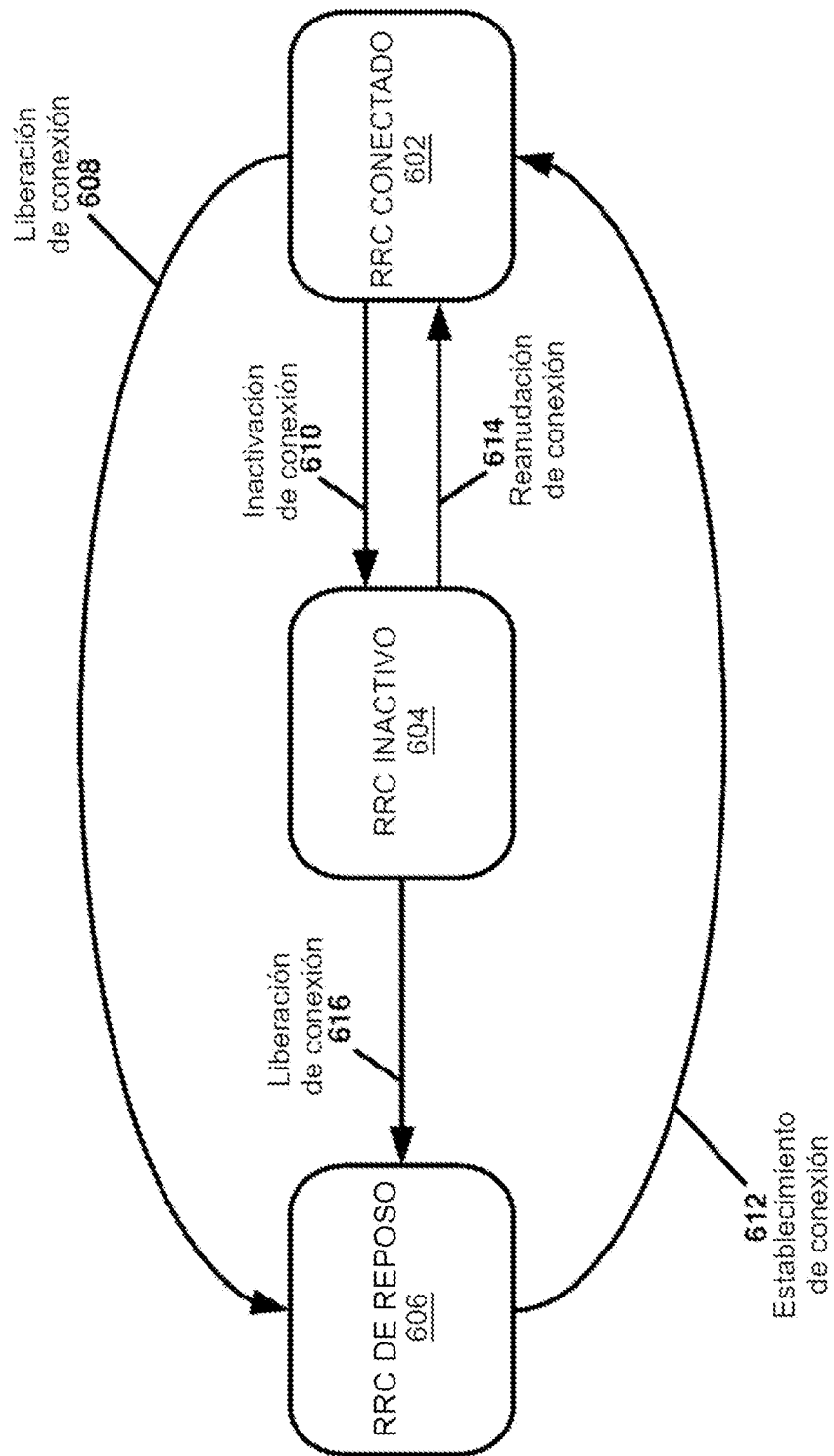


FIG. 6

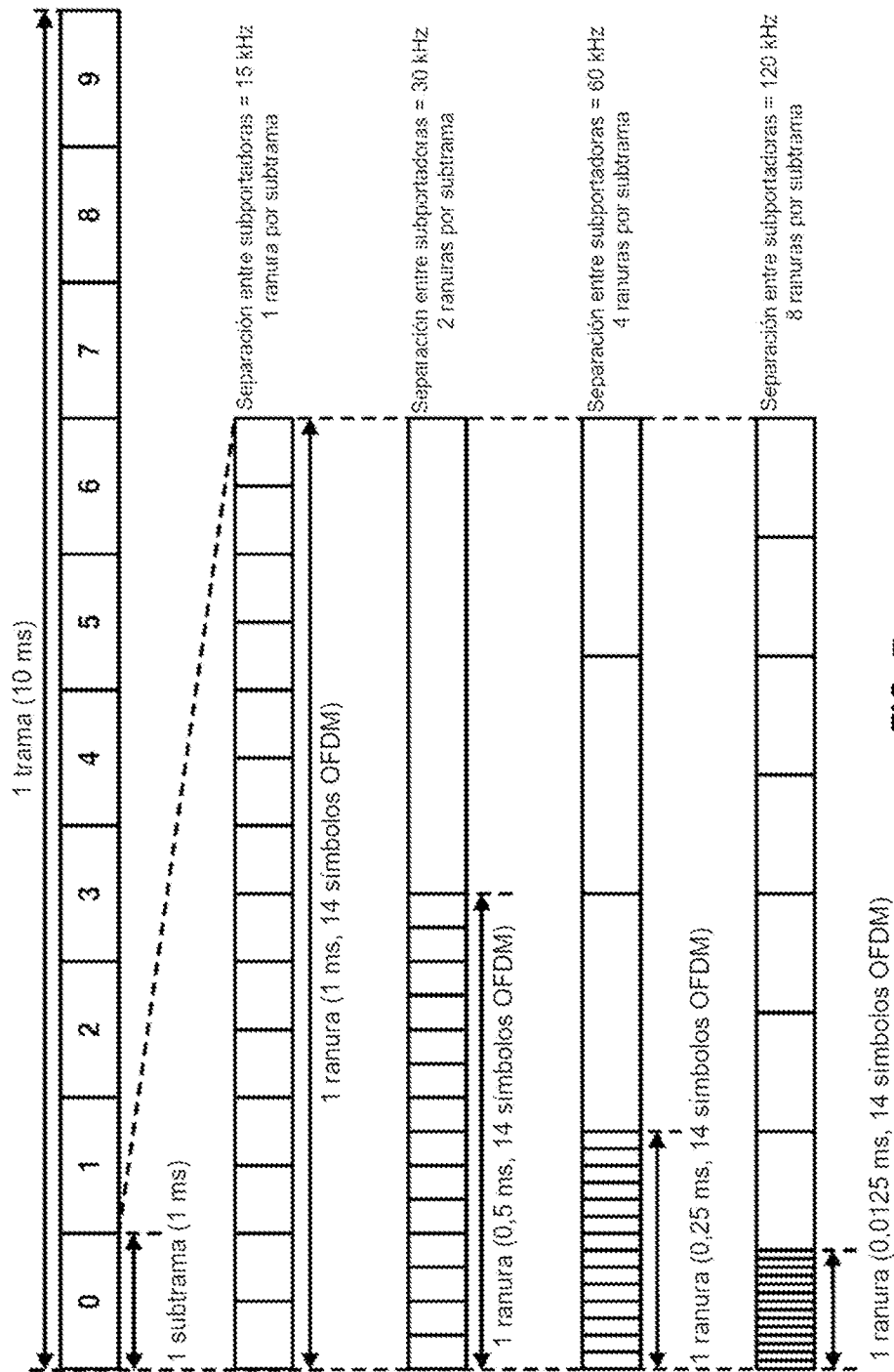


FIG. 7

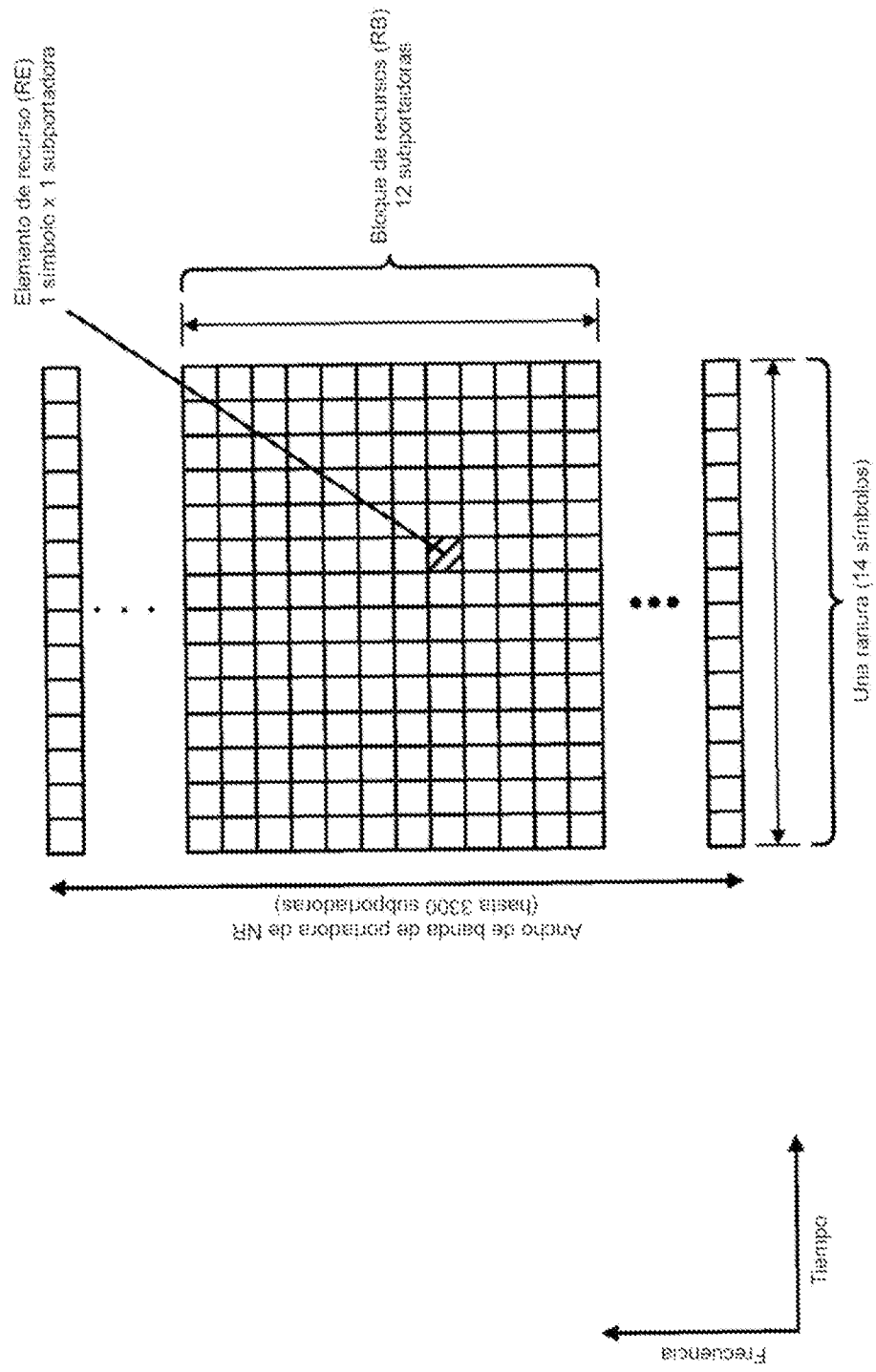
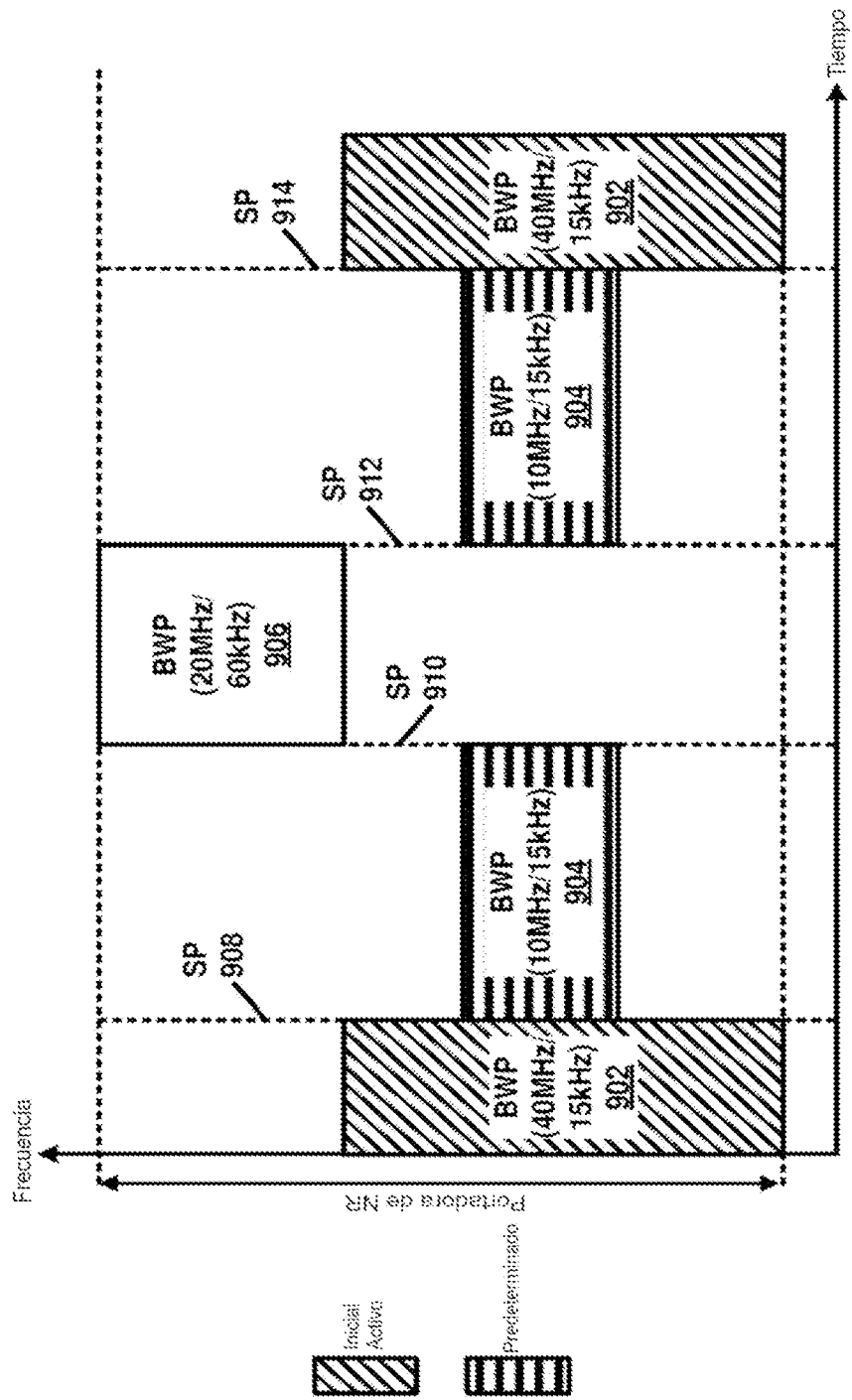


FIG. 8



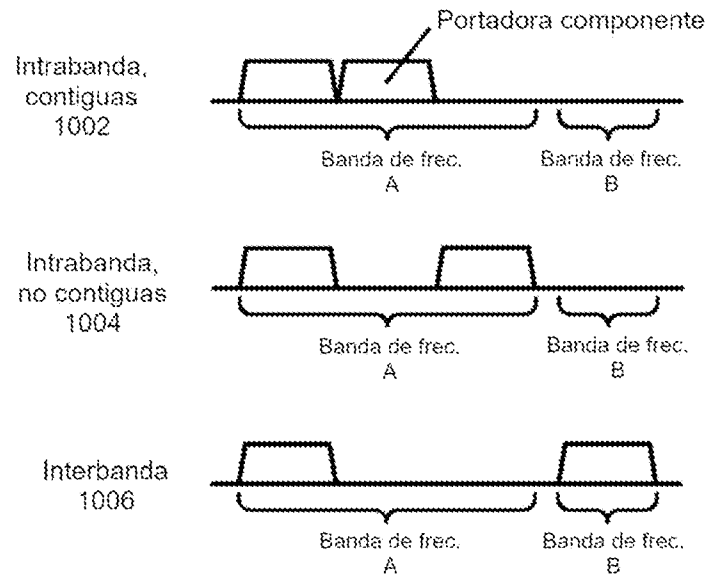


FIG. 10A

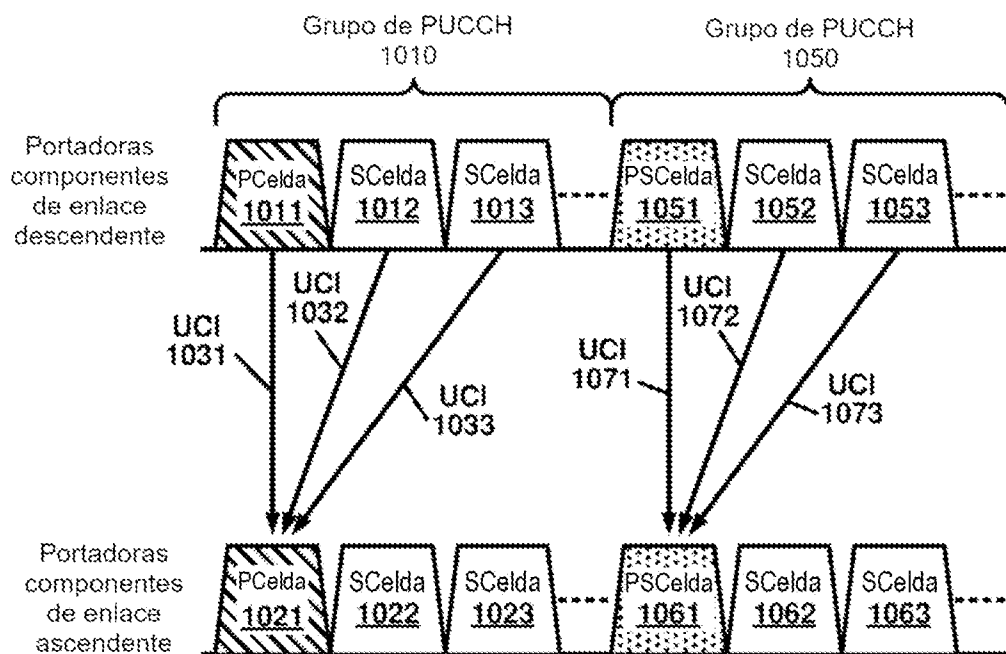
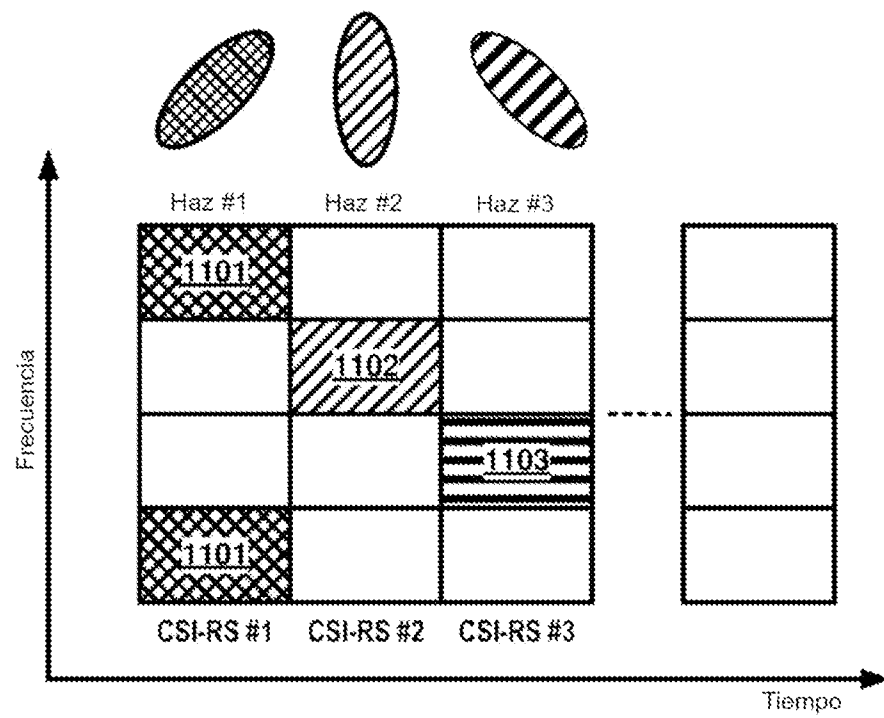
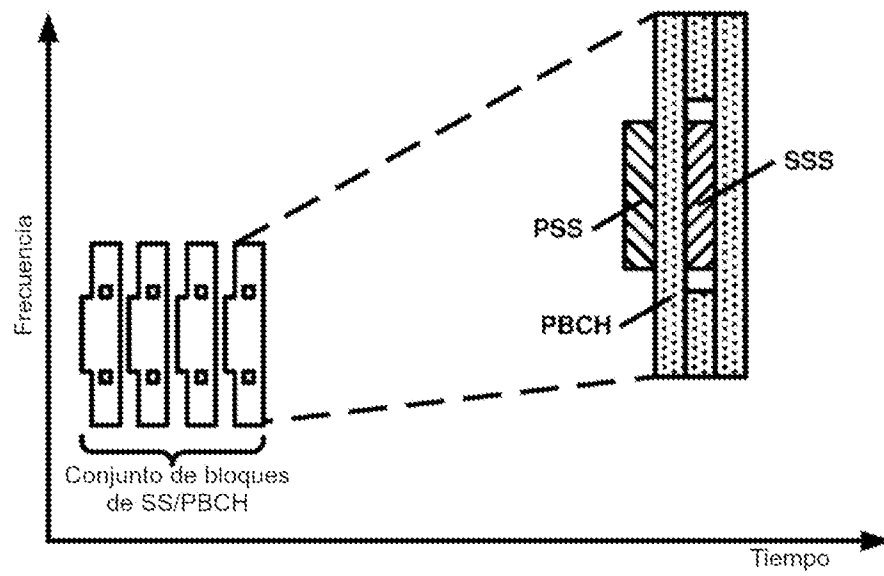


FIG. 10B



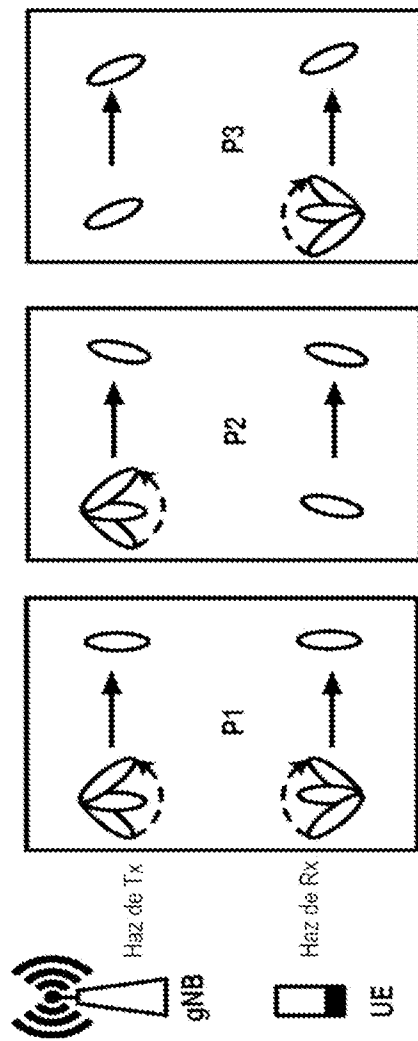


FIG. 12A

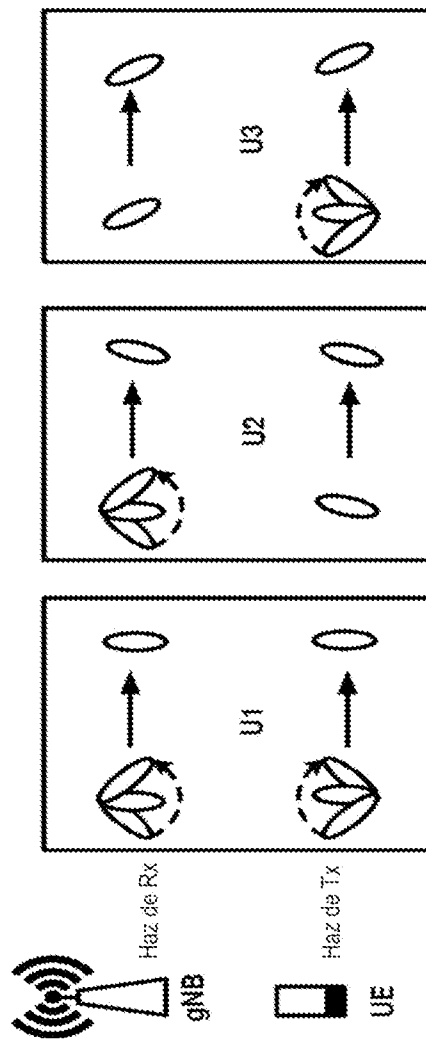


FIG. 12B

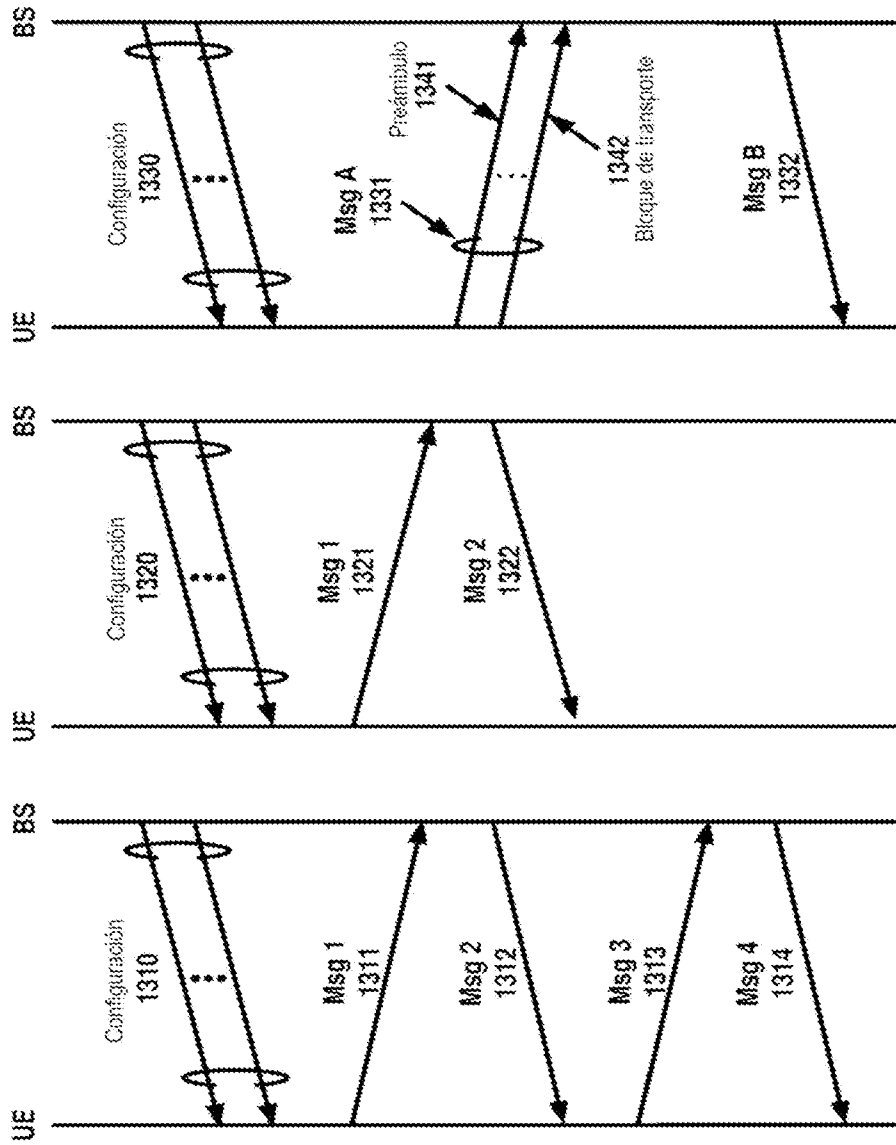


FIG. 13C

FIG. 13B

FIG. 13A

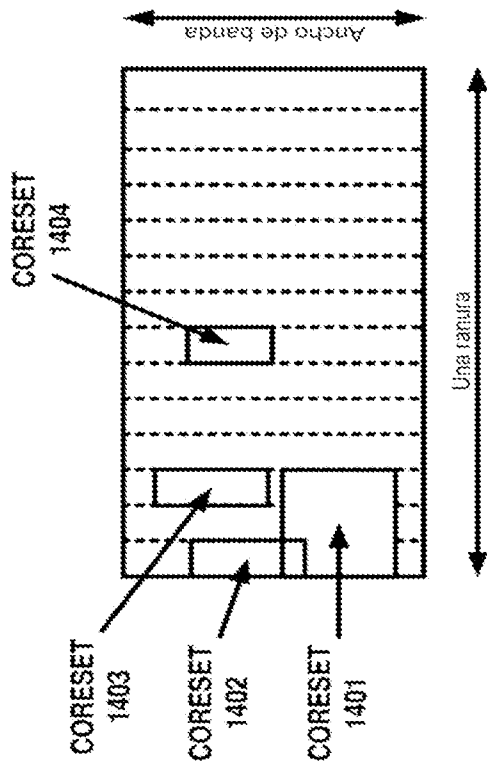


FIG. 14A

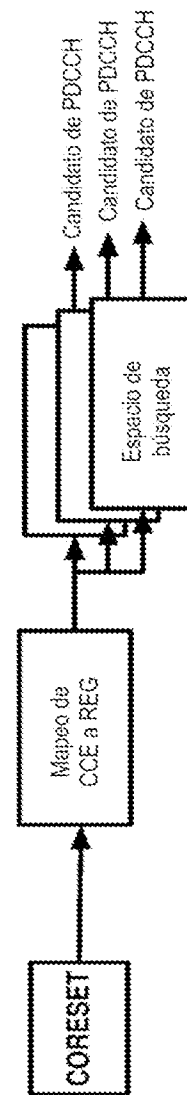


FIG. 14B

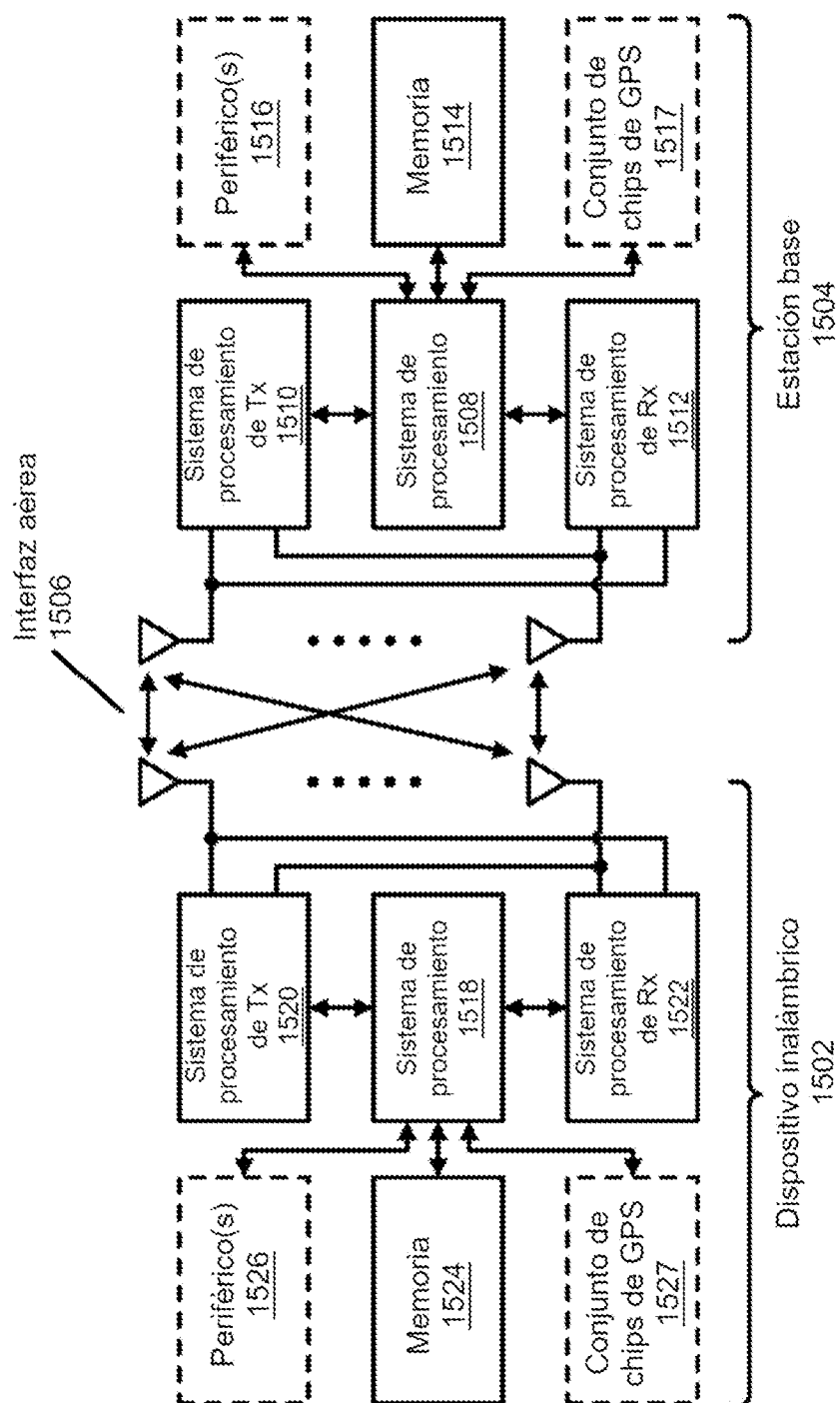


FIG. 15

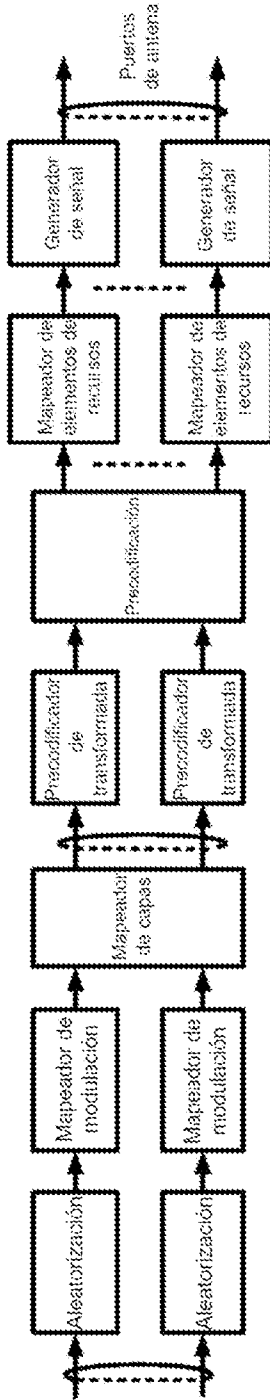


FIG. 16A

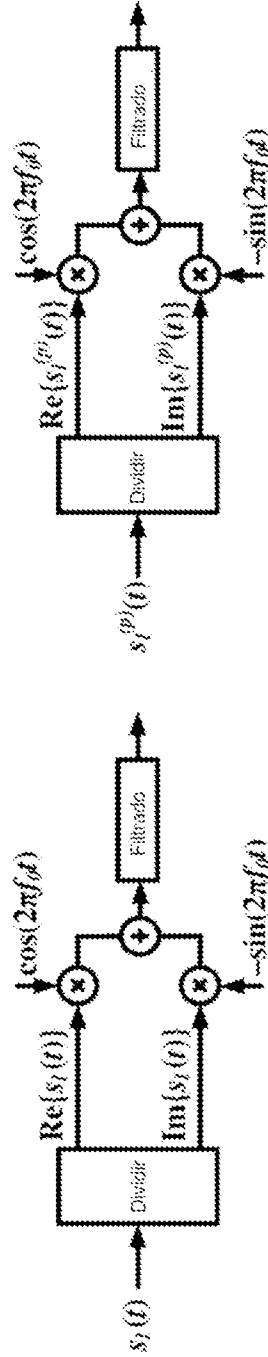


FIG. 16B

FIG. 16D

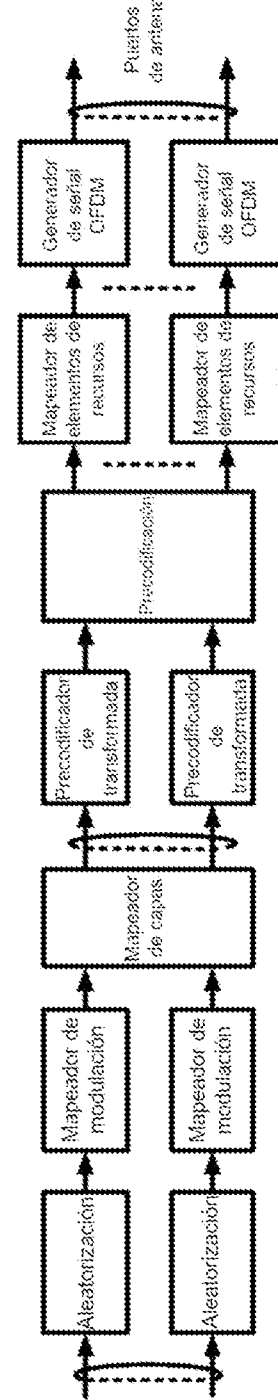


FIG. 16C

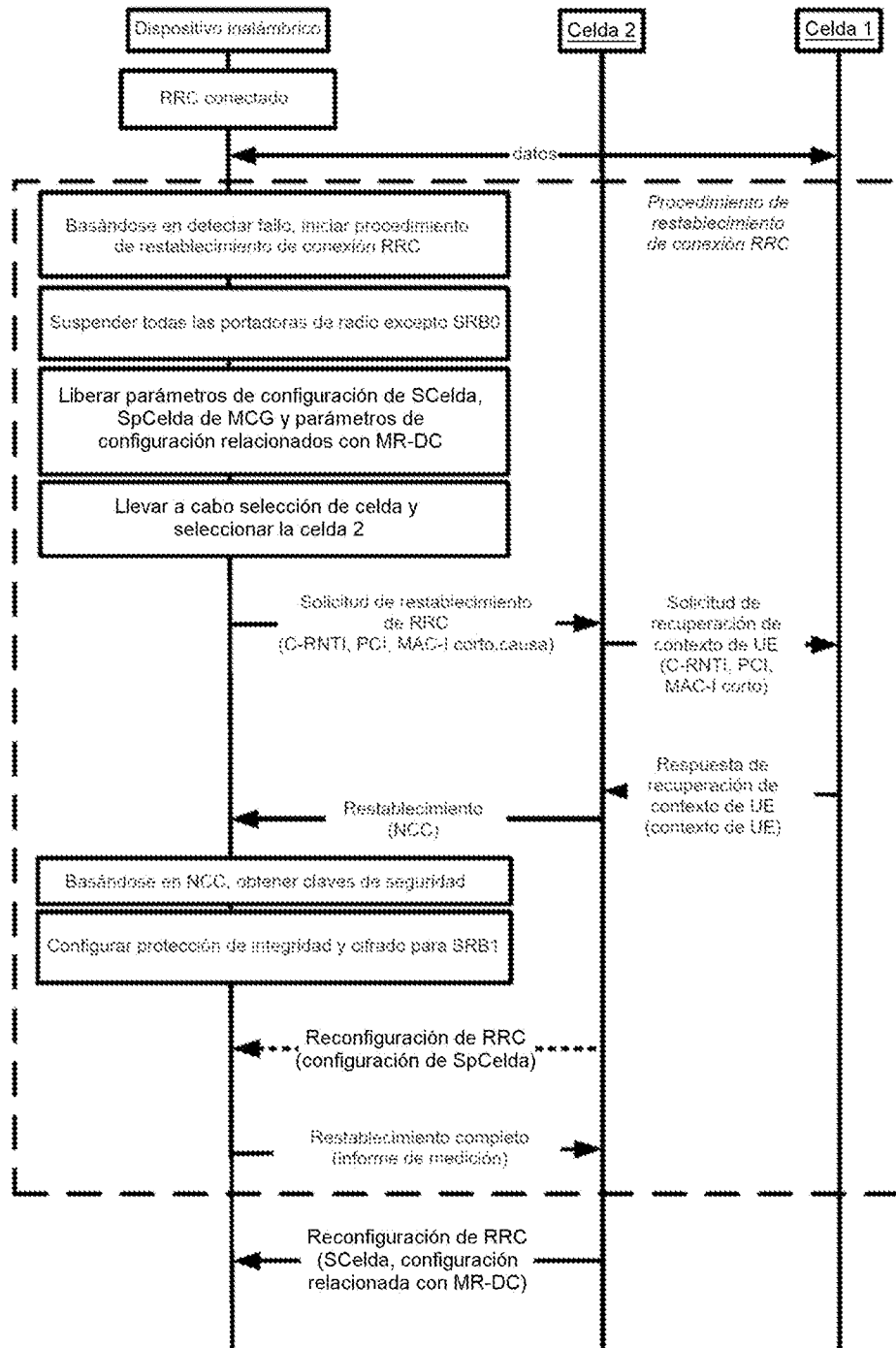


FIG. 17

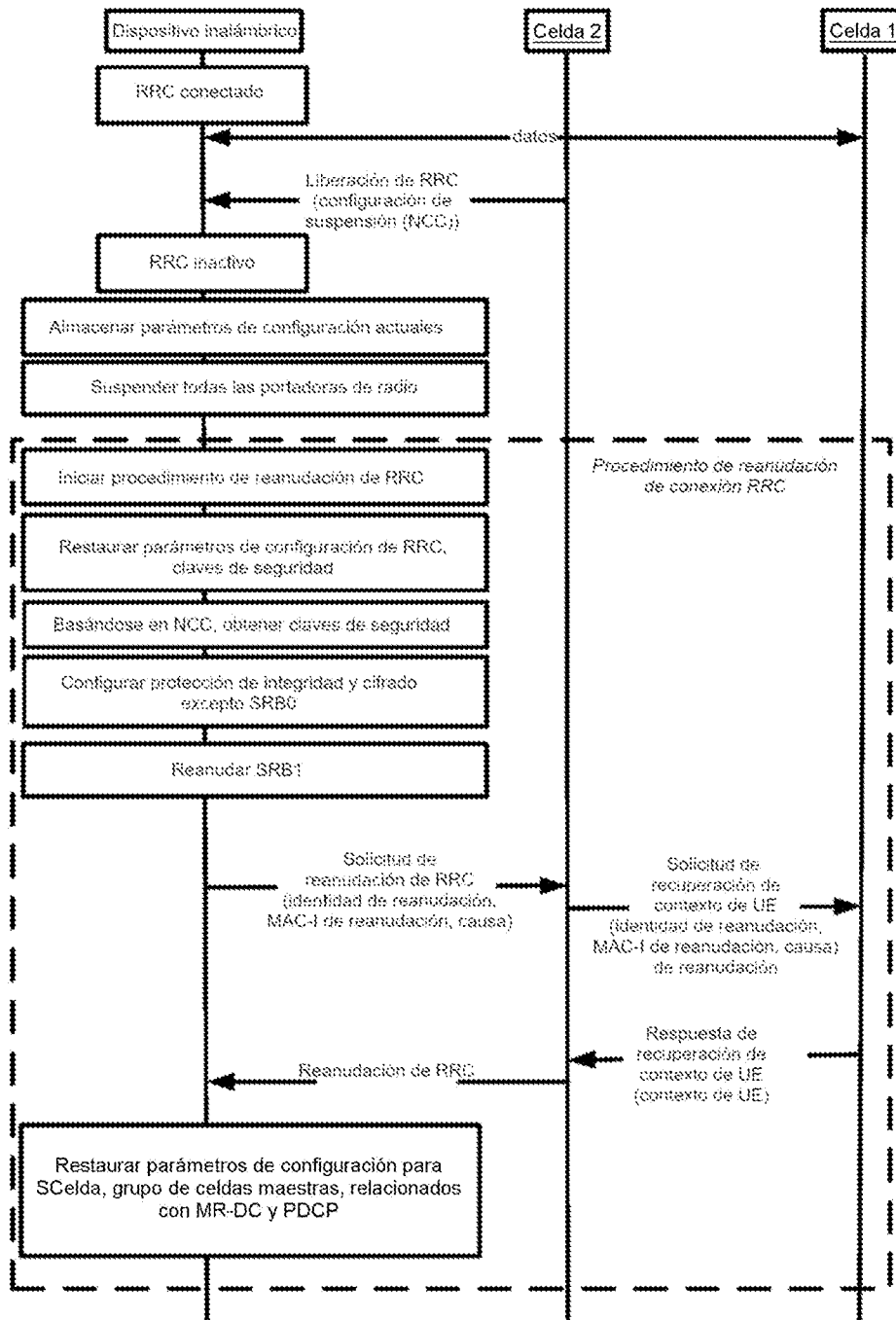


FIG. 18

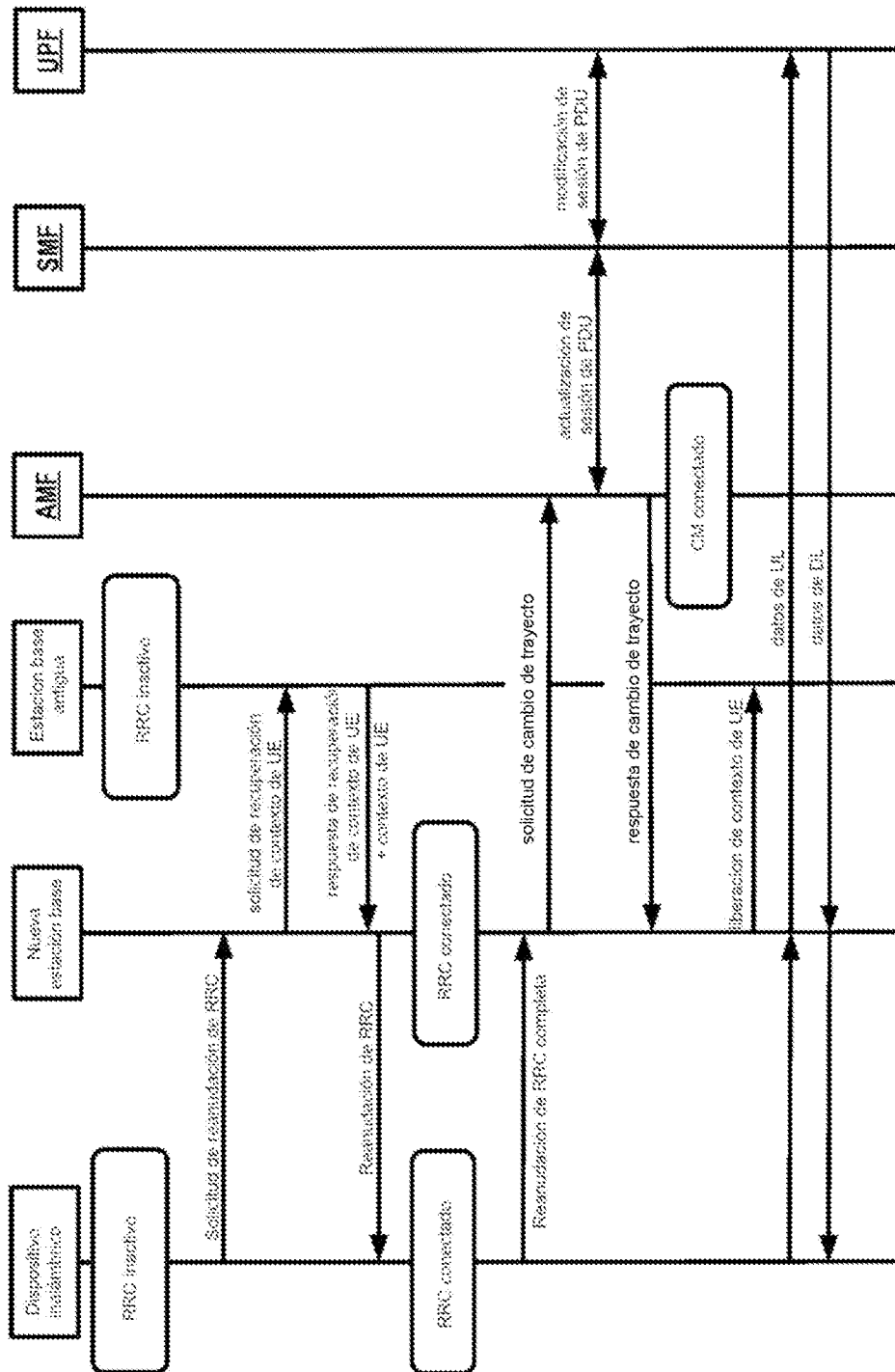


FIG. 19

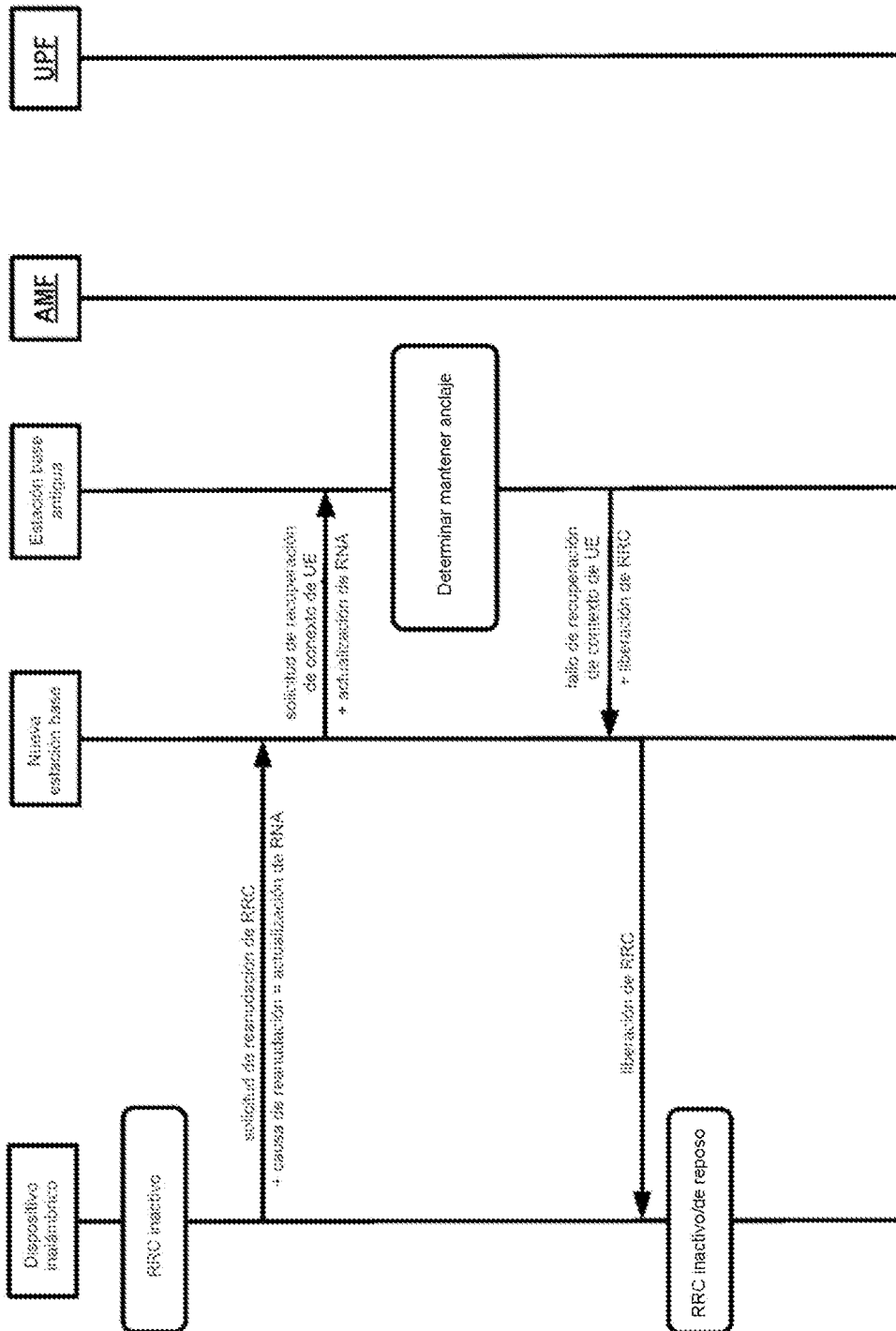


FIG. 20

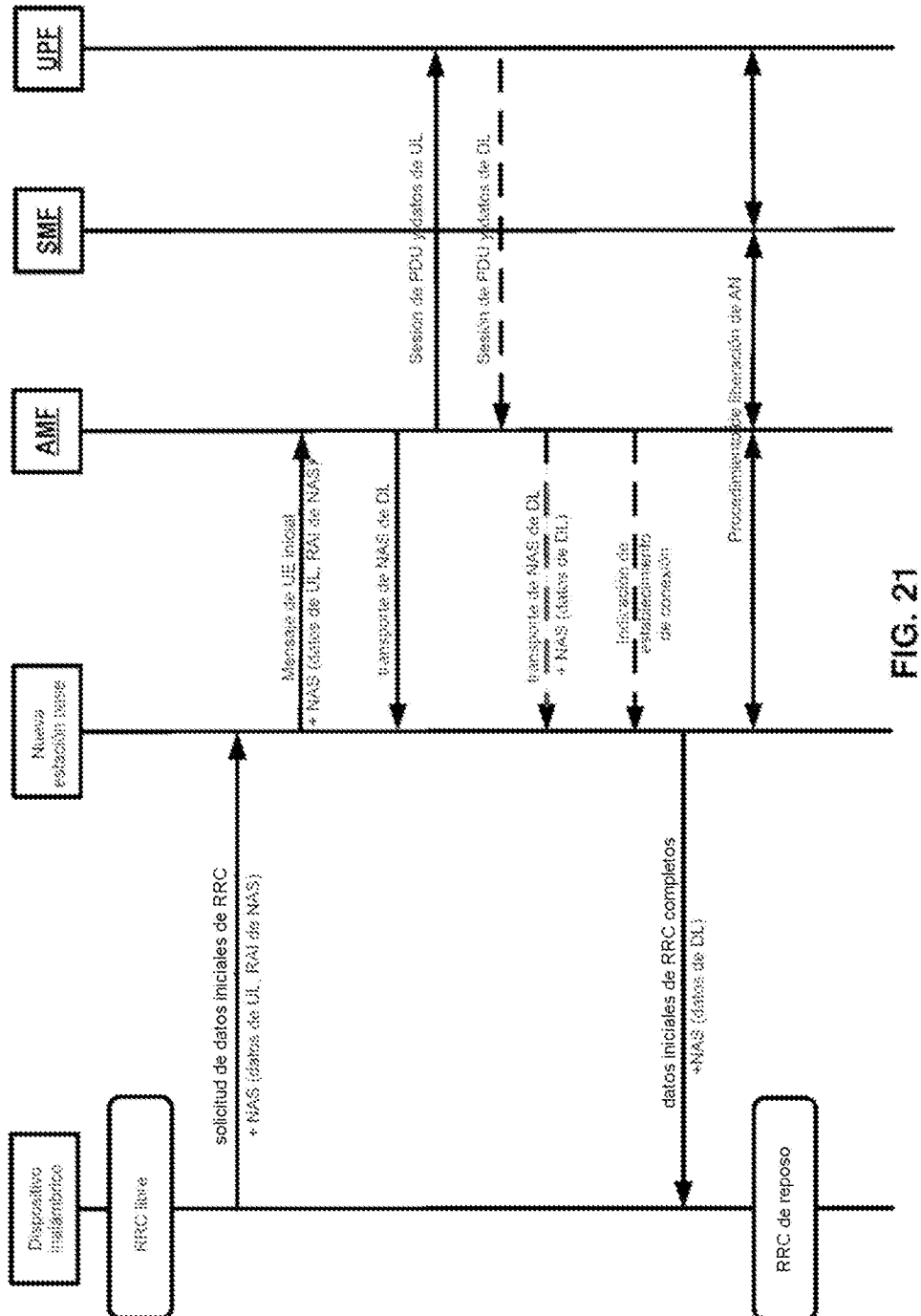


FIG. 21

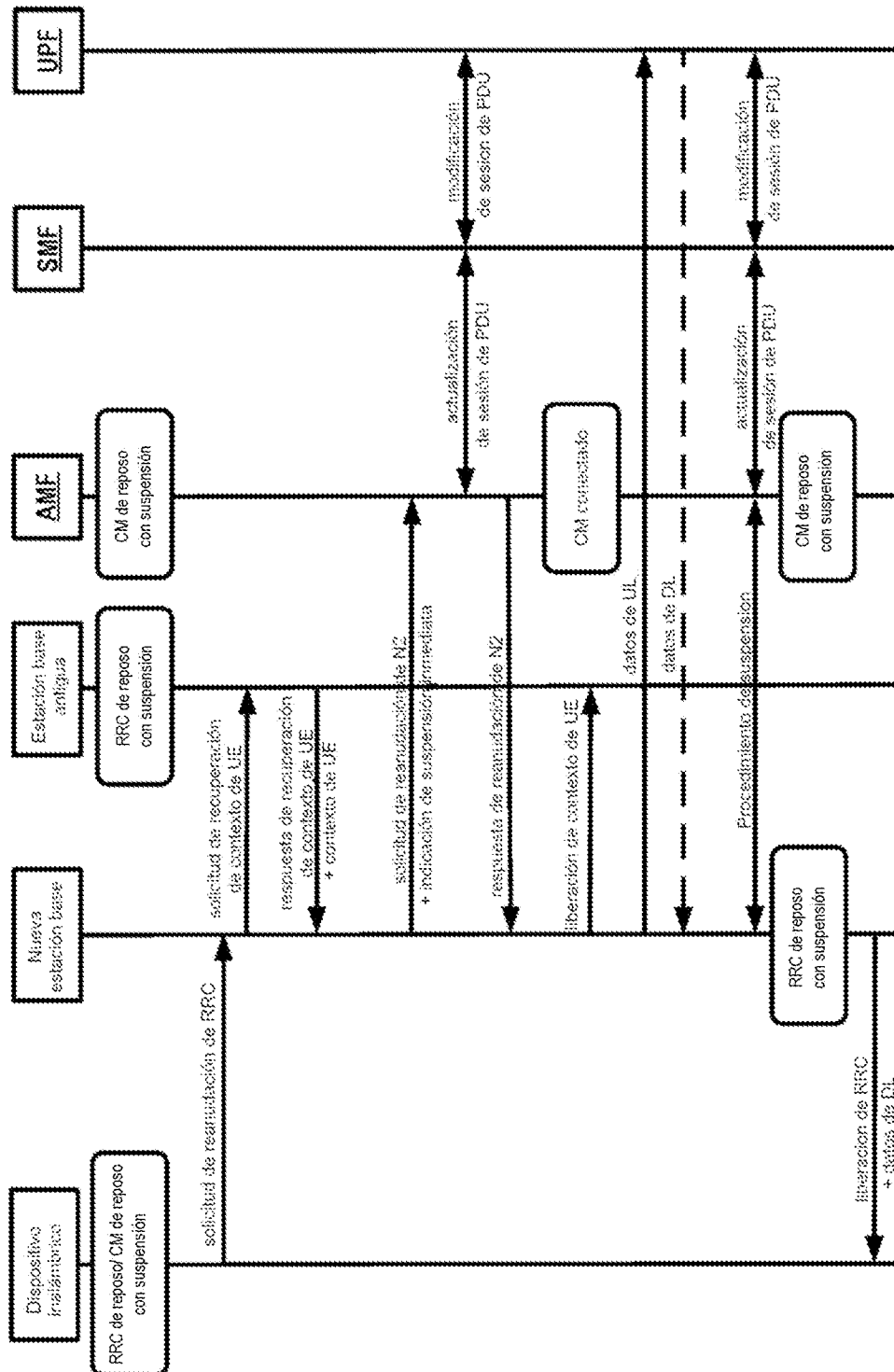


Fig. 22

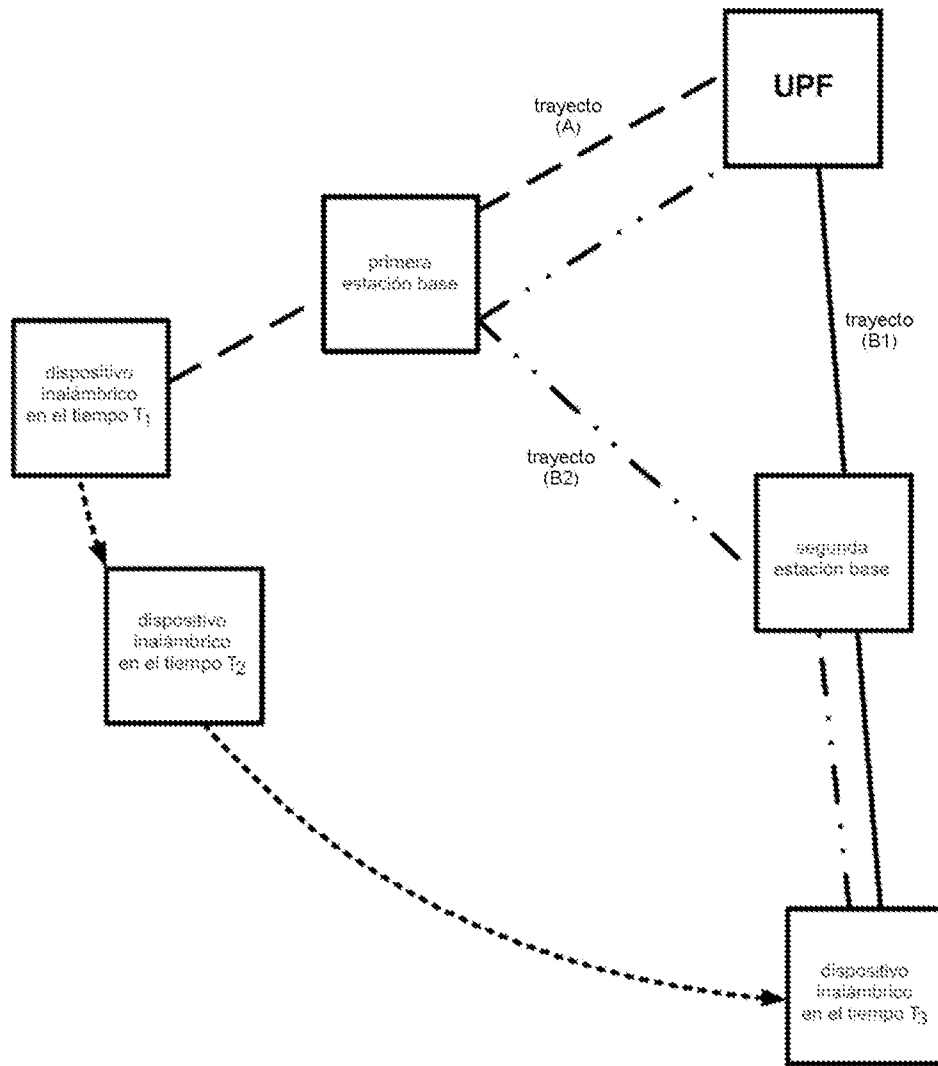


FIG. 23

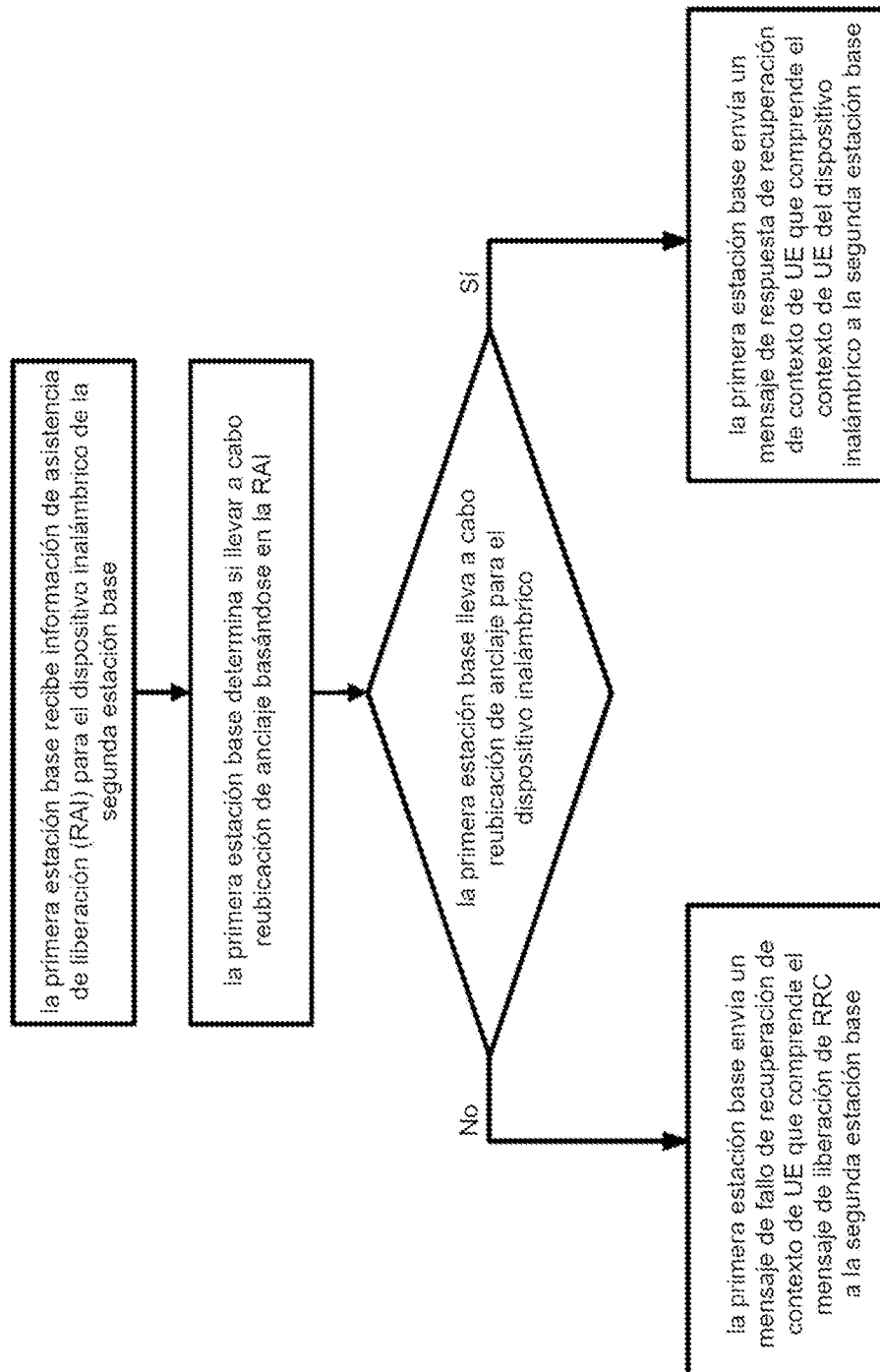


FIG. 24

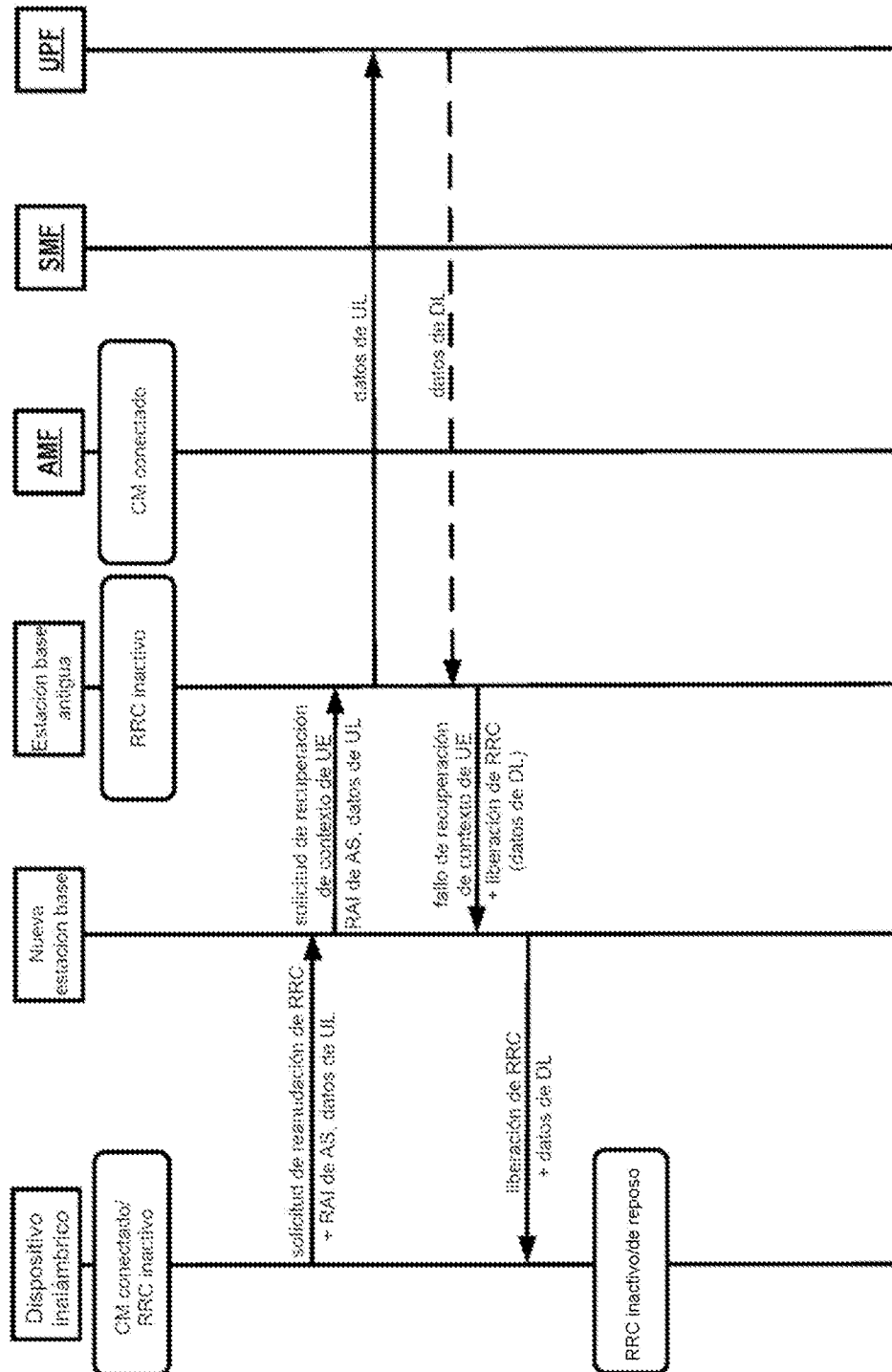


FIG. 25

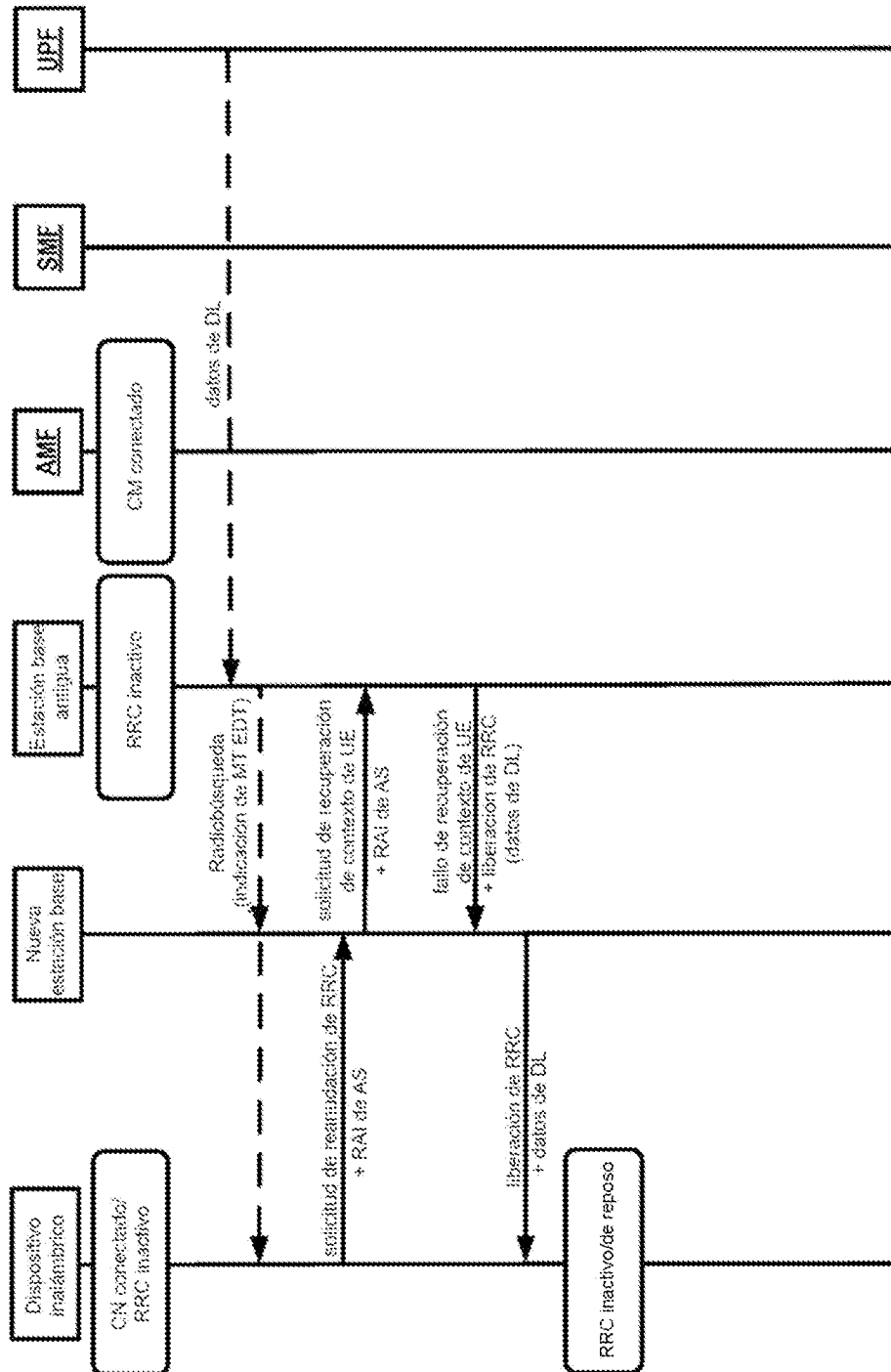


FIG. 26

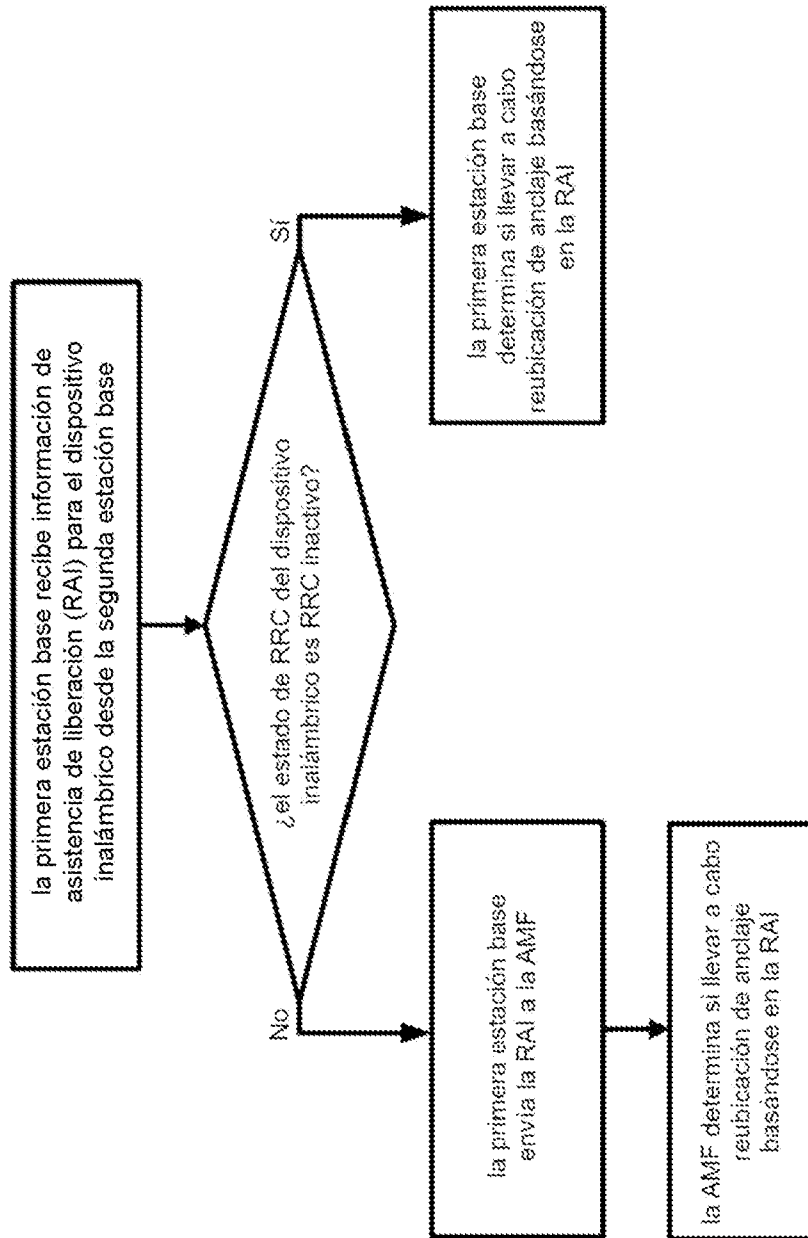


FIG. 27

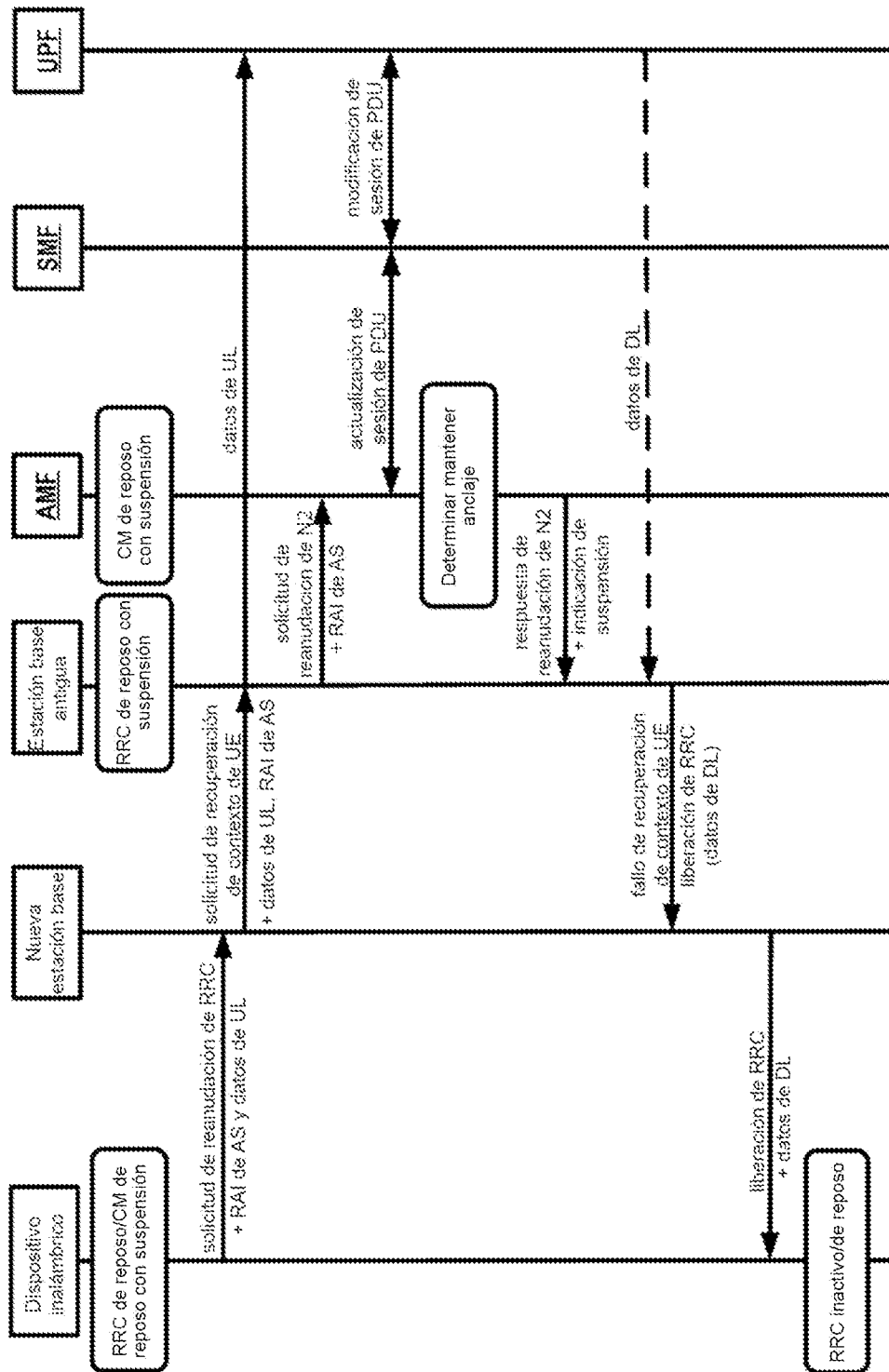


FIG. 28

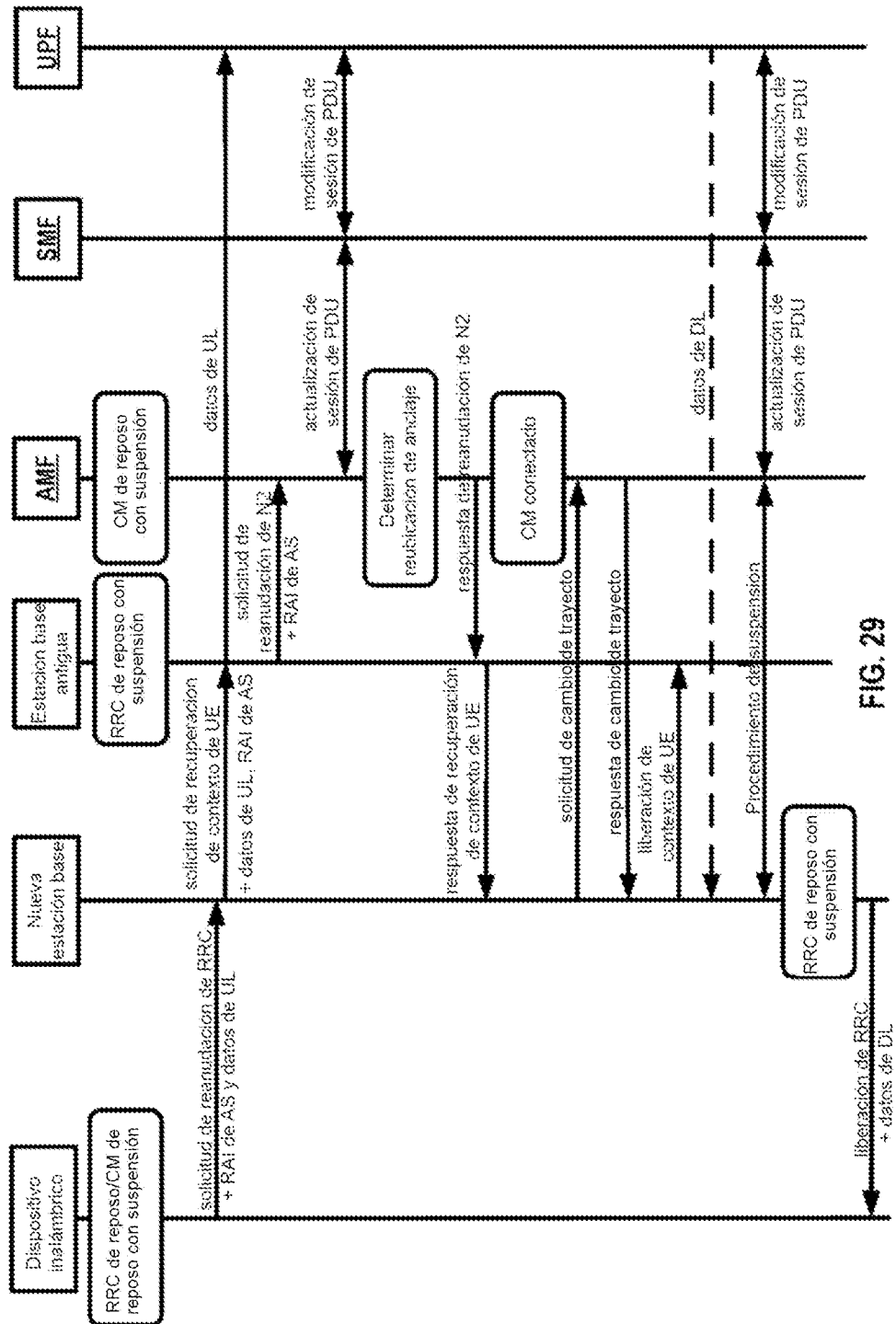


FIG. 29

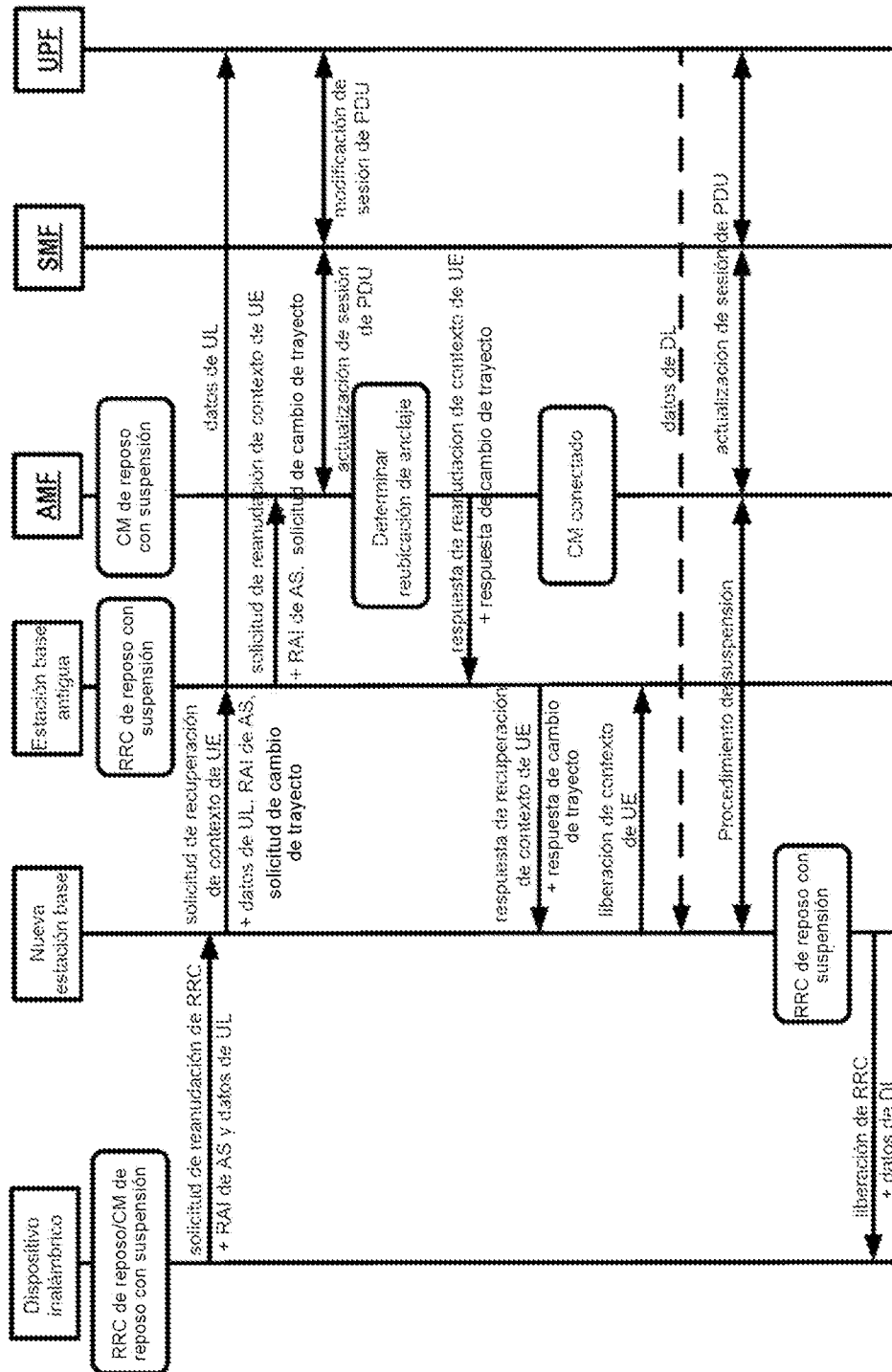


FIG. 30

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

Esta lista de referencias citada por el solicitante es únicamente para mayor comodidad del lector. No forman parte del documento de la Patente Europea. Incluso teniendo en cuenta que la compilación de las referencias se ha efectuado con gran cuidado, los errores u omisiones no pueden descartarse; la EPO se exime de toda responsabilidad al respecto.

Documentos de patentes citados en la descripción

- WO 2018142207 A1

Literatura no patente citada en la descripción

- 3GPP Technical Specification TS 38.300, RAN WG2, V16.0.0, 08 January 2020
- 3GPP Technical Report TR 23.724, SA WG2, V16.1.0, 11 June 2019
- **HUAWEI,; HISILICON.** Small data transmission with RA-based schemes. 3GPP draft R2-2101214, 3GPP TSG-RAN WG2 #113-e, E-meeting, 25 January 2021
- **HUAWEI; HISILICON.** SDT aspects common for RACH-based and CG-based SDT scheme. 3GPP draft R2-2009930, 3GPP TSG-RAN WG2 #112-e, 02 November 2020
- **LG ELECTRONICS INC.** Consideration on small data transmission with and without anchor relocation. 3GPP draft R3-210880, 3GPP TSG-RAN WG3 #111-e, 24 January 2021