

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 988 724**

51 Int. Cl.:

H04W 36/28 (2009.01)
H04W 36/22 (2009.01)
H04W 28/086 (2013.01)
H04W 36/30 (2009.01)
H04W 84/04 (2009.01)
H04W 52/04 (2009.01)
H04W 36/00 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.01.2014** **E 19170060 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2024** **EP 3534647**

54 Título: **Descarga de al menos una parte del tráfico de datos desde un nodo de red de acceso inalámbrico macro a un nodo de red de acceso inalámbrico local**

30 Prioridad:

18.01.2013 US 201313745051

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.11.2024

73 Titular/es:

MALIKIE INNOVATIONS LIMITED (100.0%)
The Glasshouses GH292 Georges Street Lower
Dun Laoghaire, Dublin A96 VR66, IE

72 Inventor/es:

GAO, SHIWEI;
BLANKENSHIP, YUFEI WU;
CAI, ZHIJUN y
SONG, YI

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 988 724 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

Descarga de al menos una parte del tráfico de datos desde un nodo de red de acceso inalámbrico macro a un nodo de red de acceso inalámbrico local

Antecedentes

- 5 A medida que el número de equipos de usuario inalámbricos ha aumentado, los proveedores de servicios de acceso inalámbrico están enfrentando cada vez más desafíos en la satisfacción de las demandas de capacidad en regiones donde la densidad de usuarios es relativamente alta. Para abordar cuestiones de capacidad, se han desarrollado celdas pequeñas. Una celda pequeña (o múltiples celdas pequeñas) puede operar dentro de un área de cobertura de una celda más grande, denominada macrocelda. Una celda pequeña tiene un área de cobertura que es más pequeña que el área de cobertura de la macrocelda.

- 10 Si se despliegan celdas pequeñas, entonces las comunicaciones con equipos de usuario (UE) pueden descargarse de la macrocelda a las celdas pequeñas. De esta manera, la capacidad de comunicación de datos se incrementa para satisfacer mejor las demandas de comunicación de datos en regiones de densidades relativamente altas de los UE. El documento WO 2012/166975A1 es representativo de la técnica disponible. El documento a Ericsson titulado "Overall procedures for deplemet over Xn", BORRADOR DEL 3GPP; R2-133419, RAN WG2, Liubiana, Eslovenia; 28 de septiembre de 2013, obtenido de Internet el 28-09-2013: URL: http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG2_RL2/TSGR2_83bis/Docs/, el documento de Ericsson titulado "Signalling Flow for SeNB Activation", BORRADOR DEL 3GPP; R3-132280, RAN WG3, San Francisco, EE.UU.; 2 de noviembre de 2013, obtenido de Internet en 02-11-2013: URL: http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG3_1u/TSGR3_82/Docs/ y el documento a Ericsson et al, titulado "Overall procedures for defating over Xn", BORRADOR DEL 3GPP; R2-132715, RAN WG2, Barcelona, España; 10 de agosto de 2013, obtenido de Internet en 10-08-2013: URL: http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG2_RL2/TSGR2_83/Docs/ son documentos intermedios.

Compendio

- 25 Por consiguiente, se proporciona un nodo de red de acceso inalámbrico local, un procedimiento y un programa informático como se detalla en las reivindicaciones que siguen.

Otras características o características alternativas serán evidentes a partir de la siguiente descripción, de los dibujos y de las reivindicaciones.

Breve descripción de los dibujos

- 30 La Fig. 1 es un diagrama esquemático de una disposición de ejemplo que incluye macroceldas y celdas pequeñas, según algunas implementaciones.
- La Fig. 2 es un diagrama de flujo de un proceso de componentes de red según algunas implementaciones.
- La Fig. 3 es un diagrama esquemático de otra disposición de ejemplo que incluye varios nodos de una red de comunicaciones móviles, según algunas implementaciones.
- 35 La Fig. 4 es un diagrama de bloques de capas de protocolo asociadas con un plano de control, según algunas implementaciones.
- Las Figs. 5 y 6 ilustran mapeos entre portadores de enlace descendente y enlace ascendente, respectivamente, y diversos canales en una macrocelda y celda pequeña, según algunas implementaciones.
- Las Figs. 7-14 ilustran varios diseños de división de plano de usuario diferentes según diversas implementaciones.
- 40 La Fig. 15 ilustra otra disposición de ejemplo que incluye macronodos de red de acceso inalámbrico y nodos de red de acceso inalámbrico local, según implementaciones adicionales.
- La Fig. 16 es un diagrama de bloques de módulos en un nodo de pasarela según implementaciones alternativas.
- Las Figs. 17 y 18 son diagramas de bloques de capas de protocolo en un nodo de red de acceso inalámbrico local, un nodo de pasarela y nodos de red central, según implementaciones adicionales.
- La Fig. 19 es un diagrama de flujo de un proceso de configuración de modo según implementaciones adicionales.
- 45 La Fig. 20 es un diagrama de flujo de mensajes de un proceso de descarga de datos.
- La Fig. 21 es un diagrama de flujo de mensajes de un proceso de reconfiguración de descarga de datos, según algunas implementaciones.
- Las Figs. 22-27 son diagramas de flujo de mensajes de diversos procedimientos de descarga, según diversas implementaciones.

Las Figs. 28 y 29 son diagramas de flujo de mensajes de procedimientos de transferencia de UE de descarga.

La Fig. 30 es un diagrama de bloques de un sistema de ejemplo que es capaz de incorporar algunas implementaciones.

Descripción detallada

5 Nodos de Red de Acceso inalámbrico Local en el Área de Cobertura de una Macrocelda

La Fig. 1 ilustra una disposición de ejemplo que incluye un número de nodos de red que son parte de una red de comunicaciones móviles que soporta comunicaciones inalámbricas con equipos de usuario (UE). Un nodo puede referirse a un dispositivo electrónico activo que es capaz de enviar, recibir y reenviar información a través de un canal de comunicación, y de realizar tareas designadas. Una macrocelda 102 corresponde a un área de cobertura proporcionada por un macronodo 104 de red de acceso inalámbrico. Un área de cobertura puede referirse a una región en la que un nodo de red puede proporcionar servicios móviles a un nivel objetivo. Un nodo de red de acceso inalámbrico es responsable de realizar transmisiones y recepciones inalámbricas con los UE. Además, se representan varias celdas 106 pequeñas como dentro del área de cobertura de la macrocelda 102. Cada celda 106 pequeña corresponde a un área de cobertura proporcionada por un respectivo nodo 108 de red de acceso inalámbrico local. Una de las celdas 106 pequeñas está marcada como 106-1, y el respectivo nodo de acceso inalámbrico local está marcado como 108-1.

La Fig. 1 también muestra un enlace 116 de retorno entre el macronodo 104 de red de acceso inalámbrico y cada uno de los nodos 108 de red de acceso inalámbrico local. El enlace 116 de retorno puede representar un enlace de comunicación lógico entre dos nodos; el enlace 116 de retorno puede ser un enlace directo punto a punto o puede encaminarse a través de otra red o nodo de comunicación. En algunas implementaciones, el enlace 116 de retorno es un enlace por cable. En otras implementaciones, el enlace 116 de retorno es un enlace inalámbrico.

En el siguiente análisis, una celda pequeña puede referirse a una celda cuyo área de cobertura es más pequeña que el área de cobertura proporcionada por una celda más grande, que también se denomina macrocelda. La comunicación inalámbrica en una celda pequeña es soportada por un nodo de red de acceso inalámbrico local. En algunos ejemplos, la frecuencia a la que opera el macronodo 104 de red de acceso inalámbrico es menor que la del nodo de red de acceso inalámbrico local. Una frecuencia más baja permite un mayor alcance geográfico para las señales inalámbricas transmitidas por el macronodo 104 de red de acceso inalámbrico. Una frecuencia más alta, por otro lado, de señales inalámbricas transmitidas por los nodos 108 de acceso inalámbrico locales evita que tales señales inalámbricas se propaguen grandes distancias. Como resultado, las celdas 106 pequeñas pueden desplegarse en proximidad relativamente cercana entre sí.

Más generalmente, la macrocelda 102 usa una frecuencia que es diferente de una o más frecuencias de las celdas 106 pequeñas. Al menos algunas de las celdas 106 pequeñas pueden usar diferentes frecuencias.

Un equipo de usuario inalámbrico (UE) 110 dentro del área de cobertura de la celda 106-1 pequeña es capaz de comunicarse de forma inalámbrica con el nodo 108-1 de red de acceso inalámbrico local. El UE 110 también es capaz de comunicarse de forma inalámbrica con el macronodo 104 de red de acceso inalámbrico. Los ejemplos del UE 110 pueden incluir cualquiera de los siguientes: un teléfono inteligente, un asistente digital personal, un ordenador portátil, una tableta o cualquier otro dispositivo que sea capaz de comunicaciones inalámbricas. Aunque solo se representa un UE 110 en la Fig. 1, se observa que múltiples UE pueden estar presentes en áreas de cobertura de cada una de las celdas 106 pequeñas así como dentro del área de cobertura de la macrocelda 102.

Se establece una primera conexión 112 inalámbrica entre el UE 110 y el nodo 108-1 de red de acceso inalámbrico local. Además, se puede establecer una segunda conexión 114 inalámbrica entre el UE 110 y el macronodo 104 de red de acceso inalámbrico. La primera conexión 112 inalámbrica puede usarse para comunicar un primer tipo de datos, mientras que la segunda conexión 114 inalámbrica puede usarse para comunicar un segundo tipo de datos. En algunas implementaciones, el primer tipo de datos comunicados a través de la primera conexión 112 inalámbrica entre el UE 110 y el nodo 108-1 de red de acceso inalámbrico local incluye datos del plano de usuario, mientras que el segundo tipo de datos comunicados a través de la segunda conexión 114 inalámbrica entre el UE 110 y el macronodo 104 de red de acceso inalámbrico incluye datos del plano de control. De esta manera, el UE 110 tiene una conexión dual con el macronodo de red de acceso inalámbrico y con el nodo de red de acceso inalámbrico local.

En general, los datos del plano de control incluyen mensajes de control para realizar diversas tareas de control, tales como cualquiera o alguna combinación de los siguientes: conexión de red de un UE, autenticación del UE, establecimiento de portadores de radio para el UE, gestión de movilidad para gestionar la movilidad del UE (la gestión de movilidad incluye al menos determinar qué nodos de red de infraestructura crearán, mantendrán o descartarán conexiones de enlace ascendente y enlace descendente que transportan información del plano de control o del plano de usuario a medida que un UE se mueve en un área geográfica), rendimiento de una decisión de transferencia basándose en mediciones de celdas vecinas enviadas por el UE, transmisión de un mensaje de radiobúsqueda al UE, radiodifusión de información del sistema, control de informes de medición de UE, etc. Aunque los ejemplos de tareas de control y mensajes de control en un plano de control se enumeran anteriormente, se observa que en otros ejemplos, se pueden proporcionar otros tipos de mensajes de control y tareas de control. Más generalmente, el plano de control

puede realizar funciones de control de llamadas y control de conexiones, y puede proporcionar mensajería para establecer llamadas o conexiones, supervisar llamadas o conexiones, y liberar llamadas o conexiones.

Los datos del plano de usuario incluyen los datos de portador (por ejemplo, voz, datos de usuario, datos de aplicación, etc.) que van a comunicarse entre el UE y un nodo de red de acceso inalámbrico. Los datos del plano de usuario pueden proporcionar la transferencia de datos de portador, y también pueden incluir datos y/o señales de control entre un nodo de red de acceso inalámbrico y un UE asociado con la comunicación de los datos de portador, para realizar control de flujo, recuperación de errores, etc.

Comunicando datos del plano de control entre el macronodo 104 de red de acceso inalámbrico y el UE 110 (en lugar de entre el nodo 108-1 de red de acceso inalámbrico local y el UE 110), el diseño del nodo 108-1 de red de acceso inalámbrico local puede simplificarse. El nodo 108-1 de red de acceso inalámbrico local solo tiene que comunicar datos del plano de usuario con el UE 110, sin tener que manejar y comunicar datos del plano de control con el UE 110 (en algunas implementaciones). El macronodo 104 de red de acceso inalámbrico está conectado al UE 110 para el tráfico del plano de control y opcionalmente para el tráfico del plano de usuario. Simplificar el diseño de los nodos 108 de red de acceso inalámbrico local da como resultado nodos de red de acceso inalámbrico local menos complejos y más rentables para desplegar celdas pequeñas. Además, los nodos de red de acceso inalámbrico local simplificados pueden reducir la complejidad y la sobrecarga de señalización en una red central de la red de comunicaciones móviles. En el ejemplo de la Fig. 1, la red central puede incluir nodos 118 y 120 de control. Más adelante se proporcionan detalles adicionales con respecto a diversos nodos de red central.

Aunque al menos algunos de los nodos 108 de red de acceso inalámbrico local pueden tener diseños simplificados en los que los nodos 108 de red de acceso inalámbrico local no tienen que manejar y comunicar datos del plano de control con el UE 110, se observa que en otras implementaciones, uno o más nodos de red de área local pueden tener mayor funcionalidad, tal como poder manejar y comunicar datos del plano de control.

En algunas configuraciones, la mayoría de los datos del plano de usuario en la macrocelda 102 pueden comunicarse con los UE a través de los nodos 108 de red de acceso inalámbrico local. Sin embargo, es posible que algunos datos del plano de usuario se comuniquen con los UE a través de conexiones inalámbricas entre el macronodo 104 de red de acceso inalámbrico y los UE.

En general, para el UE 110, el macronodo 104 de red de acceso inalámbrico proporciona cobertura inalámbrica (comunicando datos del plano de control), mientras que la mayor parte del caudal de datos se proporciona por el nodo 108-1 de red de acceso inalámbrico local. Además, el macronodo 104 de red de acceso inalámbrico puede incluir una función de pasarela para los nodos 108 de red de acceso inalámbrico locales que están dentro del área de cobertura de la macrocelda 102. En su papel como una pasarela, el macronodo 104 de red de acceso inalámbrico puede configurar las operaciones de los nodos 108 de red de acceso inalámbrico locales en la macrocelda 102. Por ejemplo, la pasarela puede sincronizar los nodos 108 de red de acceso inalámbrico local enviando una señal de sincronización. La pasarela puede gestionar el control de los recursos radio relacionados con la movilidad relativos a un UE entre células 106 pequeñas en la macrocelda 102. La pasarela también puede gestionar otras tareas de coordinación.

En algunas implementaciones, un flujo de datos del plano de control (incluyendo mensajes de control) y un flujo de datos del plano de usuario (incluyendo paquetes de datos) para un UE pueden recibirse en un componente de red, tal como un macronodo de red de acceso inalámbrico. Un planificador entre celdas puede decidir, basándose en un informe de medición (que contiene datos de medición de enlace de radio) desde el UE, que un subconjunto del flujo de datos del plano de datos va a enviarse al UE a través de un nodo de acceso inalámbrico local, donde el nodo de acceso inalámbrico local está conectado al componente de red a través de un enlace de retorno. El componente de red envía el subconjunto del flujo de datos del plano de datos al nodo de red de acceso inalámbrico local. El nodo de red de acceso inalámbrico local envía el subconjunto del flujo de datos del plano de datos a través de una primera conexión inalámbrica al UE, donde la primera conexión inalámbrica se establece entre el nodo de red de acceso inalámbrico local y el UE. El componente de red comunica el flujo de datos del plano de control a través de una segunda conexión inalámbrica al equipo de usuario, donde la segunda conexión inalámbrica existe simultáneamente con la primera conexión inalámbrica.

La Fig. 1 también muestra macronodos 132 y 114 de red de acceso inalámbrico adicionales que soportan las macroceldas 133 y 115 respectivas. Los macronodos 104, 132 y 114 de red de acceso inalámbrico pueden estar acoplados entre sí a través de enlaces 122 respectivos. Un enlace 122 entre dos macronodos de red de acceso inalámbrico puede ser diferente de un enlace 116 entre un macronodo de red de acceso inalámbrico y un nodo de red de acceso inalámbrico local. La Fig. 1 representa además enlaces 124 de control entre los nodos 118, 120 de control (parte de una red central) y los correspondientes macronodos 104, 132 y 114 de red de acceso inalámbrico.

En algunos ejemplos, puede haber al menos una celda pequeña que está fuera del área de cobertura de una macrocelda (o de cualquier macrocelda). Una celda pequeña de este tipo es la celda 129 pequeña, que está soportada por un nodo 128 de red de acceso inalámbrico local. Los enlaces 126 de control pueden proporcionarse entre los nodos 118, 120 de control y el nodo 128 de red de acceso inalámbrico local.

En el siguiente análisis, se hace referencia a redes de comunicaciones móviles que funcionan según los estándares

de Evolución a Largo Plazo (LTE) como se proporciona por el Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP). Los estándares LTE también se denominan estándares de Acceso de Radio Terrestre Universal Evolucionado (E-UTRA). Algunas estándares de LTE que se refieren a comunicaciones celulares son: el documento TS 36.300 del 3GPP, " Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); Overall description: Stage 2 (Release 10)", V10.3.0 (3-2011); el documento TS 36.806 del 3GPP: " Relay architectures for E-UTRA (LTE-Advanced)"; 3GPP TS 36.413: "Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); S1 Application Protocol (S1AP) (Release 11)"; v11.0.0, 7-2012; y el documento TR 36.912 del 3GPP V11.0.0 (2012-09) "Feasibility study for Additional Advancements for E-UTRA (LTE-Advanced); el documento TS 36.423 del 3GPP: "Evolution Universal terrestrial Radio Access (E-UTRA): X2 application protocol (X2AP) (Release 11)", v11.2.0, 9-2012; el documento TS 36.331 del 3GPP: "Evolution Universal terrestrial Radio Access (E-UTRA): Radio Resource Control (RRC), Protocol specification (Release 11)", v11.0.0, 7-2012; el documento TR 36.839 del 3GPP: "Evolution Universal terrestrial Radio Access (E-UTRA): mobility enhancements in heterogeneous networks (Release 11)", v11.0.0, 9-2012." En su mayor parte, los acrónimos de señal y los nombres de capa descritos en esta solicitud se adaptan a partir de estos estándares LTE. Aunque se hace referencia a LTE en la siguiente descripción, se observa que las técnicas o mecanismos según algunas implementaciones pueden aplicarse a otras tecnologías de acceso inalámbrico.

En una red LTE, un nodo de red de acceso inalámbrico puede implementarse como un Nodo B mejorado (eNB), que incluye funcionalidades de una estación base y un controlador de estación base. Por lo tanto, en una red LTE, los macronodos 102, 132 y 114 de red de acceso inalámbrico se denominan macro eNB. En una red LTE, los nodos 108 de red de acceso inalámbrico local pueden denominarse eNB locales (LeNB). Los enlaces 122 entre los macro eNB 104, 132 y 114 se implementan como interfaces X2 según los estándares LTE (véase, por ejemplo, el documento TS 36.423 del 3GPP citado anteriormente). Los enlaces 116 de retorno entre un macro eNB y un LeNB pueden implementarse como una interfaz X3. Una interfaz X3 no está entre dos eNB pares, sino más bien entre un macro eNB y un eNB subordinado (por ejemplo, LeNB). La interfaz X3 hace que el LeNB parezca ser una celda del macro eNB asociado a una red central. Por consiguiente, la red central interactúa con un macro eNB, y no con LeNB individuales. Obsérvese que la interfaz X3 también puede denominarse interfaz X2e.

En una red LTE, los nodos 118 y 120 de control pueden implementarse como Entidades de Gestión de Movilidad (MME) que son parte de la red central LTE (que también incluye nodos de red central adicionales analizados más adelante). Una MME es un nodo de control para realizar diversas tareas de control asociadas con una red LTE. Por ejemplo, la MME puede realizar el seguimiento y la radiobúsqueda del UE en modo inactivo, la activación y desactivación de portadores, la selección de una pasarela de servicio (analizada más adelante) cuando el UE se conecta inicialmente a la red LTE, la transferencia del UE entre macro eNB, la autenticación de un usuario, la generación y asignación de una identidad temporal a un UE, y así sucesivamente. En otros ejemplos, la MME puede realizar otras tareas o tareas alternativas.

Los enlaces 124 y 126 de control entre las MME 118, 120 y los eNB 104, 132, 114 y 128 pueden implementarse como interfaces S1 según los estándares LTE.

La Fig. 2 es un diagrama de flujo de un proceso según algunas implementaciones. El proceso de la Fig. 2 puede ser realizado por un componente de red, tal como el macro eNB 104 (o más generalmente, un macronodo de red de acceso inalámbrico). El componente de red comunica (en 202) una primera unidad de datos con un LeNB (o más generalmente un nodo de red de acceso inalámbrico local), para hacer que el LeNB envíe la primera unidad de datos a través de una primera conexión inalámbrica (por ejemplo, 112 en la Fig. 1) entre el LeNB y el UE (por ejemplo, 110 en la Fig. 1). Una unidad de datos puede referirse a cualquier conjunto de datos.

El componente de red comunica además (en 204) una segunda unidad de datos a través de una segunda conexión inalámbrica (por ejemplo 114 en la Fig. 1) entre el componente de red y el UE. La segunda unidad de datos contiene datos que son diferentes de los datos en la primera unidad de datos; en otras palabras, los datos contenidos en la segunda unidad de datos no son un duplicado de los datos contenidos en la primera unidad de datos. En algunos ejemplos, la primera unidad de datos puede incluir datos del plano de usuario, mientras que la segunda unidad de datos puede incluir datos del plano de control.

La segunda conexión inalámbrica se establece simultáneamente con la primera conexión inalámbrica. Las conexiones inalámbricas simultáneas pueden referirse a conexiones lógicas simultáneas o conexiones físicas simultáneas. Obsérvese que los datos no tienen que comunicarse activamente al mismo tiempo a través de las conexiones inalámbricas simultáneas. En su lugar, conexiones inalámbricas "simultáneas" pueden referirse a conexiones inalámbricas que se establecen simultáneamente, pero que son capaces de comunicar datos, ya sea simultáneamente o en momentos diferentes.

En ejemplos donde el UE tiene múltiples pilas de protocolos físicos, el UE puede establecer múltiples conexiones inalámbricas físicas simultáneas entre el UE y los nodos de red de acceso inalámbrico correspondientes (incluyendo un LeNB y un macro eNB). Una pila de protocolos incluye capas que proporcionan procedimientos especificados para realizar comunicaciones. Sin embargo, en otras implementaciones, el UE puede incluir solo una pila de protocolos físicos. En tales implementaciones, el UE sería capaz de establecer solo una conexión inalámbrica física; sin embargo, el UE puede establecer múltiples conexiones inalámbricas lógicas simultáneas con los nodos de red de acceso

inalámbrico correspondientes (incluyendo un LeNB y un macro eNB). Las conexiones inalámbricas lógicas simultáneas se establecen al mismo tiempo, y pueden proporcionarse a través de la única conexión inalámbrica física. La conexión inalámbrica física puede multiplexarse en el tiempo entre el LeNB y el macro eNB. En un primer intervalo de tiempo, el UE puede tener una conexión inalámbrica física con el LeNB, en cuyo caso los datos pueden comunicarse a través de la conexión inalámbrica lógica entre el UE y el LeNB. En un segundo intervalo de tiempo, el UE puede tener una conexión inalámbrica física con el macro eNB, en cuyo caso los datos pueden comunicarse a través de la conexión inalámbrica lógica entre el UE y el macro eNB.

La Fig. 3 representa componentes adicionales de una red LTE que incluye el macro eNB 104 y el LeNB 108-1 como se discutió anteriormente. La red LTE mostrada en la Fig. 3 incluye además una red 302 central. La red 302 central tiene varios nodos de red central, incluyendo una MME 304, una pasarela de servicio (SGW) 306 y una pasarela de paquetes (PGW) 308. Aunque solo una MME 304, la SGW 306 y la PGW 308 se representan en la Fig. 3, obsérvese que una red LTE puede incluir múltiples MME, SGW y PGW.

Como se ha indicado anteriormente, la MME 304 es un nodo de control para realizar diversas tareas de control asociadas con una red LTE. La SGW 306 encamina y reenvía paquetes de datos de portador de un UE atendido por la SGW 306, y también puede actuar como un anclaje de movilidad para el plano de usuario durante los procedimientos de transferencia. La PGW 308 proporciona conectividad entre el UE (atendido por la PGW 308) y una red 310 externa de paquetes de datos (por ejemplo, Internet, red de área local, etc.). La PGW 308 es el punto de entrada y salida para datos comunicados entre un UE en la red LTE y un elemento de red acoplado a la red 310 de datos por paquetes.

Lo siguiente supone que la celda pequeña proporcionada por el LeNB 108-1 está dentro del área de cobertura de la macrocelda proporcionada por el macro eNB 104. La celda pequeña está dentro de la cobertura de una macrocelda si una señal del macro eNB 104 puede alcanzar el LeNB 108-1 a través del enlace 116 de retroceso correspondiente (que puede ser un enlace por cable o inalámbrico).

Como se ha indicado anteriormente, los datos del plano de usuario pueden comunicarse a través de la primera conexión 112 inalámbrica entre el LeNB 108-1 y el UE 110 (y en algunos casos pueden comunicarse a través de la conexión 114 inalámbrica entre el macro eNB 104 y el UE 110). Sin embargo, los datos del plano de control se comunican a través de la segunda conexión 114 inalámbrica entre el macro eNB 104 y el UE 110 (pero no se comunican entre el LeNB 108-1 y el UE 110 a través de la conexión 112 inalámbrica). Como resultado, el protocolo del plano de control puede ser el mismo que si el UE 110 estuviera conectado al macro eNB 104 solamente (en lugar de estar también conectado al LeNB 108-1).

Se proporciona una interfaz S1 entre el macro eNB 104 y la MME 304. Sin embargo, obsérvese que la interfaz S1 no se extiende entre la MME 304 y el LeNB 108-1, ya que el LeNB 108-1 no comunica datos del plano de control al UE 110. Mantener el plano de control dentro del macro eNB 104 tiene el beneficio de que la MME 304 solo tiene que realizar un seguimiento de con qué macrocelda está asociado el UE, en lugar de con la celda pequeña. Esto hace más sencillos los procedimientos de manejo de movilidad en la MME 304, donde los procedimientos de manejo de movilidad pueden incluir transferencia, radiobúsqueda y actualización de área de seguimiento.

Para datos del plano de usuario, se puede establecer un túnel desde la SGW/PGW (que soporta el UE 110) al macro eNB 104. Este túnel puede ser un túnel de Protocolo de Tunnelización de GPRS (Servicio General de Radio por Paquetes) (GTP), en algunos ejemplos. Otros tipos de túneles pueden establecerse en otros ejemplos. Puede haber un túnel GTP por portador de UE. Obsérvese que el túnel GTP no se extiende hasta el LeNB 108-1. En algunos ejemplos, un portador de UE puede referirse a un portador de Servicios de Paquetes Mejorados (EPS), que puede establecerse entre el UE 110 y un Núcleo de Paquetes Mejorado (EPC) que incluye la SGW 306 y la PGW 308.

Los datos del plano de usuario pueden incluir datos de enlace ascendente (enviados desde el UE 110 hacia la red 302 central) y datos de enlace descendente (enviados desde la red 302 central al UE 110). Un paquete de datos de enlace descendente dirigido al UE 110 se mapea a un portador de UE en la PGW 308 que atienda al UE 110, y el paquete de datos de enlace descendente se envía a través del túnel de GTP correspondiente al macro eNB 104.

Cuando el macro eNB 104 recibe un paquete de datos de enlace descendente, el macro eNB 104 asocia el paquete de datos de enlace descendente en el túnel GTP al LeNB 108-1 correspondiente. El macro eNB envía entonces el paquete de datos de enlace descendente al LeNB 108-1, que a su vez reenvía el paquete de datos de enlace descendente al UE 110. El macro eNB 104 envía el paquete de datos de enlace descendente a través del enlace 116 de retorno entre el macro eNB 104 y el LeNB 108-1. El LeNB 108-1 transmite entonces el paquete de datos de enlace descendente a través de la conexión 112 inalámbrica entre el LeNB 108-1 y el UE 110.

Un paquete de datos de enlace ascendente se transmite en la dirección inversa desde el UE 110 al LeNB 108-1, y luego desde el LeNB 108-1 al macro eNB 104. El macro eNB 104 envía entonces el paquete de datos de enlace ascendente a través del túnel GTP respectivo para el portador de UE asociado con el UE 110 a la red 302 central.

Obsérvese que el UE 110 también puede comunicar datos del plano de usuario a través del macro eNB 104 (además de comunicar datos del plano de usuario a través del LeNB 108-1). En algunos ejemplos, el UE 110 no establece una conexión del plano de usuario con el macro eNB 104 y LeNB 108-1 simultáneamente.

La Fig. 4 muestra pilas de protocolos del plano de control en diversos nodos para comunicar datos del plano de control. La pila de protocolos en el UE 110 incluye una capa 402 física (PHY), una capa 404 de Control de Acceso al Medio (MAC), una capa 406 de Control de Enlace de Radio (RLC), una capa 408 de Protocolo de Convergencia de Datos por Paquetes (PDCP), una capa 410 de Control de Recursos de Radio (RRC) y una capa 412 de Estrato Sin Acceso (NAS). Los datos del plano de control de las capas superiores (incluyendo la capa 410 de RRC y la capa 412 de NAS) pueden pasar a través de las capas inferiores, incluyendo la capa 408 de PDCP, la capa 406 de RLC, la capa 404 de MAC y la capa 402 física, para la transmisión al macro eNB 104. En algunos ejemplos, los datos del plano de control que se envían a través de la conexión inalámbrica entre el UE 110 y el macro eNB 104 incluyen mensajes NAS y RLC.

En algunas implementaciones, para soportar la conexión doble del UE 110 tanto con el macro eNB 104 como con el LeNB 108-1, al menos algunas de las capas inferiores (incluyendo 408, 406, 404 y 402) pueden replicarse como capa(s) inferior(es) replicada(s) en el UE 110, donde la capa(s) replicada(s) se representan como el recuadro 430 discontinuo. La(s) capa(s) 430 inferior(es) replicada(s) puede(n) usarse para establecer una conexión inalámbrica con el LeNB 108-1 para la comunicación de datos del plano de usuario con el LeNB 108-1. La(s) 430 capa(s) inferior(es) replicada(s) para la comunicación de datos del plano de usuario se analiza(n) adicionalmente a continuación.

Obsérvese que en otros ejemplos, no tiene que realizarse la replicación de capas de pila de protocolos. Por ejemplo, solo un conjunto de capas (408, 406, 404, 402) inferiores puede proporcionarse en el UE 110, de manera que el UE 110 puede establecer solo una única conexión inalámbrica física (que está conectada al macro eNB 104 y LeNB 108-1 en diferentes momentos). Sin embargo, en tales implicaciones, el UE 110 es capaz de establecer múltiples conexiones inalámbricas lógicas simultáneas (proporcionadas a través de la conexión inalámbrica física) para permitir la comunicación de datos con el LeNB y el macro eNB 104.

La pila de protocolos en el macro eNB 104 incluye una capa 414 física, una capa 416 de MAC, una capa 418 de RLC, una capa 420 de PDCP y una capa 422 de RRC. Además, la MME 304 incluye una capa 424 de NAS para interactuar con la capa 412 de NAS en el UE 110.

La capa 402 o 414 física es la capa más baja en el nodo correspondiente (UE 110 o macro eNB 104). La capa 402 o 414 física puede incluir hardware de red para transmitir señales a través de un enlace inalámbrico. La capa 404 o 416 de MAC proporciona mecanismos de direccionamiento y control de acceso al canal.

La capa 406 o 418 de RLC puede proporcionar al menos algunas de las siguientes funcionalidades de ejemplo, tal como se describe en el documento TS 36.322 del 3GPP:

- transferencia de Unidades de Datos por Paquetes (PDU) de capa superior;
- corrección de errores, tal como usando Solicitud Automática de Repetición (ARQ);
- concatenación, segmentación y reensamblaje de Unidades de Datos de Servicio (SDU) de RLC;
- reordenamiento de las PDU de datos de RLC;
- detección de datos duplicados;
- descarte de una SDU de RLC;
- Restablecimiento de RLC; y
- detección de errores en el protocolo.

La capa 408 o 420 de PDCP puede proporcionar al menos algunas de las siguientes funcionalidades en el plano de usuario, como se describe en el documento TS 36.323 del 3GPP:

- compresión y descompresión de cabecera;
- transferencia de datos de usuario;
- entrega en secuencia de PDU de capa superior;
- detección duplicada de SDU de capa inferior;
- retransmisión de las SDU de PDCP;
- cifrado y descifrado; y
- descarte de SDU basado en temporizador en el enlace ascendente.

Las funcionalidades de ejemplo soportadas por la capa 408 o 420 de PDCP para el plano de control pueden incluir:

- cifrado y protección de integridad; y
- transferencia de datos del plano de control.

5 La capa 410 o 422 de RRC puede usarse para realizar al menos algunas de las siguientes funcionalidades de ejemplo, como se describe en el documento TS 36.331 del 3GPP:

- control de decisiones de transferencia basándose en mediciones de celdas vecinas enviadas por el UE;
- transmisión de una página a un UE;
- difusión de información del sistema;
- control de la informes de medición de UE; y
- 10 • asignación de una identidad temporal a un UE.

La capa 412 o 424 de NAS puede proporcionar al menos algunas de las siguientes funcionalidades de ejemplo, como se describe en el documento TS 23.060 del 3GPP:

- conexión de red de un UE;
- autenticación de un UE;
- 15 • establecimiento de portadores; y
- gestión de movilidad.

Aunque anteriormente se proporcionan diversas funcionalidades de ejemplo para las diversas capas de la Fig. 4, se observa que en otros ejemplos, las funcionalidades adicionales o alternativas pueden proporcionarse por capas respectivas.

20 En algunos escenarios, un LeNB es capaz de hacer que el macro eNB 104 envíe un mensaje RLC al UE 110. Por ejemplo, si el LeNB se da cuenta de que una configuración, tal como una configuración de enlace de radio asociada con el UE 110, va a cambiar, entonces el LeNB puede enviar información de actualización al macro eNB 104. Esto hace que el macro eNB 104 envíe el mensaje de RRC respectivo al UE 110 para realizar el cambio de configuración para el enlace de radio entre el LeNB y el UE 110. En comparación con un mensaje de RRC que se envía directamente desde un eNB al UE 110, la retransmisión de información relacionada con RRC desde el LeNB al macro eNB 104 y luego al UE 110 está asociada con cierta cantidad de retardo (latencia).

30 Desde la perspectiva del UE 110, el UE 110 mantiene una única conexión de RRC al macro eNB 104 siempre que el UE 110 esté dentro del área de cobertura de la macrocelda proporcionada por el macro eNB 104. En consecuencia, no se realiza transferencia dura desde una macrocelda a una celda pequeña, o entre celdas pequeñas. Esto puede permitir evitar fallos de transferencia que se pueden producir si se realizan transferencias duras entre una macrocelda y una celda pequeña o entre celdas pequeñas. Una transferencia dura implica interrumpir una conexión inalámbrica entre una celda de origen y un UE antes de establecer una nueva conexión inalámbrica entre una celda de destino y el UE.

Sin embargo, como se ha indicado anteriormente, el macro eNB 104 puede actuar como una pasarela para gestionar transferencias suaves de un UE entre diferentes celdas.

35 Cuando un UE está conectado a una celda pequeña para la comunicación de datos en el plano de usuario, y conectado a una macrocelda para la mensajería en el plano de control, entonces las asignaciones de Portadores de Radio de Señalización (SRB) y Portadores de Radio de Datos (DRB) a canales lógicos, de transporte y físicos respectivos en el enlace descendente y el enlace ascendente se representan en las Figs. 5 y 6, respectivamente. Según LTE, un Portador de Radio de Señalización (SRB) es un Portador de Radio (RB) que se usa solo para la transmisión de mensajes RRC y NAS. Se pueden proporcionar tres SRB, incluyendo SRB0, SRB1 y SRB2. Como se describe en los estándares LTE, SRB0, SRB1 y SRB2 se usan para transportar diferentes datos del plano de control (mensajes RRC o mensajes NAS) en diferentes escenarios.

Un Portador de Radio de Datos (DRB) transporta datos de portador entre un UE y un eNB. Los SRB y DRB según LTE se describen adicionalmente en el documento TS 36.323 del 3GPP.

45 Para las comunicaciones de enlace descendente, como se muestra en la Fig. 5, SRB0, SRB1 y SRB2 pueden transmitirse en varios canales lógicos de enlace descendente, canales de transporte de enlace descendente y canales físicos de enlace descendente en la macrocelda 102. SRB0 se mapea a un Canal de Control Común (CCCH), mientras que SRB1 y SRB2 se mapean a Canales de Control Dedicados (DCCH) respectivos.

Los datos del plano de usuario de enlace descendente se transportan en diversos DRB, incluyendo DRB0 a DRB7, por ejemplo. Los DRB se correlacionan con Canales de Tráfico Dedicados (DTCH) respectivos.

Los CCCH, DCCH y DTCH son canales lógicos de enlace descendente. Los canales lógicos de enlace descendente en la Fig. 5 también incluyen un Canal de Control de Radiobúsqueda (PCCH) y un Canal de Control de Difusión (BCCH).

5 Los diversos canales lógicos de enlace descendente de la Fig. 5 se correlacionan con canales de transporte de enlace descendente respectivos. Los DTCH se correlacionan con un Canal Compartido de Enlace Descendente (DL-SCH) en la celda 106 pequeña. Obsérvese que en algunos ejemplos, los DTCH también pueden mapearse a un DL-SCH de la macrocelda 102 (para casos en los que pueden enviarse datos del plano de usuario de enlace descendente a través de la macrocelda 102 además de o en lugar de enviarse a través de la celda 106 pequeña).

10 El CCCH y los DCCH que transportan los SRB se mapean a un DL-SCH en la macrocelda 102. El BCCH se mapea a un Canal de Difusión (BCH) y al DL-SCH. El PCCH se mapea al PCH en la macrocelda 102.

Los diversos canales de transporte de enlace descendente de la Fig. 5 se mapean además a canales físicos de enlace descendente. El DL-SCH en la celda 106 pequeña se mapea a un Canal Físico Compartido de Enlace Descendente (PDSCH) en la celda 106 pequeña. El PCH y el DL-SCH en la macrocelda 102 se mapean a un PDSCH en la macrocelda 102. El BCH en la macrocelda 102 se mapea a un Canal Físico de Difusión (PBCH) en la macrocelda 102.

El mapeo entre los diversos portadores de radio, canales lógicos, canales de transporte y canales físicos describe cómo se transportan los portadores de radio respectivos en los canales correspondientes. Por ejemplo, un DRB se transporta en un DTCH, que a su vez se transporta en un DL-SCH de la celda 106 pequeña, que se transporta en el PDSCH de la celda 106 pequeña. De manera similar, un SRB en la macrocelda 102 se transporta en un CCCH o DCCH de la macrocelda 102, que a su vez se transporta en el DL-SCH de la macrocelda 102, que además se transporta en el PDSCH de la macrocelda 102. En el enlace descendente, los SRB pueden utilizar PCH y BCH, y el DL-SCH y el BCCH se envían a través del PDSCH de macrocelda.

25 Para soportar el PDSCH en la macrocelda 102, se proporciona un Canal Físico de Control de Enlace Descendente (PDCCH) en la macrocelda 102, donde el PDCCH transporta información de control para soportar la comunicación en el PDSCH. De manera similar, para soportar el PDSCH en la celda 106 pequeña, también se proporciona un PDCCH en la celda 106 pequeña. Aunque no se muestra, un E-PDCCH (PDCCH Mejorado) también puede soportarse en la macrocelda 102 y la celda 106 pequeña.

La Fig. 6 muestra el mapeo de los portadores de radio de enlace ascendente (incluyendo SRB0-SRB2 y DRB0-DRB7) a diversos canales lógicos de enlace ascendente, canales de transporte de enlace ascendente y canales físicos de enlace ascendente. En la macrocelda 102, un SRB0 de enlace ascendente se mapea al CCCH en la macrocelda 102, y un SRB1 de enlace ascendente y un SRB2 de enlace ascendente se mapean a DCCH respectivos en la macrocelda 102. El CCCH y el DCCH en la macrocelda 102 se mapean a un Canal Compartido de Enlace Ascendente (UL-SCH) en la macrocelda 102, que a su vez se mapea a un Canal Físico Compartido de Enlace Ascendente (PUSCH) en la macrocelda 102. En la macrocelda 102, un Canal de Acceso Aleatorio (RACH) se mapea a un Canal Físico de Acceso Aleatorio (PRACH). También se define un Canal Físico de Control de Enlace Ascendente (PUCCH) en la macrocelda 102 para soportar la transmisión de enlace ascendente a través del PUSCH.

Los portadores de datos DRB se correlacionan con respectivos DTCH, que a su vez se correlacionan con un UL-SCH en la celda 106 pequeña. El UL-SCH se mapea a un PUSCH en la celda 106 pequeña. Además, la celda 106 pequeña también está provista de un RACH que está mapeado a un PRACH. Además, un PUCCH en la celda 106 pequeña soporta comunicaciones de enlace ascendente a través del PUSCH en la celda 106 pequeña.

El PRACH en la macrocelda 102 o celda 106 pequeña puede usarse para iniciar la sincronización con el macro eNB 104 o LeNB 108-1 respectivo. El PUCCH se usa para transportar diversa información de control asociada con transmisiones de enlace ascendente en el PUSCH en la macrocelda 102 o celda 106 pequeña.

45 En el enlace ascendente, los SRB se transportan sobre el PUSCH de la macrocelda 102, mientras que los DRB se transportan sobre el PUSCH tanto de la macrocelda 102 como de la celda 106 pequeña. Para soportar la transmisión de enlace ascendente, PRACH y PUCCH se definen tanto en la macrocelda 102 como en la celda 106 pequeña. El PRACH, por ejemplo, se usa para obtener una alineación de tiempo separada con el macro eNB 104 y el LeNB 108, porque el LeNB planifica el DL-SCH independientemente del macro eNB. Obsérvese también que un UE de conexión dual tiene que sincronizarse tanto con la macrocelda 102 como con la celda 106 pequeña, lo que puede conseguirse obteniendo la alineación de tiempo separada a la que se hace referencia anteriormente. Además, también se proporciona PUCCH en la celda 106 pequeña para transportar información de retroalimentación de canal y Acuse de Recibo/Acuse de Recibo Negativo (ACK/NACK) de Solicitud Híbrida de Repetición Automática (HARQ) asociado con el LeNB.

55 En ambas Figs. 5 y 6, obsérvese que los DRB y DTCH no se representan como parte de la celda 106 pequeña o la macrocelda 102. La ubicación de los DRB y los DCH depende de dónde se produce una división en la pila de protocolos del plano de usuario entre el macro eNB y el LeNB, como se analiza más adelante. Dependiendo de dónde se divida la pila de protocolos por encima de la capa de MAC entre el macro eNB y el LeNB, un DRB y el DTCH asociado posiblemente pueden residir en la macrocelda o en la celda pequeña.

División de la Pila de Protocolos del Plano de Usuario

El plano de usuario puede incluir diversas capas de protocolo, incluyendo una capa de PDCP, una capa de RLC, una capa de MAC y una capa física. Al menos algunas de estas capas de protocolo pueden incluirse en el LeNB. Qué capas de protocolo se incluyen en el LeNB depende de dónde se divide una pila de protocolos del plano de usuario en el macro eNB. Dividir una pila de protocolos del plano de usuario en un punto dado da como resultado múltiples rutas del plano de usuario, con una ruta del plano de usuario a través del macro eNB y otra ruta del plano de usuario a través del LeNB. La división puede realizarse en uno de varios puntos diferentes en la pila de protocolos del plano de usuario, como se analizó en relación con los diseños 1-4 de división a continuación. La distribución de datos a lo largo de las diferentes rutas del plano de usuario puede implicar la distribución de datos a nivel del Portador de Radio (RB). Por lo tanto, por ejemplo, los datos de algunos DRB se pueden comunicar a través de la ruta del plano de usuario a través del LeNB, mientras que los datos de otros DRB se pueden comunicar a través de la ruta del plano de usuario a través del macro eNB. La comunicación de datos de algunos DRB a través de una ruta del plano de usuario que se extiende a través de un LeNB puede denominarse descarga de los datos de tales DRB desde el macro eNB al LeNB.

En términos de seguridad, la capa PDCP proporciona cifrado y protección de integridad para el plano de control, y cifrado para el plano de usuario. Si la celda 106 pequeña está en el área de cobertura de la macrocelda 102, la capa de PDCP se opera como si la celda pequeña fuera parte de la macrocelda, para que las claves de seguridad (cifrado y protección de integridad) tanto para el plano de control como para el plano de usuario se generen y actualicen con referencia al macro eNB.

Las Unidades de Datos de Servicio (SDU) de RLC se fragmentan y/o concatenan según sea apropiado para encajar en recursos de transmisión disponibles. Este proceso está coordinado estrechamente por la capa de MAC que indica a cada entidad de RLC cuántos datos se permite que la entidad de RLC envíe a medida que surge cada oportunidad de transmisión. Debido al acoplamiento estrecho entre las capas de RLC y de MAC, puede ser útil mantener las capas de RLC y de MAC en el mismo eNB, en algunos ejemplos.

Para la descarga de datos a través de una celda pequeña, los canales de control lógicos asociados con el modo transparente de RLC, tales como BCCH, PCCH y CCCH, se transmiten directamente desde el macro eNB. Por lo tanto, la celda pequeña no tiene que manejar paquetes de modo transparente en este caso. Para los UE heredados, o aquellos UE incapaces de conexiones dobles, un eNB de celda pequeña puede actuar como un eNB normal, y en ese caso, todos esos canales de control serían soportados por la celda pequeña.

Diseño 1 de División

Aunque el tráfico de datos puede dividirse en dos rutas paralelas (una a la macrocelda, la otra a la celda pequeña) directamente por la SGW, esto puede hacer que aumente el tráfico de señalización a través de la red central, especialmente a medida que aumenta el número de celdas pequeñas.

Una opción para soportar descarga de datos a celdas pequeñas puede ser dividir los datos del plano de usuario antes de la capa de PDCP en el macro eNB; en esta disposición, se despliega una pila de PDCP/RLC/MAC separada en la celda pequeña mientras que todavía se puede usar un único RRC en el macro eNB para realizar funciones tales como movilidad, radiobúsqueda, difusión, activación/desactivación de celda pequeña, seguridad y provisión de informes de medición de UE.

En el diseño 1 de división, la pila de protocolos del plano de usuario puede dividirse justo por encima de la capa de PDCP en el macro eNB 104, como se muestra en la Fig. 7. La división se produce en un punto de división entre la capa 420 de PDCP y una capa justo por encima de la capa 420 de PDCP en el macro eNB 104. Los datos del plano de usuario se encaminan a la macrocelda y a continuación se dividen antes de la capa 420 de PDCP. En este diseño, todo o un subconjunto de Portadores de Radio de Datos (DRB) pueden asignarse a la celda pequeña. Un planificador de nivel de Portador de Radio (RB), en forma de lógica 720 de distribución de datos, puede usarse en la macrocelda para determinar si un RB va a manipularse por la macrocelda o la celda pequeña. Debido a que la división de datos se produce por encima de la capa de MAC, la capa de MAC puede soportar enlaces de retorno con diversas latencias entre la macrocelda y la celda pequeña. Con el diseño 1 de división, solo los datos del plano de usuario son manejados por el LeNB 108-1 mientras que los datos del plano de control y el enrutamiento de datos son manejados por el macro eNB 104. La descarga de datos se produce a nivel de DRB, es decir, el LeNB 108-1 transporta diferentes DRB del macro eNB 104. Con el diseño 1 de división, el UE 110 está configurado para tener dos capas de MAC separadas, una que se comunica con el macro eNB 104 y la otra que se comunica con el LeNB 108-1. La programación dinámica de datos se realiza independientemente en cada celda, ya que se usa una capa de MAC separada en la celda pequeña.

Las capas 414, 416, 418, 420 y 422 de protocolo en el macro eNB 104 son las mismas que las capas correspondientes representadas en la Fig. 4. La Fig. 7 muestra una ruta 702 de señalización, que se extiende a través de la capa 422 de RRC y las capas 420, 418, 416 y 414 inferiores.

En la Fig. 7 también se representan dos rutas 704 y 706 de plano de usuario (creadas debido a la división por encima de la capa 420 de PDCP). La ruta 704 de plano de usuario se extiende a través de la capa 420 de PDCP, la capa 418 de RLC, la capa 416 de MAC y la capa 414 física en el macro eNB 104. Por otro lado, la ruta 706 del plano de usuario se extiende desde el macro eNB 104 a través de las siguientes capas de protocolo en el LeNB 108-1: la capa 714 de

PDCP, la capa 712 de RLC, la capa 710 de MAC y la capa 708 física. Dividiendo la pila de protocolos del plano de usuario por encima de la capa 420 de PDCP en el macro eNB 104, todas las capas de PDCP, de RLC, de MAC y físicas se replican en el LeNB 108-1. En algunos ejemplos, también se puede incluir una capa de RRC en el LeNB 108-1 para realizar ciertas funciones de RRC para la configuración de recursos de radio. Sin embargo, obsérvese que las funciones del plano de control todavía son manejadas por el macro eNB 104.

Desplegar una pila de protocolos que incluye todas las capas de PDCP, de RLC, de MAC y físicas puede aumentar la complejidad del LeNB 108-1. Sin embargo, dividir la pila de protocolos del plano de usuario por encima de la capa 420 de PDCP implica un cambio mínimo en la pila de protocolos desplegada en el LeNB 108-1.

Además, desplegar tanto la capa de RLC como la capa de MAC en el LeNB 108-1 también permite una coordinación más fácil entre las capas de RLC y de MAC. Obsérvese que una SDU de RLC puede fragmentarse o concatenarse según sea apropiado para encajar en recursos de transmisión disponibles en la capa de MAC. Este proceso puede coordinarse por la capa de MAC, lo que puede indicar a la capa de RLC cuántos datos se permite enviar a la capa de RLC a medida que surge cada oportunidad de transmisión. No dividir las capas de RLC y de MAC entre el macro eNB y LeNB hace que dicha coordinación sea más sencilla.

Además, puede proporcionarse una interacción más estrecha entre la lógica de Solicitud de Repetición Automática Híbrida (HARQ) en la capa de MAC y la capa de RLC. La lógica de HARQ en la capa de MAC puede indicar transmisiones fallidas a la capa de RLC, para hacer que la lógica de RLC realice la retransmisión sin esperar un Acuse de Recibo Negativo (NACK) desde la lógica de RLC de recepción (en el dispositivo de recepción).

Por otro lado, en comparación con la división por debajo de la capa de RLC, proporcionar la capa de RLC en el LeNB 108-1 puede no permitir la transferencia de contexto de RLC, ya que la capa de RLC puede restablecerse durante la transferencia entre celdas pequeñas. Durante la transferencia, cualquier PDU de RLC restante (no transmitida) puede ser eliminada cuando la pila de protocolos es restablecida en la celda de destino. Un nodo central (tal como el macro eNB 104) puede no ser capaz de incluir un búfer de retransmisión para contener PDU de RLC para retransmisión después de la transferencia a la celda de destino.

En el diseño 1 de división, todos o un subconjunto de DRB pueden asignarse al LeNB 108-1. En algunas implementaciones, la lógica 720 de distribución de datos dirige los DRB entre las dos rutas de plano de usuario 704 y 706. La lógica 720 de distribución de datos puede proporcionarse en el macro eNB 104 para determinar, en la configuración de portador, si un DRB dado va a comunicarse con el UE por la macrocelda o la celda pequeña. En el diseño 1 de división, la lógica 720 de distribución de datos puede implementarse en lógica por encima de la capa 420 de PDCP para decidir si el DRB dado debe pasar a la capa 420 de PDCP (en el macro eNB 104) o a la capa 714 de PDCP (en el LeNB 108-1).

Debido a que la división de datos se produce por encima de la capa 416 de MAC en el macro eNB 104, el enlace (116 en la Fig. 1) de retroceso entre el macro eNB 104 y el LeNB 108-1 puede tolerar latencias más grandes, ya que no tiene que realizarse coordinación entre diferentes capas de la pila de protocolos del plano de usuario divididas a través del macro eNB 104 y el LeNB 108-1. Una capa (710) de MAC independiente en LeNB 108-1 para la programación dinámica de datos de los datos del plano de usuario a través de la celda pequeña es parte de algunas realizaciones.

La Fig. 7 también muestra capas de protocolo (dentro del recuadro 724 discontinuo) que se usan para UE heredados u otros UE que no son capaces de conexiones dobles. La presencia de las capas (724) de protocolo permite que el LeNB 108-1 aparezca como un eNB normal para los UE anteriores.

Diseño 2 de División

En el diseño 2 de división, la pila de protocolos del plano de usuario puede dividirse justo debajo de la capa 420 de PDCP, como se muestra en la Fig. 8. La división se produce en un punto de división entre la capa 420 de PDCP y la capa 418 de RLC en el macro eNB 104. En este diseño de división, se mantiene una única capa 420 de PDCP en el macro eNB 104, sin ninguna capa de PDCP proporcionada en el LeNB 108-1. Los datos que van a la celda pequeña se dividen después de la capa 420 de PDCP.

La lógica 720 de distribución de datos (que proporciona planificación de datos entre celdas) puede proporcionarse en el macro eNB 104 para determinar si un RB va a gestionarse por el macro eNB 104 o el LeNB 108-1. En algunos ejemplos, la programación de datos entre celdas proporcionada por la lógica 720 de distribución de datos puede especificar que todas los SRB son manejados por el macro eNB 104 y todas los DRB son manejados por el LeNB 108-1.

El diseño 2 de división conserva la interacción más estrecha entre las capas de MAC y de RLC. La capa de MAC puede indicar transmisiones fallidas a la capa de RLC. La entidad de transmisión de RLC puede retransmitir sin esperar un NACK en un informe de estado desde la entidad de RLC de recepción. El tamaño de la PDU de RLC puede ser proporcionado a la capa de RLC internamente por la capa de MAC.

Por otro lado, el diseño 2 de división puede no permitir la transferencia de contexto de RLC, tal como para el reinicio de RLC en caso de descarga de datos a una celda pequeña diferente. Cualquier PDU de RLC restante se elimina cuando la pila de protocolos se restablece en la celda pequeña de destino. Para evitar la pérdida de paquetes, la capa

420 de PDCP en el macro eNB 104 puede tener que implementar un búfer de retransmisión para contener paquetes hasta que los paquetes se entreguen con éxito por la capa 712 de RLC en el LeNB 108-1. La capa 420 de PDCP puede permitir que los paquetes sean retransmitidos al UE (si está en el Modo de Acuse de Recibo de RLC) después de una transferencia a la celda pequeña de destino. Esto puede implicar una indicación de la capa de RLC. Además de la sobrecarga de señalización, puede tener que proporcionarse un búfer de retransmisión más grande en la capa de PDCP para soportar latencias de retorno más altas.

La Fig. 8 representa una ruta 802 del plano de usuario y una ruta 804 del plano de usuario divididas por debajo de la capa 420 de PDCP. La ruta 802 del plano de usuario se extiende desde la capa 420 de PDCP a través de la capa 418 de RLC, la capa 416 de MAC y la capa 414 física del macro eNB 104. La ruta 804 del plano de usuario se extiende desde la capa 420 de PDCP en el macro eNB 104 a través de la capa de RLC, la capa 710 de MAC y la capa 708 física en el LeNB 108-1.

Como con el diseño 1 de división, también pueden estar presentes con el diseño 2 de división diversos beneficios o problemas asociados con proporcionar las capas de RLC y de MAC en el LeNB 108-1.

La Fig. 8 también muestra la lógica 720 de distribución de datos en el macro eNB 104 que puede incluir la lógica de distribución de datos para dirigir los DRB entre el macro eNB 104 y el LeNB 108-1. Por ejemplo, un DRB puede ser dirigido por la lógica 720 de distribución de datos a lo largo de la ruta 802 del plano de usuario, de manera que el DRB se comunique por el macro eNB 104 al UE. Otro DRB puede ser dirigido por la lógica 720 de distribución de datos a la ruta 804 del plano de usuario, en cuyo caso este otro DRB se encamina a través del LeNB 108-1 para su transmisión al UE.

En el diseño 2 de división, la lógica 720 de distribución de datos puede ser parte del PDCP 420 en el macro eNB 104, por ejemplo.

En la Fig. 9 se muestran detalles adicionales de las capas de protocolo en el macro eNB 104 para el diseño 2 de división. Los portadores 902 de radio (representados por óvalos respectivos) están sujetos a procesamiento en la capa 420 de PDCP. Los portadores 902 de radio pueden incluir SRB y DRB. La capa 420 de PDCP incluye una lógica 904 de Compresión y Descompresión de Cabecera Robusta (ROHC), una lógica 906 de seguridad y una lógica de planificación entre celdas (que se proporciona mediante la lógica 720 de distribución de datos representada en la Fig. 8, por ejemplo).

La lógica 720 de distribución de datos determina, en la configuración de portador de radio, si un portador de radio (SRB o DRB) va a comunicarse por una macrocelda o una celda pequeña. En algunos ejemplos, la lógica 720 de distribución de datos puede determinar que todos los SRB han de ser manejados por el macro eNB 104, mientras que todos los DRB han de ser manejados por el LeNB 108-1. Sin embargo, es posible que los DRB se dividan entre el macro eNB 104 y el LeNB 108.

Los portadores de radio (SRB o DRB) que van a gestionarse por el macro eNB 104 se dirigen mediante la lógica 720 de planificación entre celdas a lo largo de rutas 908 respectivas a la capa 418 de RLC en el macro eNB 104. Por otro lado, los DRB que van a dirigirse al LeNB 104-1 se encaminan a lo largo de rutas 910 respectivas al LeNB 108-1.

La capa 418 de RLC incluye la lógica 912 de segmentación y ARQ, que procesa los datos recibidos a través de las rutas 908 desde la capa 420 de PDCP.

Los datos de la capa 418 de RLC se transportan en canales 914 lógicos respectivos a la capa 416 de MAC en el macro eNB 104. La capa 416 de MAC incluye planificación de unidifusión y lógica 916 de manejo de prioridad, lógica 918 de multiplexación y lógica 920 de HARQ. Los datos de la capa 416 de MAC se transportan en canales 922 de transporte respectivos.

Las funcionalidades de la lógica 904, 906, 912, 916, 918 y 920 se describen en diversas especificaciones de 3GPP.

Aunque no se muestra, la capa 712 de RLC y la capa 710 de MAC (Fig. 8) del LeNB 108-1 tienen componentes similares a los de la capa 418 de RLC y la capa 416 de MAC, respectivamente, mostradas en la Fig. 9.

La Fig. 10A muestra capas de protocolo en el UE 110, LeNB 108-1 y macro eNB 104 según el diseño 2 de división. El UE 110 incluye la capa 408 de PDCP, la capa 406 de RLC, la capa 404 de MAC y la capa 402 física. La capa 406 de RLC, la capa 404 de MAC, y la capa 402 física del UE 110 interactúan con la capa 712 de RLC correspondiente, la capa 710 de MAC, y la capa 708 física del LeNB 108-1. La capa 408 de PDCP en el UE 110 interactúa con la capa 420 de PDCP en el macro eNB 104.

Además, el LeNB 108-1 tiene capas 1002 de protocolo inferiores para interactuar con las capas 1004 de protocolo inferiores correspondientes en el macro eNB 104, para permitir la comunicación entre el LeNB 108-1 y el macro eNB 104. Estas capas 1002 y 1004 de protocolo inferiores pueden implementar la interfaz X3 (enlace 116 de retroceso de la Fig. 1) entre el LeNB 108-1 y el macro eNB 104.

La Fig. 10B proporciona una vista diferente de las capas de protocolo en el UE 110, LeNB 108-1 y macro eNB 104.

En la Fig. 10B, se muestra que el UE 110 tiene dos conjuntos de capas de RLC/MAC/PHY para comunicarse con el LeNB 108-1 y el macro eNB 104 respectivos.

Diseño 3 de División

En el diseño 3 de división, la pila de protocolos del plano del usuario se divide justo por debajo de la capa 418 de RLC en el macro eNB 104, tal como se muestra en la Fig. 11. La división se produce en un punto de división entre la capa 418 de RLC y la capa 416 de MAC en el macro eNB 104. En este diseño de división, se proporcionan una única capa 420 de PDCP y una capa 418 de RLC en el macro eNB 104. Los datos del plano de usuario que van a la celda pequeña se dividen después de la capa 418 de RLC en el macro eNB 104. La lógica 720 de distribución de datos (para proporcionar planificación de datos entre celdas) se implementa para determinar si los paquetes de RLC van a manipularse por el macro eNB 104 o el LeNB 108-1. El diseño 3 de división también permite enviar un paquete de RLC retransmitido a una celda distinta del paquete de RLC original, aprovechando así mejor las condiciones de canal cambiantes entre la macrocelda y la celda pequeña.

El diseño 3 de división, sin embargo, puede no preservar la interacción más estrecha entre las capas de MAC y de RLC en caso de una gran latencia de retorno entre la macrocelda y la celda pequeña. El tamaño de la PDU de RLC se proporciona a la capa de RLC a través de la interfaz de retorno por la capa de MAC. Por otro lado, el diseño 3 de división permite la transferencia de contexto de RLC. El RLC no tiene que ser reiniciado en la transferencia desde un LeNB a otro LeNB bajo la cobertura del mismo macro eNB. La transmisión en el LeNB de destino continúa desde la última PDU de RLC en el LeNB origen cuando la pila de protocolos MAC/PHY se restablece en el LeNB de destino. El macro eNB es el nodo central que contiene un búfer de retransmisión, donde los paquetes de RLC pueden retransmitirse al UE (si está en modo de Acuse de Recibo de RLC) después de la transferencia al nodo B de destino.

La división por debajo de la capa 418 de RLC da como resultado una primera ruta 1102 del plano de usuario y una segunda ruta 1104 del plano de usuario. La primera ruta 1102 del plano de usuario se extiende desde la capa 418 de RLC a través de la capa 416 de MAC y la capa 414 física. La segunda ruta 1104 del plano de usuario se extiende desde la capa 418 de RLC en el macro eNB 104 a través de la capa 710 de MAC y la capa 7108 física en el LeNB 108-1. En implementaciones según el diseño 3 de división, la lógica 720 de distribución de datos puede proporcionarse en la capa 418 de RLC para dirigir datos entre la macrocelda y la celda pequeña.

La Fig. 12 muestra detalles adicionales de las capas de protocolo del macro eNB 104 según el diseño 3 de división. Como se representa en la Fig. 12, la lógica de programación entre celdas (proporcionada por la lógica 720 de distribución de datos) se incluye en la capa 418 de RLC, en lugar de en la capa 420 de PDCP mostrada en la Fig. 9 para el diseño 2 de división. La lógica de programación entre celdas 720 puede dirigir SRB o DRB a lo largo de las rutas 1202 para que los datos sean transmitidos al UE por el macro eNB 104, o a lo largo de las rutas 1204 para que los datos sean encaminados a través del LeNB 108-1 para su transmisión al UE.

Los módulos restantes de las pilas de protocolos son similares a los módulos correspondientes representados en la Fig. 9.

La Fig. 13A muestra pilas de protocolos implementadas en el UE 110, LeNB 108-1 y macro eNB 104 para el diseño 3 de división.

La disposición de la Fig. 13A es similar a la disposición representada en la Fig. 10A para el diseño 2 de división, excepto en la Fig. 13A, el LeNB 108-1 incluye solo la capa 710 de MAC y la capa 708 física. Las capas 1302 inferiores en el LeNB 108-1 se proporcionan para interactuar con las capas 1304 inferiores correspondientes en el macro eNB 104.

La Fig. 13B proporciona una vista diferente de las capas de protocolo en el UE 110, LeNB 108-1 y macro eNB 104. En la Fig. 13B, se muestra que el UE 110 tiene dos conjuntos de capas de MAC/PHY para comunicarse con el LeNB 108-1 y el macro eNB 104 respectivos.

Ya que la división de la pila de protocolos del plano del usuario se produce después de la capa 418 de RLC en el diseño 3 de división, la transferencia de contexto RLC se habilita durante la transferencia entre celdas pequeñas. Por ejemplo, la capa de RLC en el macro eNB 104 puede incluir un búfer de retransmisión para almacenar PDU de RLC que van a retransmitirse en la celda de destino después de la transferencia.

Dividir la capa de RLC y la capa de MAC entre el macro eNB 104 y el LeNB 108-1 no permite una coordinación más sencilla y una interacción más estrecha entre la capa de RLC y la capa de MAC en el LeNB 108-1 que está disponible con los diseños 1 y 2 de división.

Diseño 4 de División

El diseño 4 de división se muestra en la Fig. 14, en la que la pila de protocolos del plano del usuario se divide justo después de la capa 416 de MAC en el macro eNB 104. La división se produce en un punto de división entre la capa 416 de MAC y la capa 414 física en el macro eNB 104. Los datos de un portador de radio (SRB o DRB) de un UE son programados por el MAC en el macro eNB para enviarse a través de la macrocelda o las celdas pequeñas. Con el diseño 4 de división, solo hay una capa de MAC, que reside en el macro eNB 104. La capa 416 de MAC en el macro eNB 104

puede enviar datos selectivamente a través de una de las dos capas físicas separadas en el macro eNB y el LeNB.

En la capa 416 de MAC, cada lógica 918 de multiplexación está asociada con dos módulos 1402 y 1404 de HARQ. Cada módulo 1402 de HARQ proporciona datos sobre un DL-SCH respectivo transmitido por la capa 414 física del macro eNB 104 a través de la conexión 114 inalámbrica entre el macro eNB 104 y el UE. Por otro lado, cada módulo 1404 de HARQ proporciona datos en un DL-SCH 1408 que se transmite por la capa 708 física del LeNB 108-1 a través de la conexión 112 inalámbrica entre el LeNB 108-1 y el UE. La programación para dirigir datos entre las dos rutas se puede producir en la lógica 918 de multiplexación.

Nodos de Red de Acceso Inalámbrico Local Fuera del Área de Cobertura de la Macrocelda

El análisis anterior se refiere a LeNB que están dentro del área de cobertura de una macrocelda. Sin embargo, cuando un LeNB está fuera del área de cobertura de cualquier macrocelda, el LeNB está configurado para manejar tanto los datos del plano de control como los datos del plano de usuario. Como resultado, el LeNB que está fuera del área de cobertura de una macrocelda puede configurarse con capas de NAS, de RRC, de PDCP, de RLC, de MAC y físicas para permitir que el LeNB maneje datos del plano de control y datos del plano de usuario.

La Fig. 15 ilustra una disposición de ejemplo que incluye LeNB que están fuera del área de cobertura de cualquier macrocelda. La Fig. 15 muestra macroceldas 1502, 1504 y 1506, que están soportadas por los respectivos macro eNB 1508, 1510 y 1512. Además, la Fig. 15 muestra los LeNB 1514, 1516 y 1518 que están fuera del área de cobertura de cualquier macro eNB.

El LeNB 1514 es un LeNB que opera en un primer modo. En el primer modo, el LeNB 1514 se conecta directamente a los nodos de la red central. En la Fig. 15, se muestran tres conjuntos 1520, 1522 y 1524 de nodos de red central, donde cada conjunto incluye una MME y una SGW (denominadas colectivamente "MME/SGW"). Como se muestra en la Fig. 15, el LeNB 1514 (que opera en el primer modo) se conecta a través de enlaces S1 con MME/SGW 1520 y MME/SGW 1522. No se proporciona ninguna pasarela entre el LeNB 1514 y la MME/SGW 1520 y la MME/SGW 1522.

Los LeNB 1516 y 1518 operan en un segundo modo que es diferente del primer modo. En el segundo modo, un grupo de LeNB (1516 y 1518 en el ejemplo de la Fig. 15) está asociado con una pasarela 1526, denominada una GW de LeNB en la Fig. 15. La GW 1526 de LeNB se despliega para soportar el grupo de LeNB 1516 y 1518, y la GW 1526 de LeNB sirve como un intermediario entre los LeNB 1516, 1518 y los respectivos nodos de red central (incluyendo las MME/SGW 1520, 1522 y 1524).

Como con los eNB típicos, los LeNB 1514, 1516 y 1518 pueden conectarse entre sí a través de interfaces X2.

Los LeNB 1516 y 1518 están conectados por interfaces S1 a la GW 1526 de LeNB. La GW 1526 de LeNB está conectada a su vez a través de una interfaz S1 con cada MME/SGW 1520, 1522 o 1524.

La provisión de la GW 1526 de LeNB (o múltiples GW de LeNB) permite que la red central soporte un número relativamente grande de LeNB de una manera escalable (ya que la red central no tiene que conectarse a LeNB que están asociados con la(s) GW de LeNB. La GW 1526 de LeNB puede conectarse a la red central de manera que es poco probable que la movilidad de los UE a través de celdas pequeñas atendidas por los LeNB asociados con la GW 1526 de LeNB implique transferencias entre MME.

Para el plano de control, la interfaz S1-MME (la interfaz S1 a una MME) desde el LeNB 1516 o 1518 puede terminarse en la GW 1526 de LeNB. En el plano de control, la GW 1526 de LeNB se presenta a un LeNB como una MME, mientras que la GW 1526 de LeNB se presenta a la MME como un eNB.

Para el plano de usuario, la interfaz S1-U (la interfaz S1 a una SGW) desde el LeNB 1516 o 1518 puede terminarse en la GW 1526 de LeNB. En el plano de control, la GW 1526 de LeNB se presenta a una LeNB como una SGW, mientras que la GW 1526 de LeNB se presenta a la SGW como un eNB.

La Fig. 16 es un diagrama de bloques de una disposición de ejemplo que incluye la GW 1526 de LeNB, un LeNB 1516 o 1518 y un nodo 1602 de red central (por ejemplo, MME o SGW). La disposición de la Fig. 16 difiere de una disposición de eNB doméstico, ya que las celdas pequeñas proporcionadas por los LeNB se despliegan por un operador celular que también despliega los otros nodos de red de una red de comunicaciones móviles (incluyendo los nodos de red central y los macro eNB). Además, las celdas pequeñas proporcionadas por los LeNB están generalmente disponibles para abonados del operador celular, en lugar de solo para usuarios domésticos específicos.

La GW 1526 de LeNB incluye una pila 1604 de protocolos para comunicarse a través de una interfaz S1 con el LeNB 1516 o 1518. La GW 1526 de LeNB incluye otra pila 1606 de protocolos para comunicarse a través de una interfaz S1 al nodo 1602 de red central. Además, la GW 1526 de LeNB incluye una función 1608 de control que puede realizar diversas tareas como se analizan más adelante.

La Fig. 17 representa pilas de protocolos en el LeNB 1516 y 1518, GW 1526 de LeNB y una SGW para el plano de usuario. La GW 1526 de LeNB proporciona una función de retransmisión para retransmitir datos del plano de usuario entre el LeNB y la SGW. En el plano de usuario, cada una de la pila 1604 y 1606 de protocolos de la GW 1526 de

LeNB incluye las siguientes capas: capa 1 (L1 o capa física), capa 2 (L2 o capa de enlace), capa de Protocolo de Internet (IP), capa de Protocolo de Datagrama de Usuario (UDP) y capa de GTP-U (capa de GTP para el plano de usuario). Cada uno de los LeNB 1516 o 1518 y la SGW también incluye las mismas capas. Estas capas de protocolo (L1, L2, IP, UDP, GTP-U) posibilitan colectivamente la comunicación a través de la interfaz S1-U entre la GW de LeNB y la GW 1526 de LeNB, y la interfaz S1-U entre la GW 1526 de LeNB y la SGW.

La Fig. 18 representa pilas de protocolos en el LeNB 1516 o 1518, GW 1526 de LeNB y una MME para el plano de control.

Las pilas de protocolos S1-MME con la GW de LeNB se muestran en la Fig. 18. Cuando la GW 1526 de LeNB está presente, la GW 1526 de LeNB termina los procedimientos no dedicados al UE, en otras palabras, la MME no ve el LeNB, y el LeNB no ve la MME. La GW 1526 de LeNB proporciona una función de retransmisión para retransmitir datos del plano de control entre el LeNB y la MME.

En el plano de control, cada una de la pila 1604 y 1606 de protocolos incluye las siguientes capas: L1, L2, IP, capa de Protocolo de Transmisión de Control de Flujo (SCTP) (SCTP es un protocolo de capa de transporte) y una capa de Protocolo de Aplicación de S1 (S1-AP) (que proporciona un servicio de señalización entre una red de acceso y la red central).

Estas capas de protocolo (L1, L2, IP, SCTP, S1-AP) permiten colectivamente la comunicación a través de la interfaz S1-MME entre la GW de LeNB y la GW 1526 de LeNB, y la interfaz S1-MME entre la GW 1526 de LeNB y la MME.

La función 1608 de control en la GW 1526 de LeNB puede realizar diversas tareas, como se analiza a continuación. Cierta señalización a nivel de grupo puede controlarse mediante la función 1608 de control-la señalización a nivel de grupo se transmite mediante las celdas pequeñas en el grupo soportado por la GW 1526 de LeNB. Un ejemplo de señalización a nivel de grupo puede incluir un Bloque de Información del Sistema (SIB) que se difunde por cada LeNB o se incluye en la mensajería de RRC. Un SIB puede transportar diversos parámetros de sistema, tales como los que especifican un modo de operación dúplex por división de frecuencia (FDD) o dúplex por división de tiempo (TDD), portadoras componentes para una celda pequeña, y así sucesivamente.

Además, la función 1608 de control en la GW 1526 de LeNB puede controlar la provisión de una señal de sincronización para que todas las celdas pequeñas en un grupo estén sincronizadas para una gestión de movilidad y una coordinación de interferencia más eficientes.

Además, la función 1608 de control puede transmitir capacidades de la GW 1526 de LeNB a los UE, para que cada UE pueda simplificar los procedimientos de selección/reselección de celda, los procedimientos de conexión a la celda, etc., ya que el UE está informado de que los parámetros asociados con los procedimientos anteriores se determinan y comparten de manera centralizada por las celdas pequeñas.

Además, ciertas tareas de macro eNB pueden ser realizadas por la función 1608 de control en la GW 1526 de LeNB. Por ejemplo, la movilidad entre celdas pequeñas bajo la misma GW 1526 de LeNB puede realizarse usando un procedimiento de transferencia intra-eNB. La función 1608 de control en la GW 1526 de LeNB puede ayudar con la selección de celdas pequeñas, si una medición de la calidad del enlace, tal como una Potencia Recibida de Señal de Referencia (RSRP) o una Calidad Recibida de Señal de Referencia (RSRQ), se pasa a la GW 1526 de LeNB para facilitar la selección de celdas.

En ciertos escenarios de despliegue, el enlace de retorno entre los LeNB y la GW 1526 de LeNB tiene una latencia relativamente baja, debido a la estrecha proximidad entre la GW 1526 de LeNB y los LeNB. Por lo tanto, una función de distribución/programación de datos dinámica o semidinámica centralizada puede incluirse en la función 1608 de control en la GW 1526 de LeNB para programar datos a un UE a través de uno o múltiples LeNB que están dentro del grupo de la GW 1526 de LeNB.

La distribución o dirección de datos a través de LeNB(s) seleccionado(s) puede permitir una mejor coordinación de interferencia entre los LeNB conectados a la GW 1526 de LeNB. Por ejemplo, cuando un UE está dentro de la cobertura de dos LeNB, para evitar la interferencia de enlace descendente, la selección dinámica de GW 1526 de LeNB puede realizarse basándose en la retroalimentación de calidad de enlace de radio del UE. Esto puede mejorar el rendimiento de datos del UE.

Debido a la posición central de la GW 1526 de LeNB con respecto a los LeNB en el grupo de la GW 1526 de LeNB, la función 1608 de control también puede realizar funciones asumidas actualmente por una interfaz X2, reduciendo (o evitando) de este modo el establecimiento de enlaces X2 entre celdas pequeñas. La Fig. 15 representa enlaces X2 de ejemplo entre la GW 1526 de LeNB y los LeNB 1516 y 1518.

Además, la Coordinación de Interferencia Entre Celdas (ICIC) entre celdas pequeñas vecinas puede gestionarse mediante la función 1608 de control en la GW 1526 de LeNB, para que puedan compartirse recursos en el dominio de la frecuencia entre celdas pequeñas vecinas sin interferencia. Además de las señales ICIC para coordinar la asignación de recursos de PDSCH a celdas pequeñas, la función 1608 de control en la GW 1526 de LeNB también puede ayudar con la asignación de recursos de PDCCH mejorado (ePDCCH), para que se evite o reduzca la

interferencia tanto para los canales de control como de datos.

Otras tareas, tales como equilibrio de carga, robustez de movilidad, optimización de movilidad, etc., también pueden coordinarse centralmente por la función 1608 de control en la GW 1526 de LeNB. Con tal coordinación central, un UE puede beneficiarse en términos de medición e informes reducidos, menor interferencia y mejor rendimiento de movilidad.

- 5 Para el plano de usuario, los paquetes de datos de enlace descendente para los UE pueden almacenarse en la GW 1526 de LeNB. Cuando un UE pasa del modo inactivo al modo conectado, o cuando se transfiere entre celdas pequeñas, cualquier paquete de enlace descendente almacenado en búfer en la GW 1526 de LeNB puede enrutarse a la celda pequeña adecuada. De manera similar, los paquetes de datos de enlace ascendente desde un UE pueden recogerse y almacenarse en la GW 1526 de LeNB antes de pasar al destino.

10 Adaptación de los Modos de Operación

Las celdas pequeñas pueden desplegarse en diversas condiciones diferentes. Por ejemplo, una celda pequeña puede desplegarse en una ubicación con cobertura de macrocelda o en una ubicación sin cobertura de macrocelda. Como otro ejemplo, una celda pequeña puede desplegarse en una región densa o dispersa de celdas pequeñas. Adicionalmente, puede ser beneficioso para un LeNB adaptarse a lo largo del tiempo después del despliegue a condiciones cambiantes.

Según algunas implementaciones, un LeNB puede configurarse selectivamente para operar en cualquiera de múltiples modos de operación diferentes. A continuación se describen cuatro modos de ejemplo (A, B, C y D). Aunque se hace referencia a cuatro modos de ejemplo, se observa que en otros ejemplos, se pueden usar más modos o menos modos.

- 20 El modo A se usa si un LeNB se despliega sin una GW de LeNB y en una ubicación sin cobertura de macrocelda. En el modo A, el LeNB está configurado para tener la función completa de un eNB normal, y se comporta como un eNB independiente. Por ejemplo, se habilita la pila de protocolos completa (incluyendo todas las capas de PDCP, de RLC, de MAC y físicas, así como capas de protocolo del plano de control tales como las capas de RRC y de NAS). La pila de protocolos completa permite que el LeNB maneje tanto el plano de control como el plano de usuario sin asistencia de un macro eNB o una GW de LeNB. Además, en este LeNB, su pila de protocolos a la interfaz S1 a la red central está habilitada de manera que el LeNB puede comunicarse con la red central directamente a través de la interfaz S1, sin una GW o un macro eNB de LeNB como intermediario.

- 25 El modo B se usa para un LeNB desplegado con una GW de LeNB pero sin cobertura de macroceldas. En el modo B, el LeNB está configurado para tener la función completa de un eNB normal. Por ejemplo, la pila de protocolos completa (incluyendo todas las capas de PDCP, de RLC, de MAC y físicas, así como las capas de protocolo del plano de control) está habilitada para que el LeNB pueda manejar tanto los datos del plano de control como del plano de usuario. Sin embargo, ya que la GW de LeNB está presente, el LeNB no se conecta directamente a la red central, sino que en su lugar se conecta a través de una interfaz S1 a la GW de LeNB que proporciona una función de retransmisión entre el LeNB y la red central.

- 30 Para un LeNB desplegado con cobertura de macroceldas, el LeNB puede configurarse con su pila de protocolos completa habilitada (modo C) o con una pila de protocolos parcial habilitada (modo D). Si la pila de protocolos completa está habilitada en el modo C, el LeNB puede manejar tanto los datos del plano de control como del plano de usuario. En el modo C, el macro eNB correspondiente puede desempeñar la función de una GW de LeNB en el sentido de que el macro eNB proporciona la función de retransmisión entre el LeNB y la red central tanto para el plano de control como para el plano de usuario. La interfaz entre el LeNB y el macro eNB puede ser una interfaz S1, y la interfaz entre LeNB puede ser una interfaz X2.

- 35 En el modo D, se habilita una pila de protocolos parcial para un LeNB desplegado con cobertura de macrocelda. La pila de protocolos parcial hace que el LeNB tenga una funcionalidad reducida. Habilitar una pila de protocolo parcial puede referirse a habilitar algunas de las capas de protocolo en el LeNB mientras deshabilita otra(s) capa(s) de protocolo. El LeNB con la pila de protocolos parcial puede manejar solo datos del plano de usuario comunicados con un UE, y no maneja datos del plano de control. Los datos del plano de control son manejados por el macro eNB. La pila de protocolos parcial puede omitir una o más de las siguientes capas de protocolo: capa de PDCP, capa de RLC y capa de MAC, dependiendo de cuál de los diseños de división se use como se ha analizado anteriormente. En este modo de operación, la interfaz entre LeNB y el macro eNB es la interfaz X3. Entre LeNB bajo el mismo macro eNB, se puede establecer una interfaz similar a la interfaz X2 para la transferencia directa entre LeNB.

- 40 Para reducir el coste de despliegue, es deseable permitir que el LeNB opere en una variedad de condiciones de despliegue, y opere adaptativamente cuando cambian las condiciones después del despliegue. En algunas implementaciones, se puede construir un LeNB con la funcionalidad completa de un eNB normal. Este LeNB es configurable para operar en cualquiera de los modos A, B, C y D analizados anteriormente.

- 45 La configuración inicial del modo operativo y la modificación del modo operativo se pueden lograr usando procedimientos de operación y mantenimiento (O&M). Por ejemplo, para cambiar del modo A al modo B, se puede dar instrucciones al LeNB para que conmute la interfaz S1 desde la red central hacia una GW de LeNB. Para cambiar del modo A al modo C, se puede ordenar al LeNB que conmute la interfaz S1 desde la red central hacia el macro eNB.

Para cambiar del modo C al modo D, se puede ordenar al LeNB que reconfigure sus funcionalidades internas de procesamiento e interfaz.

La Fig. 19 es un diagrama de flujo de un proceso de configuración de modo para un LeNB, según algunas implementaciones. El LeNB explora (en 1902) su entorno para comprobar ciertas condiciones. Por ejemplo, el LeNB puede comprobar la presencia de un macro eNB o una GW de LeNB. El LeNB también puede comprobar otras condiciones de entornos, tales como niveles de interferencia de otras celdas pequeñas (que pueden proporcionar alguna indicación de escasez y densidad de despliegue de celdas pequeñas). El LeNB puede realizar la exploración periódicamente, o en respuesta a un evento desencadenante (por ejemplo, pérdida de comunicación con un macro eNB o una GW de LeNB, un comando de otro nodo, etc.).

Basándose en las condiciones de entornos determinadas, el LeNB puede determinar (en 1904) si se va a realizar un cambio de modo, y si es así, a qué modo va a pasar el eNB local. La determinación en 1904 puede ser realizada por el eNB local. Alternativamente, el eNB local puede enviar un informe de las condiciones de entornos determinadas a otro nodo (por ejemplo, MME, macro eNB, GW de LeNB), para que el otro nodo realice la determinación de si se va a realizar un cambio de modo, y si es así, a qué modo debe pasar el eNB local.

En respuesta a la determinación de que se va a producir el cambio de modo, el LeNB pasa (en 1906) a otro modo.

En general, un método de operación adaptativa de un nodo de red de acceso inalámbrico local comprende explorar una condición de entorno, y en respuesta a la condición de entorno explorada, cambiar un modo de operación del nodo de red de acceso inalámbrico local.

En algunas implementaciones, cambiar el modo de operación incluye cambiar de un primer modo en el que una pila de protocolos del nodo de red de acceso inalámbrico local está completamente habilitada, a un segundo modo en el que la pila de protocolos está parcialmente habilitada.

El nodo de red de acceso inalámbrico local se establece en el primer modo en respuesta a la condición de entorno que indica que el nodo de red de acceso inalámbrico local está fuera de un área de cobertura de un macronodo de red de acceso inalámbrico y una pasarela no está disponible.

Alternativamente, el nodo de red de acceso inalámbrico local se establece en el primer modo en respuesta a la condición de entorno que indica que el nodo de red inalámbrico local está conectado a la pasarela.

Como otra alternativa, el nodo de red de acceso inalámbrico local se establece en el primer modo en respuesta a la condición de entorno que indica que el nodo de red de acceso inalámbrico local está dentro del área de cobertura del macronodo de red de acceso inalámbrico.

Según implementaciones adicionales, el nodo de red de acceso inalámbrico local se cambia al segundo modo en respuesta a la condición de entorno que indica que el nodo de red de acceso inalámbrico local está dentro del área de cobertura de un macronodo de red de acceso inalámbrico.

Cambiar el modo de operación puede incluir seleccionar un modo de operación de entre: (1) un primer modo en el que el nodo de red de acceso inalámbrico local está fuera del área de cobertura de un macronodo de red de acceso inalámbrico y una pasarela no está disponible; (2) un segundo modo en el que el nodo de red de acceso inalámbrico local está conectado a una pasarela; (3) un tercer modo en el que el nodo de red de acceso inalámbrico local está dentro del área de cobertura de un macronodo de red de acceso inalámbrico pero el nodo de red de acceso inalámbrico local debe estar provisto de una funcionalidad de pila de protocolos completa; y (4) un primer modo en el que el nodo de red de acceso inalámbrico local está dentro del área de cobertura de un macronodo de red de acceso inalámbrico, y los datos del plano de usuario deben descargarse al nodo de red de acceso inalámbrico local.

Breve Análisis de Diversas Características Descritas Anteriormente

En general, un método comprende comunicar, por un componente de red, una primera unidad de datos con un nodo de red de acceso inalámbrico local, para hacer que el nodo de red de acceso inalámbrico local envíe la primera unidad de datos a través de una primera conexión inalámbrica entre el nodo de red de acceso inalámbrico local y un equipo de usuario. El componente de red comunica una segunda unidad de datos a través de una segunda conexión inalámbrica con el equipo de usuario, donde la segunda unidad de datos contiene datos que son diferentes de los datos en la primera unidad de datos, y donde la segunda conexión inalámbrica se establece simultáneamente con la primera conexión inalámbrica.

En algunas implementaciones, la primera y segunda conexiones inalámbricas son conexiones lógicas.

En algunas implementaciones, la primera y segunda conexiones inalámbricas son conexiones físicas.

En algunas implementaciones, el componente de red está acoplado a una pluralidad de nodos de red de acceso inalámbrico local, y el componente de red coordina las operaciones de la pluralidad de nodos de red de acceso inalámbrico local.

En algunas implementaciones, la primera unidad de datos contiene datos del plano de usuario, y la segunda unidad de datos contiene datos del plano de control.

5 En algunas implementaciones, comunicar la primera unidad de datos con el nodo de red de acceso inalámbrico local incluye comunicar la primera unidad de datos a través de un enlace de retorno por cable entre el componente de red y el nodo de red de acceso inalámbrico local.

En algunas implementaciones, el componente de red controla las operaciones de movilidad del equipo de usuario entre el nodo de red de acceso inalámbrico local y al menos otro nodo de red de acceso inalámbrico local.

10 En algunas implementaciones, una lógica de distribución de datos en el componente de red determina si una tercera unidad de datos va a dirigirse al equipo de usuario a través de una primera ruta que incluye el nodo de red de acceso inalámbrico local o una segunda ruta que incluye la segunda conexión inalámbrica entre el componente de red y el equipo de usuario. La tercera unidad de datos se envía selectivamente a través de una de la primera ruta y la segunda ruta basándose en la determinación.

En algunas implementaciones, la primera ruta y la segunda ruta se dividen en un punto de división en una pila de protocolos del componente de red.

15 En algunas implementaciones, el punto de división está por encima de una capa de Protocolo de Convergencia de Datos por Paquetes (PDCP) en el componente de red.

En algunas implementaciones, el punto de división está entre una capa de Protocolo de Convergencia de Datos por Paquetes (PDCP) y una capa de Control de Enlace de Radio (RLC) en el componente de red.

20 En algunas implementaciones, el punto de división está entre una capa de Control de Enlace de Radio (RLC) y una capa de Control de Acceso al Medio (MAC) en el componente de red.

En algunas implementaciones, el punto de división está entre una capa de Control de Acceso al Medio (MAC) y una capa física en el componente de red.

En algunas implementaciones, el nodo de red de acceso inalámbrico local está dentro de un área de cobertura de una celda proporcionada por el componente de red.

25 En algunas implementaciones, un túnel para transportar datos del equipo de usuario termina en el componente de red sin extenderse al nodo de red de acceso inalámbrico local.

30 En general, un equipo de usuario incluye una interfaz de comunicación para establecer conexiones inalámbricas simultáneas con un macronodo de red de acceso inalámbrico y un nodo de red de acceso inalámbrico local, y al menos un procesador para comunicar una primera unidad de datos a través de una primera de las conexiones inalámbricas con el nodo de red de acceso inalámbrico local, y comunicar una segunda unidad de datos a través de una segunda de las conexiones inalámbricas con el macronodo de red de acceso inalámbrico, en donde la primera unidad de datos contiene datos diferentes de los datos en la segunda unidad de datos.

35 En algunas implementaciones, el equipo de usuario incluye capas de protocolo que incluyen una primera capa para comunicar datos del plano de control con el macronodo de red de acceso inalámbrico sin comunicar datos del plano de control con el nodo de red de acceso inalámbrico local, y una segunda capa para comunicar datos del plano de usuario con el nodo de red de acceso inalámbrico local.

En algunas implementaciones, una tercera capa va a comunicar datos del plano de usuario con el macronodo de red de acceso inalámbrico.

40 En general, un nodo de pasarela incluye una primera interfaz de comunicación con un nodo de red de acceso inalámbrico local desplegado por un operador celular y que proporciona un área de cobertura para la comunicación inalámbrica con un Equipo de Usuario (UE), donde la primera interfaz incluye capas de protocolo que hacen que el nodo de pasarela aparezca como un nodo de red central para el nodo de red de acceso inalámbrico local. Una segunda interfaz de comunicación es al nodo de red central, donde la segunda interfaz de comunicación incluye capas de protocolo que hacen que el nodo de pasarela se presente como un nodo de red de acceso inalámbrico al nodo de red central.

45 En algunas implementaciones, cada una de la primera y segunda interfaces de comunicación está configurada para comunicarse a través de una interfaz S1 de Evolución a Largo Plazo (LTE).

50 En algunas implementaciones, la primera interfaz de comunicación va a comunicarse con una pluralidad de nodos de red de acceso inalámbrico local que son parte de un grupo asociado con el nodo de pasarela, y el nodo de pasarela incluye además una función de control para enviar señalización a nivel de grupo a los nodos de red de acceso inalámbrico local.

En algunas implementaciones, la primera interfaz de comunicación va a comunicarse con una pluralidad de nodos de red de acceso inalámbrico local que son parte de un grupo asociado con el nodo de pasarela, y el nodo de pasarela

incluye además una función de control para enviar una señal de sincronización a los nodos de red de acceso inalámbrico local para sincronizar los nodos de red de acceso inalámbrico local.

En algunas implementaciones, la primera interfaz de comunicación va a comunicarse con una pluralidad de nodos de red de acceso inalámbrico local que forman parte de un grupo asociado con el nodo de pasarela, y el nodo de pasarela incluye además una función de control para coordinar la movilidad del UE entre celdas soportadas por los nodos de red de acceso inalámbrico local.

En algunas implementaciones, la primera interfaz de comunicación va a comunicarse con una pluralidad de nodos de red de acceso inalámbrico local que son parte de un grupo asociado con el nodo de pasarela, y el nodo de pasarela incluye además una función de control para realizar coordinación de interferencia inter-celda entre las celdas proporcionadas por los nodos de red de acceso inalámbrico local.

Movilidad de Equipo de Usuario Entre eNB

En escenarios donde los LeNB (de respectivas celdas pequeñas) están bajo la cobertura de un macro eNB, se desea la eficiencia de la movilidad del UE a través de diferentes celdas. Se pueden proporcionar procedimientos para implementar la movilidad del UE entre una macrocelda y una celda pequeña o entre dos celdas pequeñas. La eficiencia puede lograrse mediante una señalización reducida a la red central, así como un rendimiento de transferencia mejorada.

Tradicionalmente, la transferencia de un UE implica nodos en una red central, tal como la MME y la SGW en una red central de LTE. Como resultado, la sobrecarga de señalización puede aumentarse ya que los mensajes tienen que intercambiarse con los nodos de red central durante una transferencia.

Según algunas implementaciones, se proporcionan técnicas o mecanismos para mejorar la eficiencia de movilidad durante la transferencia de un UE entre una macrocelda y una celda pequeña o entre celdas pequeñas. Obsérvese que una transferencia de UE desde una macrocelda a una celda pequeña en los contextos analizados en la presente memoria implica una transferencia de UE en la que el UE mantiene su conexión inalámbrica (o más específicamente, su conexión de radio al menos para el tráfico del plano de control) con el macro eNB después de la transferencia del UE, así como establece otra conexión inalámbrica (o más específicamente, otra conexión de radio para el tráfico del plano de usuario) con el LeNB de la celda pequeña a la que va a transferir el UE.

La transferencia del UE entre celdas pequeñas se refiere a una transferencia del UE donde el UE mantiene su conexión de radio al menos para el plano de control con el macro eNB, pero conmuta su conexión de radio para todo o parte de su tráfico del plano de usuario a una celda pequeña diferente.

Según algunas implementaciones, para realizar una transferencia del UE como se ha analizado anteriormente, se proporciona una característica de descarga de datos a través de la interfaz X3 (también denominada interfaz X2e) entre un macro eNB y un LeNB. Se proporcionan diversas funciones y procedimientos asociados sobre la interfaz X3 para mejorar la eficiencia de movilidad de un UE entre una macrocelda y una celda pequeña, así como entre celdas pequeñas dentro del área de cobertura de la macrocelda. Los nuevos mensajes pueden asociarse con las funciones de descarga y procedimientos asociados, donde estos nuevos mensajes pueden comunicarse a través de la interfaz X3.

Como se ha analizado anteriormente, un UE bajo la cobertura de una macrocelda y una celda pequeña puede recibir servicio tanto de la macrocelda como de la celda pequeña; en otras palabras, el UE tiene conexiones de radio dobles con el macro eNB y LeNB respectivos. En tal escenario, el macro eNB proporciona las funciones del plano de control, mientras que el LeNB puede proporcionar la mayor parte de las funciones del plano de usuario para el UE con capacidad de conexión dual.

Una conexión a una celda pequeña puede añadirse o eliminarse de un UE bajo el control del macro eNB. La acción de añadir o eliminar una conexión de radio a un LeNB para un UE puede ser transparente a la red central, incluyendo la MME y la SGW en una red central de LTE, por ejemplo. Un UE heredado (un UE que es incapaz de realizar conexiones de radio dobles con un macro eNB y un LeNB) puede conectarse a una macrocelda o una celda pequeña. Para soportar UE que no pueden realizar conexiones dobles con un macro eNB y un LeNB, puede considerarse que una celda pequeña es una celda normal que tiene todas las funcionalidades de eNB.

Cuando un UE con capacidad de conexión dual se mueve a un área de cobertura de celda pequeña que está dentro de la cobertura de una macrocelda de servicio para el UE, puede establecerse una conexión dual para el UE tanto con la macrocelda como con la celda pequeña. Como se ha indicado anteriormente, el UE mantiene su conexión de radio con el macro eNB, y el UE establece una segunda conexión de radio con el LeNB de la celda pequeña. Las dos conexiones de radio pueden ser o no simultáneas. Al menos una parte del tráfico de datos para el UE puede descargarse de la macrocelda a la celda pequeña. El establecimiento y desconexión de la segunda conexión de radio con el LeNB puede ser transparente a la red central. Como resultado, se reduce la sobrecarga de señalización en la red central debido a la movilidad del UE entre una macrocelda y una celda pequeña.

La Fig. 20 es un diagrama de flujo de mensajes que ilustra el intercambio de mensajes entre los siguientes nodos para realizar descarga de datos desde el macro eNB 104 al LeNB 108: UE 110, LeNB 108, macro eNB 104 y SGW 306. En algunas implementaciones, una descarga de datos a una celda pequeña no implica ninguna comunicación con la SGW

306. En otras implementaciones, como se analiza más adelante en relación con la Fig. 20, la SGW 306 puede estar implicada en la descarga de datos a una celda pequeña.

Como se representa en la Fig. 20, el macro eNB 104 envía (en 2002) un mensaje de configuración de medición de celda pequeña al UE 110. El mensaje de configuración de medición de celda pequeña configura el UE 110 para realizar la medición de enlaces de radio a una o más celdas pequeñas, a la frecuencia (o frecuencias) de portadora de la(s) celda(s) pequeña(s) respectiva(s). En respuesta al mensaje de configuración de medición de celda pequeña, el UE 110 realiza (en 2004) una medición de celda pequeña. Si el UE detecta (en 2006) que una calidad de enlace de radio de celda pequeña es mayor que un umbral especificado, entonces el UE 110 envía (en 2008) un informe de medición de celda pequeña que contiene datos de medición al macro eNB 104. El informe de medición de celda pequeña puede incluir una indicación de una intensidad de un enlace de radio con una celda pequeña dada (o con múltiples celdas pequeñas), y puede identificar la celda pequeña (o celdas pequeñas).

Basándose en el informe de medición de celda pequeña del UE 110, el macro eNB 104 puede determinar que el UE 110 está dentro del área de cobertura de una celda pequeña y, por lo tanto, puede iniciar la descarga de al menos una parte del tráfico de datos a la celda pequeña. Descargar al menos una parte del tráfico de datos puede incluir descargar tráfico de datos asociado con ciertos portadores de acceso de radio. Un portador de acceso de radio puede referirse a un Portador de Acceso de Radio (E-RAB) de E-UTRAN (Red de Acceso de Radio Terrestre Universal Evolucionada), que se usa para transportar datos entre un UE y un nodo de red central, tal como la SGW. Se usa un Portador de Radio de Datos (DRB) para transportar los datos del E-RAB entre un UE y un eNB. La referencia a la descarga de un portador de acceso por radio puede referirse a la descarga de un E-RAB dado o al DRB correspondiente.

El macro eNB 104 envía (en 2010) un mensaje de Solicitud de Descarga al LeNB 108 que es parte de la celda pequeña a la que se va a realizar la descarga de datos. El mensaje de Solicitud de Descarga puede enviarse a través de la interfaz X3 entre el macro eNB 104 y el LeNB 108. El mensaje de Solicitud de Descarga puede incluir cierta información, incluyendo información que identifica el(los) portador(es) de acceso de radio que se va(n) a descargar, información de perfil de UE (para identificar el UE que es el objeto de la descarga de datos), información de perfil de calidad de servicio (QoS) (para describir la QoS asociada con comunicaciones con un UE 110) y otra información.

En respuesta a la Solicitud de Descarga, el LeNB 108 puede enviar (en 2012) una Respuesta de Descarga al macro eNB 104. La Respuesta de Descarga también puede enviarse a través de la interfaz X3. La Respuesta de Descarga puede indicar si el LeNB 108 ha aceptado o denegado la Solicitud de Descarga. En situaciones en las que la Respuesta de Descarga indica que el LeNB 108 ha aceptado la Solicitud de Descarga, la Respuesta de Descarga puede identificar además el(los) portador(es) de acceso de radio que es(son) aceptado(s) por el LeNB 108. Obsérvese que el LeNB 108 puede aceptar solo un subconjunto de los portadores de acceso de radio identificados en la Solicitud de Descarga desde el macro eNB 104. Alternativamente, el LeNB 108 puede aceptar todos los portadores de acceso de radio identificados en la Solicitud de Descarga.

En situaciones donde la Respuesta de Descarga indica que la Solicitud de Descarga ha sido denegada, la Respuesta de Descarga puede identificar una causa de la denegación. Los mensajes específicos para aceptar o denegar una Solicitud de Descarga se analizan adicionalmente más adelante.

La Respuesta de Descarga también incluye información de acceso aleatorio, incluyendo un preámbulo dedicado. La información de acceso aleatorio, incluyendo el preámbulo dedicado, puede ser usada por el UE para realizar un procedimiento de acceso aleatorio con el LeNB 108 para establecer una conexión de radio con el LeNB 108. El UE 110 puede usar un preámbulo dedicado, y no por otros UE, para realizar el procedimiento de acceso aleatorio para establecer la conexión de radio con el LeNB 108.

En ejemplos adicionales, la Respuesta de Descarga también puede incluir información del sistema, incluyendo cierta información incluida en Bloques de Información del Sistema (SIB) y/o un Bloque de Información Maestro (MIB). La información de acceso aleatorio y la información del sistema se envían de vuelta en la Respuesta de Descarga al macro eNB 104 para permitir que el macro eNB 104 reenvíe la información de acceso aleatorio y la información del sistema al UE 110 para su uso por el UE 110 para establecer una conexión de radio con el LeNB 108.

Si la Respuesta de Descarga indica que la Solicitud de Descarga ha sido aceptada, el macro eNB 104 puede enviar (en 2014) un mensaje de Descarga de Celda Pequeña al UE 110, para dar instrucciones al UE 110 para iniciar el establecimiento de una segunda conexión de radio con la celda pequeña identificada en el mensaje de Descarga de Celda Pequeña. El mensaje de Descarga de Celda Pequeña puede incluir información sobre la celda pequeña que va a usarse por el UE 110 para establecer la segunda conexión de radio con la celda pequeña. Por ejemplo, la información puede incluir la información de acceso aleatorio y la información del sistema que se incluyó en la Respuesta de Descarga desde el LeNB 108 al macro eNB 104.

En los casos donde la capa de PDCP se implementa en el LeNB 108, tal como en la disposición de la Fig. 7 analizada anteriormente, entonces el macro eNB 104 también puede enviar (en 2016) un mensaje de transferencia de estado de Número de Secuencia (SN), que incluye un Número de Secuencia (SN) de una PDU de PDCP y un número de supertrama de la última PDU de PDCP que se va a enviar a la celda pequeña.

En respuesta al mensaje de Descarga de Celda Pequeña enviado en 2014, el UE 110 realiza (en 2018) un

procedimiento de conexión con el LeNB 108, para establecer una conexión de radio con el LeNB 108. En el procedimiento de unión de celdas pequeñas, el UE 110 puede enviar un PRACH con el preámbulo dedicado que se incluyó en el mensaje de Descarga de Celdas Pequeñas.

Después de enviar la Respuesta de Descarga (en 2012) que indica la aceptación de la Solicitud de Descarga, el LeNB 108 está listo para recibir datos desde y transmitir datos al macro eNB 104. Después de recibir la Respuesta de Descarga (en 2012) aceptando la Solicitud de Descarga, el macro eNB 104 puede enviar (en 2020) datos de enlace descendente para el UE 110 al LeNB 108. Los datos de enlace descendente pueden enviarse desde el macro eNB 104 al LeNB 108 a través de la interfaz X3. En respuesta a los datos de enlace descendente recibidos en 2020, el LeNB 108 puede reenviar (en 2022) los datos de enlace descendente al UE 110. En implementaciones alternativas, el macro eNB 104 puede ordenar al LeNB 104 que reciba datos de enlace descendente para el UE 110 directamente desde la SGW 306. En este caso, el macro eNB 104 puede informar a la SGW 306 de que el UE 110 tiene dos conexiones de eNB, una con el macro eNB 104 y la otra con el LeNB 108. En tales implementaciones, la descarga de datos no es transparente para la SGW 306.

El UE 110 también puede enviar (en 2026) datos de enlace ascendente al LeNB 108. El LeNB 108 a su vez reenvía (en 2028) los datos de enlace ascendente al macro eNB 104. En implementaciones alternativas, el macro eNB 104 puede ordenar al LeNB 108 que transfiera los datos de enlace ascendente (en 2030) directamente a la SGW 306.

En algunas implementaciones no reivindicadas, el macro eNB puede enviar una Solicitud de Descarga a cada una de múltiples celdas pequeñas para el UE 110 si el UE 110 está en las áreas de cobertura de las múltiples celdas pequeñas. En tal escenario, el macro eNB 104 puede recibir Respuestas de Descarga de más de una celda pequeña que acepta la Solicitud de Descarga. Si ese es el caso, entonces el macro eNB 104 puede seleccionar una de las celdas pequeñas que envió Respuestas de Descarga aceptando la Solicitud de descarga. Después de la selección, el macro eNB 104 puede enviar un mensaje de Cancelación de Descarga a la celda(s) pequeña no seleccionada para cancelar la solicitud de descarga enviada previamente en la(s) celda(s) pequeña(s) no seleccionada(s). Cuando un LeNB recibe un mensaje de Cancelación de Descarga, el LeNB puede liberar recursos que se reservaron previamente para la descarga de datos.

En otros escenarios, una celda pequeña de destino que puede haber recibido una Solicitud de Descarga puede cancelar una descarga de datos en curso enviando un mensaje de Solicitud de Cancelación de Descarga al macro eNB 104. En respuesta al mensaje de Solicitud de Cancelación de Descarga, el macro eNB 104 puede enviar un mensaje de Cancelación de Descarga a la celda pequeña solicitante.

En otros ejemplos, un macro eNB puede cancelar una descarga de datos en curso enviando un mensaje de Solicitud de Reconfiguración de Descarga a una celda pequeña. En general, el macro eNB 104 puede usar un mensaje de Solicitud de Reconfiguración de Descarga para añadir o eliminar uno o más portadores de acceso de radio de una descarga de datos en curso en una celda pequeña. El mensaje de Solicitud de Reconfiguración de Descarga también puede terminar una descarga de datos, tal como en el caso de que un UE se mueva fuera del área de cobertura de la celda pequeña.

La Fig. 21 es un diagrama de flujo de mensajes que ilustra un procedimiento de reconfiguración de descarga. En la Fig. 21, se está produciendo una descarga de datos en curso (en 2102), donde la descarga de datos implica al UE 110, al LeNB 108 y al macro eNB 104.

El UE en algún punto puede detectar (en 2104) que la calidad de enlace de radio al LeNB 108 ha caído por debajo de un umbral especificado. Si ese es el caso, el UE 110 envía (en 2106) un informe de medición de celda pequeña al macro eNB 104 que indica que la calidad de enlace de radio de la celda pequeña ha caído por debajo del umbral especificado.

El macro eNB 104 puede entonces realizar una decisión de reconfiguración (en 2108) para reconfigurar la descarga de datos. El macro eNB 104 envía entonces (en 2110) un mensaje de Solicitud de Reconfiguración de Descarga al LeNB 108, donde el mensaje de Solicitud de Reconfiguración de Descarga identifica portador(es) de acceso de radio que va(n) a eliminarse. El mensaje de Solicitud de Reconfiguración de Descarga puede eliminar todos los portadores de acceso de radio o solo algunos de los portadores de acceso de radio que se descargaron previamente desde el macro eNB 104 al LeNB 108.

En respuesta al mensaje de Solicitud de Reconfiguración de Descarga, el LeNB 108 envía (en 2112) un mensaje de Acuse de Recibo de Reconfiguración de Descarga, para realizar acuse de recibo del mensaje de Solicitud de Reconfiguración de Descarga. Cualquier dato de enlace ascendente para el(los) portador(es) de acceso de radio eliminado puede enviarse (en 2114) desde el LeNB 108 al macro eNB 104. En implementaciones alternativas, el macro eNB 104 puede configurar el LeNB 108 para enviar (en 2116) los datos de enlace ascendente para el(los) portador(es) de acceso de radio eliminado(s) directamente a la SGW 306.

En disposiciones donde la capa de PDCP se proporciona en el LeNB 108, tal como en la disposición representada en la Fig. 7, el LeNB 108 también puede enviar un mensaje de Transferencia de Estado de SN al macro eNB 104 (en 2118), o alternativamente a la SGW 306 (en 2120).

Cualquier dato de enlace descendente para el(los) portador(es) de acceso de radio eliminado(s) que aún no se ha

transferido desde el LeNB 108 al UE 110 se envía al macro eNB 104 (en 2122) o a la SGW 306 (en 2124) para reenviarse al UE 110.

En algunos ejemplos, antes del inicio de la descarga de datos de celdas pequeñas, puede ser útil conocer el tipo de eNB que es un eNB adyacente dado (un eNB puede ser de cualquiera de los siguientes tipos: tipo de macro eNB y tipo de LeNB). El eNB dado puede intercambiar información de potencia de transmisión con su eNB vecino, y basándose en esa información, el eNB dado puede saber si su eNB vecino es un LeNB o un macro eNB.

Un tipo de un eNB vecino también puede determinarse de la siguiente manera. Durante la etapa de configuración de un eNB, el eNB puede notificar a sus eNB vecinos sobre si puede soportar o no descarga de datos para otras celdas -esto indica que el eNB es un LeNB. La notificación de un tipo de un eNB también puede lograrse usando un procedimiento de operación y mantenimiento (O&M).

Funciones de Descarga y Procedimientos sobre la Interfaz X3

Para soportar la descarga de datos usando una celda pequeña, se pueden establecer nuevas funciones y procedimientos a través de la interfaz X3. Una de tales nuevas funciones es una función de descarga de datos de celdas pequeñas (para descargar datos de una macrocelda a una celda pequeña). La función de descarga de datos puede asociarse con procedimientos respectivos, que incluyen un procedimiento de preparación de descarga (para iniciar y realizar la descarga de datos), un procedimiento de transferencia de estado de SN de PDCP (para transferir información de estado de SN de PDCP), un procedimiento de cancelación de descarga (para cancelar una descarga de datos en curso) y un procedimiento de reconfiguración de descarga (para modificar o cancelar una descarga de datos en curso).

Cada procedimiento se logra intercambiando mensajes respectivos entre el macro eNB y un LeNB. Los procedimientos y sus mensajes respectivos se enumeran a continuación en la Tabla 1 y la Tabla 2.

Tabla 1

Procedimiento	Mensaje de Iniciación	Resultado Exitoso	Resultado No Exitoso
		Mensaje de Respuesta	Mensaje de Respuesta
Preparación de Descarga	Solicitud de Descarga	Confirmación de Solicitud de Descarga	Fallo de Solicitud de Descarga
Reconfiguración de Descarga	Solicitud de Reconfiguración de Descarga	Acuse de Recibo de Reconfiguración de Descarga	Fallo de Reconfiguración de Descarga
Cancelación de Descarga	Solicitud de Cancelación de Descarga	Acuse de Recibo de Cancelación de Descarga	

Tabla 2

Procedimiento	Mensaje de Iniciación
Cancelación de la Preparación de Descarga	Cancelación de Descarga
Transferencia de Estado de SN	Transferencia de Estado de SN

Lo siguiente describe una operación exitosa de un procedimiento de preparación de descarga. Como se muestra en la Fig. 22, el macro eNB 104 inicia el procedimiento de preparación de descarga enviando (en 2202) un mensaje de Solicitud de Descarga al LeNB 108 de destino. El mensaje incluye una lista de portadores de acceso de radio (por ejemplo, E-RAB) y los parámetros de QoS asociados que el macro eNB 104 desearía descargar a la celda pequeña de destino. Si al menos una de las E-RAB solicitadas es aceptada por la celda pequeña, el LeNB de destino reserva los recursos respectivos para la descarga de datos, y envía (en 2204) un mensaje de Confirmación de Solicitud de Descarga de vuelta al macro eNB 104.

El macro eNB 104 puede abortar el procedimiento de preparación de descarga si el macro eNB 104 no recibe una respuesta desde el LeNB 108 de destino después de un periodo de tiempo especificado. El temporizador implementado para este propósito puede tener en cuenta el retardo de enlace de retorno real entre el macro eNB 104 y el LeNB 108 de destino. Por ejemplo, el temporizador puede elegir entre un intervalo de límites de tiempo, con el intervalo definido entre un límite de tiempo inferior y un límite de tiempo superior. Se puede seleccionar un límite de tiempo inferior para un enlace de retorno de retardo relativamente pequeño, tal como uno implementado con un cable óptico, mientras que se puede seleccionar un límite de tiempo superior para un enlace de retorno de retardo relativamente largo, tal como uno implementado con un enlace inalámbrico.

Para cada E-RAB para el que el macro eNB 104 está solicitando una descarga de los datos de enlace descendente correspondiente, el macro eNB 104 incluye un Elemento de Información (IE) de reenvío de DL dentro de un IE de Elemento de los E-RAB A Configurar del mensaje de Solicitud de Descarga.

- 5 Para cada E-RAB en el IE del Elemento de Establecimiento de E-RAB para el que el macro eNB 104 está solicitando aceptación de transferencia de datos de enlace ascendente desde el LeNB de destino, el macro eNB 104 puede incluir un IE de Punto Final del Túnel GTP de UL para indicar que el macro eNB 104 está solicitando reenvío de datos, por el LeNB, de datos de enlace ascendente recibidos por el LeNB asociado con el respectivo E-RAB al macro eNB.

- 10 El LeNB de destino puede incluir los E-RAB para los que se han preparado recursos en el LeNB de destino en un IE de Lista Admitida de E-RAB tanto para datos de enlace descendente como para datos de enlace ascendente. El LeNB de destino puede incluir los E-RAB que no se han admitido en el IE de la Lista No Admitida de E-RAB tanto para datos de enlace descendente como de enlace ascendente, con un valor de causa respectivo.

- 15 Para cada E-RAB que el LeNB de destino ha decidido admitir, el LeNB de destino puede incluir un IE de Punto Final del Túnel de GTP de DL dentro del IE de elemento admitido de E-RAB del mensaje de Acuse de Recibo de Solicitud de Descarga para indicar que el LeNB de destino acepta la descarga propuesta de datos de enlace descendente para este E-RAB y la dirección correspondiente en el LeNB para que el macro eNB reenvíe datos de DL asociados al E-RAB.

La asignación de recursos según los valores de un IE de Prioridad de Asignación y Retención incluido en un IE de Parámetros de QoS de Nivel de E-RAB puede seguir los principios descritos para un procedimiento de Configuración de E-RAB en el documento TS 36.413 del 3GPP.

- 20 Tras la recepción de un mensaje de Confirmación de Solicitud de Descarga, el macro eNB 104 puede terminar el procedimiento de preparación de descarga. El macro eNB 104 se considera entonces que tiene una descarga de datos preparada.

- 25 El mensaje de Acuse de Recibo de Solicitud de Descarga puede incluir el preámbulo dedicado para el UE, otra información de procedimiento de Acceso Aleatorio (RA), e incluso información parcial de un MIB y algunos SIB (por ejemplo, SIB1 y SIB2). El mensaje de Acuse de Recibo de Solicitud de Descarga también puede incluir otra información de configuración de enlace de radio específica del UE, tal como información de PUCCH, información de Señal de Referencia de Sondeo (SRS), información de PUSCH, y así sucesivamente.

Aunque se hace referencia a E-RAB de descarga de datos en la presente descripción, se observa que la descarga de datos también puede aplicarse a datos en otros niveles de protocolo.

- 30 En la Fig. 23 se representa una operación sin éxito de un procedimiento de preparación de descarga iniciado por un mensaje de Solicitud de Descarga (enviado en 2302). Si el LeNB 108 de destino rechaza todos los portadores de acceso por radio solicitados, o se produce un fallo durante el procedimiento de preparación de descarga, el LeNB 108 de destino puede enviar (en 2304) un mensaje de fallo de solicitud de descarga al macro eNB 104. El mensaje de Fallo de Solicitud de Descarga puede incluir un IE de Causa que tiene un valor respectivo para indicar la causa de la denegación.

- 35 En la Fig. 24 se representa una operación exitosa de un procedimiento de reconfiguración de descarga. El procedimiento de reconfiguración de descarga puede usarse para modificar una descarga de datos en curso, añadiendo y/o eliminando portadores de acceso de radio. Este procedimiento también puede usarse para cancelar una descarga de datos en curso si la lista de portadores de acceso de radio incluye todos los portadores de acceso de radio descargados al LeNB de destino y no hay ningún nuevo portador de acceso de radio a añadir.

- 40 El macro eNB 104 inicia el procedimiento de reconfiguración de descarga enviando (en 2402) el mensaje de Solicitud de Reconfiguración de Descarga al LeNB 108 de destino. Después de que el macro eNB 104 envía el mensaje de Solicitud de Reconfiguración de Descarga, el macro eNB 104 aborta el procedimiento de reconfiguración de descarga si el macro eNB 104 no recibe una respuesta desde el LeNB de destino después de un período de tiempo especificado.

- 45 Para cada nuevo E-RAB para el que el macro eNB 104 está solicitando realizar descarga de datos de enlace descendente, el macro eNB 104 puede incluir el IE de reenvío de DL dentro del IE de Elemento de los E-RAB A Configurar del mensaje de Solicitud de Reconfiguración de Descarga.

Para cada nuevo portador de acceso de radio en el IE de Elemento de los E-RAB A Configurar para el que el macro eNB 104 está solicitando aceptar el reenvío de datos de enlace ascendente, el macro eNB 104 puede incluir el IE de Punto Final del Túnel GTP de UL para indicar que el macro eNB 104 está solicitando el reenvío de datos de enlace ascendente recibidos por el LeNB para ese E-RAB al macro eNB.

- 50 Para cada E-RAB para el que el macro eNB 104 se solicita eliminar de la descarga, el macro eNB 104 puede incluir el IE de Punto Final del túnel de GTP de DL para indicar que el macro eNB 104 está solicitando que el eNB de celda pequeña reenvíe cualquier dato de DL no enviado desde el E-RAB de vuelta al macro eNB.

El LeNB de destino envía (en 2404) el mensaje de Confirmación de Reconfiguración de Descarga de vuelta al macro eNB 104 independientemente de si se admite o no cualquier nuevo E-RAB solicitado. El LeNB 108 de destino puede

incluir los E-RAB para los que se han preparado recursos en el LeNB 108 de destino en el IE de Lista Admitida de E-RAB. El LeNB 108 de destino también puede incluir los E-RAB que no se han admitido en el IE de la Lista No Admitida de E-RAB con un valor de Causa apropiado.

5 Para cada E-RAB que ha decidido admitir, el LeNB 108 de destino puede incluir el IE de Punto Final del Túnel de GTP de DL dentro del IE de Elemento de los E-RAB Admitidos del mensaje de Acuse de Recibo de Reconfiguración de Descarga para indicar que el LeNB 108 de destino ha aceptado el reenvío propuesto de datos de enlace descendente para este E-RAB desde el macro eNB al LeNB.

10 Si no se admite ninguna de los nuevos E-RAB solicitados o no se solicita ningún E-RAB nuevo, el LeNB 108 de destino envía el mensaje de Confirmación de Reconfiguración de Descarga de vuelta al macro eNB 104 para indicar la eliminación exitosa de los E-RAB solicitados.

Tras la recepción del mensaje de Confirmación de Reconfiguración de Descarga, el macro eNB 104 termina el procedimiento de reconfiguración de descarga.

15 La Fig. 25 ilustra una operación sin éxito de un procedimiento de reconfiguración de descarga. Si se produce un fallo durante el procedimiento de reconfiguración de descarga iniciado por un mensaje de Solicitud de Reconfiguración de Descarga enviado (en 2502), el LeNB 108 de destino envía (en 2504) un mensaje de Fallo de Reconfiguración de Descarga al macro eNB 104, donde el mensaje contiene un IE de Causa con un valor respectivo para indicar la causa del fallo.

20 La Fig. 26 ilustra un procedimiento de cancelación de descarga. El LeNB 108 de destino inicia el procedimiento enviando (en 2602) un mensaje de Solicitud de Cancelación de Descarga al macro eNB 104. En respuesta, el macro eNB 104 envía (en 2604) un mensaje de Confirmación de Cancelación de Descarga al LeNB 108 de destino. Si el macro eNB 104 desea que el LeNB 108 de destino transfiera cualquier dato de enlace descendente de vuelta al macro eNB 104, el macro eNB 104 puede incluir la lista de E-RAB y los puntos de túnel GTP de DL correspondientes. Después de recibir el mensaje de Confirmación de Cancelación de Descarga, el LeNB de destino puede transferir todos los datos de enlace ascendente (y datos de enlace descendente si se solicitan) al macro eNB 104 y libera todos los recursos asociados con la descarga de datos.

Tras recibir el mensaje de Solicitud de Cancelación de Descarga, el macro eNB puede activar el UE 110 para realizar la medición. El macro eNB 104 toma la decisión final sobre dónde se transferirá el UE 110 a otra celda pequeña.

30 La Fig. 27 ilustra un procedimiento de cancelación de preparación de descarga de ejemplo. El macro eNB 104 inicia el procedimiento enviando (en 2702) el mensaje de Cancelación de Descarga al LeNB 108 de destino. El macro eNB 104 puede indicar la razón para cancelar la descarga de datos incluyendo un valor de causa apropiado. La razón para la cancelación puede ser que el macro eNB 104 ha iniciado un procedimiento de preparación de descarga con múltiples celdas pequeñas y solo se selecciona una celda pequeña, por lo que el macro eNB 104 tiene que cancelar el procedimiento de preparación de descarga para las celdas pequeñas no seleccionadas.

35 En la recepción del mensaje de Cancelación de Descarga, el LeNB 108 de destino puede eliminar cualquier referencia a, y liberar, cualquier recurso previamente reservado para la descarga de datos.

40 El propósito del procedimiento de transferencia de estado de SN es transferir el número de secuencia de PDCP de enlace descendente y el estado de transmisor de número de hipertrama entre eNB (macro eNB a LeNB o viceversa) para cada E-RAB respectivo para el que se aplica la conservación del estado del número de secuencia de PDCP y del número de hipertrama. El procedimiento es aplicable solamente cuando se envían SDU de PDCP a una celda pequeña y la capa de PDCP se implementa en la celda pequeña. El procedimiento es el mismo que en el caso de transferencia normal.

45 Cuando la descarga de datos se lleva a cabo en partes inferiores de la pila de protocolos (por debajo de la capa de PDCP), la transferencia de estado de SN no tiene que ser una etapa separada. En su lugar, la información de transferencia de estado de SN puede ser transportada como parte de otro mensaje. Además, los números de secuencia transferidos pueden ser un número de secuencia de PDCP o un número de secuencia de RLC, dependiendo del tipo de paquetes que se descargan.

Mensajes para Soportar Procedimientos de Descarga

En algunos ejemplos, el mensaje de Solicitud de Descarga puede incluir los siguientes IE:

- Tipo de Mensaje (para identificar un tipo del mensaje);
- 50 • ID de X3 del UE de Macro eNB (identificador asignado al UE a través de la interfaz X3 en el macro eNB);
- ID de Celda de Celda pequeña (para identificar la celda pequeña que es el sujeto de la descarga de datos);
- Información de Contexto de UE.

La información de contexto de UE del mensaje de Solicitud de Descarga incluye los siguientes IE:

- Tasa de Bits Máxima Agregada de UE (para indicar la tasa de bits máxima que puede ser soportada para el UE);
- Lista de los E-RAB A Configurar, que incluye:

- Elemento de los E-RAB A Configurar, que a su vez incluye:

- 5
 - ID de E-RAB (para identificar un E-RAB específico);
 - Parámetros de QoS de Nivel de E-RAB (para indicar QoS para el E-RAB);
 - Reenvío de DL (para indicar reenvío de datos de enlace descendente al LeNB);
 - Punto Final del Túnel de GTP de UL (para identificar el portador de transporte X3 usado para el reenvío de datos de enlace ascendente);

- 10
 - Algún Contexto de RRC que incluye uno o más de los siguientes
 - ID de UE (es decir, Identificador Temporal de Red de Radio (RNTI));
- Información de capacidad de radio de UE.

En caso de distribución de datos antes de la capa de PDCP, se incluye la siguiente información adicional en el mensaje de Solicitud de Descarga como parte del contexto de RRC:

- 15
 - Configuración de PDCP
 - Información de la capacidad de seguridad del UE;
 - Contexto de seguridad a usar en el LeNB.

- 20
 - En caso de que el UE solo sea capaz de una única conexión de radio en cualquier subtrama dada, la macrocelda y la celda pequeña pueden planificar datos para el UE en diferentes subtramas. En este caso, el macro eNB también puede sugerir un patrón de subtrama a la celda pequeña de destino a usar para programar datos al UE. Por tanto, también puede incluirse un patrón de subtrama en el mensaje de Solicitud de Descarga.

El mensaje de Confirmación de Solicitud de Descarga puede incluir los siguientes IE:

- Tipo de Mensaje;
- ID de X3 del UE de macro eNB (identificador asignado al UE a través de la interfaz X3 en el macro eNB) ;
- 25
 - ID de X3 del UE de eNB de Celda Pequeña (identificador asignado al UE a través de la interfaz X3 en el LeNB de destino);
 - Lista de E-RAB Admitidos, que incluye:
 - Elemento E-RAB Admitidos, que a su vez incluye:
 - ID de E-RAB (para identificar un E-RAB que se ha admitido);
 - 30
 - Punto Final del Túnel de GTP de DL (para identificar el portador de transporte X3 usado para reenviar datos de enlace descendente al LeNB);
 - Lista de E-RAB No Admitidos (incluye uno o más ID de E-RAB de E-RAB(s) que ha sido o no admitido(s));
 - Configuraciones de radio comunes y específicas de UE para el UE en la celda pequeña, que deben retransmitirse al UE por el macro eNB. Puede incluir la siguiente información
 - 35
 - ID de UE asignado en la celda pequeña;
 - Configuraciones de recursos de radio de celda pequeña para el UE que incluyen:
 - Reconfiguración de DRB;
 - Configuración de capa de MAC;
 - Configuraciones de canal físico.

El mensaje de Fallo de Solicitud de Descarga puede incluir los siguientes IE:

- Tipo de Mensaje;
- ID de X3 del UE de macro eNB;
- Causa;
- 5 • Diagnóstico de Criticidad (que contiene información de diagnóstico).

El mensaje de Solicitud de Reconfiguración de Descarga puede incluir los siguientes IE:

- Tipo de Mensaje;
- ID de X3 del UE de macro eNB;
- Causa;
- 10 • ID de Celda Pequeña;
- Lista de los E-RAB A Configurar, que incluye:
 - Elemento de los E-RAB A Configurar, que a su vez incluye:
 - ID de E-RAB;
 - Parámetros de QoS de Nivel de E-RAB;
- 15 • Lista de los E-RAB a Eliminar, que incluye:
 - Elemento de los E-RAB A Eliminar, que a su vez incluye:
 - ID de E-RAB;
 - Punto Final del Túnel de GTP de DL;

20 Cuando se elimina un E-RAB, el macro eNB 104 también puede solicitar a la celda pequeña que reenvíe datos de enlace descendente asociados con el E-RAB al macro eNB 104. Para los datos de enlace ascendente recibidos, la celda pequeña puede enviar todos los datos de enlace ascendente al macro eNB 104.

El mensaje de Confirmación de Reconfiguración de Descarga puede incluir los siguientes IE:

- Tipo de Mensaje;
- ID de X3 del UE de Macro eNB;
- 25 • Causa;
- ID de Celda Pequeña;
- Lista E-RAB Admitidos, que incluye:
 - Elemento de E-RAB Admitidos, que a su vez incluye:
 - ID de E-RAB.

30 El mensaje de Fallo de Reconfiguración de Descarga puede incluir los siguientes IE:

- Tipo de Mensaje;
- ID del UE de Macro eNB
- Causa.

El mensaje de Solicitud de Cancelación de Descarga puede incluir los siguientes IE:

- 35 • Tipo de Mensaje;
- ID de X3 del UE de macro eNB;

- ID de X3 del UE de eNB de Celda Pequeña.

El mensaje de Confirmación de Cancelación de Descarga puede incluir los siguientes IE:

- Tipo de Mensaje;
- ID de X3 del UE de Macro eNB;

- 5
- ID de X3 del UE de eNB de Celda Pequeña;
 - Lista de E-RAB, que incluye:
 - Elemento de los E-RAB, que a su vez incluye:
 - ID de E-RAB;
 - Punto Final del Túnel de GTP de DL;

10 El mensaje de Cancelación de Descarga puede incluir los siguientes IE:

- Tipo de Mensaje;
- ID de X3 del UE de Macro eNB;
- ID de X3 del UE de eNB de Celda Pequeña;
- Causa.

15 Reenvío de Datos Entre Celdas Pequeñas

Después de que se haya producido la descarga de datos desde una macrocelda a una primera celda pequeña, tal como según el procedimiento representado en la Fig. 21, puede haber escenarios en los que el UE 110 debe transferirse desde la primera celda pequeña a una segunda celda pequeña. En este caso, el macro eNB 104 puede gestionar la transferencia de UE del UE 110 desde la primera celda pequeña a la segunda celda pequeña, mientras se mantiene una conexión de radio entre el UE 110 y el macro eNB 104. La transferencia de UE del UE 110 desde la primera celda pequeña a la segunda celda pequeña provoca que la descarga de datos se transfiera desde la primera celda pequeña a la segunda celda pequeña; en otras palabras, el manejo de al menos algún(os) portador(es) de acceso de radio se transfiere desde la primera celda pequeña a la segunda celda pequeña.

La transferencia de UE del UE 110 desde la primera celda pequeña a la segunda celda pequeña puede iniciarse mediante (1) el macro eNB 104 en respuesta a un informe de medición desde el UE 110 al macro eNB 104 que indica que el UE 110 ya no debe ser atendido por la primera celda pequeña; o (2) el LeNB de la primera celda pequeña, que se puede producir debido a diversas razones, tal como para lograr un equilibrio de carga en el LeNB de la primera celda pequeña o por alguna otra razón. La primera celda pequeña puede iniciar una transferencia de UE enviando un mensaje de Solicitud de Cancelación de Descarga a través de la interfaz X3 al macro eNB 104.

Una vez que se realiza la transferencia de UE desde la primera celda pequeña a la segunda celda pequeña, puede producirse el reenvío de datos. El reenvío de datos se refiere a la transferencia de datos para el UE 110 desde la primera celda pequeña hasta la segunda celda pequeña, donde los datos transferidos pueden incluir datos de enlace descendente o datos de enlace ascendente que aún no han sido comunicados por la primera celda pequeña al siguiente destino apropiado (UE 110 para datos de enlace descendente y el macro eNB 104 para datos de enlace ascendente). El reenvío de datos se puede producir directamente desde la primera celda pequeña a la segunda celda pequeña, o indirectamente desde la primera celda pequeña a la segunda celda pequeña a través de un macro eNB compartido. Si la primera y segunda celdas pequeñas no comparten el mismo macro eNB, entonces el reenvío de datos puede realizarse indirectamente a través de múltiples macro eNB respectivos.

Alternativamente, en lugar de realizar reenvío de datos como parte de la transferencia de la descarga de datos desde la primera celda pequeña a la segunda celda pequeña, el UE puede establecer primero un enlace de radio con la segunda celda pequeña, y luego, después de establecer el enlace de radio con la segunda celda pequeña, puede terminar el enlace de radio con la celda pequeña actual. De esta manera, no tiene que realizarse el reenvío de datos entre las celdas pequeñas primera y segunda.

La Fig. 28 es un diagrama de flujo de mensajes que ilustra la transferencia de UE de un UE 110 (más específicamente, la transferencia de la descarga de datos para el UE 110) desde una primera celda pequeña a una segunda celda pequeña. Los nodos implicados en tal procedimiento incluyen el UE 110, un primer LeNB 108-1 de la primera celda pequeña, un macro eNB 104 y un segundo LeNB 108-2 de la segunda celda pequeña. Como se muestra en la Fig. 28, se ha establecido una descarga de datos en curso (en 2802) entre el macro eNB 104 y el primer LeNB 108-1, tal como usando el proceso representado en la Fig. 20.

En algún momento posterior, el UE 110 puede detectar (en 2804) que la calidad del enlace de radio a la segunda celda pequeña supera un umbral especificado. Aunque no se muestra, el UE 110 también puede detectar que la calidad del enlace de radio a la primera celda pequeña se ha deteriorado. En respuesta a tal determinación en 2804, el UE 110 envía (en 2806) un informe de medición de celda pequeña al macro eNB 104. El informe de medición de celda pequeña identifica la segunda celda pequeña y contiene una indicación de que el enlace de radio a la segunda celda pequeña supera el umbral especificado (y posiblemente una indicación de la calidad del enlace de radio a la primera celda pequeña).

El macro eNB 104 puede tomar una decisión (en 2808) para realizar descarga de datos a la segunda celda pequeña (transfiriendo efectivamente la descarga de datos desde la primera celda pequeña a la segunda celda pequeña). El macro eNB 104 envía (en 2810) un mensaje de Solicitud de Descarga al segundo LeNB 108-2, que responde (en 2812) con un mensaje de Confirmación de Solicitud de Descarga (para aceptar la solicitud) o mensaje de Fallo de Solicitud de Descarga (para denegar la solicitud).

Suponiendo que el LeNB 108-2 ha aceptado la Solicitud de Descarga, el macro eNB 104 puede enviar (en 2814) un mensaje de Solicitud de Reconfiguración de Descarga al primer LeNB 108-1. El mensaje de Solicitud de Reconfiguración de Descarga puede identificar el(los) portador(es) de acceso de radio a eliminar del primer LeNB 108-1. El primer LeNB 108-1 responde (en 2816) con un mensaje de Acuse de Recibo de Reconfiguración de Descarga. El primer LeNB 108-1 también envía datos de enlace ascendente asociados con el(los) portador(es) de acceso de radio eliminado(s) al macro eNB 104 (en 2818) o al segundo LeNB 108-2 (en 2820).

En implementaciones donde la capa de PDCP también está incluida en los LeNB (tal como según la disposición de la Fig. 7), el primer LeNB 108-1 también puede enviar un mensaje de transferencia de estado de SN de PDCP al macro eNB 104 (en 2822) o al segundo LeNB 108-2 (en 2824).

De manera similar, el primer LeNB 108-1 también puede enviar cualquier dato de enlace descendente para el(los) portador(es) de acceso de radio eliminado(s) al macro eNB 104 (en 2826) o al segundo LeNB 108-2 (en 2828).

Una vez que todos los datos de enlace ascendente y los datos de enlace descendente para el(los) portador(es) de acceso de radio eliminado(s) se han transferido desde el primer LeNB 108-1 al segundo LeNB 108-2 (ya sea directamente entre el primer LeNB 108-1 y el segundo LeNB 108-2 o indirectamente a través del macro eNB 104), el primer LeNB 108-1 puede liberar (en 2830) recursos de descarga.

En respuesta a la recepción del mensaje de Acuse de Recibo de Reconfiguración de Descarga desde el segundo LeNB 108-2, el macro eNB 104 envía (en 2832) un mensaje de Descarga de Celda Pequeña al UE 110, donde este mensaje de Descarga de Celda Pequeña contiene información para el segundo LeNB 108-2. En respuesta, usando la información (por ejemplo, información de acceso aleatorio e información del sistema) en el mensaje de Descarga de Celda Pequeña, el UE 110 realiza (en 2834) un procedimiento de conexión con el segundo LeNB 108-2.

Los datos de enlace descendente para el UE 110 pueden enviarse posteriormente (en 2836) desde el macro eNB 104 al segundo LeNB 108-2. El segundo LeNB 108-2 remite entonces (en 2838) los datos de enlace descendente al UE 110. En la dirección de enlace ascendente, el UE 110 puede enviar (en 2840) datos de enlace ascendente al segundo LeNB 108-2. El segundo LeNB 108-2 reenvía entonces (en 2842) los datos de enlace ascendente al macro eNB 104.

En implementaciones alternativas, si el macro eNB 104 es un punto de retransmisión para datos, digamos en la capa de PDCP, el macro eNB 104 puede almacenar copias locales de PDU de PDCP. Un LeNB notificará al macro eNB 104 sobre el estado de entrega de cada PDU de PDCP. A menos que una PDU de PDCP se suministre con éxito, es posible que el macro eNB 104 no elimine su copia local de la PDU de PDCP. El estado de entrega de cada PDU de PDCP está así completamente disponible en el macro eNB 104. En este caso, cuando se produce la transferencia del UE desde la primera celda pequeña a la segunda celda pequeña, el macro eNB 104 puede controlar completamente el reenvío de datos. La operación de la primera y segunda celdas pequeñas se puede simplificar ya que no se deben enviar datos desde la primera celda pequeña a la segunda celda pequeña o a la macrocelda. La macrocelda reenviará cualquier PDU de PDCP no emitida a la segunda celda pequeña.

En algunas implementaciones, la disponibilidad de una ruta de reenvío directo desde la primera celda pequeña a la segunda celda pequeña se determina en el primer LeNB 108-1, y puede indicarse al macro eNB 102. Si la conectividad X2 está disponible entre los LeNB 108-1 y 108-2, entonces puede estar disponible una ruta de reenvío directo. La ruta de reenvío directo también puede estar disponible durante la etapa de configuración de una celda pequeña o durante la etapa de inicialización de transferencia de UE. Si no está disponible una ruta de reenvío directa, puede usarse reenvío indirecto. El macro eNB 104 usa la indicación (de si una ruta de reenvío directo está disponible) desde el primer LeNB 108-1 para determinar si aplicar reenvío indirecto, y si otro macro eNB debe contactarse para el reenvío indirecto.

Como ejemplo, el primer LeNB 108-1 puede proporcionar una lista de LeNB de destino con los que el primer LeNB 108-1 tiene una conexión X2. Esta lista puede ser transportada en una nueva información e incluida en uno de los mensajes enviados desde el primer LeNB 108-1 al macro eNB 104. Como ejemplo, se puede definir un elemento de información llamado "Disponibilidad de Ruta de Reenvío Directo". Este elemento de información es opcional sobre la interfaz X3, donde su ausencia puede interpretarse como "ruta directa no disponible".

La Fig. 28 representa un proceso de ejemplo en el que la transferencia de UE desde la primera celda pequeña a la segunda celda pequeña se inicia por el macro eNB 104. En otros ejemplos, el primer LeNB 108-1 puede iniciar una transferencia de UE, lo que puede hacer que la macro eNB 104 decida transferir el UE 110 al segundo LeNB 108-2 conectado al mismo macro eNB 104. Un proceso para realizar tal transferencia de UE se representa en la Fig. 29.

- 5 Se ha establecido una descarga de datos en curso (en 2902) entre el macro eNB 104 y el primer LeNB 108-1, tal como usando el proceso representado en la Fig. 20. Para iniciar una transferencia de UE por cualquier razón, el primer LeNB 108-1 envía (en 2904) un mensaje de Solicitud de Cancelación de Descarga a través de la interfaz X3 al macro eNB 104. En respuesta, el macro eNB 104 puede configurar el UE 110 para iniciar un procedimiento de medición si no se ha configurado anteriormente, o el macro eNB 104 puede activar el UE 110 para iniciar el procedimiento de medición
- 10 con nuevas configuraciones de medición. Para realizar cualquiera de los anteriores, el macro eNB 104 envía (en 2906) un mensaje de Configuración de Medición de celda pequeña al UE 110. El UE 110 puede enviar (en 2908) un informe de medición, y basándose en los datos de medición en el informe de medición, el macro eNB 104 puede tomar una decisión (en 2910) para descargar al segundo LeNB de un conjunto de LeNB de destino. El macro eNB 104 también puede elegir simplemente el segundo LeNB de informes de medición anteriores si no están fuera de fecha.
- 15 El macro eNB 104 envía a continuación (en 2912) un mensaje de Solicitud de Descarga al segundo LeNB 108-2 con información que identifica portador(es) de acceso de radio que va(n) a descargarse a la segunda celda pequeña. Si el segundo LeNB 108-2 acepta la Solicitud de Descarga, el segundo LeNB 108-2 responde (en 2914) con un mensaje de Acuse de Recibo de Solicitud de Descarga al macro eNB 104.

- 20 El macro eNB 104 envía entonces (en 2916) un mensaje de Cancelación de Descarga al primer LeNB 108-1. El proceso restante es similar a las tareas 2830-2842 representadas en la Fig. 28.

En otro ejemplo, en una transferencia de UE iniciada por el macro eNB 104, el macro eNB 104 puede decidir mover todos los portadores de acceso de radio del UE o un subconjunto de los portadores de acceso de radio del UE de vuelta al propio macro eNB 104. El procedimiento correspondiente se describe a continuación.

- 25 El macro eNB 104 envía un mensaje de Solicitud de Reconfiguración de Descarga al primer LeNB 108-1. Dentro del mensaje de Solicitud de Reconfiguración de Descarga, el macro eNB 104 proporciona una lista de portadores de acceso de radio que han de eliminarse. Si la lista contiene todos los portadores de acceso de radio del UE que son manejados por el primer LeNB 108-1, entonces el primer LeNB 108-1 puede considerar que el UE está completamente transferido al macro eNB 104. El primer LeNB 108-1 responde con un mensaje de Acuse de Recibo de Reconfiguración de Descarga de vuelta al macro eNB 104.
- 30 Alternativamente, el macro eNB 104 puede enviar un mensaje de Cancelación de Descarga al primer LeNB 108-1, en lugar del mensaje de solicitud de Reconfiguración de Descarga.

Arquitectura del Sistema

- 35 La Fig. 30 es un diagrama de bloques de un sistema 3000 de ejemplo que puede ser cualquiera de los diversos nodos descritos anteriormente, que incluye un UE, LeNB, macro eNB y GW de LeNB. El sistema 2000 incluye instrucciones 3002 legibles por máquina que pueden realizar tareas de cualquiera de las entidades anteriores como se ha analizado anteriormente. Las instrucciones 3002 legibles por máquina son ejecutables en uno o múltiples procesadores 3004. Un procesador puede incluir un microprocesador, microcontrolador, módulo o subsistema de procesador, circuito integrado programable, matriz de puertas programables u otro dispositivo de control o informático.

- 40 El(Los) procesador(es) 3004 puede estar acoplado(s) a una o múltiples interfaces 3006 de comunicación, que permiten la comunicación entre el sistema 3000 y uno o más nodos. Cada interfaz 3006 de comunicación incluye hardware de interfaz de red además de firmware o software para implementar capas superiores (incluyendo aquellas capas de protocolo analizadas anteriormente). El sistema 3000 también incluye un medio 3008 de almacenamiento (o medios de almacenamiento) para almacenar datos e instrucciones.

- 45 El medio 2008 de almacenamiento (o medios de almacenamiento) puede implementarse como uno o más medios de almacenamiento legibles por ordenador o legibles por máquina. Los medios de almacenamiento incluyen diferentes formas de memoria, incluyendo dispositivos de memoria semiconductores tales como memorias dinámicas o estáticas de acceso aleatorio (DRAM o SRAM), memorias de solo lectura borrables y programables (EPROM), memorias de solo lectura borrables y programables eléctricamente (EEPROM) y memorias flash; discos magnéticos tales como discos fijos, flexibles y extraíbles; otros medios magnéticos, incluyendo cinta; medios ópticos tales como discos compactos (CD) o discos de vídeo digitales (DVD); u otros tipos de dispositivos de almacenamiento. Obsérvese que las instrucciones analizadas anteriormente pueden proporcionarse en un medio de almacenamiento legible por ordenador o legible por máquina, o alternativamente, pueden proporcionarse en múltiples medios de almacenamiento legibles por ordenador o legibles por máquina distribuidos en un sistema grande que tiene posiblemente múltiples nodos. Dicho medio o medios de almacenamiento legibles por ordenador o legibles por máquina se considera(n) que
- 50 es parte de un artículo (o artículo de fabricación). Un artículo o artículo de fabricación puede referirse a cualquier componente único fabricado o componentes múltiples. El medio o medios de almacenamiento pueden estar ubicados en la máquina que ejecuta las instrucciones legibles por máquina, o ubicados en un sitio remoto desde el que pueden descargarse instrucciones legibles por máquina a través de una red para su ejecución.
- 55

En la descripción anterior, se exponen numerosos detalles para proporcionar una comprensión del objeto descrito en la presente memoria. Sin embargo, las implementaciones pueden ponerse en práctica sin algunos o todos estos detalles. Otras implementaciones pueden incluir modificaciones y variaciones de los detalles analizados anteriormente. Se pretende que las reivindicaciones adjuntas cubran tales modificaciones y variaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un nodo (108) de red de acceso inalámbrico local que comprende:

una interfaz (3006) de comunicación para comunicarse con un macronodo (104) de red de acceso inalámbrico; y
al menos un procesador (3004) configurado para:

recibir (2010), desde el macronodo (104) de red de acceso inalámbrico y a través de la interfaz (3006) de comunicación, una solicitud para descargar al menos una parte del tráfico de datos asociado con uno o más portadores de acceso de radio a descargar para un equipo (110) de usuario desde el macronodo (104) de red de acceso inalámbrico al nodo (108) de red de acceso inalámbrico local, en donde el equipo (110) de usuario va a mantener una conexión inalámbrica al macronodo (104) de red de acceso inalámbrico mientras que el equipo (110) de usuario va a recibir la al menos una parte del tráfico de datos desde el nodo (108) de red de acceso inalámbrico local pero no desde el macronodo (104) de red de acceso inalámbrico; y

enviar (2012), al macronodo (104) de red de acceso inalámbrico, una respuesta que indica la aceptación de la solicitud, incluyendo la respuesta información de configuración de canal de acceso aleatorio del nodo (108) de red de acceso inalámbrico local e información de preámbulo de acceso aleatorio a enviar por el macronodo (104) de red de acceso inalámbrico al equipo (110) de usuario.

2. El nodo (108) de red de acceso inalámbrico local de la reivindicación 1, en donde el al menos un procesador (3004) está configurado para enviar una solicitud de cancelación al macronodo (104) de red de acceso inalámbrico para cancelar una descarga existente para el equipo (110) de usuario.

3. El nodo (108) de red de acceso inalámbrico local de la reivindicación 1 o 2, en donde el al menos un procesador (3004) está configurado para:

recibir un mensaje que indica que el manejo de la al menos una parte del tráfico de datos se va a eliminar del nodo (108) de red de acceso inalámbrico local, para provocar la transferencia de la al menos una parte del tráfico de datos a otro nodo de red de acceso inalámbrico local.

4. El nodo (108) de red de acceso inalámbrico local de la reivindicación 3, en donde el mensaje identifica portadores de acceso de radio que se van a retirar del nodo (108) de red de acceso inalámbrico local; opcionalmente en donde la recepción del mensaje es parte de una transferencia de equipo (110) de usuario desde el nodo (108) de red de acceso inalámbrico local al otro nodo de red de acceso inalámbrico local.

5. El nodo (108) de red de acceso inalámbrico local de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el al menos un procesador (3004) está configurado para, además:

comunicar, con el equipo (110) de usuario, la al menos una parte del tráfico de datos a través de una conexión inalámbrica entre el nodo (108) de red de acceso inalámbrico local y el equipo (110) de usuario;

recibir, desde el macronodo de red de acceso inalámbrico, un mensaje de reconfiguración para añadir o eliminar uno o más portadores de acceso de radio de una descarga existente del tráfico de datos para que el equipo (110) de usuario sea manejado por el nodo (108) de red de acceso inalámbrico local; y

en respuesta al mensaje de reconfiguración, modificar la descarga existente de la al menos una parte del tráfico de datos que se comunica entre el nodo (108) de red de acceso inalámbrico local y el equipo (110) de usuario.

6. El nodo (108) de red de acceso inalámbrico local de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la solicitud identifica una pluralidad de portadores de acceso de radio, y en donde la respuesta indica la aceptación de un subconjunto de la pluralidad de portadores de acceso de radio.

7. Un método que comprende:

recibir, por un nodo (108) de red de acceso inalámbrico local y desde un macronodo de red de acceso inalámbrico, una solicitud para descargar al menos una parte del tráfico de datos asociado con uno o más portadores de acceso de radio a descargar para un equipo (110) de usuario desde el macronodo (104) de red de acceso inalámbrico al nodo (108) de red de acceso inalámbrico local, en donde el equipo (110) de usuario va a mantener una conexión inalámbrica al macronodo (104) de red de acceso inalámbrico mientras que el equipo (110) de usuario va a recibir la al menos una parte del tráfico de datos desde el nodo (108) de red de acceso inalámbrico local pero no desde el macronodo (104) de red de acceso inalámbrico; y

enviar, por el nodo (108) de red de acceso inalámbrico local y al macronodo (104) de red de acceso inalámbrico, una respuesta, en donde la respuesta indica aceptación de la solicitud, e incluye información de configuración de canal de acceso aleatorio del nodo (108) de red de acceso inalámbrico local e información de preámbulo de acceso aleatorio a enviar por el macronodo (104) de red de acceso inalámbrico al equipo (110) de usuario.

8. El método de la reivindicación 7, que comprende además:

recibir, por el nodo (108) de red de acceso inalámbrico local desde el equipo (110) de usuario, una señal de acceso aleatorio física basada en la información de preámbulo de acceso aleatorio para establecer una conexión de radio con el nodo (108) de red de acceso inalámbrico local.

5 9. El método de la reivindicación 7 u 8, que comprende además recibir, por el nodo (108) de red de acceso inalámbrico local, datos de enlace descendente desde el macronodo (104) de red de acceso inalámbrico, los datos de enlace descendente a enviar por el nodo (108) de red de acceso inalámbrico local al equipo (110) de usuario.

10 10. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, que comprende además enviar, por el nodo (108) de red de acceso inalámbrico local, datos de enlace ascendente recibidos desde el equipo (110) de usuario al macronodo (104) de red de acceso inalámbrico.

11. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, que comprende además recibir un mensaje que indica que el manejo de la al menos una parte del tráfico de datos se va a eliminar del nodo (108) de red de acceso inalámbrico local, en donde el mensaje identifica portadores de acceso de radio que se van a eliminar del nodo (108) de red de acceso inalámbrico local.

15 12. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11, que comprende además:

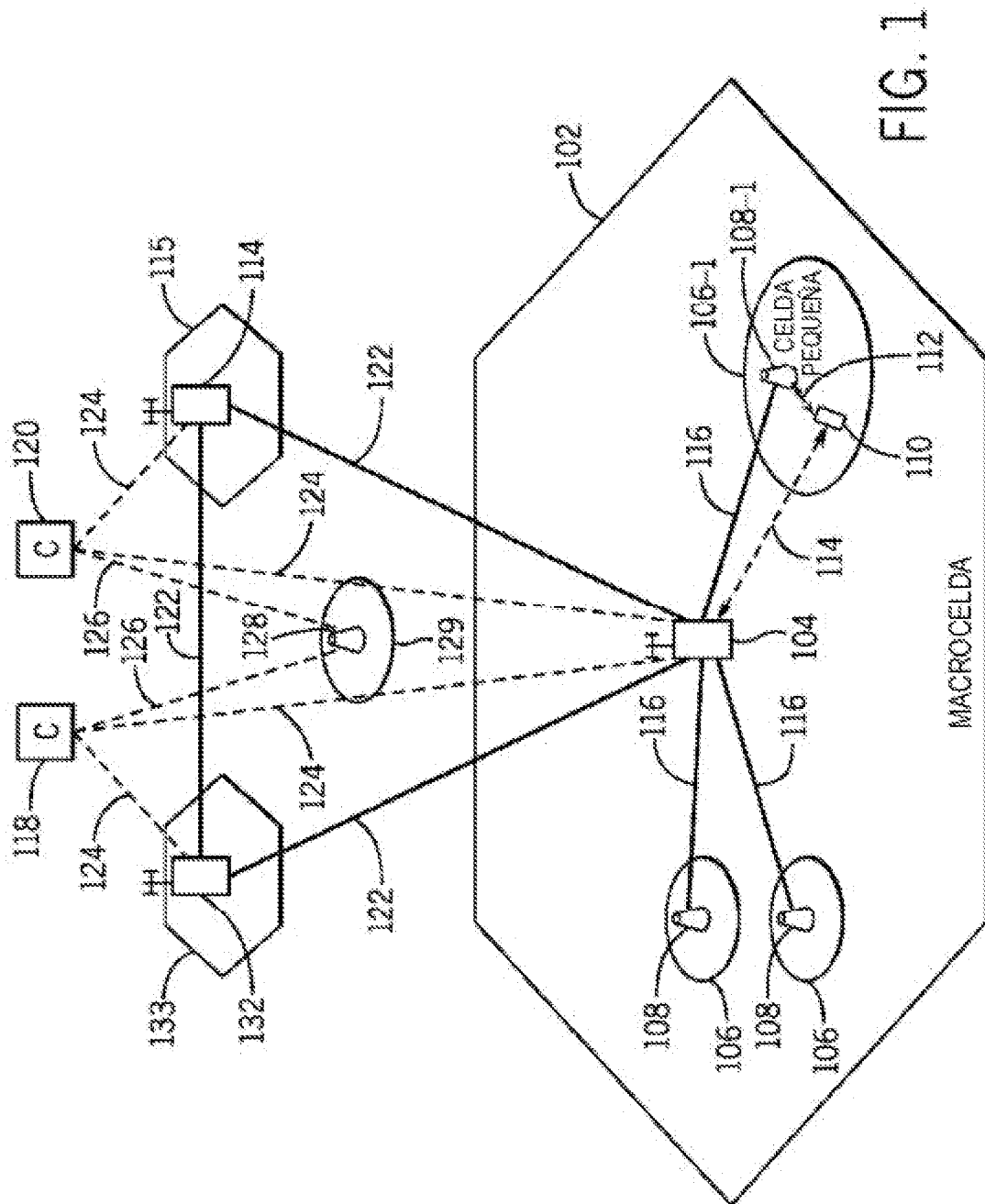
comunicar, con el equipo (110) de usuario, la al menos una parte del tráfico de datos a través de una conexión inalámbrica entre el nodo (108) de red de acceso inalámbrico local y el equipo (110) de usuario;

20 recibir, desde el macronodo de red de acceso inalámbrico, un mensaje de reconfiguración para añadir o eliminar uno o más portadores de acceso de radio de una descarga existente del tráfico de datos para que el equipo (110) de usuario sea manejado por el nodo (108) de red de acceso inalámbrico local; y

en respuesta al mensaje de reconfiguración, modificar la descarga existente de la al menos una parte del tráfico de datos que se comunica entre el nodo (108) de red de acceso inalámbrico local y el equipo (110) de usuario.

25 13. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 12, en donde la solicitud identifica una pluralidad de portadores de acceso de radio, y en donde la respuesta indica la aceptación de un subconjunto de la pluralidad de portadores de acceso de radio

14. Un programa informático que cuando es ejecutado por un procesador de un nodo de acceso inalámbrico local, hace que el nodo de acceso inalámbrico local lleve a cabo el método de una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 13.



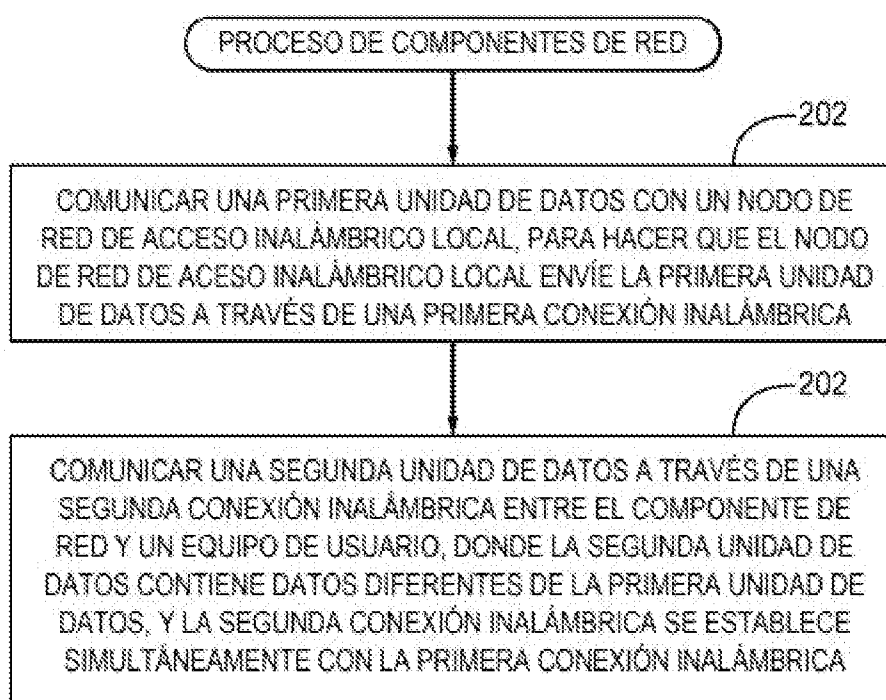


FIG. 2

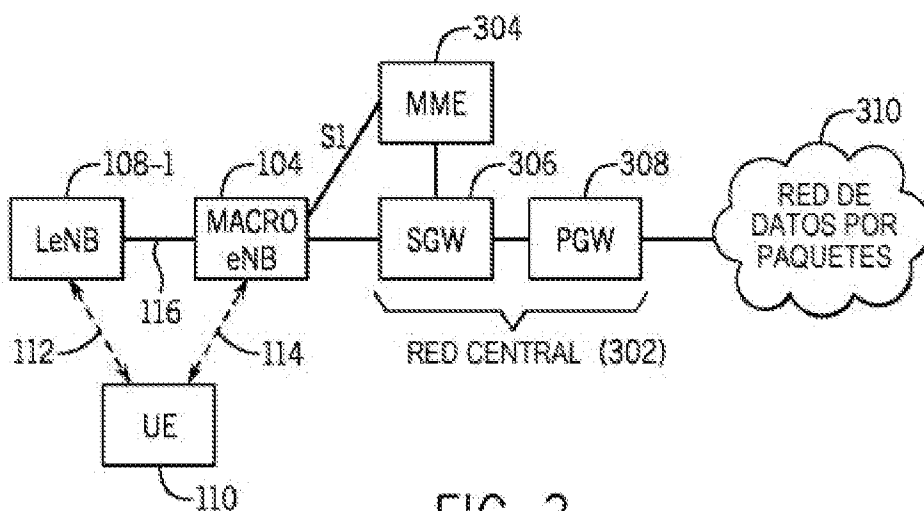


FIG. 3

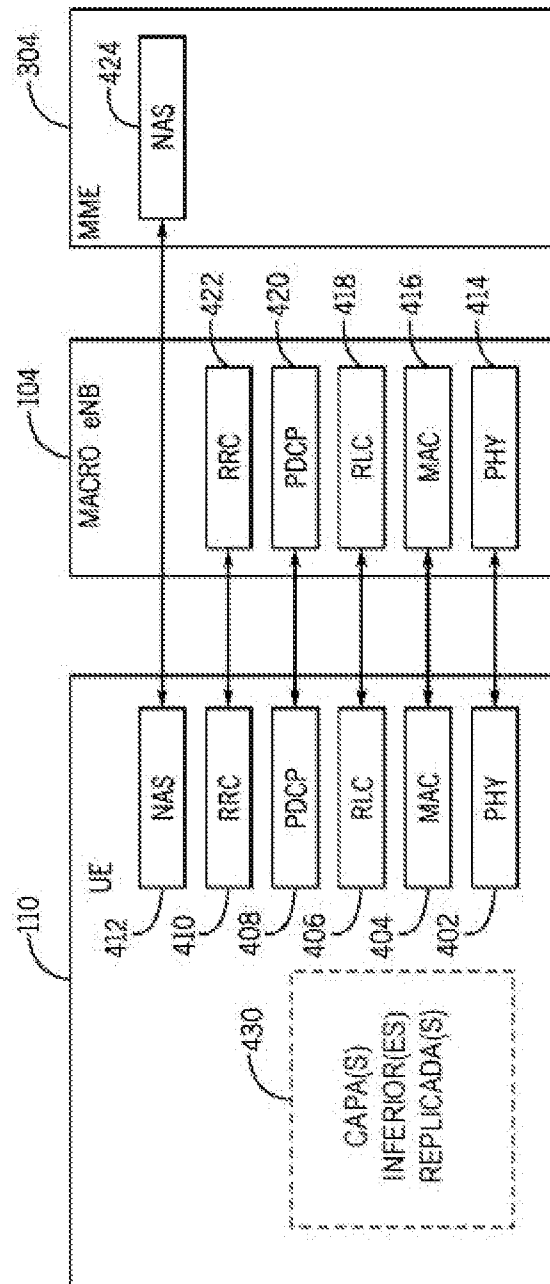


FIG. 4

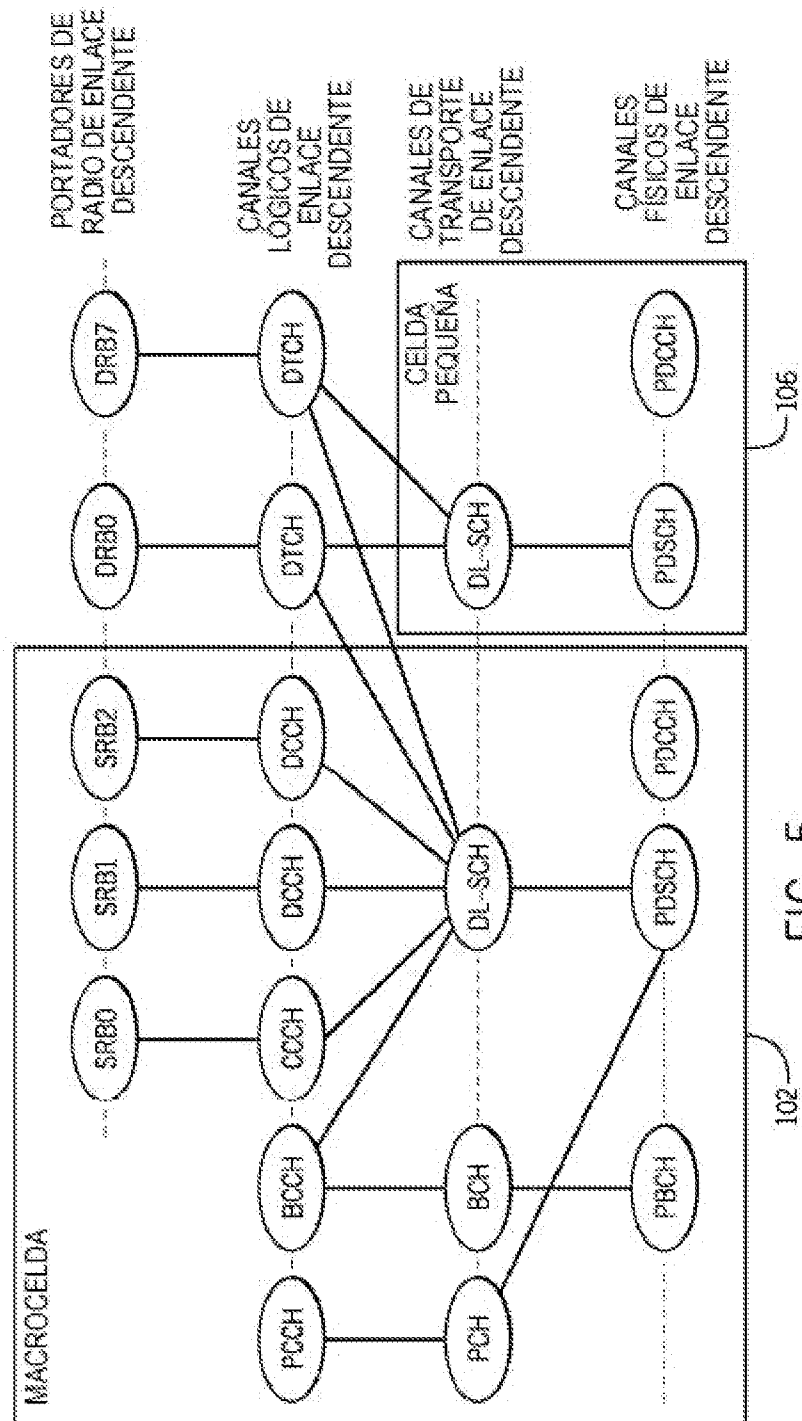


FIG. 5

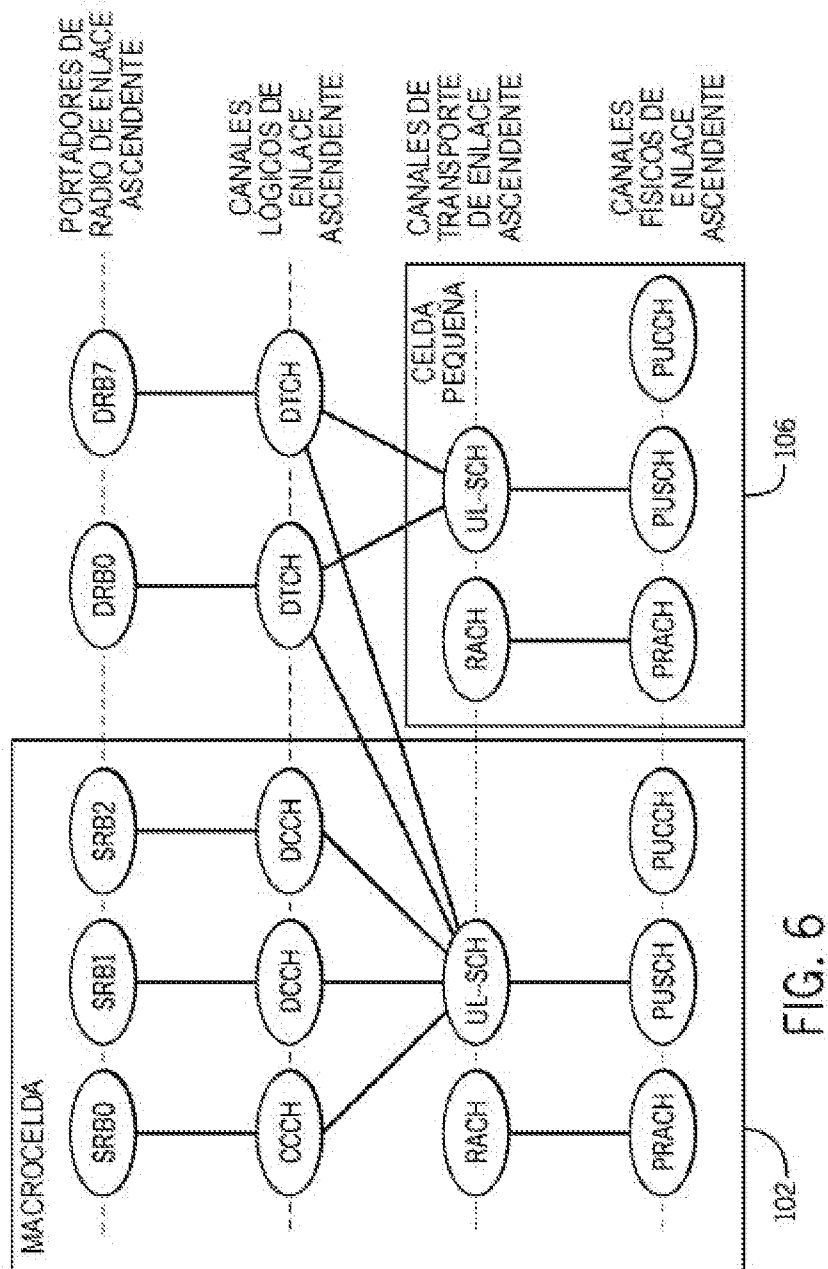
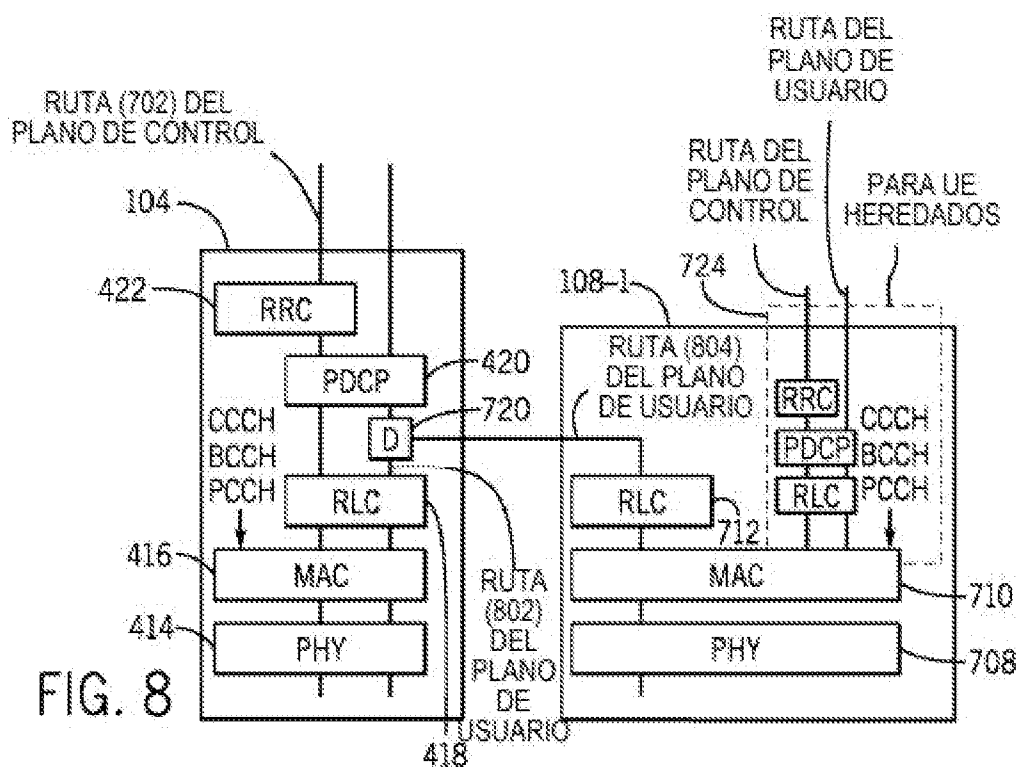
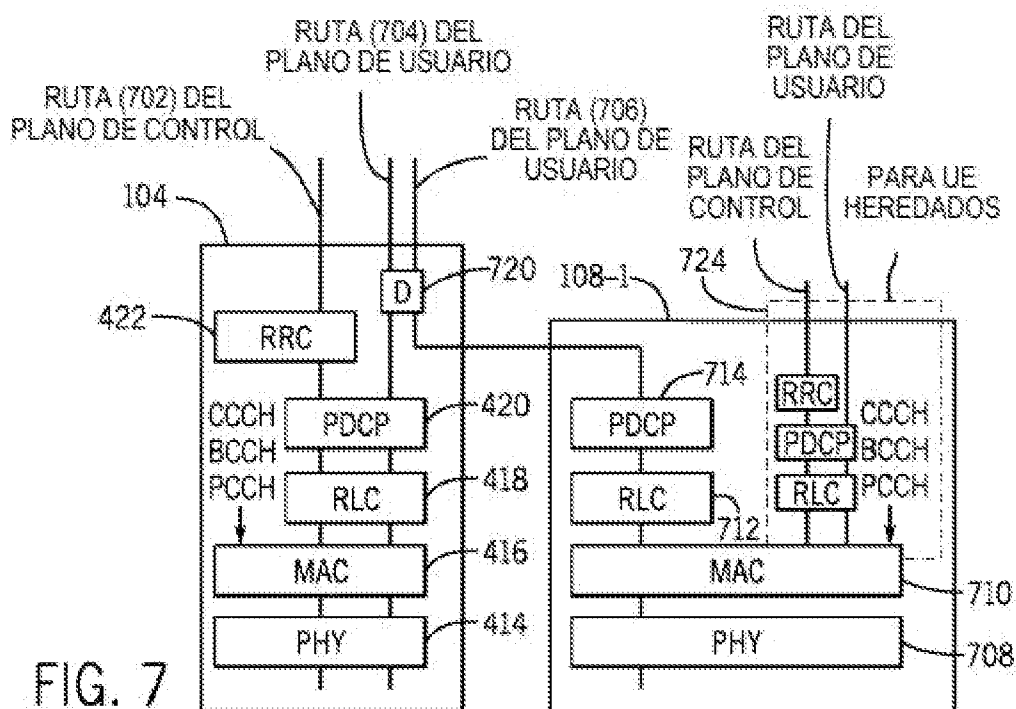


FIG. 6



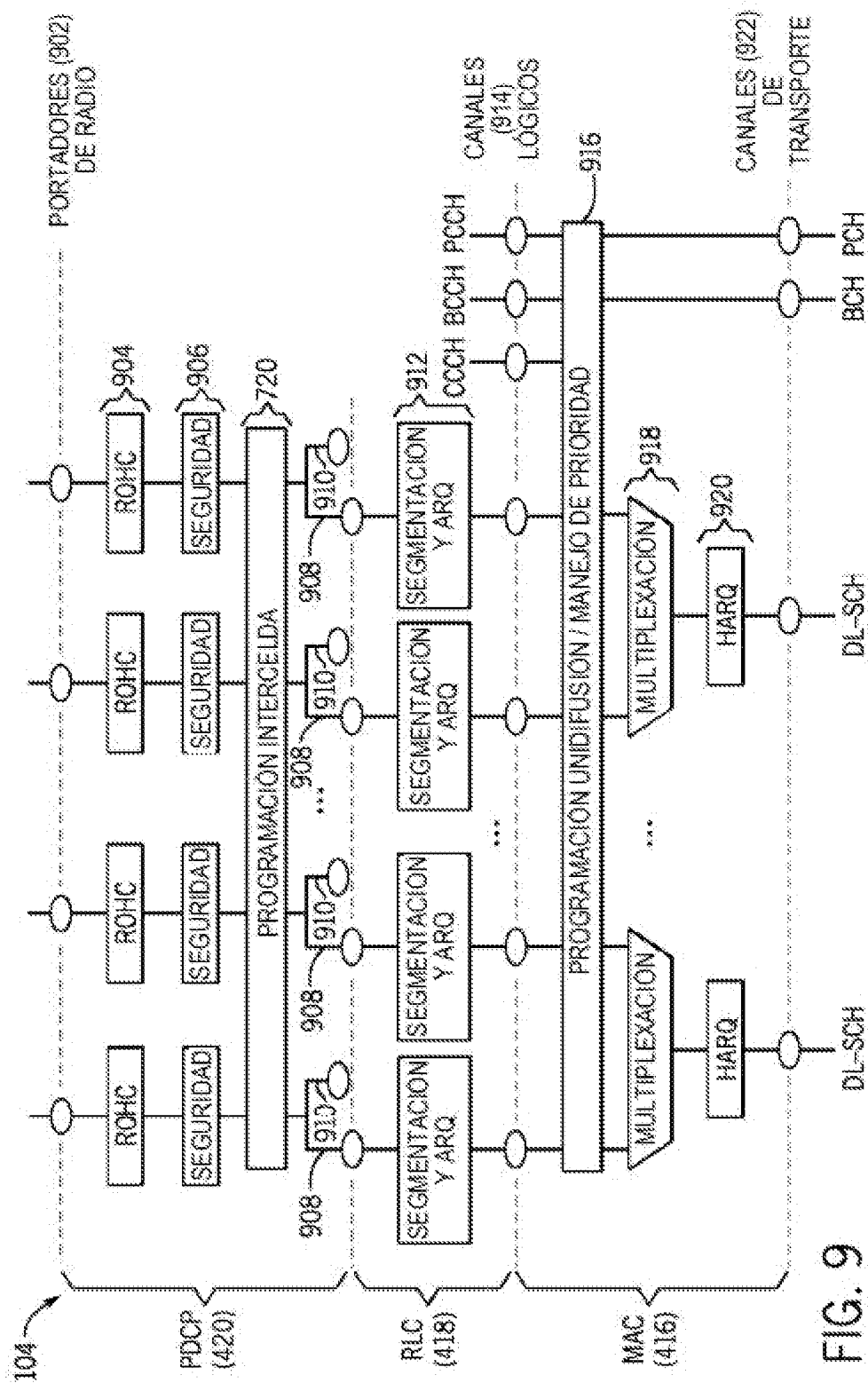


FIG. 9

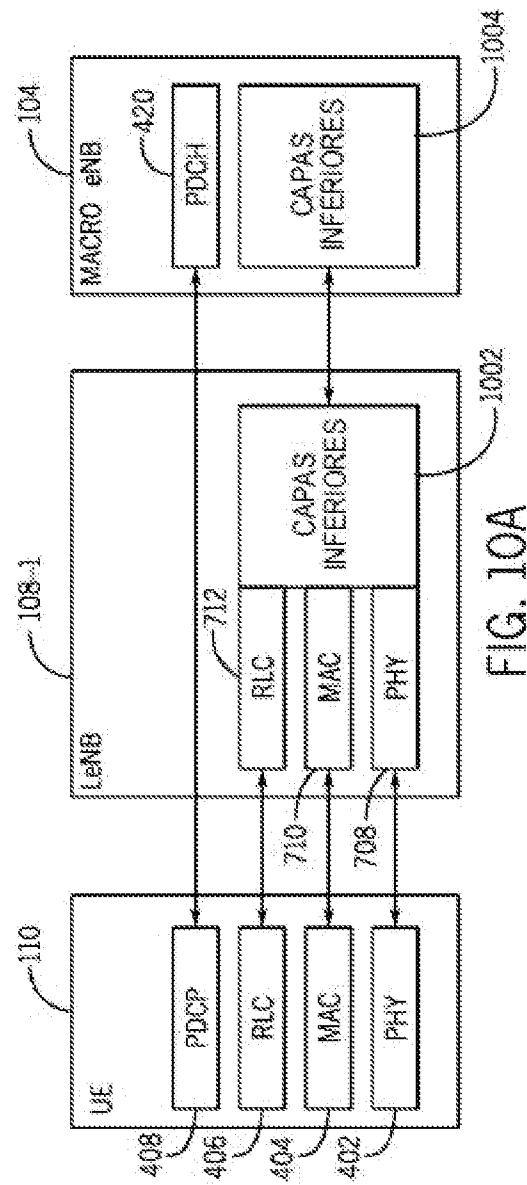


FIG. 10A

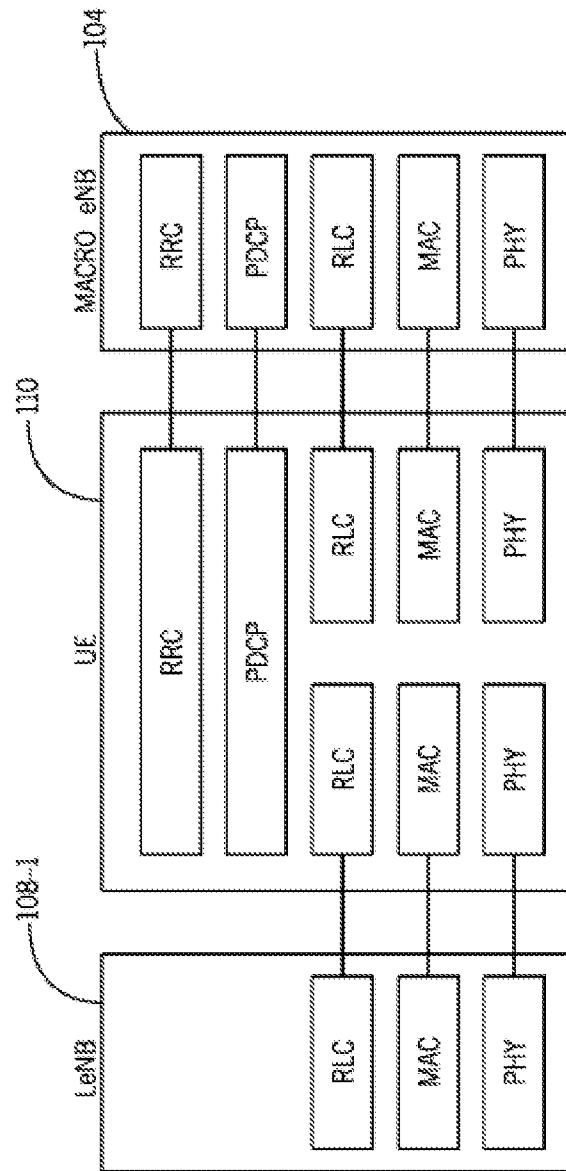


FIG. 10B

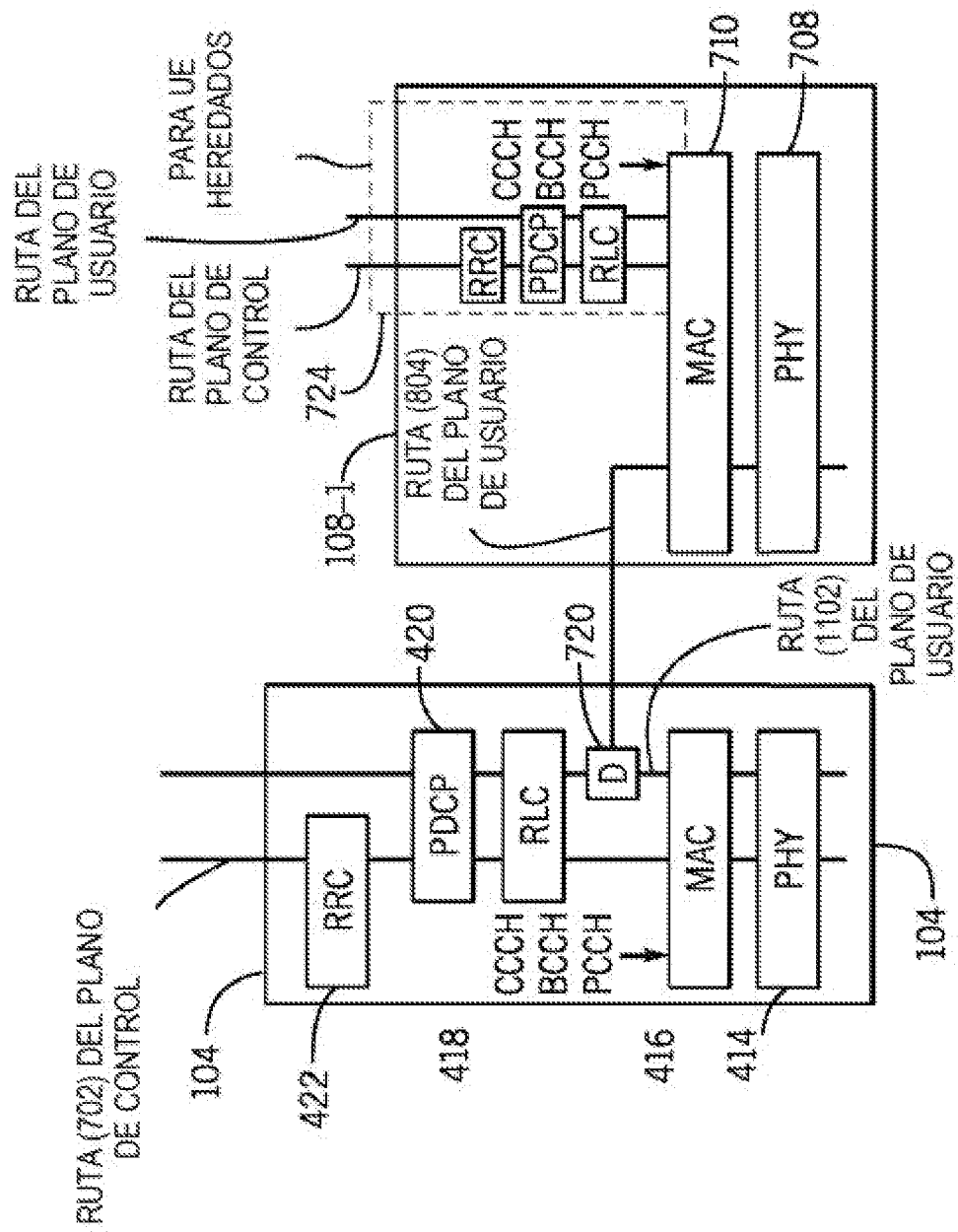


FIG. 11

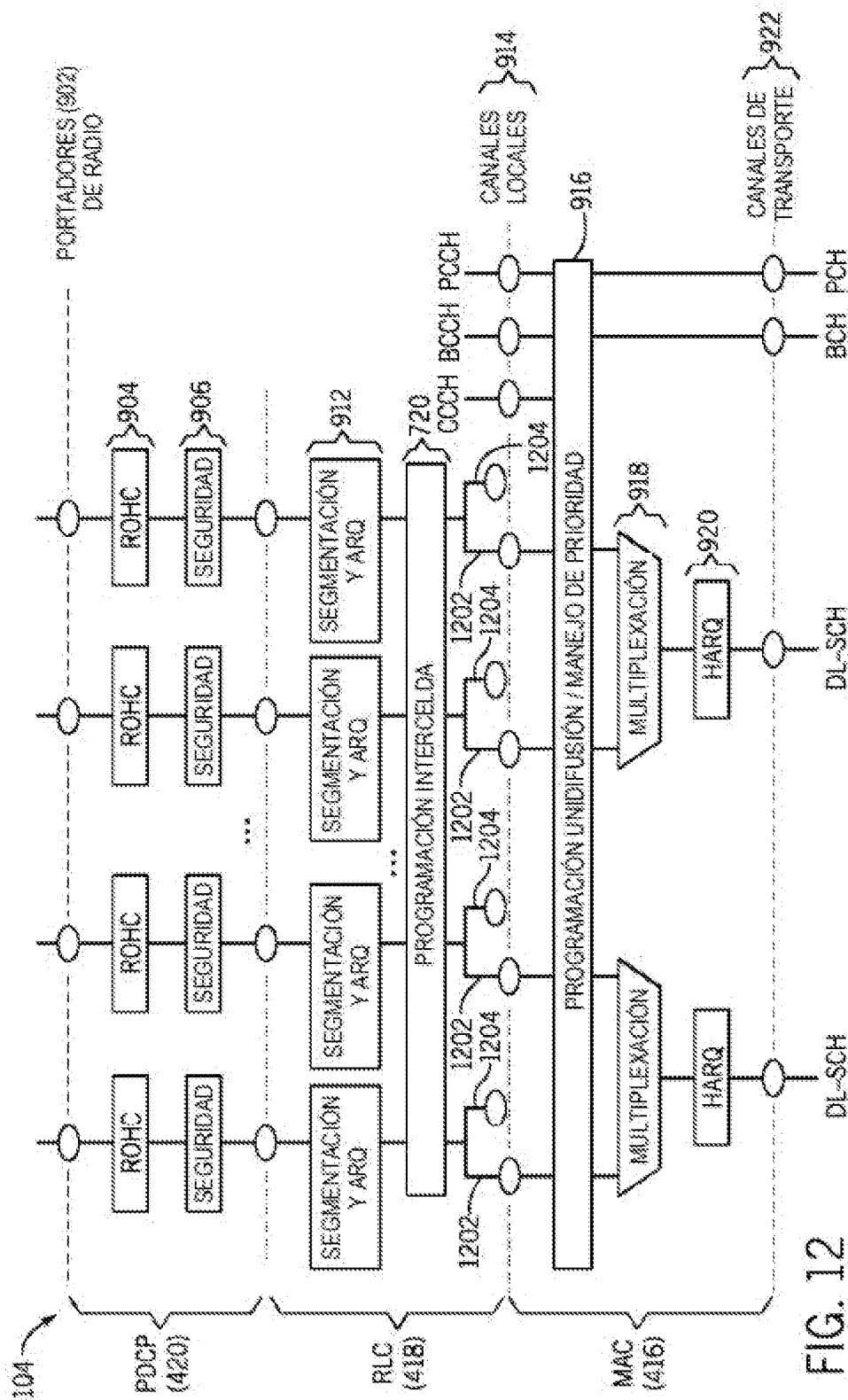
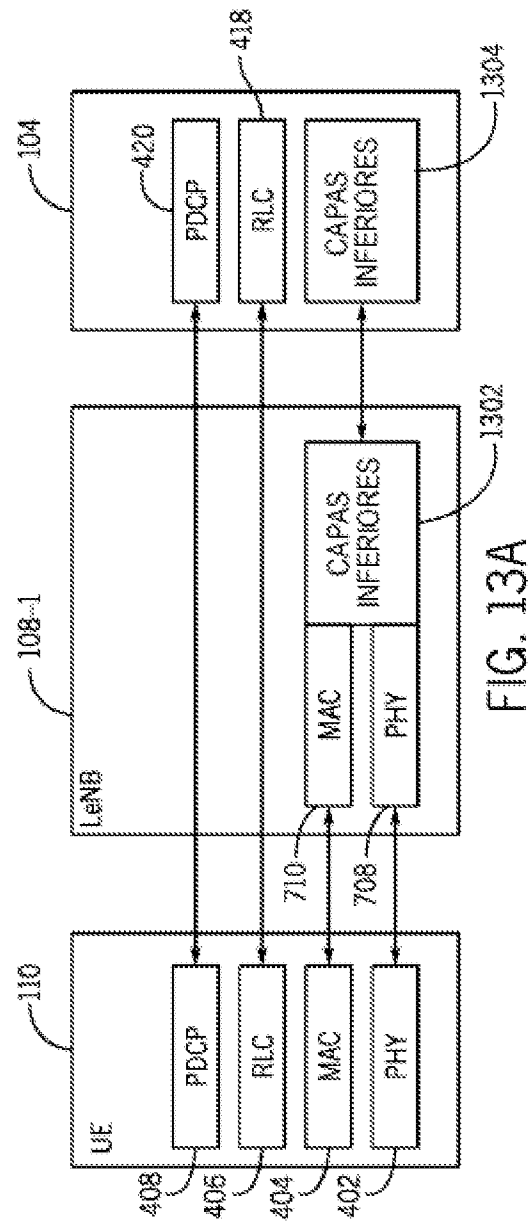


FIG. 12



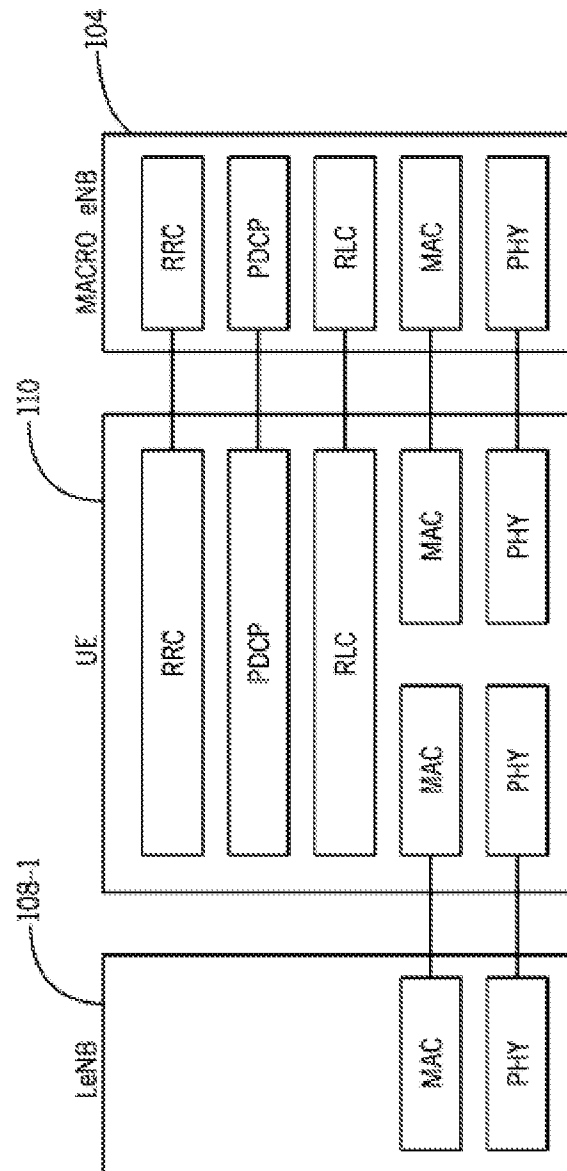


FIG. 13B

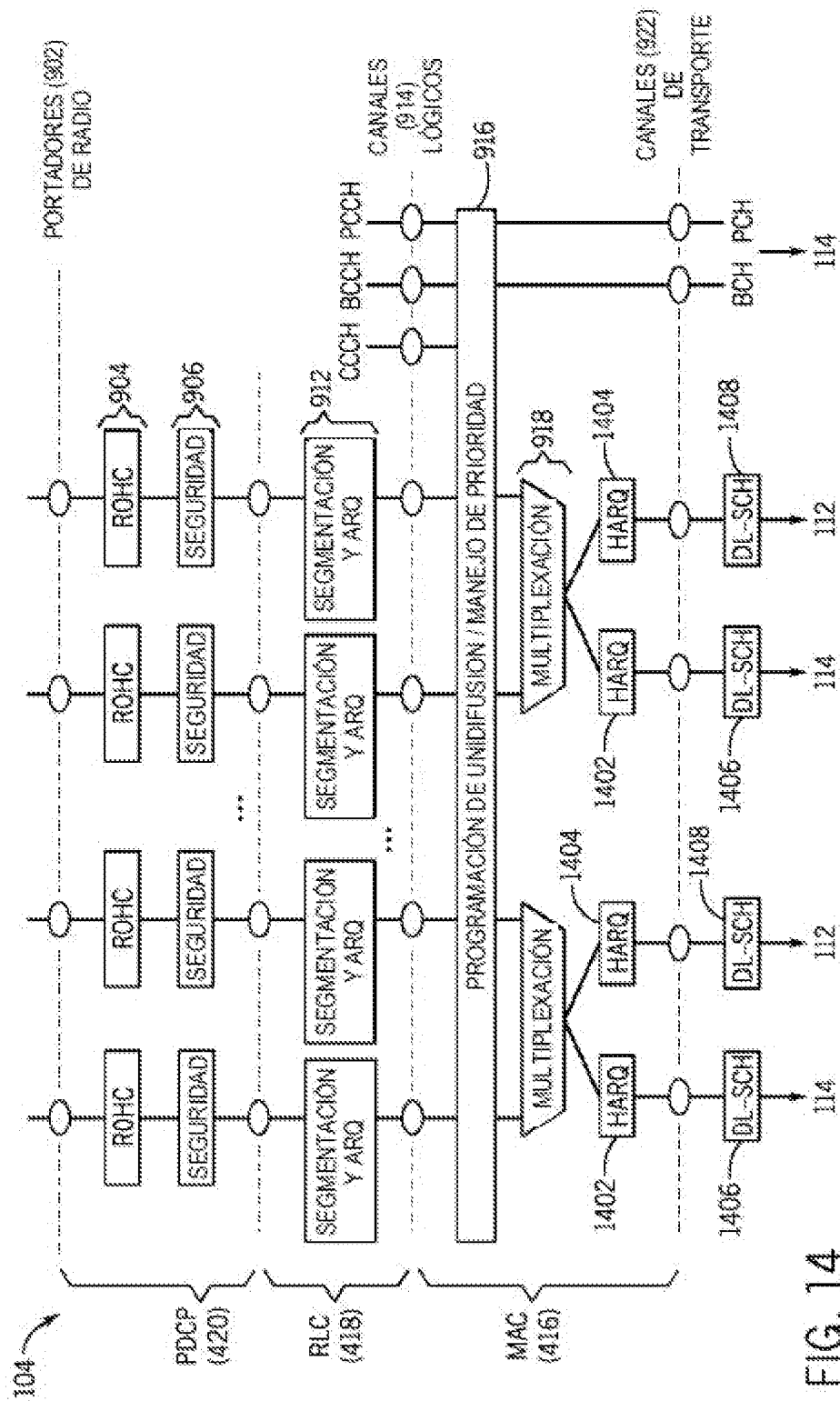


FIG. 14

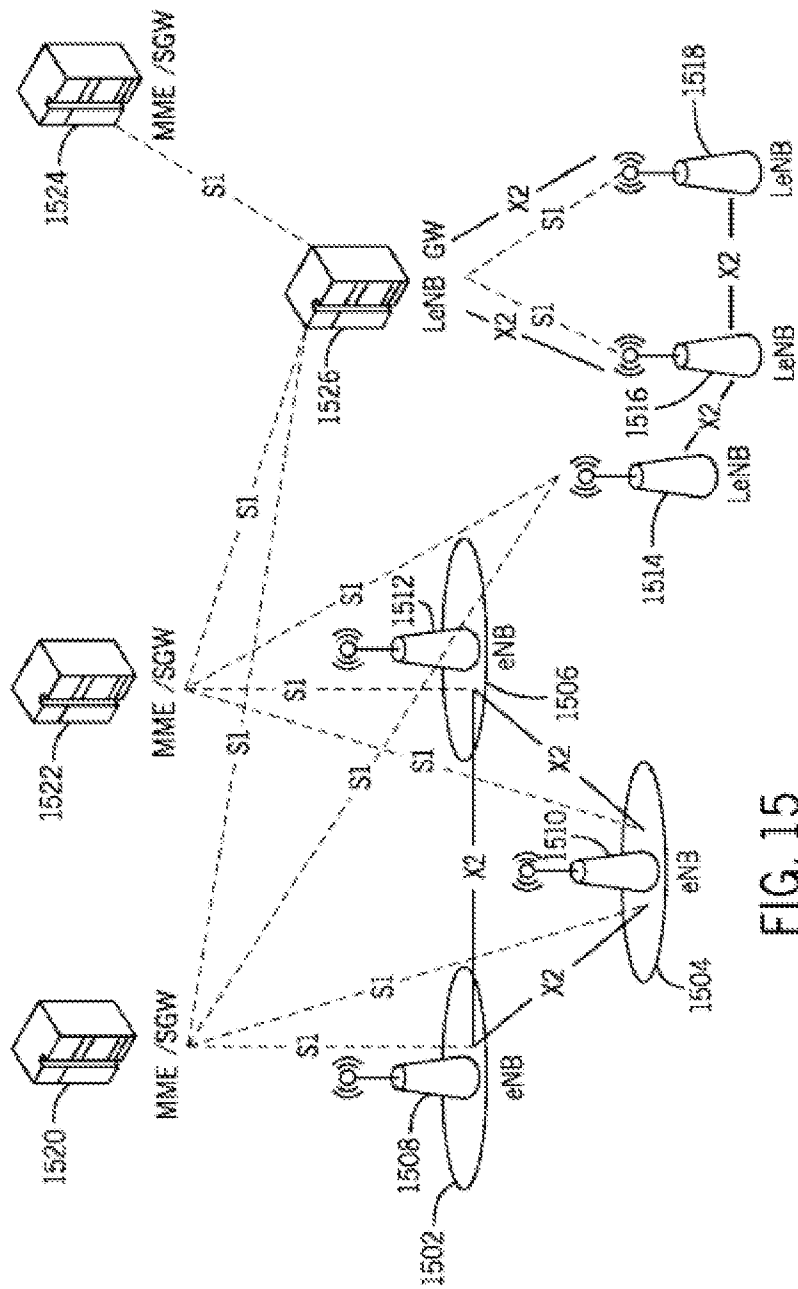


FIG. 15

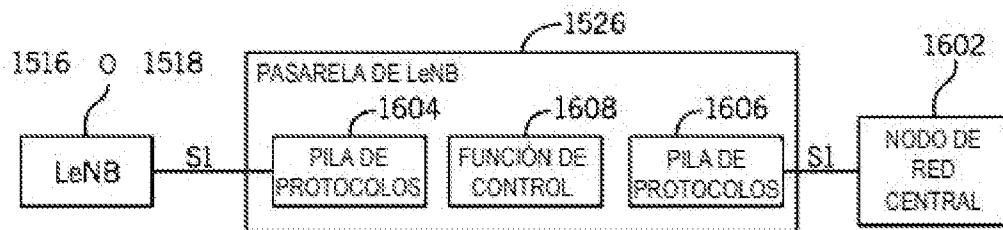


FIG. 16

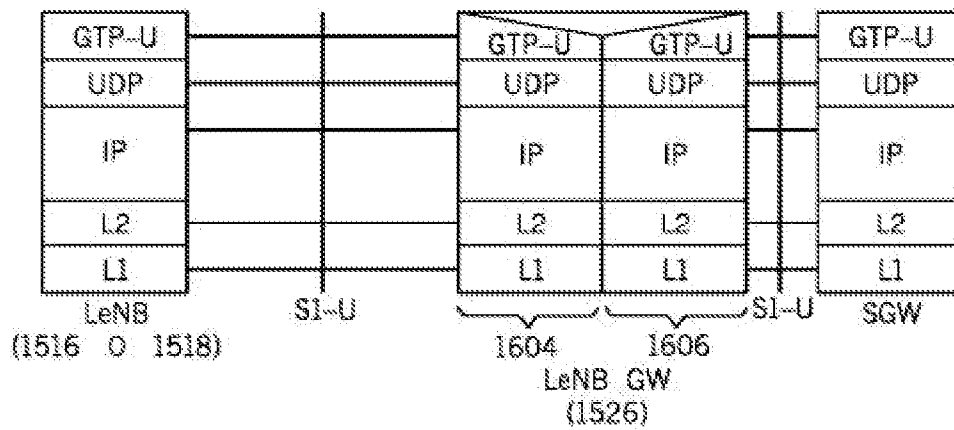


FIG. 17

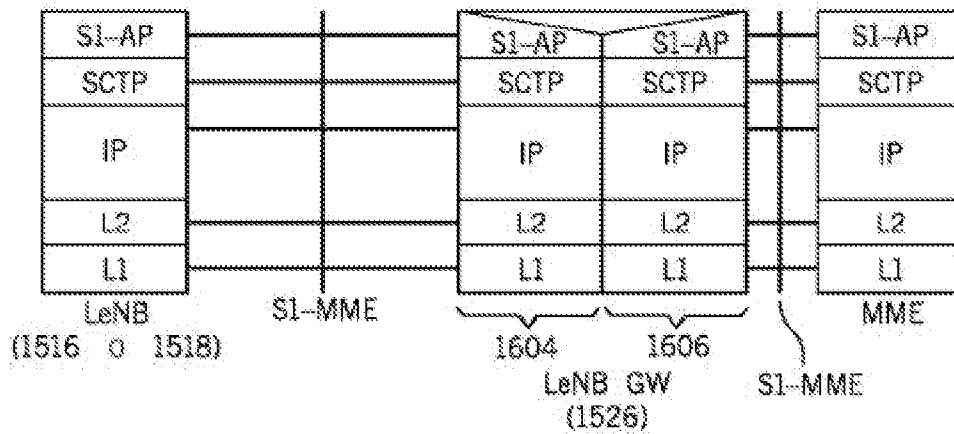


FIG. 18

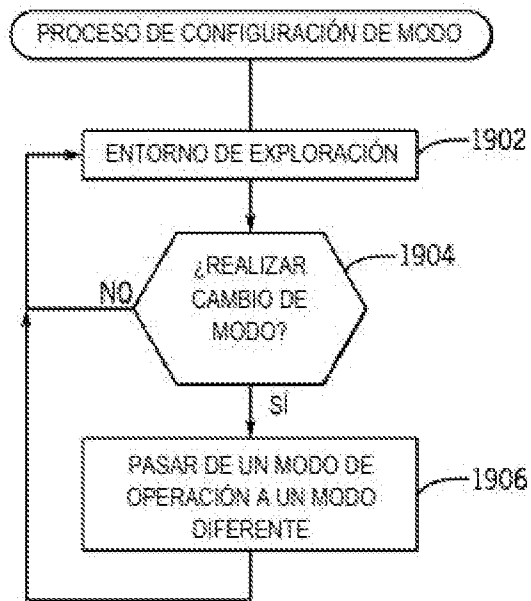


FIG. 19

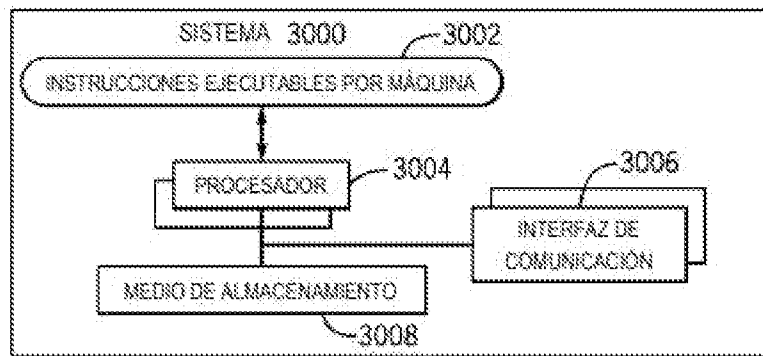


FIG. 30

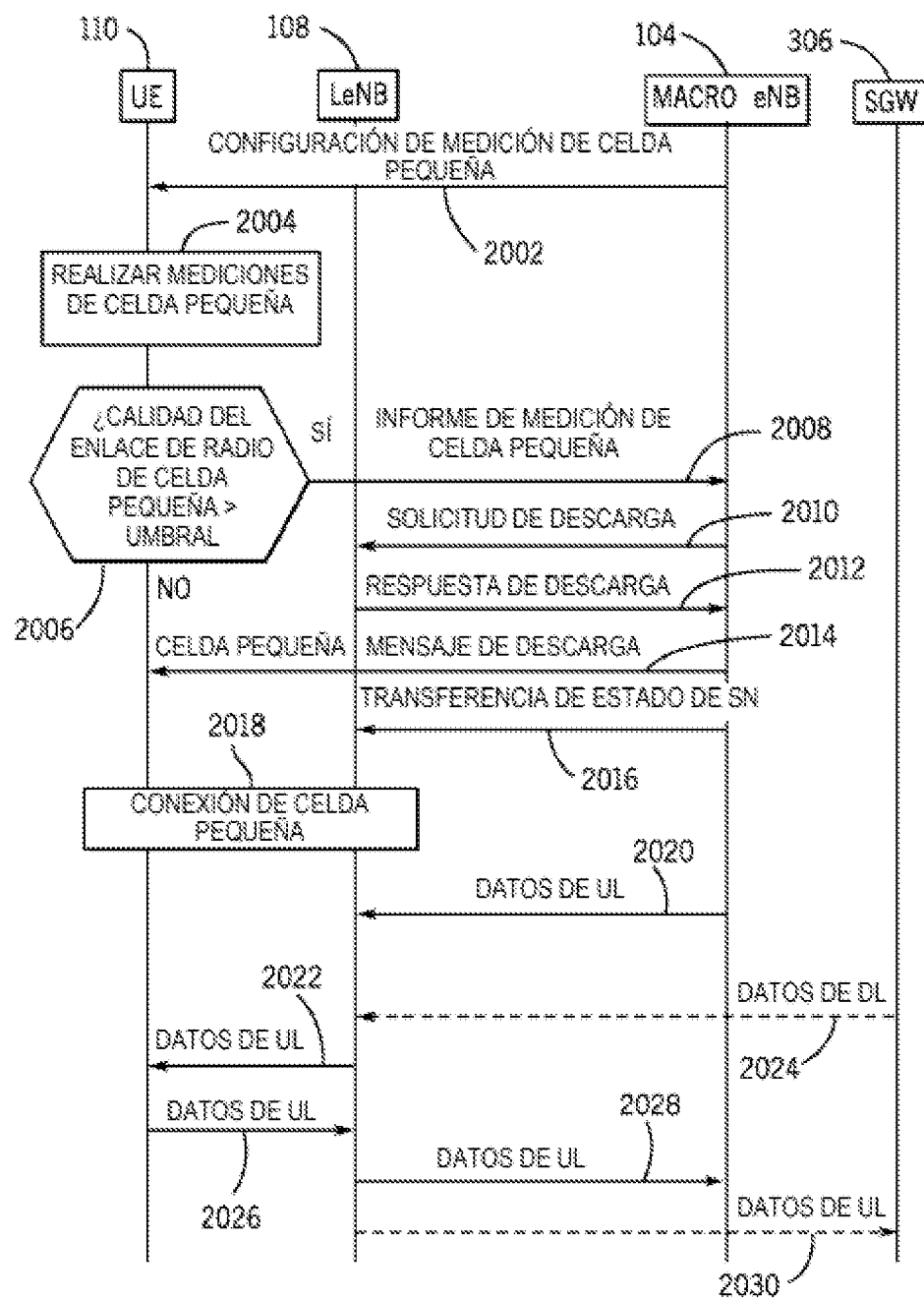


FIG. 20

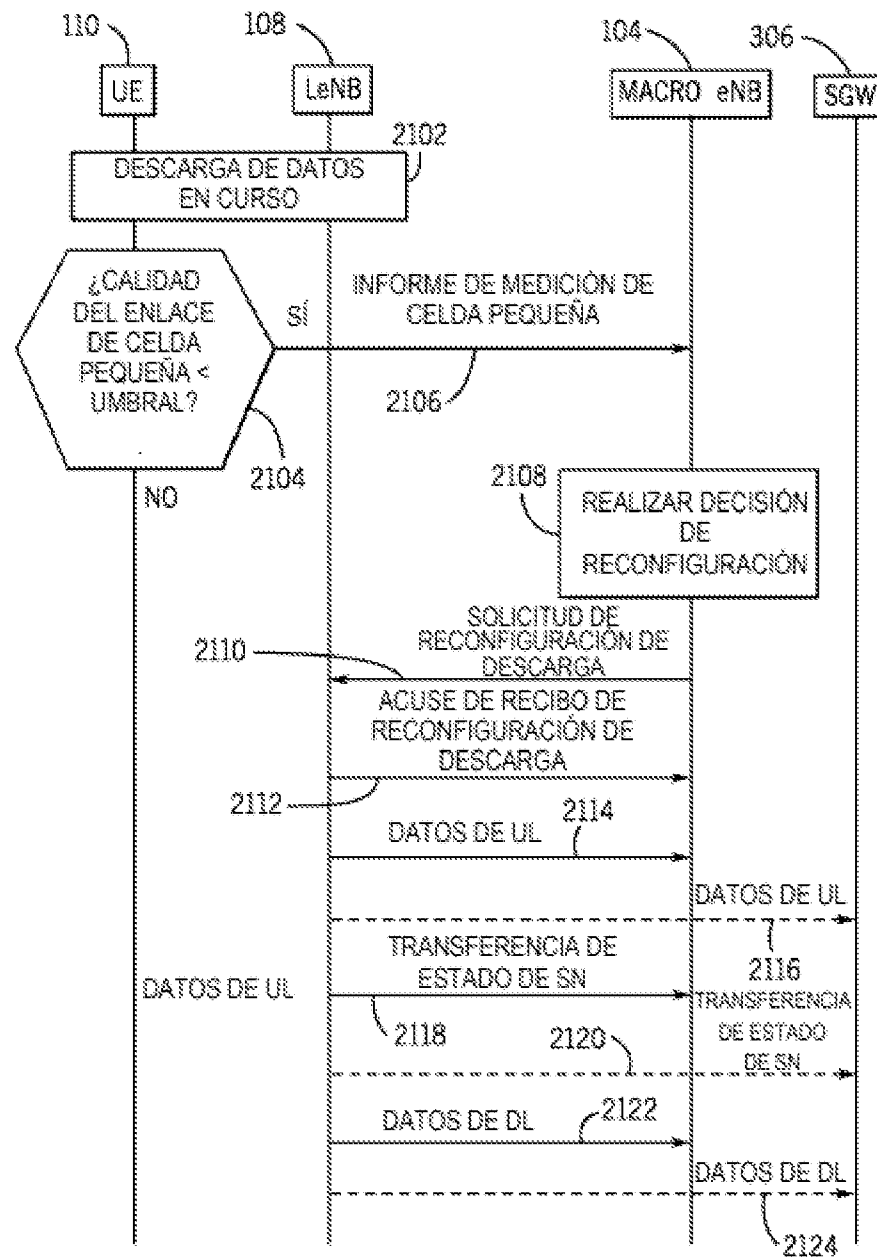
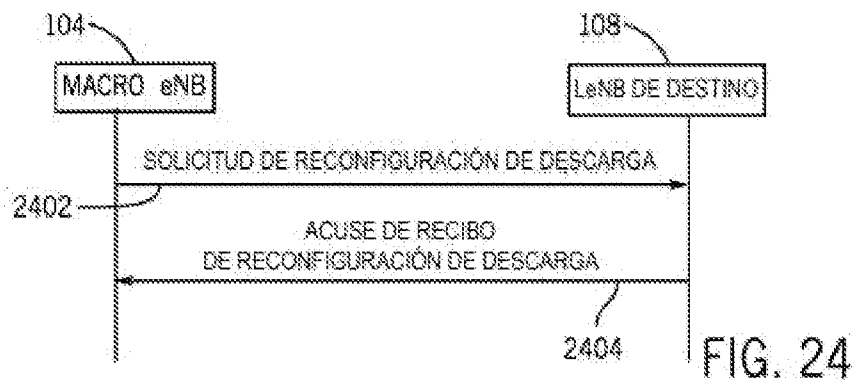
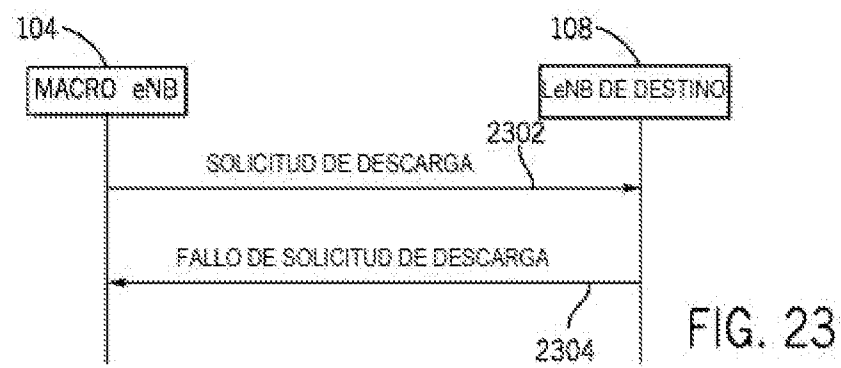
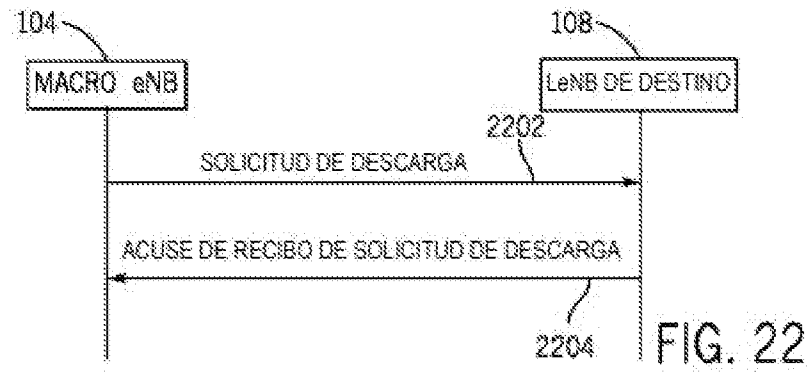
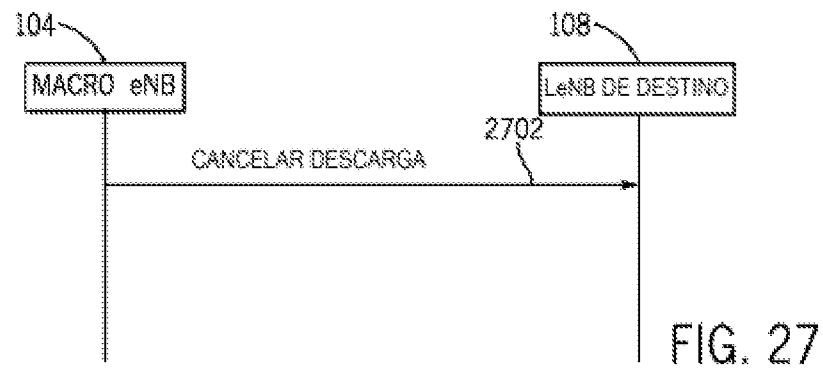
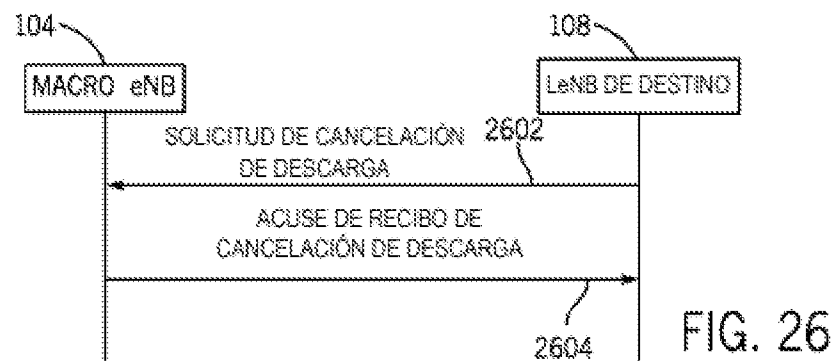
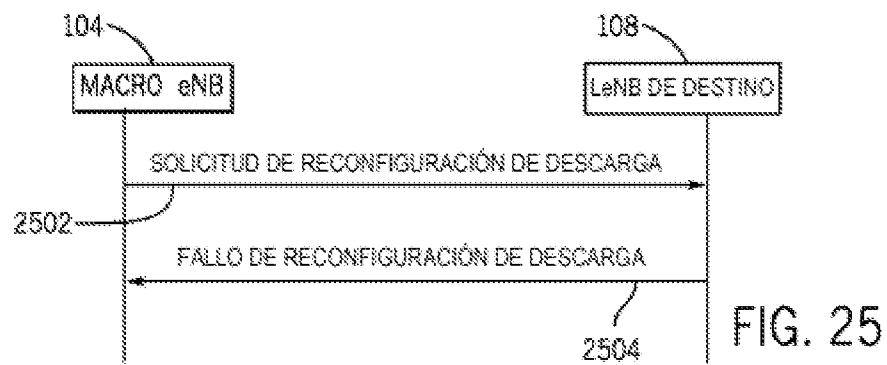


FIG. 21





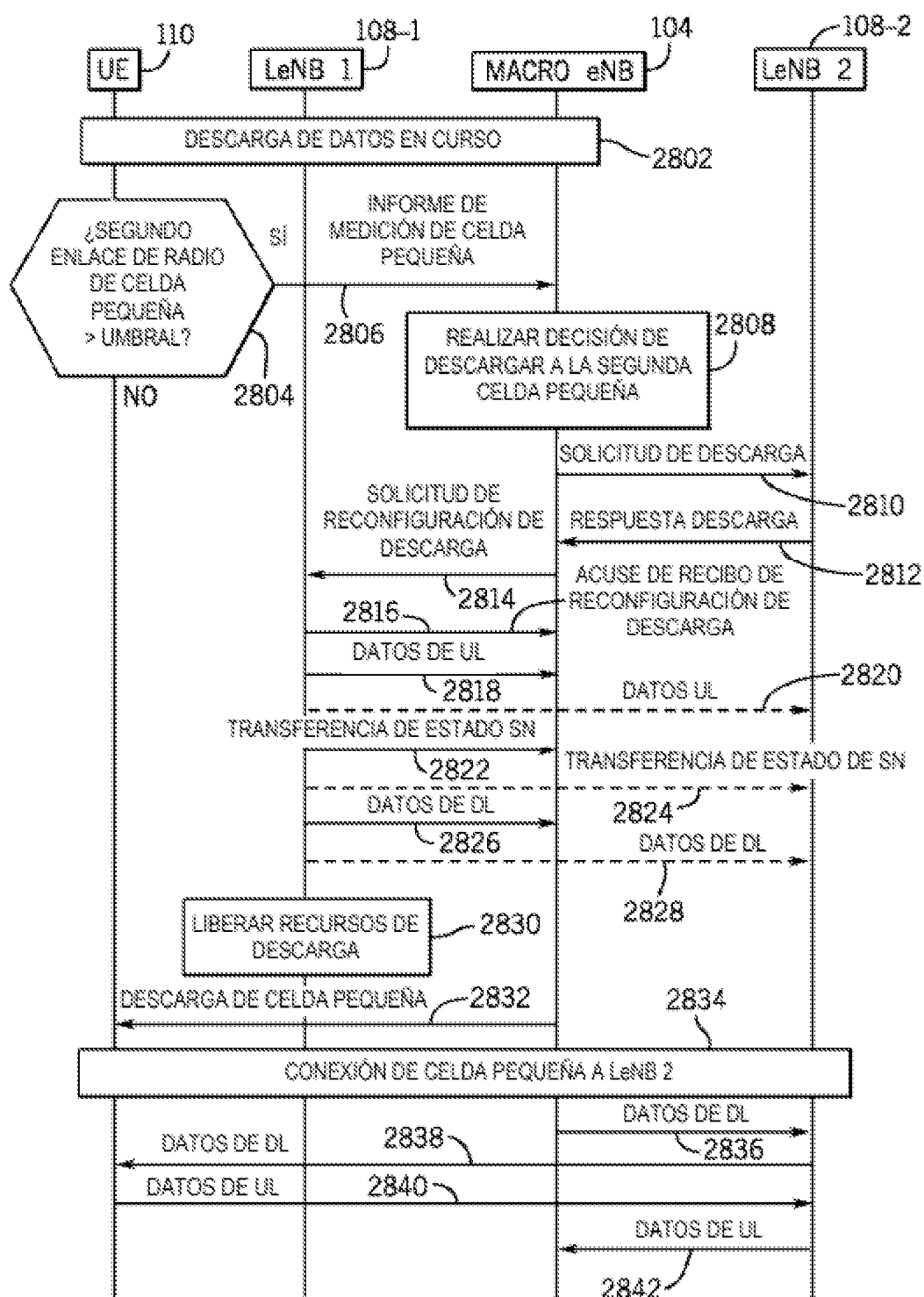


FIG. 28

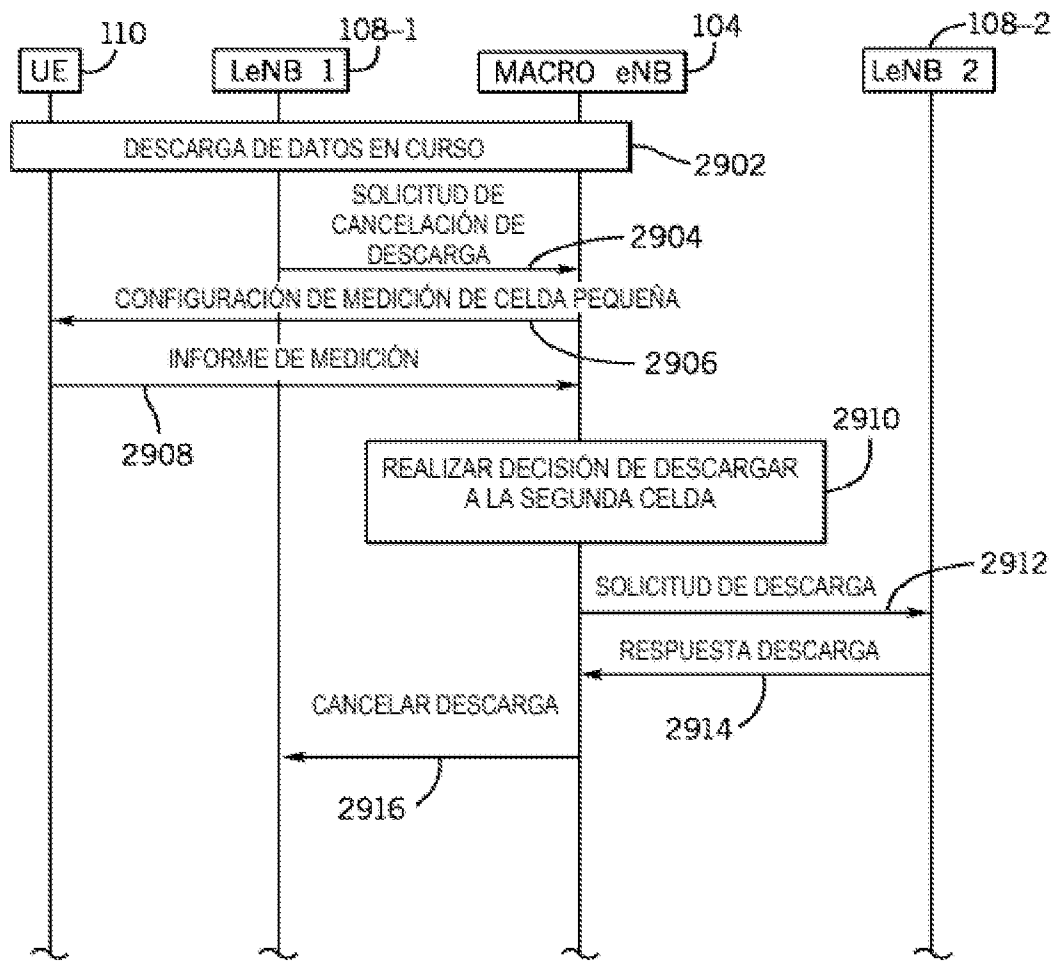


FIG. 29