

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 641 834**

51 Int. Cl.:

H04L 12/823 (2013.01)

H04W 88/08 (2009.01)

H04W 84/04 (2009.01)

H04W 28/08 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.07.2014 PCT/EP2014/065806**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.01.2015 WO15011184**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.07.2014 E 14741913 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.07.2017 EP 3025547**

54 Título: **Mecanismo de descarte eficiente en despliegue de células pequeñas**

30 Prioridad:

24.07.2013 EP 13177864
09.05.2014 EP 14167783

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.11.2017

73 Titular/es:

SUN PATENT TRUST (100.0%)
450 Lexington Avenue, 38th Floor
New York, NY 10017 , US

72 Inventor/es:

BASU MALLICK, PRATEEK y
LOEHR, JOACHIM

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 641 834 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

Mecanismo de descarte eficiente en despliegue de células pequeñas

Campo de la presente divulgación

5 La presente divulgación se refiere a procedimientos para el descarte de paquetes de datos para una estación móvil conectada a dos estaciones base al mismo tiempo. La presente divulgación también proporciona las estaciones base para la realización de los procedimientos descritos en el presente documento.

Antecedentes Técnicos

Evolución a Largo Plazo (LTE)

10 Sistemas móviles de tercera generación (3G) a base de tecnología de acceso de radio WCDMA se están desplegando en una escala extensa por todo el mundo. Una primera etapa en la mejora o evolución de esta tecnología implica la introducción de Acceso de Paquetes de Enlace Descendente a Alta Velocidad (HSDPA) y un enlace ascendente mejorado, también denominado como Acceso de Paquetes de Enlace Ascendente a Alta Velocidad (HSUPA), resultando en una tecnología de acceso de radio que altamente competitiva.

15 Para estar preparado para aumentar adicionalmente demandas de usuario y ser competitivo contra las nuevas tecnologías de acceso de radio, 3GPP introdujo un nuevo sistema de comunicación móvil que se llama Evolución a Largo Plazo (LTE). LTE se diseña para cumplir las necesidades de portadora para datos a alta velocidad y transporte de medio, así como soporte de voz de alta capacidad para la siguiente década. La capacidad para proporcionar tasas de bits altas es una medida clave para LTE.

20 La especificación de artículo de trabajo (WI) de Evolución a Largo Plazo (LTE) llamada Acceso de Radio Terrestre UMTS Evolucionada (UTRA) y Red de Acceso de Radio Terrestre UMTS (UTRAN) se ha finalizado como Versión 8 (LTE Ver. 8). El sistema de LTE representa acceso de radio basado en paquetes eficiente y redes de acceso de radio que proporcionan funcionalidades basadas en IP completas con baja latencia y bajo coste. En LTE, se especifican anchos de banda de transmisión múltiple escalables tales como 1,4, 3,0, 5,0, 10,0, 15,0, y 20,0 MHz, para lograr despliegue de sistema flexible usando un espectro dado. En el enlace descendente, se adoptó acceso de radio basado en Multiplexación por División Ortogonal de Frecuencia (OFDM) debido a su inmunidad intrínseca a interferencia de trayectos múltiples (MPI) debidos a una tasa de símbolos baja, el uso de un prefijo cíclico (CP) y su afinidad a diferentes disposiciones de ancho de banda de transmisión. En el enlace ascendente se adoptó acceso de radio basado en Acceso Múltiple por División en Frecuencia de Portadora Única (SC-FDMA), ya que el suministro de cobertura de área ancha se priorizó por encima de mejora en la tasa de datos de cresta considerando la potencia de transmisión restringida del equipo de usuario (UE). Se emplean muchas técnicas de acceso de radio por paquetes de clave incluyendo técnicas de transmisión de canal de entrada múltiple salida múltiple (MIMO) y se logra una estructura de señalización de control altamente eficiente en LTE Ver. 8/9.

Arquitectura LTE

35 La arquitectura general se muestra en la Figura 1 y una representación más detallada de la arquitectura E-UTRAN se proporciona en la Figura 2. La E-UTRAN consiste en un eNodeB, proporcionando el plano de usuario E-UTRAN (PDCP/RLC/MAC/PHY) y terminaciones de protocolo de plano de control (RRC) hacia el equipo de usuario (UE). El eNodeB (eNB) aloja las capas Física (PHY), Control de Acceso al Medio (MAC), Control de Enlaces de Radio (RLC) y Protocolo de Control de Paquetes de Datos (PDCP) que incluyen la funcionalidad de compresión y encriptación de encabezamiento de plano de usuario. También ofrece funcionalidad de Control de Recursos de Radio (RRC) que corresponde al plano de control. Realiza muchas funciones incluyendo gestión de recursos de radio, control de admisión, planificación, imposición de Calidad de servicio (QoS) de enlace ascendente negociada, difusión de información de célula, cifrado/descifrado de datos de plano de usuario y control y compresión/descompresión de encabezamiento de paquetes de plano de usuario de enlace descendente/enlace ascendente. Los eNodeB se interconectan entre sí por medio de la interfaz X2.

45 Los eNodeB también se conectan por medio de la interfaz S1 al EPC (Núcleo de Paquetes Evolucionado), más específicamente a la MME (Entidad de Gestión de Movilidad) por medio de la S1-MME y a la Pasarela de Servicio (SGW) por medio de la S1-U. La interfaz S1 soporta una relación de muchos a muchos entre MME/Pasarelas de Servicio y eNodeB. La SGW encamina y reenvía paquetes de datos de usuario, mientras también actúa como el ancla de movilidad para el plano de usuario durante traspasos entre NodeB y como el ancla para movilidad entre LTE y otras tecnologías 3GPP (terminando la interfaz S4 y retransmitiendo el tráfico entre sistemas 2G/3G y PDN GW). Para equipos de usuario de estado de reposo, la SGW termina la trayectoria de datos de enlace descendente y acciona radiobúsqueda cuando datos de enlace descendente llegan para el equipo de usuario. Gestiona y almacena contextos de equipo de usuario, por ejemplo parámetros del servicio de portador IP, información de encaminamiento interno de red. También realiza replicación del tráfico de usuario en caso de interceptación legal.

55 La MME es el nodo de control de clave para la red de acceso LTE. Es responsable del rastreo de equipo de usuario de modo reposo y procedimiento de radiobúsqueda incluyendo retransmisiones. Se implica en el procedimiento de

activación/desactivación de portador y también es responsable de la elección de la SGW para un equipo de usuario en la unión inicial y en el momento de traspaso entre LTE implicando reubicación de nodo de Red Medular (CN). Es responsable de la autenticación del usuario (interactuando con el HSS). La señalización de Estrato de no Acceso (NAS) termina en la MME y también es responsable de la generación y asignación de identidades temporales a equipos de usuario. Comprueba la autorización del equipo de usuario para acampar en la Red Móvil Pública Terrestre (PLMN) del proveedor de servicio e impone restricciones de itinerancia de equipo de usuario. La MME es el punto de terminación en la red para el cifrado/protección de integridad para señalización NAS y trata la gestión de clave de seguridad. Interceptación legal de señalización también se soporta mediante la MME. La MME también proporciona la función de plano de control para movilidad entre LTE y redes de acceso 2G/3G con la interfaz S3 terminando en la MME para la SGSN. La MME también termina la interfaz S6a hacia el HSS propio para la itinerancia de equipos de usuario.

Estructura de portadora de componentes en LTE (Versión 8)

La portadora de componentes de enlace descendente de un sistema 3GPP LTE se subdivide en el dominio de frecuencia de tiempo en así llamadas subtramas. En 3GPP LTE cada subtrama se divide en dos ranuras de enlace descendente como se muestra en la Figura 3, en la que la primera ranura de enlace descendente comprende la región de canal de control (región PDCCH) dentro de los primeros símbolos OFDM. Cada subtrama consiste en un número dado de símbolos OFDM en el dominio del tiempo (12 o 14 símbolos OFDM en 3GPP LTE (Versión 8)), en la que cada símbolo OFDM se expande por todo el ancho de banda de la portadora de componentes. Los símbolos

OFDM por lo tanto consiste cada uno en un número de símbolos de modulación transmitidos en $N_{RB}^{DL} \times N_{sc}^{RB}$ subportadoras respectivas como también se muestra en la Figura 4.

Asumiendo un sistema de comunicación multi-portadora, por ejemplo que emplea OFDM, como por ejemplo se usa en Evolución a Largo Plazo (LTE) 3GPP, la unidad más pequeña de recursos que pueden asignarse mediante el planificador es un "bloque de recursos". Un bloque de recursos físico (PRB) se define como N_{symb}^{DL} símbolos OFDM

consecutivos en el dominio del tiempo (por ejemplo 7 símbolos OFDM) y N_{sc}^{RB} subportadoras consecutivas en el dominio de la frecuencia como se ejemplifica en la Figura 4 (por ejemplo 12 subportadoras para una portadora de componentes). En 3GPP LTE (Versión 8), un bloque de recursos físico por lo tanto consiste en

$N_{symb}^{DL} \times N_{sc}^{RB}$ elementos de recursos, que corresponden a una ranura en el dominio del tiempo y 180 kHz en el dominio de la frecuencia (para detalles adicionales en la cuadrícula de recursos de enlace descendente, véase por ejemplo 3GPP TS 36.211, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation (Release 8)", sección 6.2, disponible en <http://www.3gpp.org>). Una subtrama consiste en dos ranuras, de modo que hay 14 símbolos OFDM en una subtrama cuando se usa un así llamado CP (prefijo cíclico) "normal", y 12 símbolos OFDM en una subtrama cuando se usa un así llamado CP "extendido". Por razones de tecnología, a continuación los recursos de frecuencia de tiempo equivalentes a las mismas N_{sc}^{RB} subportadoras consecutivas extendiendo una trama completa se llama un "par de bloque de recursos", o equivalente "par RBr" o "par PRB".

La expresión "portadora de componentes" se refiere a una combinación de varios bloques de recursos en el dominio de la frecuencia. En versiones futuras de LTE, la expresión "portadora de componentes" ya no se usa; en su lugar, la terminología se cambia a "célula", que se refiere a una combinación de enlace descendente y opcionalmente recursos de enlace ascendente. El enlace entre la frecuencia de portadora de los recursos de enlace descendente y la frecuencia de portadora de los recursos de enlace ascendente se indica en la información de sistema transmitida en los recursos de enlace descendente.

Asunciones similares para la estructura de portadora de componentes se aplica también a versiones posteriores.

Agregación de portadora en LTE-A para el soporte de ancho de banda más ancho

El espectro de frecuencia para IMT-Avanzadas se decidió en la Conferencia Mundial de Radio Comunicaciones 2007 (WRC-07). Aunque el espectro de frecuencia general para IMT-Avanzadas se decidió, el ancho de banda de frecuencia disponible real es diferente de acuerdo con cada región o país. Siguiendo la decisión de la descripción de espectro de frecuencia disponible, sin embargo, normalización de una interfaz de radio se inició en el Proyecto Común de Tecnologías Inalámbricas de la 3ª Generación (3GPP). En la reunión de 3GPP TSG RAN n.º 39, se aprobó la descripción de Artículo de Estudio sobre "Further Advancements for E-UTRA (LTE-Advanced)". El artículo de estudio cubre componentes de tecnología a considerar par la evolución de E-UTRA, por ejemplo para cumplir con los requisitos de IMT-Avanzadas.

El ancho de banda que el sistema LTE-Avanzado es capaz de soportar es de 100 MHz, mientras un sistema de LTE puede únicamente soportar 20 MHz. Actualmente, la falta de espectro de radio se ha convertido en un cuello de botella para el desarrollo de redes inalámbricas y como resultado es difícil encontrar una banda de espectro que sea lo suficientemente ancha para el sistema LTE-Avanzado. En consecuencia, es urgente encontrar una manera de ganar una banda de espectro de radio más ancha, en la que una posible respuesta es la funcionalidad de

agregación de portadora.

5 En agregación de portadora, dos o más portadoras de componentes (portadoras de componentes) se agregan para soportar anchos de banda de transmisión más anchas hasta 100 MHz. Varias células en el sistema de LTE se agregan en un canal más ancho en el sistema LTE-Avanzado que es lo suficientemente ancho para 100 MHz incluso aunque estas células en LTE estén en diferentes bandas de frecuencia.

10 Todas portadoras de componentes pueden configurarse para ser compatibles con LTE Ver. 8/9, al menos cuando el número agregado de portadoras de componentes en el enlace ascendente y el enlace descendente son el mismo. No todas las portadoras de componentes agregadas mediante un equipo de usuario pueden ser necesariamente compatibles con Ver. 8/9. Mecanismos existentes (por ejemplo prohibición) pueden usarse para evitar que equipos de usuario Ver. 8/9 acampen en una portadora de componentes.

15 Un equipo de usuario puede recibir o transmitir simultáneamente una o múltiples portadoras de componentes (que corresponden a múltiples células de servicio) dependiendo de sus capacidades. Un equipo de usuario LTE-A Ver. 10 con capacidades de recepción y/o transmisión para agregación de portadora puede recibir y/o transmitir simultáneamente en múltiples células de servicio, mientras que un equipo de usuario LTE Ver. 8/9 puede recibir y transmitir en una única célula de servicio únicamente, con la condición de que la estructura de la portadora de componentes siga las memorias descriptivas de Ver. 8/9.

Agregación de portadora se soporta tanto para portadoras de componentes contiguas como no contiguas con cada portadora de componentes limitada a un máximo de 110 bloques de recursos en el dominio de la frecuencia usando la numerología 3GPP LTE (Versión 8/9).

20 Es posible configurar un equipo de usuario compatible con 3GPP LTE-A (Versión 10) para agregar un número diferente de portadoras de componentes que se originan desde el mismo eNodeB (estación base) y de posiblemente diferentes anchos de banda en el enlace ascendente y el enlace descendente. El número de portadoras de componentes de enlace descendente que puede configurarse depende de la capacidad de agregación de enlace descendente del UE. A la inversa, el número de portadoras de componentes de enlace ascendente que puede configurarse depende de la capacidad de agregación de enlace ascendente del UE. Puede no ser posible configurar un terminal móvil con más portadoras de componentes de enlace ascendente que portadoras de componentes de enlace descendente.

30 En un despliegue de TDD típico, el número de portadoras de componentes y el ancho de banda de cada portadora de componentes en enlace ascendente y enlace descendente es el mismo. Portadoras de componentes que se originan desde el mismo eNodeB no necesitan proporcionar la misma cobertura.

35 La separación entre frecuencias centrales de portadoras de componentes agregadas contiguamente será un múltiplo de 300 kHz. Esto es para ser compatible con el barrido de frecuencia de 100 kHz de 3GPP LTE (Versión 8/9) y al mismo tiempo preservar la ortogonalidad de las subportadoras con separación de 15 kHz. Dependiendo del escenario de agregación, la separación $n \times 300$ kHz puede facilitarse mediante la inserción de un número bajo de subportadoras sin usar entre portadoras de componentes contiguas.

40 La naturaleza de la agregación de múltiples portadoras únicamente se expone hasta la capa MAC. Para tanto enlace ascendente como enlace descendente existe una entidad HARQ requerida en MAC para cada portadora de componentes agregada. Existe (en la ausencia de SU-MIMO para enlace ascendente) como mucho un bloque de transporte por portadora de componentes. Un bloque de transporte y sus retransmisiones HARQ potenciales necesitan mapearse en la misma portadora de componentes.

La estructura de Capa 2 con agregación de portadora activada se muestra en la Figura 5 y la Figura 6 para el enlace descendente y enlace ascendente respectivamente.

45 Cuando agregación de portadora se configura, el terminal móvil únicamente tiene una conexión RRC con la red. En el establecimiento/restablecimiento de conexión RRC, una célula proporciona la aportación de seguridad (una ECGI, una PCI y un ARFCN) y la información de movilidad de estrato de no acceso (por ejemplo TAI) de forma similar que en LTE Ver. 8/9. Después de establecimiento/restablecimiento de conexión RRC, la portadora de componentes que corresponden a esa célula se denomina como la Célula Primaria (PCell) de enlace descendente. Siempre hay una y únicamente una PCell de enlace descendente (DL PCell) y una PCell de enlace ascendente (UL PCell) configurada por equipo de usuario en estado conectado. Dentro del conjunto configurado de portadoras de componentes, otras células se denominan como Células Secundarias (SCell); siendo portadoras de la SCell la Portadora de Componentes Secundaria de Enlace Descendente (DL SCC) y Portadora de Componentes Secundaria de Enlace Ascendente (UL SCC). Las características de la PCell de enlace descendente y enlace ascendente son:

55 1. Para cada SCell el uso de recursos de enlace ascendente mediante el UE, además de los de enlace descendente es configurable; el número de DL SCC configurados por lo tanto siempre es mayor o igual al número de UL SCC, y ninguna SCell puede configurarse para uso únicamente de recursos de enlace ascendente

2. La PCell de enlace ascendente se usa para la transmisión de información de control de enlace ascendente de

Capa 1

- 3. La PCell de enlace descendente no puede desactivarse, a diferencia de SCell
- 4. Desde la perspectiva de UE, cada recurso de enlace ascendente únicamente pertenece a una célula de servicio
- 5. El número de células de servicio que puede configurarse depende de la capacidad de agregación del UE
- 6. Restablecimiento se acciona cuando la PCell de enlace descendente experimenta Desvanecimiento de Rayleigh (RLF), no cuando SCell de enlace descendente experimentan RLF
- 7. La célula de PCell de enlace descendente puede cambiar con traspaso (es decir con cambio de clave de seguridad y procedimiento RACH)
- 8. Información de estrato de no acceso se toma de la PCell de enlace descendente
- 9. PCell únicamente puede cambiarse con procedimiento de traspaso (es decir con cambio de clave de seguridad y procedimiento RACH)
- 10. PCell se usa para la transmisión de PUCCH

La configuración y reconfiguración de portadoras de componentes puede realizarse mediante RRC. Activación y desactivación se hace a través de elementos de control MAC. En traspaso entre LTE, RRC también puede añadir, eliminar o reconfigurar SCell para uso en la célula objetivo. Cuando se añade una nueva SCell, se usa señalización RRC especializada para el envío de la información de sistema de la SCell, siendo la información necesaria para transmisión / recepción (de forma similar que en Ver. 8/9 para traspaso).

Cuando un equipo de usuario se configura con agregación de portadora existe un par de portadoras de componentes de enlace ascendente y enlace descendente que siempre está activo. La portadora de componentes de enlace descendente de ese par podría también denominarse como 'portadora de ancla DL'. Lo mismo también se aplica para el enlace ascendente.

Cuando se configura agregación de portadora, puede planificarse un equipo de usuario en múltiples portadoras de componentes simultáneamente pero como mucho un procedimiento de acceso aleatorio estará en curso en cualquier momento. Planificación de portadora transversal permite que el PDCCH de una portadora de componentes planifique recursos en otra portadora de componentes. Para este fin se introduce un campo de identificación de portadora de componentes en los respectivos formatos DCI, llamados CFI.

Un enlace entre portadoras de componentes de enlace ascendente y enlace descendente permite la identificación de la portadora de componentes de enlace ascendente para la que se aplica la concesión cuando no existe planificación de portadora transversal. La vinculación de portadoras de componentes de enlace descendente a portadora de componentes de enlace ascendente no necesita ser necesariamente una a una. En otras palabras, más de una portadora de componentes de enlace descendente puede enlazar con portadora de componentes de enlace ascendente. Al mismo tiempo, una portadora de componentes de enlace descendente únicamente puede enlazar con portadora de componentes de enlace ascendente.

35 Visión de Conjunto General de la capa OSI

La Figura 7 proporciona una breve visión de conjunto del modelo OSI en el que se basa la discusión adicional de la arquitectura LTE y a base de la que se analizará también la invención en el presente documento.

El Modelo de Referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos (Modelo OSI o Modelo de Referencia OSI) es una descripción abstracta en capas para comunicación y diseño de protocolo de red informática. El modelo OSI divide las funciones de un sistema en una serie de capas. Cada capa tiene la propiedad de que únicamente usa las funciones de la capa inferior y únicamente exporta funcionalidad a la capa superior. Un sistema que implementa comportamiento de protocolo que consiste en una serie de estas capas se conoce como una 'pila de protocolo' o pila. Su principal característica es la unión entre capas que impone las especificaciones de cómo una capa interactúa con otra. Esto significa que una capa escrita por un fabricante puede operar con una capa de otro. Para nuestro fin, únicamente se describirán las tres primeras capas en más detalle a continuación.

El fin principal de la capa física o capa 1's es la transferencia de información (bits) a través de un medio físico específico (por ejemplo cables coaxiales, pares trenzados, fibras ópticas, interfaz aérea, etc.). Convierte o modula datos en señales (o símbolos) que se transmiten a través de un canal de comunicación.

El fin de la capa de enlace de datos (o Capa 2) es dar forma al flujo de información de una manera compatible con la capa física específica rompiendo los datos de entrada en tramas de datos (funciones de Segmentación Y Reensamblado (SAR)). Adicionalmente, puede detectar y corregir errores de transmisión potenciales solicitando una retransmisión de una trama perdida. Habitualmente proporciona un mecanismo de direccionamiento y puede ofrecer

algoritmos de control de flujo para alinear la tasa de datos con la capacidad de receptor. Si múltiples transmisores y receptores usan simultáneamente un medio compartido, la capa de enlace de datos habitualmente ofrece mecanismos para regular y controlar el acceso al medio físico.

5 Ya que existen numerosas funciones ofrecidas por la capa de enlace de datos, la capa de enlace de datos a menudo se subdivide en subcapas (por ejemplo subcapas RLC y MAC en UMTS). Ejemplos típicos de protocolos de Capa 2 son PPP/HDLC, ATM, retransmisor de tramas para redes de línea fija y RLC, LLC o MAC para sistema inalámbricos. Más adelante se proporciona información más detallada de las subcapas PDCP, RLC y MAC de capa 2.

10 La capa de red o Capa 3 proporciona los medios funcionales y de procedimiento para la transferencia de paquetes de longitud variable desde una fuente a un destino a través de uno o más redes mientras que mantiene la calidad de servicio solicitada por la capa de transporte. Típicamente, los principales fines de la capa de red son entre otros realizar funciones de encaminamiento de red, fragmentación de red y control de congestión. Los principales ejemplos de protocolos de capa de red son el Protocolo de Internet IP o X.25.

15 Con respecto a Capas 4 a 7 debería observarse que dependiendo de la aplicación y servicio en ocasiones es difícil atribuir una aplicación o servicio a una capa específica del modelo OSI ya que aplicaciones y servicios que operan por encima de Capa 3 a menudo implementan una diversidad de funciones que se distribuirán a diferentes capas del modelo OSI. Por lo tanto, especialmente en redes basadas en TCP(UDP)/IP, Capa 4 y superiores están en ocasiones combinadas y forman una así llamada "capa de aplicación".

Servicios de Capa e Intercambio de Datos

20 A continuación se definen las expresiones unidad de datos de servicio (SDU) y unidad de datos de protocolo (PDU) como se usa en el presente documento en conexión con la Figura 8. Para describir formalmente de una manera genérica el intercambio de paquetes entre capas en el modelo OSI, se ha introducido entidades SDU y PDU. Una SDU es una unidad de información (bloque de datos/información) transmitida desde un protocolo en la capa N+1 que solicita un servicio desde un protocolo ubicado en capa N a través de un así llamado punto de acceso de servicio (SAP). Una PDU es una unidad de información intercambiada entre procedimientos pares en el transmisor y en el receptor del mismo protocolo ubicado en la misma capa N.

25 Una PDU generalmente se forma mediante una parte de cabida útil de la versión procesada de la SDU recibida(s) precedida(s) por un encabezamiento específico de capa N y opcionalmente terminada mediante una indicación de terminación. Ya que no hay conexión física directa (excepto para Capa 1) entre estos procedimientos pares, se reenvía una PDU a la capa N-1 para procesamiento. Por lo tanto, una PDU de capa N es desde un punto de vista de una capa N-1 una SDU.

Capa 2 LTE - Pila de Protocolo de Plano de Usuario

35 La pila de protocolo de plano de usuario de Capa 2 LTE se compone de tres subcapas como se muestra en la Figura 9, PDCP, RLC y MAC. Como se ha explicado anteriormente, en el lado de transmisión, cada capa recibe una SDU desde una capa superior para la que la capa proporciona un servicio y produce una PDU a la capa a continuación. La capa RLC recibe paquetes desde la capa PDCP. Estos paquetes se llaman PDCP PDU desde un punto de vista de PDCP y representan RLC SDU desde un punto de vista de RLC. La capa RLC crea paquetes que se proporcionan a la capa inferior, es decir la capa MAC. Los paquetes proporcionados por RLC a la capa MAC son RLC PDU desde un punto de vista de RLC y MAC SDU desde un punto de vista de MAC.

40 En el lado receptor, el procedimiento se invierte, con cada capa pasando SDU hasta la capa superior, en la que se reciben como PDU.

45 Mientras la capa física esencialmente proporciona un conducto de bits, protegido mediante codificación turbo y una comprobación de redundancia cíclica (CRC), los protocolos de capa de enlace mejoran el servicio a capas superiores mediante fiabilidad, seguridad e integridad aumentadas. Además, la capa de enlace es responsable del acceso y planificación de medio de multiusuario. Uno de los principales desafíos del diseño de capa de enlace LTE es proporcionar los niveles de fiabilidad requeridos y retardos para flujos de datos de Protocolo de Internet (IP) con su amplia variedad de diferentes servicios y tasas de datos. En particular, la sobrecarga de protocolo debe escalar. Por ejemplo, se asume ampliamente que flujos de voz sobre IP (VoIP) pueden tolerar retardos del orden de 100 ms y pérdidas de paquetes de hasta un 1 por ciento. Por otra parte, se conoce bien que descargas de archivos TCP se realizan mejor a través de enlaces con productos de retardo de ancho de banda bajo. En consecuencia, descargas a 50 tasas altas de datos (por ejemplo, 100 Mb/s) requieren incluso retardos más bajos y, además, son más sensibles a pérdidas de paquetes IP que tráfico VoIP.

En general, esto se logra mediante las tres subcapas de la capa de enlace LTE que se entrelazan parcialmente.

55 La subcapa de Protocolo de Convergencia de Datos en Paquetes (PDCP) es responsable principalmente de compresión y cifrado de encabezamiento de IP. Además, soporta movilidad sin pérdidas en caso de traspasos entre eNB y proporciona protección de integridad a protocolos de control de capa superior.

La subcapa de Control de Enlaces de Radio (RLC) comprende principalmente funcionalidad ARQ y soporta segmentación y concatenación de datos. Los dos últimos minimizan la sobrecarga de protocolo independiente de la tasa de datos.

5 Finalmente, la subcapa de Control de Acceso al Medio (MAC) proporciona HARQ y es responsable de la funcionalidad que se requiere para acceso de medio, tales como operación de planificación y acceso aleatorio. La Figura 10 representa de forma ilustrativa el flujo de datos de un paquete IP a través de protocolos de capa de enlace hacia abajo a la capa física. La Figura muestra que cada subcapa de protocolo añade su propio encabezamiento de protocolo a las unidades de datos.

Protocolo de convergencia de datos en paquetes (PDCP)

10 La capa PDCP procesa mensajes de Control de Recursos de Radio (RRC) en el plano de control y paquetes IP en el plano de usuario. Dependiendo del portador de radio, las principales funciones de la capa PDCP son:

- compresión y descompresión de encabezamiento para datos de plano de usuario
- Funciones de seguridad:
 - o Cifrado y descifrado para plano de usuario y datos de plano de control
 - 15 o Protección de integridad y verificación para datos de plano de control
- Funciones de soporte de traspaso:
 - o Entrega en secuencia y reordenación de PDU para la capa superior en traspaso;
 - o Traspaso sin pérdida para datos de plano de usuario mapeados en Modo de Acuse de Recibo (AM) RLC
- Descarte para datos de plano de usuario debido una temporización.

20 La capa PDCP gestiona flujos de datos en el plano de usuario, así como en el plano de control, únicamente para los portadores de radio usando o bien un Canal de Control Especializado (DCCH) o un Canal de Transporte Especializado (DTCH). La arquitectura de la capa PDCP difiere para datos de plano de usuario y datos de plano de control, como se muestra en las Figuras 11 y 12. Dos diferentes tipos de PDCP PDU se definen en LTE: PDU de Datos PDCP y PDU de Control PDCP. PDU de Datos PDCP se usan tanto para datos de plano de control como de usuario. PDU de Control PDCP únicamente se usan para transportar la información de realimentación para compresión de encabezamiento y para notificaciones de estados PDCP que se usan en caso de traspaso y por lo tanto únicamente se usan dentro del plano de usuario.

30 Debido a la baja relevancia para la invención, las funciones Compresión de Encabezamiento, Seguridad y Traspaso no se explican en detalle; detalles sobre dicho respecto pueden encontrarse en LTE - The UMTS Long Term Evolution FROM THEORY TO PRACTICE, Editado por: Stefania Sesia, Issam Toufik, Matther Baker, Segunda edición, ISBN 978-0-470-66025-6, Capítulos 4.2.2, 4.2.3 y 4.2.4. Por otra parte, el descarte de paquetes de datos se explicará a continuación en detalle. La capa PDCP en general y descarte en la capa PDCP en particular se define en 3GPP TS 36.323 v11.2.0 (2013-03). En el contexto de la presente invención el término "descarte" no debe entenderse en su sentido más estricto como borrar el paquete inmediatamente, pero cubrirá más ampliamente el concepto de indicación del paquete (por ejemplo el PDCP PDU/SDU) como que ya no es necesario y por lo tanto debería ser borrado. La norma técnica deja abierto en qué punto de tiempo particular los PDCP PDU/SDU se borran realmente (únicamente específica cuándo deben descartarse), ya que la gestión de memoria intermedia se deja principalmente a la implementación técnica. Por lo tanto, después de que un paquete se ha "descartado", puede ser que de acuerdo con una implementación técnica el paquete se borre inmediatamente o de acuerdo con otra implementación técnica que la memoria intermedia se vacíe periódicamente borrando aquellos paquetes que se indican como descartados. Típicamente, la tasa de datos que está disponible en la interfaz de radio es más pequeño que la tasa de datos disponibles en las interfaces de red. Por lo tanto, cuando la tasa de datos de un servicio dado es mayor que la tasa de datos proporcionada por la interfaz de radio LTE, el almacenamiento en memoria intermedia en el UE y es el eNodeB es el resultado. Este almacenamiento en memoria intermedia permite al planificador en la capa MAC alguna libertad para variar la tasa de datos instantánea en la capa física para adaptar a las condiciones de canal de radio actuales. Gracias al almacenamiento en memoria intermedia, la aplicación ve las variaciones en la tasa de datos instantánea únicamente como alguna fluctuación en el retardo de transferencia.

50 Sin embargo, cuando la tasa de datos proporcionada por la aplicación excede la tasa de datos proporcionada por la interfaz de radio durante un periodo de tiempo largo, pueden resultar grandes cantidades de datos almacenados en memoria intermedia. Esto puede llevar a una gran pérdida de datos en traspaso si traspaso sin pérdida no aplica al portador o a un retardo excesivo para aplicaciones en tiempo real.

Para por ejemplo evitar retardo excesivo, se incluye una función de descarte en la capa PDCP para LTE. Esta función de descarte es a base de un temporizador, en el que para cada PDCP SDU recibido de las capas superiores en el transmisor se inicia un temporizador ("Temporizador de descarte").

También, la capa PDCP continúa generando el PDCP PDU fuera de la capa superior PDCP SDU, y una vez generado, reenvía el PDCP PDU generado a la capa inferior, RLC.

5 La norma TS 36.323 Capítulo 5.4 describe que, cuando el temporizador expira para un PDCP SDU, o se confirma la Entrega Satisfactoria de un PDCP SDU mediante la Notificación de Estado PDCP, el UE descartará el PDCP SDU junto con el correspondiente PDCP PDU.

10 La Notificación de Estado PDCP se envía en conexión con un traspaso de la estación móvil desde una estación base a otra estación base. Aunque no se especifica explícitamente mediante la normalización 3GPP y por lo tanto se deja para implementación técnica, el PDCP PDU y SDU también se borrarán por la capa PDCP después de que el PDCP PDU se haya reenviado satisfactoriamente al UE; En particular, después de que el PDCP PDU se haya reenviado al RLC y entregado satisfactoriamente al UE mediante el RLC (más general, y no en conexión con un traspaso; que puede indicarse mediante la capa RLC), pero antes de la expiración del temporizador. En ese caso también el temporizador que es específico al PDCP SDU (y por lo tanto al PDCP PDU) se abortará/borrará/detendrá.

15 Sin embargo, cuando el temporizador expira para un PDCP SDU, una entrega satisfactoria del PDCP SDU al UE no podría lograrse todavía. Como se indica mediante la norma TS 36.323, la capa PDCP descarta el PDCP SDU y PDCP PDU e indica el descarte para el PDCP PDU particular a la capa inferior, RLC.

Cuando se indica desde la capa superior (es decir PDCP) descartar un RLC SDU particular, la parte transmisora de una entidad AM RLC o la entidad UM RLC transmisora (véase capítulo posterior) descartará el RLC SDU indicado si ningún segmento del RLC SDU se ha mapeado aún a una PDU de datos RLC (véase 3GPP TS 36.322 Capítulo 5.3).

20 La capa PDCP descarta los paquetes a base del "Temporizador de descarte", que puede por ejemplo establecerse de acuerdo con los ciertos requisitos de retardo dados por la QoS requerida del portador de radio. Por ejemplo, un paquete no necesita transmitirse en caso de que sea muy tarde para el servicio. Este mecanismo de descarte por lo tanto puede evitar retardo y cola de espera excesivos en el transmisor.

25 No se informa a la entidad PDCP par ya que Capa RLC se ocupa de la entrega en secuencia. La entidad PDCP par no espera a ningún paquete PDCP que no se recibe.

30 El mecanismo de descarte de la capa PDCP se ilustra como ejemplo en la Figura 13, que es un diagrama de flujo simplificado para el procesamiento de un PDCP SDU y el correspondiente descarte del PDCP SDU y PDCP PDU a base del Temporizador de descarte como se define por 3GPP. Como es evidente a partir del mismo, el borrado de PDCP PDU/SDU satisfactoriamente entregados se omite de la figura, ya que esto es únicamente de baja relevancia para el mecanismo de descarte que es el objetivo de a presente invención.

35 PDCP PDU para datos de plano de usuario comprenden un campo "D/C" para distinguir PDU de Datos y Control, cuyos formatos se muestran en las Figuras 14 y 15 respectivamente. PDU de Datos PDCP comprenden un número de secuencia (SN) de 7 o 12 bits. PDU de Datos PDCP para datos de plano de usuario contienen o bien un paquete IP no comprimido (si no se usa compresión de encabezamiento) o comprimido. PDU de Datos PDCP para datos de plano de control (por ejemplo Señalización RRC) comprenden un campo MAC-I de 32 bits de longitud para protección de integridad. PDU de Datos PDCP para datos de plano de control contienen un mensaje RRC completo.

40 PDU de Control PDCP se usan por entidades PDCP que tratan datos de plano de usuario. Existen dos tipos de PDU de Control PDCP, que se distinguen por el campo de Tipo PDU en el encabezamiento PDCP. PDU de Control PDCP transportan "Notificaciones de Estado" PDCP débiles para el caso de traspaso sin pérdida, o realimentación ROHC creada mediante el protocolo de compresión de encabezamiento ROHC. PDU de Control PDCP que transportan realimentación ROHC se usan para portadores de radio de plano de usuario mapeados en RLC UM o RLC AM, mientras PDU de Control PDCP que transportan Notificaciones de Estado PDCP se usan únicamente para portadores de radio de plano de usuario mapeados en RLC AM.

45 Una PDU de Control PDCP que transporta una Notificación de Estado PDCP para el caso de traspaso sin pérdida se usa para evitar la retransmisión de PDCP SDU ya recibidos correctamente y también para solicitar retransmisión de PDCP SDU que se recibieron correctamente pero para los que falló la descompresión de encabezamiento. Esta PDU de Control PDCP contiene un mapa de bits que indica que PDCP SDU necesitan retransmitirse y un SN de referencia, el Primer SDU Perdido (FMS). En el caso de que todos los PDCP SDU se hayan recibido en secuencia, este campo indica el siguiente SB esperado y no se incluye ningún mapa de bits.

50 **Control de enlaces de radio (RLC)**

55 La capa RLC se ubica entre la capa PDCP (la capa "superior", desde perspectiva RLC) y la capa MAC (la capa "inferior", desde perspectiva RLC). Se comunica con la capa PDCP a través de un Punto de Acceso de Servicio (SAP) y con la capa MAC a través de canales lógicos. La capa RLC reformatea PDCP PDU (es decir RLC SDU) para ajustar los mismos en el tamaño indicado por la capa MAC; es decir, el transmisor RLC segmenta y/o concatena los PDCP PDU y el receptor RLC reensambla los RLC PDU para reconstruir los PDCP PDU. Además, el RLC reordena los RLC PDU si se reciben fuera de secuencia debido a la operación HARQ realizada en la capa

MAC.

Las funciones de la capa RLC se realizan mediante " entidades RLC ". Una entidad RLC se configura en uno de tres modos de transmisión de datos: Modo Transparente (TM), Modo sin Acuse de Recibo (UM) y Modo con Acuse de Recibo (AM). En AM, se definen funciones especiales para soportar retransmisión.

- 5 Las funciones principales de UM RLC pueden resumirse como se indica a continuación: Segmentación y concatenación de RLC SDU (es decir PDCP PDU); reordenación de RLC PDU; Detección duplicada de RLC SDU; Reensamblaje de RLC SDU.

10 Las funciones principales de AM RLC pueden resumirse como se indica a continuación: Retransmisión de PDU de Datos RLC; Resegmentación de PDU de Datos RLC retransmitidos; Sondeo; Notificación de Estado; Estado Prohibir.

15 Más información de RLC se proporciona en Capítulo 4.3.1 de LTE - The UMTS Long Term Evolution FROM THEORY TO PRACTICE, Editado por: Stefania Sesia, Issam Toufik, Matther Baker, Segunda edición, ISBN 978-0-470-66025-6. Segmentación y concatenación es una función importante de las entidades UM y AM RLC. La entidad UM/AM RLC transmisora realiza segmentación y/o concatenación en RLC SDU recibidos de capas superiores, para formar RLC PDU. El tamaño del RLC PDU en cada oportunidad de transmisión se decide y notifica mediante la capa MAC dependiendo de las condiciones de canal de radio y los recursos de transmisión disponibles; por lo tanto, el tamaño de cada RLC PDU transmitido puede ser diferente. La entidad UM/AM RLC transmisora incluye RLC SDU en un RLC PDU en el orden en el que llegan a la entidad UM/AM RLC. Por lo tanto, un único RLC PDU puede contener RLC SDU o segmentos de RLC SDU.

20 Después de segmentación y/o concatenación de RLC SDU, la entidad UM/AM RLC transmisora incluye encabezamientos RLC relevantes en el RLC PDU para indicar el número de secuencia del RLC PDU, y adicionalmente el tamaño y límite de cada segmento de RLC SDU o RLC SDU incluido. Debería observarse que el número de secuencia RLC es dependiente del número de secuencia añadido por el PDCP.

25 Como ya se ha mencionado anteriormente, cuando se indica desde la capa superior (es decir PDCP) descartar un RLC SDU particular, el lado de transmisión de una entidad AM RLC o la entidad UM RLC transmisora descartará el RLC SDU indicado si aún no se ha mapeado ningún segmento del RLC SDU a una PDU de datos RLC (véase 3GPP TS 36.322 Capítulo 5.3). La decisión de si el RLC SDU ya se "mapeó a una PDU de datos RLC" puede considerarse que significa:

- 30 - Recibido en la capa RLC, y
- Información de encabezamiento relevante añadida (y entregada/lista para entregar a capa inferior)

Células pequeñas

35 Explosivas demandas para datos móviles están impulsando cambios en cómo operadores móviles necesitan responder a los requisitos desafiantes de mayor capacidad y Calidad de Experiencia de usuario mejorada (QoE). En la actualidad, muchos operadores por todo el mundo están desplegando sistemas de acceso inalámbrico de cuarta generación que usan Evolución a Largo Plazo (LTE) para ofrecer acceso más rápido con menor latencia y más eficiencia que sistema 3G/3.5G. No obstante, el crecimiento de tráfico futuro previsto es tan inmenso que existe una necesidad vastamente aumentada para densificación de red adicional para tratar los requisitos de capacidad, particularmente en áreas con tráfico alto (áreas de concentración máxima) que generan el mayor volumen de tráfico. Densificación de red - aumentando el número de nodos de red, de este modo trayendo los mismos físicamente más cerca de los terminales de usuario - es una clave para mejorar la capacidad de tráfico y extender las tasas de datos de usuario alcanzables de un sistema de comunicación inalámbrica.

40 Además de densificación directa de un despliegue macro, puede lograrse densificación de red mediante el despliegue de nodos de baja potencia complementarios respectivamente células pequeñas en la cobertura de una capa de nodos macro existente. En un despliegue heterogéneo de este tipo, los nodos de baja potencia proporcionan capacidad de tráfico muy alta y capacidad de procesamiento de usuario muy alta localmente, por ejemplo en posiciones de máxima concentración interiores y exteriores. Mientras tanto, la capa macro garantiza disponibilidad de servicio y QoE en toda el área de cobertura. En otras palabras, la capa que contiene los nodos de baja potencia también puede denominarse como acceso de área local proveedor, en contraste a la capa macro de cobertura de área extensa.

50 La instalación de nodos de baja potencia respectivamente células pequeñas así como despliegues heterogéneos ha sido posible desde la primera versión de LTE. En este sentido, un número de soluciones se ha especificado en versiones recientes de LTE (es decir, Versión-10/11). Más específicamente, estas versiones introdujeron herramientas adicionales para tratar interferencia entre capas en despliegues heterogéneos. Para optimizar adicionalmente rendimiento y proporcionar operación de coste/energía eficiente, células pequeñas requieren mejoras adicionales y en muchos casos necesitan interactuar con o complementar células macro existentes. Tales soluciones se investigarán durante la evolución adicional de LTE - Versión 12 y siguientes. En particular mejoras adicionales relacionadas con nodos de baja potencia y despliegues heterogéneos se considerarán en el marco del

nuevo artículo de estudio (SI) de Ver. 12 "Study on Small Cell Enhancements for E-UTRA and E-UTRAN". Algunas de estas actividades se centrarán en lograr un grado incluso mayor de interconectividad entre las capas macro y de baja potencia, que incluye diferentes formas de asistencia macro a la capa de baja potencia y conectividad de capa dual. Conectividad dual implica que el dispositivo tiene conexiones simultáneas tanto a capas macro como de baja potencia.

5

Algunos escenarios de despliegue asumidos en este artículo de estudio sobre mejoras de células pequeñas se analizarán a continuación. En los siguientes escenarios, se asumen las tecnologías de red de retorno categorizadas como red de retorno no ideal en TR 36.932.

10

Tanto red de retorno ideal (es decir, red de retorno con capacidad de procesamiento muy alta y latencia muy baja tal como conexión punto a punto especializada que usa fibra óptica) y red de retorno no ideal (es decir, típica red de retorno ampliamente usada en el mercado tales como xDSL, microondas y otras redes de retorno como retransmisión) deberían estudiarse. En intercambio coste-rendimiento debería tenerse en cuenta.

Una categorización de red de retorno no ideal a base de entradas de operado se lista en la tabla a continuación:

Tecnología de Red de retorno	Latencia (Unidireccional)	Capacidad de procesamiento	Prioridad (1 es la más alta)
Acceso 1 de Fibra	10-30 ms	10M-10 Gbps	1
Acceso 2 de Fibra	5-10 ms	100-1000 Mbps	2
Acceso 3 de Fibra	2-5 ms	50M-10 Gbps	1
Acceso DSL	15-60 ms	10-100 Mbps	1
Cable	25-35 ms	10-100 Mbps	2
Red de retorno inalámbrica	5-35 ms	10 Mbps – 100 Mbps típica, quizá hasta intervalo Gbps	1

15

En este estudio no se asume acceso de fibra que puede usarse para desplegar Encabezamientos de Radio Remotos (RRH). No se excluyen HeNB, pero no se distinguen de Pico eNB en términos de escenarios de despliegue y desafíos incluso aunque la potencia de transmisión de HeNB es menor que la de Pico eNB. Se consideran los siguientes 3 escenarios.

20

Escenario n.º 1 se ilustra en la Figura 16 y es el escenario de despliegue en el que células macro y pequeñas en la misma frecuencia de portadora (entre frecuencias) se conectan a través de una red de retorno no ideal. Usuarios se distribuyen tanto para el exterior como interior.

25

Escenario n.º 2 se ilustra en las Figuras 17 y 18 y se refiere a un escenario de despliegue en el que células macro y pequeñas en frecuencias de portadora diferentes (entre frecuencias) se conectan a través de una red de retorno no ideal. Usuarios se distribuyen tanto para el exterior como interior. Existen esencialmente dos diferentes escenarios n.º 2, denominados en el presente documento como 2a y 2b, siendo la diferencia que en escenario 2b se considera un despliegue de célula pequeña interior.

Escenario n.º 3 se ilustra en la Figura 19 y se refiere a un escenario de despliegue en el que únicamente células pequeñas en una o más frecuencias de portadora se conectan a través de un enlace de red de retorno no ideal.

30

Dependiendo del escenario de despliegue, diferentes desafíos/problemas existen que necesitan investigarse adicionalmente. Durante la fase de artículo de estudio tales desafíos se han identificado para los correspondientes escenarios de despliegue y capturados en TS 36.842; más detalles sobre esos desafíos/problemas pueden encontrarse ahí.

Para resolver los desafíos identificados que se describen en la sección 5 de TS36.842, las siguientes metas de diseño se ha tenido en cuenta para este estudio además de los requisitos especificados en TR 36.932.

35

En términos de solidez de movilidad:

- Para UE en RRC_CONNECTED, el rendimiento de movilidad performance logrado por despliegues de células pequeñas debería ser comparable con el de una red únicamente macro.

En términos de carga de señalización aumentada debido a traspaso frecuente:

- Cualquier nueva solución no debería resultar un aumento excesivo de carga de señalización hacia la red

principal. Sin embargo, señalización adicional y carga de tráfico de plano de usuario causadas por mejoras de células pequeñas también debería tenerse en cuenta.

En términos de mejorar capacidad de procesamiento por usuario y capacidad de sistema:

- 5 - Debería abordarse la utilización de recursos de radio a través de células macro y pequeñas para lograr capacidad de procesamiento por usuario y capacidad de sistema similar a despliegues de red de retorno ideal mientras se tiene en cuenta requisitos QoS.

Conectividad dual

10 Una solución prometedora a los problemas que se discuten en la actualidad en grupos de trabajo de 3GPP RAN es el concepto así denominado de "conectividad dual". La expresión "conectividad dual" se usa para referirse a una operación en la que un UE dado consume recursos de radio proporcionados por al menos dos diferentes nodos de red conectados con una red de retorno no ideal. Esencialmente, el UE se conecta con tanto con una célula macro (eNB macro) y célula pequeña (eNB secundario o pequeño). Adicionalmente, cada eNB implicado en conectividad dual para un UE puede asumir diferentes roles. Estos roles no dependen necesariamente de la clase de potencial del eNB y puede variar entre UE.

15 Ya que el artículo de estudio está en la actualidad en una etapa muy temprana, aún no se han decidido detalles sobre la conectividad dual. Por ejemplo aún no se ha acordado la arquitectura. Por lo tanto, muchas cuestiones/detalles, por ejemplo mejoras de protocolo, están aún abiertas en la actualidad. La Figura 20 muestra una arquitectura ilustrativa para conectividad dual. Debería entenderse únicamente como una opción potencial; la invención no se limita a esta arquitectura de red/protocolo específica pero puede aplicarse generalmente. En este se hacen punto Las siguientes asunciones sobre la arquitectura:

- Decisión de nivel por portador en la que servir cada paquete, división de plano C/U
 - o Como un ejemplo Señalización RRC de UE y datos de alta QoS tales como VoLTE pueden servirse por la célula macro, mientras datos de mejor intento se descargan a la célula pequeña
- 25 - Sin acoplamiento entre portadores, así que no se requiere PDCP o RLC comunes entre la célula macro y célula pequeña
- Coordinación más flexible entre nodos RAN
- SeNB no tiene conexión a S-GW, es decir paquetes se reenvían mediante MeNB
- Célula Pequeña es transparente para CN.

30 En cuanto a los dos últimos puntos de enumeración, debería observarse que también es posible que SeNB se conecte directamente con la S-GW, es decir S1-U está entre S-GW y SeNB. Esencialmente existen tres diferentes opciones con respecto al mapeo/división de portador:

- Opción 1: S1-U también termina en SeNB; representado en la Figura 21a
- Opción 2: S1-U termina en MeNB, sin división de portador en RAN; representado en la Figura 21b
- Opción 3: S1-U termina en MeNB, portador se divide en RAN; representado en la Figura 21c

35 Las Figuras 21a-c representan las tres opciones que toma la dirección de enlace descendente para los datos de Plano U como un ejemplo. Para fin de explicación, se asume principalmente la opción 2 para esta solicitud y también es la base para la Figura 20.

Arquitectura de plano de usuario para mejora de células pequeñas

40 Además de la discusión sobre la división de los datos de plano U como se representan en las Figuras 21a-c, también se han analizado diferentes alternativas para la arquitectura de plano de usuario.

45 Un consenso común es que, cuando la interfaz S1-U termina en el MeNB, la pila de protocolo en el SeNB debe al menos soportar (re)segmentación RLC. Esto se debe al hecho de que (re)segmentación RLC es una operación que se acopla estrechamente a la interfaz física (por ejemplo capa MAC que indica el tamaño del RLC PDU, véase anteriormente), y se usa cuando una red de retorno no ideal, (re)segmentación RLC debe tener lugar en el mismo nodo que transmite el RLC PDU.

A base de esta asunción, en la discusión en curso se distinguen cuatro familias para las alternativas de plano de usuario.

A. *PDCP Independientes*: esta opción termina completamente la pila de protocolo de plano U de interfaz aérea definida en la actualidad por portador y se adapta para realizar transmisión de un portador EPS mediante un

nodo, pero también podría soportar la división de un único portador EPS para transmisión mediante MeNB y SeNB con la ayuda de una capa adicional. La transmisión de diferentes portadores aún puede suceder simultáneamente desde el MeNB y a SeNB.

5 B. *PDCP Principales-Subordinados*: esta opción asume que S1-U termina en MeNB con al menos parte de la capa PDCP residiendo en el MeNB. En caso de división de portador, existe un portador RLC separado e independiente, también en lado de UE, por eNB configurado para entregar PDCP PDU del portador PDCP, terminado en el MeNB.

10 C. *RLC Independientes*: esta opción asume que S1-U termina en MeNB con la capa PDCP residiendo en el MeNB. En caso de división de portador, existe un portador RLC separado e independiente, también en lado de UE, por eNB configurado para entregar PDCP PDU del portador PDCP, terminado en el MeNB.

15 D. *RLC Principales-Subordinados*: esta opción asume que S1-U termina en MeNB con la capa PDCP y residiendo parte de la capa RLC en el MeNB. Mientras requiere únicamente una entidad RLC en el UE para el portador EPS, en el lado de red la funcionalidad RLC se distribuye entre los nodos implicados, con un "RLC subordinado" operando en el SeNB. En enlace descendente, el RLC subordinado cuida de la operación RLC de retardo crítico necesaria en el SeNB: recibe desde el RLC principal en el MeNB RLC PDU fácilmente construidos (con Número de Secuencia ya signados para el principal) que el principal ha asignado para transmisión por el subordinado, y transmite los mismos al UE. El ajuste personalizado de estos PDU en las concesiones desde el planificador MAC se logra reusando el mecanismo de resegmentación en la actualidad definido.

20 Basado en lo mismo se proponen diferentes arquitecturas, que se ilustran en las Figuras 22a-i; estas se toman de Email Discussion Report on U-Plane Alternatives, Reunión de 3GPP TSG-RAN WG2 n.º 82, R2-131621 de Nokia Siemens Networks (Ponente). Arquitecturas similares se analizan en el documento técnico de 3GPP titulado "User Plane Architecture for Dual-Connectivity" (R2-131939). A continuación se proporciona una visión de conjunto de las principales características de las diversas alternativas ilustradas en las Figuras 22a-i; en las que división de portador se entenderá como la capacidad de dividir un portador en múltiples eNB. Como puede observarse en las Figuras se asumen dos portadores que se indican para ir por la interfaz S1.

- 1A: S1-U termina en SeNB + PDCP independientes (no división de portador);
- 2A: S1-U termina en MeNB + sin división de portador en MeNB + PDCP independiente en SeNB;
- 2B: S1-U termina en MeNB + sin división de portador en MeNB + PDCP principales-subordinados;
- 2C: S1-U termina en MeNB + sin división de portador en MeNB + RLC independiente en SeNB;
- 2D: S1-U termina en MeNB + sin división de portador en MeNB + RLC principales-subordinados;
- 3A: S1-U termina en MeNB + división de portador en MeNB + PDCP independientes para dividir portadores;
- 3B: S1-U termina en MeNB + división de portador en MeNB + PDCP principales-subordinados para dividir portadores;
- 3C: S1-U termina en MeNB + división de portador en MeNB + RLC independientes para dividir portadores;
- 3D: S1-U termina en MeNB + división de portador en MeNB + RLC principales-subordinados para dividir portadores.

Durante la discusión se definen diversas ventajas e inconvenientes para cada una de las alternativas anteriores.

Deficiencias de arquitectura de plano de usuario

40 Como se ha explicado anteriormente, el enlace de red de retorno entre el MeNB y SeNB podría ser lento y por lo tanto provocar una latencia unidireccional que podría ser alta, por ejemplo 60 ms (véase la tabla anterior para la red de retorno no ideal).

45 Además, en algunas alternativas de arquitectura de plano de usuario incluso la parte de las capas de protocolo de Estrato de Acceso (por ejemplo PDCP, RLC, MAC) se distribuirán entre el MeNB y SeNB. Correspondientemente, la alta latencia haría imposible compartir información en tiempo real entre los nodos; alguna información podría incluso anticuarse en el tiempo que llega al otro nodo.

Además, la comunicación entre capas / a través de capas aumentaría la carga de señalización de interfaz en la interfaz entre los nodos (es decir interfaz X2 entre eNB Macro y Pequeña). También debería garantizarse que la carga en esta interfaz no es innecesaria.

50 En más detalle, la latencia introducida debido a la conectividad dual en comunicación entre capas / a través de capas puede ser una fuente de otros problemas, por ejemplo al procedimiento existente del mecanismo de descarte PDCP SDU/PDU.

55 Como se explica en conexión con la Figura 13, en la técnica anterior el descarte PDCP SDU funciona a base del Temporizador de descarte, tras la expiración del cual se descartan el correspondiente PDCP SDU junto con el correspondiente PDCP PDU (si ya se generó). Si el correspondiente PDCP PDU ya se ha enviado a la capa inferior, el descarte se indicará a la capa inferior.

El mecanismo de descarte PDCP de la Figura 13 puede aplicarse al escenario en el que se distribuyen las capas PDCP y RLC entre el MeNB y SeNB, y en particular en el que el PDCP (o al menos el mecanismo de descarte PDCP SDU) no está en el SeNB; esto se ilustra en la Figura 23. Esto es cierto para al menos arquitecturas de plano

de usuario en la actualidad analizadas de Alternativas 2C, 2D, 3C, 3D; y posiblemente también para Alternativas 2B y 3B, dependiendo de cómo se dividan las Capas PDCP Principal-Subordinada en MeNB y SeNB, en particular para si la funcionalidad de descarte PDCP SDU/PDU como se ha analizado se ubica en el MeNB o el SeNB.

5 Como puede observarse en la Figura 23, se asume que la capa PDCP, y en particular la función de descarte PDCP, se ubica en el MeNB, mientras que la capa RLC se ubica en el SeNB.

10 Para datos a transmitir en el enlace descendente desde el MeNB/SeNB al UE, la capa PDCP inicia un Temporizador de descarte para cada PDCP SDU que recibe y continuamente comprueba si expira el temporizador para el PDCP SDU. Además, la capa PDCP también realiza su función habitual de generación de un PDCP PDU fuera del PDCP SDU (por ejemplo Compresión de Encabezamiento, Cifrado, Protección de Integridad, añadir encabezamiento PDCP, véase la Figura 11) y reenviando el PDCP PDU a la capa RLC. Tras la expiración del Temporizador de descarte para un PDCP SDU particular, se descartarán el PDCP PDU y PDCP SDU. Adicionalmente, la capa PDCP en el MeNB comprueba si el correspondientemente PDCP PDU generado ya se reenvió a la capa inferior, RLC, o no. Si no, no es necesaria ninguna indicación hacia la capa RLC. Si el PDCP PDU ya se reenvió al RLC ("Sí"), aunque se descartan el PDCP PDU y SDU en la capa PDCP, es adicionalmente necesario ordenar al RLC que también descarte el correspondiente PDCP PDU. La capa RLC en el SeNB a su vez comprueba si ya ha procedido a mapear el PDCP PDU (o un segmento del mismo) a un RLC PDU, en cuyo caso ya no es posible descartar el PDCP PDU en la capa RLC. Si sin embargo la capa RLC aún no ha procesado el PDCP PDU a un RLC PDU, entonces el PDCP PDU puede descartarse también en la capa RLC.

20 Debería observarse que desde la perspectiva RLC el PDCP PDU es un RLC SDU; esto se aplica para la mayoría alternativas de la Figura 22. Sin embargo, donde la capa RLC se divide entre el MeNB y SeNB (véanse Alternativas 2D y 3D), la terminología es algo ambigua, ya que la capa RLC en el MeNB recibe el PDCP PDU, realiza funciones particulares en el mismo (que aún no se han definido) y a continuación reenvía el "paquete" resultante a la capa RLC del SeNB. Desde la perspectiva de la capa RLC del SeNB, puede decirse que recibe un RLC PDU o un RLC SDU, dependiendo de si las funciones de la capa RLC en el MeNB ya se consideran para formar el RLC PDU o no. En la siguiente descripción de la invención, se asume para fines de ilustración y únicamente por simplicidad que la capa RLC en el SeNB recibe un RLC SDU desde el MeNB (sea desde la capa PDCP o desde la principal capa RLC en el MeNB); que sin embargo no debería restringir la invención y ámbito a esta terminología, el uso de la terminología "RLC PDU" puede usarse de forma equivalente en esta conexión.

30 Como se ha mencionado, el MeNB indica el descarte de PDCP PDU a la capa RLC en el SeNB. Esto puede resultar en información de descarte por paquete enviándose en la interfaz X2. Primeramente, esto es una pérdida de recursos ya que esta información necesita ser transportada a cada PDCP PDU que puede necesitar que se descarte.

35 Otro problema es que debido a la latencia de interfaz X2, es posible que mientras tanto, el SeNB haya iniciado realmente la transmisión del PDCP PDU (o al menos un segmento de PDCP PDU) es decir formando el RLC PDU; con el resultado que el SeNB debe completar la transmisión satisfactoria PDU - que no sería necesaria de otra manera. Por lo tanto, debido a la posible alta latencia de la interfaz X2, la funcionalidad de descarte puede no funcionar para transmisiones de enlace descendente.

Sumario de la invención

40 Un objeto de la invención es proporcionar un procedimiento mejorado para el descarte de datos de enlace descendente en la forma de PDCP SDU/PDU en un escenario de conectividad dual. Un objeto más específico de la invención es mejorar la función de descarte de la capa PDCP y la correspondiente interrelación con la capa RLC, en casos en los que dicha función de descarte PDCP se ubica en la estación base principal (pero no en la estación base secundaria) y la capa RLC está en la estación base secundaria.

45 El objeto se soluciona mediante la materia objeto de las reivindicaciones independientes. Realizaciones ventajosas se someten a las reivindicaciones dependientes.

50 Para el primer aspecto de la divulgación, se asume entonces que la estación móvil está en conectividad dual y por lo tanto conectada tanto a una estación base principal como una estación base secundaria a través de enlaces de comunicación respectivos. La estación móvil está al menos recibiendo paquetes de datos que se reenvían desde la estación base principal a través de la estación base secundaria a la estación móvil. Una pila de protocolo, que incluye una capa superior (por ejemplo capa PDCP) con una función de descarte principal se ubica en la estación base principal, pero no en la estación base secundaria. La estación base secundaria también tiene una pila de protocolo, pero en vez de tener dicha capa superior particular de la estación base principal, tiene una capa inferior, que es la capa debajo de la capa superior de la estación base principal, (por ejemplo capa RLC). Correspondientemente, los paquetes de datos se reenvían desde la capa (por ejemplo PDCP) más alta de la estación base principal a la capa (por ejemplo RLC) más baja en la estación base secundaria.

55 La función de descarte principal de la capa superior (por ejemplo PDCP) en la estación base principal permite el descarte de aquellos paquetes de datos que aún (después de procesamiento apropiado en dicha capa superior) no se han reenviado satisfactoriamente a la estación móvil. A dicho extremo, se inicia un temporizador principal de la

función de descarte principal para cada paquete de datos (por ejemplo PDCP SDU), tras la recepción del mismo. La capa superior procesa el paquete de datos recibido (por ejemplo PDCP SDU) apropiadamente, por ejemplo generando un paquete de datos procesado (por ejemplo PDCP PDU) a reenviar a la capa inferior (por ejemplo RLC).

5 El temporizador principal puede detenerse si el paquete de datos se reenvió satisfactoriamente a la estación móvil; que podría ser por ejemplo notificado por la capa inferior. En ese caso también, los paquetes de datos recibidos y procesados pueden borrarse finalmente en la capa superior, ya que ya no son necesarios, permitiendo por lo tanto el vaciado de la memoria intermedia en la estación base principal. Si sin embargo el temporizador principal expira (es decir antes de que se complete satisfactoriamente el envío del paquete de datos), el paquete de datos (por ejemplo PDCP SDU) y el paquete de datos procesado (por ejemplo PDCP PDU) se descartan en la capa superior (por ejemplo PDCP).

10 Adicionalmente, se asume que una función de descarte secundaria se configura en dicha capa inferior en la estación base secundaria, que hasta cierto punto imita la función de descarte principal en la estación base principal. A dicho extremo, la estación base principal configura la función de descarte secundaria a base de la función de descarte principal en la capa superior; que puede incluir la transmisión de un mensaje de configuración desde la estación base principal a la estación base secundaria, comprendiendo el mensaje de configuración al menos un valor de temporizador a usarse en conexión con el Temporizador Secundario de la función de descarte secundaria. El valor de temporizador en el mensaje de configuración puede ser o bien el valor de temporizador del temporizador principal o como alternativa puede ser ya un valor inferior para compensar por retardo(s) incurrido debido al enlace de comunicación entre la estación base principal y secundaria y/o el retardo de procesamiento para control de flujo empleado en todo el procedimiento de transmisión del paquete de datos desde la principal a la estación base secundaria. Aún como alternativa, la adaptación del valor de Temporizador Secundario también puede realizarse mediante la estación base secundaria, de tal forma que el mensaje de configuración a usarse por la estación base secundaria incluye el valor de temporizador principal, que sin embargo se ajusta mediante la estación base secundaria para compensar por los diversos retardos entre la recepción del paquete de datos en la capa superior de la estación base principal y la recepción de los datos (después del procesamiento por la capa superior) en la capa inferior de la estación base secundaria. Por lo tanto, el temporizador principal y el Temporizador Secundario para un paquete de datos particular expirarán esencialmente a la vez.

15 Además, para facilitar la sincronización de los dos temporizadores, temporizador principal y secundario, información de indicación de tiempo puede proporcionarse desde la principal a la estación base secundaria, como se indica a continuación. Cada vez que un paquete de datos se recibe en la capa superior en la estación base principal, la estación base principal puede generar adicionalmente una indicación de tiempo para dicho paquete de datos, indicando la indicación de tiempo o bien el tiempo de recepción en el que se recibió realmente el paquete de datos en la capa superior, por ejemplo en qué momento el temporizador principal se accionó, o indicando el tiempo de expiración del temporizador principal restante para el paquete de datos. En cualquier caso, la indicación de tiempo se proporciona a la estación base secundaria, además del paquete de datos real (por ejemplo como parte del encabezamiento del paquete de datos), y por lo tanto puede usarse por la estación base secundaria para establecer el Temporizador Secundario para coincidir con el temporizador principal para el paquete de datos particular.

20 El Temporizador Secundario se inicia cada vez que se recibe paquete de datos (por ejemplo PDCP PDU) en la capa inferior desde la capa superior en la estación base principal. Correspondientemente, tras la expiración del Temporizador Secundario, el paquete de datos recibido (por ejemplo PDCP PDU) se descarta en la capa inferior de la estación base secundaria.

25 Como resultado, cuando un paquete de datos, a reenviar a la estación móvil, se recibe en la estación base principal, y en particular en la capa superior (por ejemplo PDCP) de la pila de protocolo de estación base principal, se inicia el temporizador principal de la función de descarte principal y la capa superior estación base principal procesa el paquete de datos (por ejemplo para generar un PDCP PDU fuera del PDCP SDU recibido).

30 En primer lugar, se asume para fines de ilustración que el paquete de datos procesado (por ejemplo PDCP PDU) no puede reenviarse a la capa inferior en la estación base secundaria, antes de que el temporizador principal expire. Correspondientemente, el paquete de datos procesado (por ejemplo PDCP PDU) así como el paquete de datos recibido (por ejemplo PDCP SDU) se descartan por la capa superior de la estación base principal.

35 Cuando se asume que el paquete de datos procesado (por ejemplo PDCP PDU) se reenvía de hecho a la capa inferior en la estación base secundaria, se inicia el Temporizador Secundario de la función de descarte secundaria en la estación base secundaria tras la recepción del paquete de datos procesado (por ejemplo PDCP PDU; también puede denominarse RLC SDU) en la capa inferior de la estación base secundaria. Sin embargo, se asume que la capa inferior en la estación base secundaria no es capaz (por la razón que sea) de reenviar el paquete de datos adicionalmente hacia la estación móvil.

40 Correspondientemente, el temporizador principal en la estación base principal (que aún está en funcionamiento, ya que el paquete de datos aún no se transmitió satisfactoriamente al UE) expira finalmente, y por lo tanto acciona el descarte del correspondiente paquete de datos recibido y paquete de datos procesado (por ejemplo PDCP SDU y PDU) en la capa superior de la estación base principal. Análogamente, el Temporizador Secundario de la función de

descarte secundaria en la estación base secundaria expirará también para este paquete de datos, y por lo tanto acciona el descarte del correspondiente paquete de datos en la capa inferior de la estación base secundaria.

5 Debería observarse que ventajosamente, tras la expiración del Temporizador Secundario en la estación base secundaria, la estación base secundaria comprueba si el paquete de datos (o al menos parte del mismo) ya se procesó por la capa inferior hasta generar un paquete de datos adicional específico a la capa inferior, listo para transmitir desde la capa inferior en la estación base secundaria hacia la estación móvil; en la más específica realización perteneciente al PDCP y capa RLC, la estación base secundaria comprueba si el PDCP PDU (o un segmento del mismo) ya se mapeó a un RLC PDU. En el caso afirmativo (es decir paquete de datos de capa inferior generado; RLC PDU generado), el descarte del paquete de datos en la capa inferior no se realiza. En el caso negativo, se realiza el descarte del paquete de datos en la capa inferior.

10 Un segundo aspecto alternativo de la divulgación también resuelve el problema(s) subyacente mencionado anteriormente, sin embargo evita tener una función de descarte secundaria en la estación base secundaria para simplificar el diseño de la estación base secundaria. Se asume un escenario similar al del primer aspecto, asumiendo por lo tanto una estación móvil que se conecta tanto a una estación base principal y secundaria a través de enlaces de comunicación respectivos. La estación móvil al menos recibe paquetes de datos que se reenvían desde la estación base principal a través de la estación base secundaria a la estación móvil. Una pila de protocolo, que incluye una capa superior (por ejemplo Capa PDCP) con una función de descarte principal se ubica en la estación base principal, pero no en la estación base secundaria. La estación base secundaria también tiene una pila de protocolo, pero en vez de tener dicha capa superior particular de la estación base principal, tiene una capa inferior, que es la capa debajo de la capa superior de la estación base principal (por ejemplo Capa RLC). Correspondientemente, paquetes de datos se reenvían desde la capa (por ejemplo PDCP) superior de la estación base principal a la capa (por ejemplo RLC) inferior en la estación base secundaria, antes de ser adicionalmente reenviados a la estación móvil.

15 Como con el primer aspecto de la divulgación, la función de descarte principal de la capa superior (por ejemplo PDCP) en la estación base principal permite descartar aquellos paquetes de datos que aún no se han reenviado satisfactoriamente a la estación móvil. Un temporizador principal correspondiente de la función de descarte principal se inicia para cada paquete de datos (por ejemplo PDCP SDU) recibido por la capa superior. La capa superior (por ejemplo PDCP) procesa el paquete de datos recibido (por ejemplo PDCP SDU) apropiadamente, por ejemplo generando un paquete de datos procesado (por ejemplo PDCP PDU) a reenviar a la capa inferior (por ejemplo RLC).

20 Tras la expiración del temporizador principal, el paquete de datos y el paquete de datos procesado (por ejemplo PDCP SDU y PDU respectivamente) se descartan por la capa superior.

25 En contraste con la función de descarte como se explica en la sección de técnica anterior, no se realiza comprobación de si el paquete de datos ya se reenvió a la capa inferior o no. Independientemente, la estación base principal, y en particular su capa superior (por ejemplo PDCP), no informa a la capa inferior (por ejemplo RLC) acerca del descarte del paquete de datos particular.

30 En contraste con el primer aspecto de la divulgación, tampoco se implementa ninguna función de descarte secundaria en la estación base secundaria que coincida con la función de descarte principal descrita en la estación base principal. En su lugar, la capa inferior (por ejemplo RLC) de la estación base secundaria no conoce acerca del descarte del paquete de datos en la estación base principal, pero continúa realizando el procesamiento de capa inferior para el paquete de datos recibido (por ejemplo transmisión de paquete de datos a la estación móvil).

35 La capa inferior (por ejemplo RLC) en la estación secundaria mantiene la transmisión del paquete de datos (por ejemplo PDCP PDU; como uno o más RLC PDU) a la estación móvil, y tras entrega satisfactoria del paquete de datos (por ejemplo PDCP PDU) a la estación móvil, la capa inferior (por ejemplo RLC) en la estación secundaria puede descartar el paquete de datos (por ejemplo PDCP PDU) recibido desde la capa superior en la estación base principal. Por consiguiente, el segundo aspecto proporciona un esquema de descarte que implica menos procesamiento en la estación base principal y secundaria, así como una estación base secundaria simplificada.

40 De acuerdo con un tercer aspecto de la divulgación, el valor del temporizador principal de la función de descarte principal se tiene en cuenta cuando la estación móvil decide usar el portador a la estación base principal o secundaria para transmitir datos. En más detalle, se asume un escenario en el que la estación móvil se conecta tanto a la estación base principal y secundaria a través de enlaces de comunicación respectivos. En conectividad dual es posible que los mismos portadores se sirvan mediante tanto la estación base principal como secundaria (véase la Figura 21c portador EPS n.º 2); es decir algunos paquetes del portador n.º 2 particular se transmiten a través de la estación base principal y otros se transmiten a través de la estación base secundaria. Esto puede depender de las condiciones de radio y otros criterios.

45 Este tercer aspecto de la divulgación puede usarse como alternativa o adicionalmente al primer y segundo aspectos de la divulgación anteriormente mencionados. Se sugiere que el tiempo restante del temporizador principal de la función de descarte principal se tiene en cuenta por la estación móvil cuando se decide si transmitir un paquete de datos a través de la estación base principal o secundaria, especialmente para paquetes que ya han sufrido un

retardo largo o tienen un temporizador de descarte corto.

Una primera realización de la divulgación proporciona un procedimiento para el descarte de paquetes de datos destinados para una estación móvil conectada tanto a una estación base principal como a una estación base secundaria. Los paquetes de datos se reenvían desde la estación base principal a través de la estación base secundaria a la estación móvil. Una capa superior con una función de descarte principal se ubica en la estación base principal pero no en la estación base secundaria. La función de descarte principal descarta paquetes de datos tras la expiración de un temporizador principal iniciado tras la recepción de cada paquete de datos. La estación base principal configura una función de descarte secundaria en una capa inferior de la estación base secundaria, a base de la función de descarte principal en la capa superior de la estación base principal. La estación base principal reenvía el paquete de datos desde la capa superior a la capa inferior de la estación base secundaria. La función de descarte secundaria de la capa inferior en la estación base secundaria descarta el paquete de datos recibido tras la expiración del Temporizador Secundario iniciado por la capa inferior tras la recepción del paquete de datos desde la capa superior en la estación base principal.

De acuerdo con una variante ventajosa de la primera realización de la divulgación que puede usarse además o como alternativa a lo anterior, la capa superior en la estación base principal es una capa PDCP, la capa inferior en la estación base secundaria es una capa RLC y el paquete de datos se recibe por la capa PDCP como un PDCP SDU y reenvía a la capa RLC como un PDCP PDU, generado por la capa PDCP fuera del PDCP SDU recibido. Por lo tanto, la función de descarte secundaria de la capa RLC en la estación base secundaria descarta el PDCP PDU recibido tras la expiración del Temporizador Secundario iniciado por la capa RLC tras la recepción del PDCP PDU desde la capa PDCP en la estación base principal.

De acuerdo con una variante ventajosa de la primera realización de la invención que puede usarse además o como alternativa a lo anterior, tras la expiración del Temporizador Secundario iniciado por la capa RLC, determinar por la capa RLC en la estación base secundaria, si el PDCP PDU o cualquier segmento del PDCP PDU ya se usó para generar un RLC PDU. Dicha etapa de descarte del PDCP PDU recibido por la función de descarte secundaria de la capa RLC en la estación base secundaria únicamente se realiza cuando el PDCP PDU o cualquier segmento del PDCP PDU aún no se usó para generar un RLC PDU.

De acuerdo con una variante ventajosa de la primera realización de la divulgación que puede usarse además o como alternativa a lo anterior, dicha etapa de configuración de la función de descarte secundaria comprende la etapa de transmisión de un mensaje de configuración desde la estación base principal a la estación base secundaria, que incluye información del Temporizador Secundario, incluyendo al menos un valor de tiempo de expiración a usar para la configuración del Temporizador Secundario de la función de descarte secundaria. La estación base secundaria configura la función de descarte secundaria a base de la información recibida sobre el Temporizador Secundario incluyendo al menos el valor de tiempo de expiración para el Temporizador Secundario.

De acuerdo con una variante ventajosa de la primera realización de la divulgación que puede usarse además o como alternativa a lo anterior, el valor de tiempo de expiración del Temporizador Secundario de la capa RLC para un PDCP PDU, incluido en el mensaje de configuración, es el mismo que un valor de tiempo de expiración del temporizador principal de la capa PDCP para un PDCP SDU. O, el valor de tiempo de expiración del Temporizador Secundario de la capa RLC para un PDCP PDU, incluido en el mensaje de configuración, es menor que un valor de tiempo de expiración del temporizador principal de la capa PDCP para un PDCP SDU por el tiempo de retardo del enlace de comunicación entre la estación base principal y estación base secundaria. O, el valor de tiempo de expiración del Temporizador Secundario de la capa RLC para un PDCP PDU, incluido en el mensaje de configuración, es el mismo que un valor de tiempo de expiración del temporizador principal de la capa PDCP para un PDCP SDU, y la estación base secundaria configura la función de descarte secundaria de la capa RLC a base de la información recibida incluyendo al menos el valor de tiempo de expiración del Temporizador Secundario reducido por el tiempo de retardo del enlace de comunicación entre la estación base principal y la estación base secundaria.

De acuerdo con una variante ventajosa de la primera realización de la divulgación que puede usarse además o como alternativa a lo anterior, el valor de tiempo de expiración del Temporizador Secundario de la capa RLC, incluido en el mensaje de configuración, es menor que un valor de tiempo de expiración del temporizador principal de la capa PDCP por el tiempo de retardo usado por control de flujo de los paquetes de datos entre la estación base principal y la estación base secundaria.

De acuerdo con una variante ventajosa de la primera realización de la divulgación que puede usarse además o como alternativa a lo anterior, la estación base principal genera información de indicación de tiempo acerca del tiempo de recepción del PDCP SDU en la capa PDCP de la estación base principal. O, la estación base principal genera información de indicación de tiempo acerca del tiempo de expiración del temporizador principal de la función de descarte principal restante para el PDCP SDU. A continuación, la estación base principal transmite la información generada de indicación de tiempo a la estación base secundaria, preferentemente dentro de un encabezamiento del PDCP PDU reenviado por la capa PDCP de la estación base principal a la capa RLC de la estación base secundaria. Y, dicha etapa de descarte del PDCP PDU recibido por la función de descarte secundaria de la capa RLC en la estación base secundaria es adicionalmente a base de la información recibida de indicación de tiempo relacionada con el PDCP SDU, fuera del cual se genera el PDCP PDU.

De acuerdo con una variante ventajosa de la primera realización de la divulgación que puede usarse además o como alternativa a lo anterior, recibir un PDCP SDU en la capa PDCP en la estación base principal, tras la recepción del PDCP SDU, la capa PDCP en la estación base principal inicia el temporizador principal de la función de descarte principal para el PDCP SDU recibido. La capa PDCP en la estación base principal genera el PDCP PDU fuera del PDCP SDU recibido. Tras recibir por la estación base principal una indicación de que el PDCP PDU generado se reenvió satisfactoriamente a la estación móvil, la capa PDCP en la estación base principal descarta el PDCP SDU recibido y el PDCP PDU generado.

De acuerdo con una variante ventajosa de la primera realización de la divulgación que puede usarse además o como alternativa a lo anterior, la indicación recibida se transmite mediante la estación base secundaria a la estación base principal, e incluye información de uno o más PDCP PDU reenviados satisfactoriamente por la estación base secundaria a la estación móvil; la indicación puede por ejemplo adicionalmente comprender información de uno o más PDCP PDU no reenviados satisfactoriamente por la estación base secundaria a la estación móvil. Por ejemplo, esta indicación se transmite mediante la estación base secundaria para cada PDCP PDU reenviado satisfactoriamente a la estación móvil; o esta indicación comprende un mapa de bits para una pluralidad de PDCP PDU; o esta indicación indica el PDCP PDU que se reenvió más recientemente satisfactoriamente a la estación móvil.

De acuerdo con una variante ventajosa de la primera realización de la divulgación que puede usarse además o como alternativa a lo anterior, la estación base principal supervisa el valor de tiempo de expiración del Temporizador Secundario para determinar cuándo expirará el Temporizador Secundario en la estación base secundaria. En caso de que la estación base principal no reciba desde la estación base secundaria la indicación de que un PDCP PDU se reenvió satisfactoriamente a la estación móvil aproximadamente en el tiempo en el que la estación base principal determina que el Temporizador Secundario se supone que expira, la estación base principal transmite el PDCP PDU, para el que no se recibió ninguna indicación, a la estación móvil, antes de que expire el temporizador principal para dicho PDCP PDU.

De acuerdo con una variante ventajosa de la primera realización de la divulgación que puede usarse además o como alternativa a lo anterior, la estación base secundaria transmite una indicación de descarte a la estación base principal para informar a la estación base principal sobre el descarte de uno o más PDCP PDU que se descartan por la estación base secundaria porque la estación base secundaria no podría reenviar los mismos satisfactoriamente a la estación móvil. Por ejemplo, la indicación de descarte se transmite mediante la estación base secundaria para cada PDCP PDU no reenviado satisfactoriamente a la estación móvil.

De acuerdo con una variante ventajosa de la primera realización de la divulgación que puede usarse además o como alternativa a lo anterior, cuando la estación base principal recibe una indicación de descarte desde la estación base secundaria para un PDCP PDU, la estación base principal transmite dicho PDCP PDU a la estación móvil.

De acuerdo con una variante ventajosa de la primera realización de la divulgación que puede usarse además o como alternativa a lo anterior, la estación base secundaria sondea la estación móvil para transmitir una Notificación de Estado RLC a la estación base secundaria para recibir la Notificación de Estado RLC antes de la expiración del Temporizador Secundario.

De acuerdo con una variante ventajosa de la primera realización de la divulgación que puede usarse además o como alternativa a lo anterior, la estación base principal considera el valor de temporizador de expiración configurado para la función de descarte principal para el establecimiento de enlaces de comunicación con la estación móvil, de tal forma que se establecen enlaces de comunicación configurados con valores pequeños de temporizador de expiración para la función de descarte principal directamente con la estación móvil y no a través de la estación base secundaria.

De acuerdo con una variante ventajosa de la primera realización de la divulgación que puede usarse además o como alternativa a lo anterior, se transmite un mensaje a la estación móvil incluyendo información del tiempo de retardo del enlace de comunicación entre la estación base principal y la estación base secundaria. O, la estación móvil estima el tiempo de retardo del enlace de comunicación entre la estación base principal y la estación base secundaria, a base de los diferentes tiempos de recepción de PDCP PDU posteriores recibidos desde la estación base principal y estación base secundaria. Posteriormente, si un tiempo de expiración restante de un temporizador de descarte en la capa PDCP de la estación móvil para un PDCP SDU a transmitir a la estación base secundaria es igual a o menor que el tiempo de retardo del enlace de comunicación entre la estación base principal y la estación base secundaria, el PDCP SDU y el PDCP PDU, generados a partir del PDCP SDU, se descartan por la estación móvil o el PDCP PDU se transmite mediante la estación móvil directamente a la estación base principal a través de un enlace de comunicación entre la estación móvil y la estación base principal.

Una segunda realización de la divulgación proporciona un procedimiento para el descarte de datos en forma de un PDCP PDU destinados para una estación móvil conectada tanto a una estación base principal como una estación base secundaria. Los datos se reenvían desde la estación base principal a través de la estación base secundaria a la estación móvil. Una capa PDCP con una función de descarte principal se ubica en la estación base principal pero no en la estación base secundaria. Un PDCP SDU se recibe en la capa PDCP en la estación base principal. Tras la

recepción del PDCP SDU, la capa PDCP en la estación base principal inicia el temporizador principal de la función de descarte principal de la capa PDCP para el PDCP SDU recibido. La capa PDCP en la estación base principal genera el PDCP PDU fuera del PDCP SDU recibido. El PDCP PDU generado se reenvía por la capa PDCP en la estación base principal a la capa RLC en la estación base secundaria. Tras el reenvío del PDCP PDU generado por la estación base principal a la capa RLC en la estación base secundaria, la capa PDCP en la estación base principal descarta el PDCP SDU recibido y el PDCP PDU generado. Tras la expiración del temporizador principal de la función de descarte principal de la capa PDCP en la estación base principal para el PDCP SDU recibido, la capa PDCP determina si el PDCP PDU, generado fuera del PDCP SDU, ya se reenvió por la capa PDCP en la estación base principal a la capa RLC en la estación base secundaria. En el caso afirmativo, la capa PDCP no ordena a la capa RLC descartar el PDCP PDU, reenviado a la capa RLC.

Una tercera realización de la divulgación proporciona una estación móvil para la transmisión de datos a una estación base, estando la estación móvil conectada tanto a una estación base principal como a una estación base secundaria. Una capa superior con una función de descarte principal se ubica en la estación base principal pero no en la estación base secundaria. Descartando la función de descarte principal paquetes de datos tras la expiración de un temporizador principal iniciado tras la recepción de cada paquete de datos. Un receptor de la estación móvil recibe un mensaje desde la estación base principal incluyendo información del tiempo de retardo del enlace de comunicación entre la estación base principal y la estación base secundaria; o, un procesador de la estación móvil estima el tiempo de retardo del enlace de comunicación entre la estación base principal y la estación base secundaria, a base de los diferentes tiempos de recepción de PDCP PDU posteriores recibidos desde la estación base principal y estación base secundaria. Un procesador de la estación móvil determina si un tiempo de expiración restante de un temporizador de descarte en la capa PDCP de la estación móvil para un PDCP SDU a transmitir a la estación base secundaria es igual a o menor que el tiempo de retardo del enlace de comunicación entre la estación base principal y la estación base secundaria. En el caso afirmativo, el procesador descarta el PDCP SDU y el PDCP PDU, generados a partir del PDCP SDU, o un transmisor de la estación móvil transmite el PDCP PDU directamente a la estación base principal a través de un enlace de comunicación entre la estación móvil y la estación base principal. La primera realización de la divulgación proporciona una estación base principal para el reenvío de paquetes de datos destinados para una estación móvil. Una estación móvil se conecta tanto a la estación base principal y una estación base secundaria. Los paquetes de datos se reenvían desde la estación base principal a través de la estación base secundaria a la estación móvil. Una capa superior con una función de descarte principal se ubica en la estación base principal pero no en la estación base secundaria, descartando la función de descarte principal paquetes de datos tras la expiración de un temporizador principal iniciado tras la recepción de cada paquete de datos. Un procesador y transmisor de la estación base principal configuran una función de descarte secundaria en una capa inferior de la estación base secundaria, a base de la función de descarte principal en la capa superior de la estación base principal, de tal forma que la función de descarte secundaria de la capa inferior en la estación base secundaria descarta un paquete de datos recibido tras la expiración del Temporizador Secundario iniciado por la capa inferior tras la recepción del paquete de datos recibido desde la capa superior en la estación base principal. El transmisor reenvía el paquete de datos desde la capa superior a la capa inferior de la estación base secundaria.

De acuerdo con una variante ventajosa de la primera realización de la divulgación que puede usarse además o como alternativa a lo anterior, la capa superior en la estación base principal es una capa PDCP, la capa inferior en la estación base secundaria es una capa RLC, y el paquete de datos se recibe por la capa PDCP como un PDCP SDU y reenvía a la capa RLC como un PDCP PDU, generado por la capa PDCP fuera del PDCP SDU recibido, de tal forma que la función de descarte secundaria de la capa RLC en la estación base secundaria descarta el PDCP PDU recibido tras la expiración del Temporizador Secundario iniciado por la capa RLC tras la recepción del PDCP PDU desde la capa PDCP en la estación base principal.

De acuerdo con una variante ventajosa de la primera realización de la divulgación que puede usarse además o como alternativa a lo anterior, la configuración de la función de descarte secundaria comprende que el transmisor transmite un mensaje de configuración a la estación base secundaria, que incluye información del Temporizador Secundario, incluyendo al menos un valor de tiempo de expiración a usar para la configuración del Temporizador Secundario de la función de descarte secundaria.

De acuerdo con una variante ventajosa de la primera realización de la divulgación que puede usarse además o como alternativa a lo anterior, el valor de tiempo de expiración del Temporizador Secundario de la capa RLC para un PDCP PDU, incluido en el mensaje de configuración, es el mismo que un valor de tiempo de expiración del temporizador principal de la capa PDCP para un PDCP SDU; o, el valor de tiempo de expiración del Temporizador Secundario de la capa RLC para un PDCP PDU, incluido en el mensaje de configuración, es menor que un valor de tiempo de expiración del temporizador principal de la capa PDCP para un PDCP SDU por el tiempo de retardo del enlace de comunicación entre la estación base principal y estación base secundaria; o, el valor de tiempo de expiración del Temporizador Secundario de la capa RLC, incluido en el mensaje de configuración, es menor que un valor de tiempo de expiración del temporizador principal de la capa PDCP por el tiempo de retardo usado por control de flujo de los paquetes de datos entre la estación base principal y la estación base secundaria.

De acuerdo con una variante ventajosa de la primera realización de la divulgación que puede usarse además o como alternativa a lo anterior, el procesador genera información de indicación de tiempo acerca del tiempo de

recepción del PDCP SDU en la capa PDCP de la estación base principal, o información de indicación de tiempo acerca del tiempo de expiración del temporizador principal de la función de descarte principal restante para el PDCP SDU. El transmisor transmite la información generada de indicación de tiempo a la estación base secundaria, preferentemente dentro de un encabezamiento del PDCP PDU reenviado por la capa PDCP de la estación base principal a la capa RLC de la estación base secundaria.

De acuerdo con una variante ventajosa de la primera realización de la divulgación que puede usarse además o como alternativa a lo anterior, la estación base principal considera el valor de temporizador de expiración configurado para la función de descarte principal para el establecimiento de enlaces de comunicación con la estación móvil, de tal forma que se establecen enlaces de comunicación configurados con valores pequeños de temporizador de expiración para la función de descarte principal directamente con la estación móvil y no a través de la estación base secundaria.

La primera realización de la divulgación proporciona una estación base secundaria para el reenvío de paquetes de datos a una estación móvil, en el que una estación móvil se conecta tanto a una estación base principal y la estación base secundaria. Los paquetes de datos se reenvían desde la estación base principal a través de la estación base secundaria a la estación móvil. Una capa superior con una función de descarte principal se ubica en la estación base principal pero no en la estación base secundaria, descartando la función de descarte principal paquetes de datos tras la expiración de un temporizador principal iniciado tras la recepción de cada paquete de datos. Un procesador de la estación base secundaria configura una función de descarte secundaria en una capa inferior de la estación base secundaria, a base de la función de descarte principal en la capa superior de la estación base principal. Un receptor de la estación base secundaria recibe en la capa inferior de la estación base secundaria el paquete de datos desde la capa superior de estación base principal. Un procesador de la estación base secundaria descarta mediante la función de descarte secundaria de la capa inferior en la estación base secundaria el paquete de datos recibido tras la expiración del Temporizador Secundario iniciado por la capa inferior tras la recepción del paquete de datos desde la capa superior en la estación base principal.

De acuerdo con una variante ventajosa de la primera realización de la divulgación que puede usarse además o como alternativa a lo anterior, la capa superior en la estación base principal es una capa PDCP, la capa inferior en la estación base secundaria es una capa RLC, y el paquete de datos se recibe por la capa PDCP como un PDCP SDU y reenvía a la capa RLC como un PDCP PDU, generado por la capa PDCP fuera del PDCP SDU recibido, de tal forma que la función de descarte secundaria de la capa RLC en la estación base secundaria descarta el PDCP PDU recibido tras la expiración del Temporizador Secundario iniciado por la capa RLC tras la recepción del PDCP PDU desde la capa PDCP en la estación base principal.

De acuerdo con una variante ventajosa de la primera realización de la divulgación que puede usarse además o como alternativa a lo anterior, tras la expiración del Temporizador Secundario iniciado por la capa RLC, el procesador determina por la capa RLC en la estación base secundaria, si el PDCP PDU o cualquier segmento del PDCP PDU ya se usó para generar un RLC PDU. Dicha etapa de descarte del PDCP PDU recibido por la función de descarte secundaria de la capa RLC en la estación base secundaria únicamente se realiza cuando el PDCP PDU o cualquier segmento del PDCP PDU aún no se usó para generar un RLC PDU.

De acuerdo con una variante ventajosa de la primera realización de la divulgación que puede usarse además o como alternativa a lo anterior, el receptor recibe un mensaje de configuración desde la estación base principal, que incluye información del Temporizador Secundario, incluyendo al menos un valor de tiempo de expiración a usar para la configuración del Temporizador Secundario de la función de descarte secundaria. El procesador configura la función de descarte secundaria a base de la información recibida sobre el Temporizador Secundario incluyendo al menos el valor de tiempo de expiración para el Temporizador Secundario.

De acuerdo con una variante ventajosa de la primera realización de la divulgación que puede usarse además o como alternativa a lo anterior, el valor de tiempo de expiración del Temporizador Secundario de la capa RLC para un PDCP PDU, incluido en el mensaje de configuración, es el mismo que un valor de tiempo de expiración del temporizador principal de la capa PDCP para un PDCP SDU; o el valor de tiempo de expiración del Temporizador Secundario de la capa RLC para un PDCP PDU, incluido en el mensaje de configuración, es menor que un valor de tiempo de expiración del temporizador principal de la capa PDCP para un PDCP SDU por el tiempo de retardo del enlace de comunicación entre la estación base principal y estación base secundaria; o, el valor de tiempo de expiración del Temporizador Secundario de la capa RLC, incluido en el mensaje de configuración, es menor que un valor de tiempo de expiración del temporizador principal de la capa PDCP por el tiempo de retardo usado por control de flujo de los paquetes de datos entre la estación base principal y la estación base secundaria; o, el valor de tiempo de expiración del Temporizador Secundario de la capa RLC para un PDCP PDU, incluido en el mensaje de configuración, es el mismo que un valor de tiempo de expiración del temporizador principal de la capa PDCP para un PDCP SDU, y el procesador de la estación base secundaria configura la función de descarte secundaria de la capa RLC a base de la información recibida incluyendo al menos el valor de tiempo de expiración del Temporizador Secundario reducido por el tiempo de retardo del enlace de comunicación entre la estación base principal y la estación base secundaria.

De acuerdo con una variante ventajosa de la primera realización de la divulgación que puede usarse además o

como alternativa a lo anterior, el receptor recibe información de indicación de tiempo desde la estación base principal incluyendo o bien información acerca del tiempo de recepción del PDCP SDU en la capa PDCP de la estación base principal o información acerca del tiempo de expiración del temporizador principal de la función de descarte principal restante para el PDCP SDU. El procesador descarta el PDCP PDU recibido por la función de descarte secundaria de la capa RLC a base de la información recibida de indicación de tiempo relacionada con el PDCP SDU, fuera del cual se genera el PDCP PDU.

Beneficios y ventajas adicionales de las realizaciones desveladas serán evidente a partir de la memoria descriptiva y Figuras. Los beneficios y/o ventajas pueden proporcionarse individualmente mediante diversas realizaciones y características de la divulgación de memoria descriptiva y dibujos y no se necesita que todos se proporcionen para obtener uno o más de la misma.

Breve descripción de las figuras

En las siguientes realizaciones ilustrativas se describen en más detalle con referencia a las figuras y dibujos adjuntos.

La **Figura 1** muestra una arquitectura ilustrativa de un sistema 3GPP LTE,
 la **Figura 2** muestra una visión de conjunto ilustrativa de la arquitectura E-UTRAN general de 3GPP LTE,
 la **Figura 3** muestra límites de subtrama ilustrativos en una portadora de componentes de enlace descendente como se define para 3GPP LTE (Versión 8/9),
 la **Figura 4** muestra una cuadrícula de enlace de recursos descendente ilustrativa de una ranura de enlace descendente como se define para 3GPP LTE (Versión 8/9),
 las **Figuras 5 y 6** muestran la estructura de Capa 2 de 3GPP LTE-A (Versión 10) con agregación de portadora activada para el enlace descendente y enlace ascendente, respectivamente,
 la **Figura 7** ilustra el modelo OSI con las diferentes capas para comunicación,
 la **Figura 8** ilustra la relación de una unidad de datos de protocolo (PDU) y una unidad de datos de servicio (SDU) así como el intercambio entre capas de las mismas,
 la **Figura 9** ilustra en usuario de capa 2 y pila de protocolo de control de plano compuestos de las tres subcapas, PDCP, RLC y MAC,
 la **Figura 10** proporciona una visión de conjunto de las diferentes funciones en las capas PDCP, RLC y MAC así como ilustra el procesamiento ilustrativo de SDU/PDU mediante las diversas capas,
 la **Figura 11** ilustra la arquitectura de la capa PDCP para los datos de plano de usuario,
 la **Figura 12** ilustra la arquitectura de la capa PDCP para los datos de plano de control,
 la **Figura 13** es un diagrama de flujo para la ilustración de, de una manera simplificada, las etapas relevantes relacionadas con la función de descarte en la capa PDCP y la interrelación con el descarte en la capa RLC,
 las **Figuras 14 y 15** ilustran una PDU de Datos y Control respectivamente,
 la **Figura 16** ilustra un escenario de despliegue para mejora de células pequeñas, en el que células macro y pequeñas están en la misma frecuencia de portadora,
 las **Figuras 17 y 18** ilustran escenarios de despliegue adicionales para mejora de células pequeñas en el que células macro y pequeñas están en frecuencias de portadora diferentes, siendo la célula pequeña respectivamente de exterior e interior,
 la **Figura 19** ilustra un escenario de despliegue adicional para mejora de células pequeñas con únicamente células pequeñas,
 la **Figura 20** proporciona una visión de conjunto de la arquitectura de sistema de comunicación para conectividad dual con eNB macros y pequeños conectados a la red principal, en la que la interfaz S1-U termina en el eNB macro y no se hace división de portador en RAN,
 las **Figuras 21a-c** ilustran las diferentes opciones para tener para dos portadores EPS separados entre la SGW y el UE,
 las **Figuras 22a-i** ilustran las diferentes alternativas de arquitectura de plano de usuario analizadas en la actualidad en conexión con conectividad dual en el MeNB y SeNB,
 la **Figura 23** es un diagrama de flujo para la ilustración de, de una manera simplificada, las etapas relevantes relacionadas con la función de descarte en la capa PDCP y la interrelación con el descarte en la capa RLC, como en la Figura 13, cuando se aplica a arquitecturas de plano de usuario en las que la función de descarte PDCP se ubica en el MeNB mientras la capa RLC está en el SeNB,
 la **Figura 24** es un diagrama de flujo para la ilustración de la función de descarte mejorada de acuerdo con una primera realización ilustrativa,
 las **Figuras 25 y 26** son un diagrama de señalización que ilustra una mejora a la primera realización de acuerdo con la que el MeNB puede determinar si transmitir o no una retransmisión adicional directamente al UE para PDCP PDU particulares que el SeNB no podría transmitir satisfactoriamente al UE,
 la **Figura 27** es un diagrama de señalización ilustrativo que ilustra una mejora de acuerdo con la que una indicación de descarte se transmite desde el SeNB al MeNB, para PDCP PDU que no podría transmitirse mediante el SeNB al UE,
 la **Figura 28** es un diagrama de flujo para la ilustración de la función de descarte mejorada de acuerdo con una segunda realización ilustrativa, y
 la **Figura 29** es un diagrama de flujo para la ilustración de función de descarte mejorada entre SeNB y MeNB de acuerdo con una quinta realización ilustrativa.

Descripción detallada

Los siguientes párrafos describirán diversas realizaciones ilustrativas. Para fines ilustrativos únicamente, la mayoría de las realizaciones se muestran en relación un esquema de acceso de radio de acuerdo con sistemas de comunicación móviles 3GPP LTE (Versión 8/9) y LTEA (Versión 10/11), analizado parcialmente en la sección anterior de Antecedentes Técnicos. Debería observarse que las realizaciones pueden usarse ventajosamente por ejemplo en un sistema de comunicación móvil tales como 3GPP LTE-A (Versión 10/11/12) sistemas de comunicación como se describe en la sección anterior de Antecedentes Técnicos, pero las realizaciones no se limitan a su uso en estas redes de comunicación ilustrativas particulares.

Una estación móvil o nodo móvil es una entidad física dentro de una red de comunicación. Un nodo puede tener diversas entidades funcionales. Una entidad funcional se refiere a un módulo de software o hardware que implementa y/o ofrece un conjunto predeterminado de funciones a otras entidades funcionales de un nodo o la red. Nodos pueden tener una o más interfaces que unen el nodo a una instalación o medio de comunicación en el que los nodos pueden comunicarse. De manera similar, una entidad de red puede tener una interfaz lógica que une la entidad funcional a una instalación o medio de comunicación en el que puede comunicarse con otras entidades funcionales o nodos correspondientes.

La expresión "**estación base principal**" usada en las reivindicaciones también puede llamarse estación base macro o eNB principal/macro de acuerdo con conectividad dual de 3GPP.

La expresión "**estación base secundaria**" usada en las reivindicaciones también puede llamarse estación base subordinada o eNB secundario/subordinado de acuerdo con conectividad dual de 3GPP.

El término "descartar" se usa en las reivindicaciones y en la descripción en conexión con el Temporizador de descarte y el descarte de por ejemplo PDCP SDU/PDU que se descartarán tras la expiración del temporizador. Sin embargo, "descartar" no se restringirá específicamente a únicamente borrar, sino que debería entenderse más generalmente como el proceso del establecimiento de un PDCP PDU/SDU como que ya no es necesario y por lo tanto como establecido para borrarse. Cuando el borrado real tiene lugar puede basarse en implementación, por ejemplo puede realizarse por paquete y por lo tanto básicamente inmediatamente tras la indicación de un PDCP SDU/PDU como descartado o puede ser periódico de una forma que cada por ejemplo 100 ms la memoria intermedia se limpia de datos (PDU/SDU) descartados.

A continuación, se explicarán varias realizaciones ilustrativas en detalle. Se supone que estas se implementarán en la memoria descriptiva extensa como se proporciona por las normas 3GPP, con las características principales particulares como se explica a continuación perteneciente a las diversas realizaciones.

Las explicaciones no deberían entenderse como limitantes, sino como un mero ejemplo de las realizaciones para comprender mejor la presente divulgación. Un experto en la materia debería ser consciente que los principios generales de la presente divulgación como se establecen en las reivindicaciones pueden aplicarse a diferentes escenarios y en formas que no se describen explícitamente en el presente documento. Correspondientemente, los siguientes escenarios asumidos para fines explicativos de las diversas realizaciones no limitarán la invención como tal.

Primera realización

A continuación se explicará un primer conjunto de realizaciones. Para simplificar la ilustración de los principios de la primera realización, se hacen ciertas asunciones; sin embargo, debería observarse que estas asunciones no deberían interpretarse como que limitan el alcance de la presente solicitud, como se define ampliamente en las reivindicaciones.

La primera realización se describirá con referencia a la Figura 24, que es un diagrama de flujo que ilustra diversas etapas como se realiza para una primera realización particular. Se asume un escenario de conectividad dual en un entorno de célula pequeña, en el que el UE se conecta tanto al MeNB y el SeNB, y al menos recibe datos que se reenvían desde la SGW al MeNB, y finalmente a través del SeNB al UE, es decir ejemplo ilustrativo en la Figura 21b, 21c como Portador n.º 2 EPS. Como se indica, Portador n.º 2 EPS puede o bien dividirse en el MeNB de tal forma que el portador puede transmitirse a través de ambos eNB según sea necesario (Figura 21c) o no se divide en el MeNB sino que se reenvía de forma separada desde Portador n.º 1 EPS (Figura 21b).

De acuerdo con la descripción de célula pequeña en 3GPP, diferentes arquitecturas de plano de usuario se han discutido como se explica en la sección de antecedentes con referencia a la Figura 22. Para la primera realización se asume que la arquitectura de plano de usuario de MeNB y SeNB es de tal forma que la capa PDCP con la función de descarte se ubica en el MeNB pero no en el SeNB; adicionalmente, la capa RLC inferior se ubicará en el SeNB y puede o no ubicarse en el MeNB. Correspondientemente, la presente primera realización puede referirse a cualquiera de las arquitecturas de plano de usuario analizadas de la Figura 22c, 22d, 22e, 22g, 22h, 22i. En las arquitecturas de plano de usuario de la Figura 22c (Alternativa 2B) y 22g (Alternativa 3B), en las que la capa PDCP se divide entre el MeNB y SeNB, no está claro qué funciones se ubican realmente en el MeNB y cuáles en el SeNB; lo que es relevante para la primera realización es que la funcionalidad de descarte del PDCP se ubica en el MeNB y

por lo tanto lejos de la funcionalidad de descarte de capa RLC, haciendo necesario en la técnica anterior tener una comunicación entre capas que transcurre entre el MeNB y el SeNB (véase descripción de las deficiencias como es explicado al final de la Sección de Antecedentes).

5 La funcionalidad PDCP y RLC, que en la primera realización se ubica respectivamente en el MeNB y SeNB, permanecerá en su mayoría la misma como se explica en la sección de antecedentes (por ejemplo con referencia a la Figura 10, 11, 12) y como se define por las normas 3GPP actuales; excepto por los siguientes cambios que se refieren a la primera realización. La primera realización sugiere un mecanismo de funcionalidad de descarte mejorado entre el PDCP y capa RLC, y por lo tanto entre el MeNB y SeNB en los escenarios mencionados anteriormente.

10 La funcionalidad de descarte en la capa PDCP del MeNB se configura mediante capas superiores del MeNB, tales como RRC. Por lo tanto, el valor de Temporizador de descarte en el MeNB se configura y establece mediante capas superiores. Debería observarse que las capas superiores que configuran la funcionalidad de descarte en el MeNB no están presentes en el SeNB. De acuerdo con la primera realización, la capa superior(es), tal como RRC, del MeNB configurará la funcionalidad de descarte del SeNB en la interfaz X2, para básicamente tener una funcionalidad de descarte adicional en la capa RLC en el SeNB de acuerdo con la funcionalidad de descarte PDCP del MeNB.

15 En general, el valor de temporizador de descarte usado por la función de descarte en el SeNB puede ser o bien idéntica al valor de temporizador de descarte usado por la función de descarte en el MeNB. O, el valor de temporizador de descarte usado por la función de descarte en el SeNB es a base del valor de temporizador de descarte usado por la función de descarte en el MeNB, pero ajustado para compensar por los diversos retardos incurridos por los datos desde el momento que alcanzan la capa PDCP en el MeNB en forma de un PDCP SDU para accionar el temporizador de descarte PDCP hasta el momento en el que los datos alcanzan la capa RLC en el SeNB en forma de un PDCP PDU (también denominado RLC SDU y excepcionalmente RLC PDU en otros casos tales como aquellos con un RLC dividido como en la Figura 22e, 22i) para accionar el temporizador de descarte RLC de la primera realización.

20 Un correspondiente mensaje de configuración se transmitirá desde el MeNB al SeNB que permite que la capa RLC del SeNB configure un correspondiente temporizador de descarte para su funcionalidad de descarte. El mensaje de configuración puede incluir un valor a usarse mediante el SeNB para el establecimiento del temporizador de descarte de la capa RLC en el SeNB. El valor puede ser o bien el mismo valor usado para el temporizador de descarte de la función de descarte PDCP en el MeNB o puede ajustarse para considerar también los diversos retardos de los datos.

25 En más detalle, este retardo total puede considerarse como que se compone del retardo de red de retorno que es intrínseco a la tecnología de comunicación usada para el enlace de red de retorno entre el MeNB y SeNB (tales como hasta 60 ms para Acceso DSL) y el retardo de control de flujo incurrido para el procesamiento de datos en el MeNB en la interfaz X2 hasta que se transmite realmente en la red de retorno al SeNB. Este control de flujo puede ser por ejemplo cuando el MeNB no puede transmitir paquetes en la interfaz X2 al SeNB porque la interfaz X2 se ha congestionado (demasiados UR, tráfico etc.) y/o SeNB tenía algunos problemas de capacidad, por ejemplo retardo de procesamiento, capacidad de memoria intermedia o incluso congestión de radio, etc. El retardo de enlace de red de retorno puede determinarse en el MeNB así como en el SeNB ya que en cierto modo es estable inherentemente debido a la naturaleza del enlace físico entre el MeNB y el SeNB y una capacidad de procesamiento dada en la red de retorno. Por otra parte, el retardo incurrido por el control de flujo de datos puede variar considerablemente, por lo tanto haciendo difícil proporcionar un tiempo preciso para el retardo de control de flujo. No obstante, todavía es posible para el MeNB y/o el SeNB determinar un retardo de control de flujo promedio o mínimo que puede considerarse cuando se determina el valor de temporizador a transmitir en el mensaje de configuración al SeNB para la configuración del temporizador de descarte en el SeNB.

30 En consecuencia, la función de descarte en el MeNB y la función de descarte en el SeNB sufren de los retardos incurridos, resultando por lo tanto en un mecanismo de descarte ineficiente. Esto puede evitarse estableciendo el temporizador para la función de descarte en el SeNB de tal forma que los retardos se compensan. Por ejemplo, asumiendo que el temporizador de descarte en el MeNB se establece a 200 ms, y el retardo de red de retorno es 50 ms, un valor de temporizador más preciso y por lo tanto ventajoso para el temporizador de descarte (puede denominarse Temporizador de descarte efectivo) en el SeNB sería 150 ms (se asume para este ejemplo que el retardo de control de flujo no se tiene en cuenta). O bien el valor en el mensaje de configuración ya está establecido por el MeNB a 150 ms o el valor en el mensaje de configuración se establece a 200 ms (el valor de temporizador del temporizador de descarte en el MeNB) y el propio SeNB ajusta el valor de temporizador de tal forma que configura su propio temporizador de descarte para que se establezca a 150 ms.

35 De manera similar, el Temporizador de descarte efectivo en el SeNB puede adicionalmente (o como alternativa) - con respecto al ajuste debido al retardo de enlace de red de retorno - ajustarse para compensar por el retardo de control de flujo. Cuando se asume que el retardo de control de flujo es un mínimo o promedio de 20 ms, entonces el Temporizador de descarte efectivo en el SeNB puede establecerse a 200 ms - 50 ms - 20 ms (o 200 ms - 20 ms, si únicamente se compensa por el retardo de control de flujo). O bien el valor en el mensaje de configuración ya está ajustado o el mensaje de configuración incluye el valor de temporizador no ajustado para el temporizador de

descarte en el MeNB y el propio SeNB ajusta el valor de temporizador para considerar el retardo de control de flujo y/o el retardo de enlace de red de retorno. El SeNB puede conocer la cantidad de retardo de control de flujo a través del enlace X2 (duración de congestión en X2) o puede determinar el propio retardo de control de flujo por ejemplo para la duración que detiene la recepción de paquetes a través/desde X2 debido a sus propios problemas de capacidad, por ejemplo, retardo de procesamiento, capacidad de memoria intermedia o incluso congestión de radio, etc.

Correspondientemente, la función de descarte en la capa RLC en el SeNB se prepara de tal forma que el temporizador de descarte asociado se inicia tras la recepción de un PDCP PDU desde la capa PDCP del MeNB y expira después de un tiempo como se configura mediante el MeNB/SeNB de acuerdo con una de las maneras anteriores.

La implementación exacta de cómo las capas superiores en el MeNB configuran la función de descarte de la capa RLC en el SeNB podría variar. Por ejemplo, la transmisión del mensaje de configuración puede lograrse por medios propietarios por ejemplo usando O&M (operación y mantenimiento) o podría especificarse en la interfaz X2 usando un mensaje de configuración del tipo RRC en la interfaz X2 que configura la capa RLC en el SeNB. Con esta configuración se informa al SeNB del temporizador de descarte aplicable para cada uno de los portadores que soporta hacia la estación móvil. Esta configuración puede proporcionarse mediante la capa RRC en el MeNB al SeNB a través del enlace X2 o puede configurarse mediante una capa superior a una entidad RRC situada en el SeNB a través de X2 o usando una interfaz propietaria y a través de por ejemplo O&M.

Después de preparar ambas funcionalidades de descarte en el MeNB y el SeNB, se explicará a continuación el reenvío de paquete en conexión con la Figura 24. Se asume que datos se transmiten en el enlace descendente a través del MeNB, SeNB al UE, y para fines ilustrativos que se usa la arquitectura de plano de usuario de la Figura 22d o la Figura 22h (Alternativa 2C o 3C).

Cuando un PDCP SDU se recibe en la capa PDCP desde capas superiores, se inicia el correspondiente Temporizador de descarte PDCP para el PDCP SDU y se genera un PDCP PDU a partir del PDCP SDU de acuerdo con mecanismos habituales en el PDCP. El así generado PDCP PDU es a continuación reenviado a la capa RLC en el SeNB a través de la interfaz X2. También debería observarse sin embargo que la capa PDCP en el MeNB podría no ser capaz de reenviar realmente el PDCP PDU a la capa RLC en el SeNB de una manera oportuna antes de que el temporizador de descarte en el MeNB expire; esto puede ser debido al retardo de procesamiento en el MeNB, congestión en enlace X2, etc.

Tras la recepción del PDCP PDU en la capa RLC del SeNB (desde la perspectiva de RLC un RLC SDU), se inicia el correspondiente Temporizador de descarte (o Temporizador de descarte efectivo) en la capa RLC para el PDCP PDU recibido. Adicionalmente, la capa RLC del SeNB procesa el RLC SDU de la manera habitual para generar uno o más RLC PDU, que a continuación pueden enviarse a la capa inferior, es decir la capa MAC, para adicionalmente transportar al UE (no ilustrado en la Figura 24) para simplicidad.

Correspondientemente, el temporizador de descarte en el MeNB y el temporizador de descarte en el SeNB están en funcionamiento para los datos en el PDCP SDU.

En primer lugar, se asume que los datos de PDCP SDU se transmiten satisfactoriamente mediante el SeNB al UE. En este caso, se informa a la capa RLC en el SeNB por las capas inferiores en el SeNB (por ejemplo MAC) que el correspondiente(s) RLC PDU transportando los datos de PDCP PDU se ha recibido correctamente y con acuse de recibo por el UE. Correspondientemente, el Temporizador de descarte en la capa RLC puede detenerse/abortarse y los datos de PDCP PDU (es decir RLC SDU) pueden descartarse por la capa RLC en el SeNB. Adicionalmente, la capa RLC del SeNB informa a la capa PDCP en el MeNB acerca de la transmisión satisfactoria del PDCP PDU al UE (transmitiendo por ejemplo una Indicación de Entrega Satisfactoria, ver a continuación). A su vez, la capa PDCP puede detener/abortar su propio temporizador de descarte para dicho PDCP PDU (más exactamente PDCP SDU) satisfactoriamente transmitido y a continuación también descarta finalmente el PDCP SDU y PDCP PDU. Como consecuencia, el MeNB tendrá el Temporizador de descarte en funcionamiento para menos (restantes) PDCP SDU para los cuales no se informó acerca de correspondientes PDCP PDU habiéndose transmitido satisfactoriamente mediante el SeNB al UE. La expiración de tal Temporizador de descarte todavía puede indicarse mediante el MeNB al SeNB; ya que ahora hay menos Temporizadores de descarte en funcionamiento, la correspondiente Indicación de Descarte desde el MeNB al SeNB es por lo tanto únicamente enviada para PDCP PDU que aún no se han entregado satisfactoriamente al UE, es decir para los PDCP PDU para los que el UE aún no ha transmitido una Indicación de Entrega Satisfactoria de tal forma que la señalización en la interfaz X2 aún se liberará. Esto evita señalización X2 innecesaria de por descarte PDCP PDU no requiriendo indicar descarte por PDU sino únicamente para PDCP PDU que realmente no se han enviado mediante el SeNB al UE.

Por otra parte, ahora se asume que la capa RLC en el SeNB podría no transmitir los datos de PDCP PDU recibidos al UE por cualquier motivo. En este caso, los dos temporizadores en el MeNB y SeNB finalmente expirarán. En el MeNB, cuando el temporizador de descarte que se inició para el PDCP SDU expira, la capa PDCP descarta tanto el PDCP SDU (asociado con el temporizador de descarte expirado) como el PDCP PDU generado fuera de dicho PDCP SDU. Análogamente, en la capa RLC en el SeNB, cuando el temporizador de descarte que se inició tras la

recepción del PDCP PDU (es decir RLC SDU) expira, el PDCP PDU recibido se descartará.

Además, en una implementación ventajosa de la primera realización, la capa RLC puede, antes de realmente descartar el PDCP PDU, comprobar si los datos del PDCP PDU (o cualquier segmento del mismo) ya se mapeo a al menos un RLC PDU, para transmisión al UE. Para no alterar el mecanismo de transmisión RLC de la capa RLC para el PDCP PDU, únicamente se realiza un descarte del PDCP PDU en la capa RLC cuando el PDCP PDU aún no se ha mapeado a un RLC PDU (véase la rama "No" en la Figura 24).

Como resulta evidente de la explicación anterior y cuando se compara la misma con el procesamiento como se explica en conexión con la Figura 23, una ventaja es que tras la expiración del temporizador de descarte PDCP en el MeNB, ya no es necesario indicar el descarte PDCP PDU/SDU a la capa RLC (en el SeNB), de este modo liberando la señalización en X2 y también garantizando que el mecanismo de descarte realmente funciona incluso cuando el retardo de red de retorno en X2 podría ser mayor/comparable con el valor de temporizador de descarte, ya que la capa RLC en el SeNB opera un temporizador separado en sincronización básica con el temporizador de descarte en la Capa PDCP de MeNB para permitir el descarte del PDCP PDU.

También, ya no existe la necesidad de comprobar si el PDCP PDU ya se reenvió a la capa RLC o no, lo que por lo tanto simplifica el protocolo PDCP en el MeNB.

Detalles y mejoras adicionales a la primera realización se explican a continuación.

Como se ha explicado antes, la capa RLC del SeNB puede informar a la capa PDCP en el MeNB acerca de la transmisión satisfactoria del PDCP PDU al UE. Una indicación correspondiente (llamada a continuación Indicación de Entrega Satisfactoria) que informa al MeNB puede implementarse de muchas maneras. En general, el SeNB puede configurarse mediante el MeNB cómo y cuándo transmitir una Indicación de Entrega Satisfactoria de este tipo, es decir cuándo iniciar y detener la notificación. Por ejemplo, el MeNB puede pedir al SeNB (en X2) que inicie la notificación de la Indicación de Entrega Satisfactoria para un portador particular y puede pedir al SeNB (en X2) que detenga la notificación para portador(es) particular(es).

Por ejemplo, la Indicación de Entrega Satisfactoria podría transmitirse continuamente desde el SeNB al MeNB, para cada PDCP PDU que se recibe en el SeNB en X2 y se transmite posteriormente satisfactoriamente al UE. Esto tiene una ventaja de que el MeNB se informará tan pronto como sea posible y el MeNB conocerá sin ambigüedades acerca de qué PDCP PDU se recibieron por el UE y cuáles no. Sin embargo, esto tiene el inconveniente de una carga de señalización significativa en la interfaz X2. Adicionalmente, en este caso si PDCP PDU N-1 y N+1 se entregaron satisfactoriamente al UE, esto se notifica correspondientemente como tal al MeNB; pero, cuando se asume que PDCP PDU N aún no se ha entregado satisfactoriamente al UE, y aún está en retransmisión RLC, el MeNB no puede concluir el estado de PDU N (descartado en realidad en SeNB o podría aún entregarse satisfactoriamente al UE. Por supuesto, esto podría no ser un problema significativo ya que el MeNB puede mantener el PDCP PDU N hasta que o bien recibe la Indicación de Entrega Satisfactoria también para PDU N o hasta que el Temporizador de Descarte Principal para PDU N expira. Aún, una alternativa sería informar al MeNB acerca de cada PDCP PDU recibido en la interfaz X2 y que han entregado los mismos satisfactoriamente al UE *en secuencia*.

Como alternativa, en Número de Secuencia más alto entre una pluralidad de los PDCP PDU satisfactoriamente entregados puede transmitirse al MeNB para mitigar la carga de señalización en la interfaz X2. Sin embargo, esto puede ser engañoso como se explicará a continuación.

Se asume que fuera de una secuencia de 10 PDCP PDU con números de secuencia 11 a 20, PDU con números de secuencia 13 y 15 se pierden cuando se transmiten desde el MeNB al SeNB, y PDU con números de secuencia 17 y 19 no se transmiten satisfactoriamente desde el SeNB al UE. En caso de que la Indicación de Entrega Satisfactoria indica únicamente el último PDCP PDU satisfactoriamente transmitido con número de secuencia 20, el MeNB asumiría que todos los SN hasta 20 se han entregado satisfactoriamente y por lo tanto descarta los mismos; se pierde por lo tanto una oportunidad para la retransmisión. Una Indicación de Entrega Satisfactoria de este tipo no indicará qué PDCP PDU se retiraron en X2 (PDU con SN 13 y 15, en el ejemplo anterior), y proporcionará una imagen incorrecta de PDCP PDU con un número de secuencia más alto que el mayor número de secuencia satisfactoriamente entregado que aún no se recibió satisfactoriamente en el UE (PDU con SN 17 y 19 en el ejemplo anterior).

Sin embargo, este inconveniente puede no ser muy significativo ya que el número de PDCP PDU no entregados satisfactoriamente debería ser mínimo de todos modos, y por lo tanto su retransmisión puede atenderse por capas superiores adicionales (por ejemplo TCP), si se requiere. No obstante, para superar este inconveniente, la Indicación de Entrega Satisfactoria que incluye el número de secuencia más alto entre una pluralidad de PDCP PDU entregados satisfactoriamente (no notificados anteriormente), puede mejorarse incluyendo el número(s) de secuencia(s) de PDCP PDU que no podría transmitirse mediante el SeNB satisfactoriamente al UE. Por ejemplo, asumiendo que PDCP PDU 101-200 aún están en la memoria intermedia de MeNB (PDCP PDU 0-100 ya se notificaron mediante el SeNB), la Indicación de Entrega Satisfactoria podría a continuación indicar el ACK_SN = 150 y adicionalmente NACK_SN1 = 140, NACK_SN2 = 145. En respuesta a esta Indicación de Entrega Satisfactoria, el

MeNB podría descartar PDCP PDU con números de secuencia 101-150, excepto para aquellos con números de secuencia 140 y 145. Como se explicará más tarde, una mejora adicional a continuación permitiría que el MeNB decida si transmitir o no los PDCP PDU 140 y 145 directamente al UE (véase a continuación en conexión con las Figuras 25 y 26).

- 5 Como una alternativa adicional la Indicación de Entrega Satisfactoria puede comprender un mapa de bits, de acuerdo con el que el ACK_SN se incluye para el más reciente y más antiguo PDCP PDU aún no notificado que se entregó satisfactoriamente al UE junto con información de 1 bit para cada posterior o anterior PDP PDU. Por ejemplo, la Indicación de Entrega Satisfactoria puede componerse como se indica a continuación:

10 COMENZANDO con el PDCP PDU más antiguo que se entregó satisfactoriamente Y el éxito de entrega para esta PDU aún no se ha indicado a MeNB antes; y

FINALIZANDO con el PDCP PDU más recientemente satisfactoriamente entregado.

Todas las PDU satisfactoriamente entregadas se indican con "1" y otros con "0"; o vice versa.

15 Esta alternativa puede provocar menos Señalización X2 que alternativas previas, sin embargo puede ser ineficiente ya que una actualización de un informe previo podría ser innecesario. Por ejemplo, un PDCP PDU particular se presentó como que no se ha transmitido satisfactoriamente (en el momento de la Indicación de Entrega Satisfactoria previa), pero mientras tanto se transmitió satisfactoriamente, con el resultado de que el posterior mapa de bits de Indicación de Entrega Satisfactoria incluye parte de la misma información que la primera Indicación de Entrega Satisfactoria.

20 Otras posibilidades podrían ser combinar una o más de las anteriores alternativas para la Indicación de Entrega Satisfactoria, por ejemplo indicando el PDCP PDU más antiguo (o más reciente) que se entregó satisfactoriamente (o no entregado satisfactoriamente) y adicionalmente transmitir un correspondiente mapa de bits como se expone anteriormente.

25 Aparte del formato y contenido de la Indicación Satisfactoria de Entrega, debe definirse el tiempo de cuándo la Indicación de Entrega Satisfactoria se transmite desde el SeNB al MeNB y puede ser por ejemplo uno de los siguientes.

Evento Accionado, por ejemplo a base de eventos como:

Recibir (RLC) Notificación de Estado en SeNB desde el UE;

MeNB preguntando por Indicación Satisfactoria de Entrega (por ejemplo cuando las memorias intermedias de MeNB exceden un cierto nivel, basado en temporizador, etc.)

30 Tamaño de Mapa de bits es fijo y mapa de bits se usa completamente (de modo que si mapa de bits tiene un tamaño 'n' entonces 'n' número de información de realimentación de PDCP PDU se transporta realmente)

Como alternativa o adicionalmente, la Indicación de Entrega Satisfactoria puede transmitirse periódicamente, en la que la periodicidad puede ser por ejemplo configurable.

35 Una mejora adicional se explicará en conexión con las Figuras 25 y 26, que son diagramas que ilustran esquemáticamente diversas etapas realizadas en el SeNB, MeNB y UE centrándose en la mejora adicional que se explicará a continuación. Debería observarse que las Figuras 25 y 26 están simplificadas para ilustrar mejor la mejora adicional. De acuerdo con esta mejora, el MeNB está provisto de la posibilidad de transmitir adicionalmente un PDCP PDU directamente al UE, en caso de que el SeNB no tenga éxito en la transmisión de este PDCP PDU al propio UE, por ejemplo usando la ventana de tiempo entre la expiración del Temporizador Secundario en el SeNB y la expiración del Temporizador Principal en el MeNB para una transmisión directa al UE. Como se explicó antes en conexión con la primera realización, el Temporizador Secundario en el SeNB puede configurarse de tal forma que considera algunos - pero en realidad no todos - de los retardos incurridos por el PDCP PDU alcanzando el SeNB y accionando el Temporizador Secundario (cuando se compara con valor de temporizador principal accionado por la recepción del PDCP SDU). En consecuencia, el Temporizador Secundario expirará antes del correspondiente Temporizador Principal en el MeNB para el mismo PDCP PDU/SDU.

45 En más detalle, se asume que el MeNB también supervisa el tiempo como se configura para el Temporizador Secundario en el SeNB, de tal forma que el MeNB sabe en qué momento expirará el Temporizador Secundario en el SeNB para un PDCP PDU particular. Adicionalmente, el MeNB también puede considerar el tiempo que la Indicación de Entrega Satisfactoria se toma para alcanzar el MeNB, de tal forma que el tiempo supervisado en el MeNB necesita ser un poco más largo para ser capaz de recibir la correspondiente Indicación de Entrega Satisfactoria desde el SeNB; en otras palabras, el MeNB sabe en qué momento una Indicación de Entrega Satisfactoria para un PDCP PDU particular debería haberse recibido como muy tarde. En las Figuras 25 y 26 cualquiera de las anteriores variantes se circunscribe como "¿Expiró Temporizador Secundario para SN_X?". En una implementación, el MeNB inicia la monitorización del tiempo del Temporizador Secundario tras la transmisión del PDCP PDU (SN_X) al SeNB,

como se ejemplifica en las Figuras 25 y 26. En cualquier caso, el MeNB supervisa el valor de tiempo del Temporizador Secundario, que finaliza antes de que el temporizador principal para el PDCP PDU expire. En otra implementación no mostrada en las figuras, el MeNB supervisa el valor de temporizador del temporizador principal (considerando los diversos retardos), para determinar en qué momento del temporizador principal habrá expirado presumiblemente el Temporizador Secundario.

La Figura 25 muestra el caso en el que el SeNB es capaz de transmitir satisfactoriamente el PDCP PDU al UE. Correspondientemente, el SeNB transmite una Indicación de Entrega Satisfactoria al MeNB con respecto al PDCP PDU y descarta el correspondiente PDCP PDU. El MeNB tras la recepción de la Entrega Satisfactoria detiene el correspondiente Temporizador Principal para el PDCP SDU (SN_X) y descarta el PDCP SDU/PDU (SN_X). La Figura 26 muestra el caso inverso en el que el SeNB no es capaz de transmitir satisfactoriamente el PDCP PDU al UE. En consecuencia, el Temporizador Secundario en el SeNB para el PDCP PDU (SN_X) expira finalmente y el SeNB descarta el PDCP PDU (SN_X); correspondientemente, no se transmite ninguna Indicación de Entrega Satisfactoria mediante el SeNB al MeNB para este PDCP PDU. Como se ha explicado para esta mejora, el MeNB también supervisa el tiempo como se configura para el Temporizador Secundario en el SeNB (con el posible ajuste para el retardo incurrido por la Indicación de Entrega Satisfactoria a recibir en el MeNB), y por lo tanto sabe cuándo el MeNB debería haber recibido como muy tarde la Indicación de Entrega Satisfactoria para el PDCP PDU (SN_X). Cuando el MeNB determina que una Indicación de Entrega Satisfactoria se recibió y no se recibirá más desde el SeNB ("¿Temporizador Secundario para SN_X? Sí) y antes de que el temporizador principal expira (es decir el temporizador principal aún está en funcionamiento y no ha expirado), el MeNB puede decidir transmitir directamente el PDCP PDU (SN_X) al UE. Poco después, el temporizador principal en el MeNB para este PDCP PDU (SN_X) expirará o se detendrá mediante el MeNB y el correspondiente PDCP SDU (SN_X) y PDCP PDU (SN_X) se descartará en el MeNB.

Como alternativa, la Indicación de Entrega Satisfactoria puede incluir los NACK_SN de PDCP PDU, en respuesta a lo que el MeNB puede decidir transmitir los correspondientes PDCP PDU al UE.

Para que esta mejora sea más ventajosa, el temporizador principal será menor que el valor del temporizador de reordenación PDCP en el UE. Si este no es el caso, es decir el temporizador de reordenación en el UE se configura más pequeño que el temporizador principal en el MeNB, entonces las transmisiones directas mediante el MeNB pueden recibirse después de que el temporizador de reordenación para el PDU expira en el UE, en cuyo caso el UE, incluso tras la recepción del paquete satisfactoriamente, simplemente descartará el mismo. Sin embargo, ya que el MeNB configura el temporizador de reordenación al UE (o si se especifica lo mismo), MeNB puede garantizar que el temporizador principal es más pequeño que el temporizador de reordenación que funciona en el UE.

Para esta mejora es ventajoso, aunque no estrictamente necesario, si la Indicación de Entrega Satisfactoria se transmite al MeNB en un tiempo corto después de la transmisión satisfactoriamente del PDCP PDU al UE. De otra manera, ya que el MeNB no recibirá la Indicación de Entrega Satisfactoria aproximadamente hasta que el tiempo el Temporizador Secundario expire, el MeNB puede asumir erróneamente que el SeNB podría no transmitir el PDCP PDU al UE, y en consecuencia transmitirá por su propia cuenta el PDCP PDU al UE (véase la Figura 26). En cualquier caso, el UE debería estar preparado para descartar PDCP PDU duplicados en caso de que reciba el mismo PDCP PDU de ambos eNB (SeNB y MeNB)

Para una mejora adicional de la primera realización, que puede considerarse como una alternativa (o adición) a la mejora anterior como se explica en conexión con conexión a las Figuras 25 y 26, se sugiere una indicación de descarte entre el SeNB y el MeNB, que informará al MeNB acerca de cualquier PDCP PDU que no se transmitió satisfactoriamente mediante el SeNB al UE. De nuevo, el SeNB puede configurarse mediante el MeNB cómo y cuándo transmitir una Indicación de Descarte de este tipo, es decir cuándo iniciar y detener la notificación. Por ejemplo, el MeNB puede pedir al SeNB (en X2) que inicie la notificación de la indicación de descarte para un portador particular y puede pedir al SeNB (en X2) que detenga la notificación para portador(es) particular(es).

Un ejemplo de esta mejora se explicará a continuación con referencia a la Figura 27. Se asume que el SeNB tras la recepción de un PDCP PDU desde el MeNB inicia un Temporizador Secundario para el PDCP PDU recibido. Tras la expiración del Temporizador Secundario, el SeNB descarta el PDCP PDU (RLC SDU), aborta la transmisión (por ejemplo si dicho PDCP PDU aún no se mapeó a un RLC PDU) e informa al MeNB acerca del descarte, por ejemplo usando una indicación de descarte como se explica a continuación. El MeNB en respuesta puede decidir transmitir el PDCP PDU al UE en caso de que el Temporizador Principal aún esté en funcionamiento para este PDCP PDU; este será probablemente el caso, en vista de que el Temporizador Secundario expira antes que el temporizador principal cuando se configura para ajustar algunos pero no todos de los diversos retardos incurridos entre el accionamiento del Temporizador Principal y el accionamiento del Temporizador Secundario.

El SeNB también puede decidir descartar un PDCP PDU particular, antes de la expiración del Temporizador Secundario, por ejemplo cuando el PDCP PDU particular ya se (re)transmitió muchas veces mediante SeNB RLC.

La indicación de descarte como se usa en esta mejora puede implementarse de diversas maneras, similar a la Indicación de Entrega Satisfactoria anteriormente introducida. Por ejemplo, la indicación de descarte puede transmitirse desde el SeNB al MeNB para cada PDCP PDU que podría no transmitirse satisfactoriamente al UE (por

ejemplo para el que el Temporizador Secundario expiró o en el que el número máximo de retransmisiones se ha alcanzado). Esto tiene la ventaja de que se informará al MeNB tan pronto como sea posible (y por lo tanto antes de la expiración del correspondiente Temporizador Principal en el MeNB) y el MeNB conocerá sin ambigüedades acerca de qué PDCP PDU no se recibieron por el UE. La carga de señalización en la interfaz X2 presumiblemente no será muy alta, considerando que una indicación de descarte de este tipo desde el SeNB al MeNB únicamente será necesaria para un número muy pequeño de PDCP PDU (en el orden de 106 después de retransmisión RLC).

Con respecto a cuándo enviar la Indicación de Descarte, existen también diversas implementaciones, algunas de las que ya se han analizado con respecto a la Indicación de Entrega Satisfactoria. Por ejemplo, la transmisión de la indicación de descarte puede accionarse por evento; por ejemplo cuando al menos un Temporizador Secundario para un PDCP PDU expira o cuando el número de entregas satisfactorias excede un cierto umbral como para cada 50 entregas satisfactorias; (el SeNB puede enviar una Indicación de Descarte a MeNB que contiene 1 ACK_SN y cero o más NACK_SN). Como alternativa, la transmisión de la indicación de descarte puede ser periódica; en esta clase de notificación se permite una indicación de descarte para indicar descarte NULO, cuando no se descartan ninguno de los PDCP PDU en el SeNB (es decir todos los PDCP PDU en este periodo de notificación se transmitieron satisfactoriamente al UE antes de que el correspondiente Temporizador Secundario expire). Este descarte NULO puede indicarse por ejemplo incluyendo únicamente el 1 ACK_SN como se ha descrito anteriormente o con la ayuda de un campo especial que indica por ejemplo que todas las PDU recibidas en X2 hasta el momento se ha entregado.

No obstante, también son posibles otras implementaciones de la indicación de descarte y cuándo transmitir si se estima apropiado, tales como las analizadas para la Indicación de Entrega Satisfactoria (por favor referirse a la explicación anterior por ejemplo con respecto a número de secuencia más alto).

En resumen, el MeNB puede realizar una retransmisión directamente al UE si se considera ventajoso (eficazmente, esto puede hacerse únicamente si el temporizador principal está aún en funcionamiento; el PDCP PDU aún está disponible en el MeNB). El UE PDCP descartará el PDCP PDU duplicado, para los casos en los que recibió el mismo desde tanto el SeNB como el MeNB. Por lo tanto, el PDCP PDU puede retransmitirse adicionalmente al UE usando un retardo de enlace más corto cuando se requiera.

La indicación de descarte puede enviarse periódicamente mediante el SeNB al MeNB, incluso para indicar solo un ACK_SN y cero o más NACK_SN, para permitir una limpieza de tiempo de la memoria intermedia de MeNB PDCP.

Para evitar el envío innecesario de la indicación de descarte al MeNB, puede usarse un nuevo Accionador de Petición mediante el SeNB y el UE. El nuevo Accionador de Petición debería asociarse con la expiración del Temporizador Secundario (por ejemplo justo antes o después del mismo) o cualquier otro mecanismo de descarte en el SeNB (por ejemplo basado en conteo de entregas, como se explicó antes). La Petición se hace incluyendo un bit de petición, y tras la recepción de una Petición, el UE enviará de inmediato a través de la Notificación de Estado RLC al SeNB. Correspondientemente, el SeNB adicionalmente actualiza la indicación de descarte a base de esta información, por ejemplo no envía la indicación de descarte para los PDCP PDU que ahora se han confirmado como recibidos en el UE a base de la Notificación de Estado RLC pedido.

El mecanismo de descarte como se ha explicado anteriormente en conexión con la Figura 24 puede hacerse incluso más preciso proporcionando la capa RLC en el SeNB con información de indicación de tiempo relacionada con el PDCP SDU/PDU como se indica a continuación. De acuerdo con una opción, cuando el PDCP SDU se recibe en la capa PDCP del MeNB y acciona el correspondiente temporizador de descarte at el PDCP para este PDCP SDU, se genera una indicación de tiempo indicando el tiempo de recepción del PDCP SDU; por ejemplo temporizador GPS, hora UTC, número de trama, número de subtrama, etc. Correspondientemente, cuando el PDCP PDU (generado fuera de este PDCP SDU) se transmite a la capa RLC en el SeNB, esta indicación de tiempo generada (relacionada con el mismo PDCP SDU/PDU) también se proporciona al SeNB. Por ejemplo, la información de indicación de tiempo puede incluirse en la cabecera del correspondiente PDCP PDU reenviado en la interfaz X2 al SeNB. Tras la recepción de la información de indicación de tiempo y el PDCP PDU, la capa RLC puede determinar exactamente cuándo expirará el temporizador de descarte en la capa PDCP a base del valor de temporizador de descarte anteriormente configurado del SeNB (especialmente cuando se configura igual que el temporizador de descarte en la capa PDCP del MeNB) y la información de tiempo de recepción recibida de la indicación de tiempo.

De acuerdo con otra opción, la información de indicación de tiempo puede incluir información acerca de cuánto tiempo falta antes de que el temporizador de descarte PDCP expire y por lo tanto accione la capa PDCP para descartar el PDCP SDU y PDU. El contenido de la indicación de tiempo difiere a base de qué entidad genera la indicación de tiempo y en qué momento. Por ejemplo, en caso de que falten 76 ms para temporizador de descarte antes de expiración en el momento que el protocolo X2 recibe el paquete desde el MeNB. Esta información se incluye en la indicación de tiempo. De nuevo, esta información se proporciona a la capa RLC en el SeNB y por lo tanto puede usarse mediante el SeNB para determinar el punto exacto en el tiempo en el que el temporizador de descarte en la capa RLC del SeNB descartará el PDCP PDU recibido.

Como resultado, el mecanismo de descarte configurado en la capa RLC del SeNB puede sincronizarse incluso con más precisión con el temporizador de descarte de la Capa PDCP de MeNB. En este caso particular, tampoco es

necesario ajustar el temporizador de descarte de la capa RLC SeNB a algo menos del valor de temporizador de descarte del temporizador de descarte PDCP MeNB para compensar por los retardos implicados para la transmisión de los datos de PDCP SDU desde el MeNB al SeNB. En su lugar, el temporizador de descarte en la capa RLC SeNB puede establecerse exactamente al mismo valor que el temporizador de descarte en la Capa PDCP de MeNB.

- 5 De acuerdo con una mejora adicional que podría usarse junto con o como alternativa a lo anterior, el MeNB se estimula para transmitir portadores / paquetes asociados con un propio temporizador de descarte corto, en vez de transmitir tales paquetes a través del SeNB y por lo tanto incurrir en el retardo de enlace de red de retorno/congestión. Esto podría proporcionar una aportación crucial mientras selecciona qué portadores / paquetes deberían servirse mediante el MeNB o SeNB. En particular, cuando se establecen enlaces de comunicación tales como portadores entre el MeNB, SeNB y el UE, se establecen portadores asociados con paquetes que tienen un valor de temporizador de descarte pequeño mediante el MeNB directamente con el UE (es decir no van a través del SeNB), mientras que otros portadores pueden establecerse o bien entre el MeNB y UE o entre el MeNB, SeNB y UE de la manera habitual.

Segunda realización

- 15 La segunda realización se ocupa del mismo problema que la primera realización, sin embargo proporciona una solución diferente y alternativa como se explicará en conexión con la Figura 28. Básicamente se hacen las mismas asunciones que en conexión con la primera realización explicada anteriormente. En particular, se asume un escenario de conectividad dual en un entorno de célula pequeña, en el que el UE se conecta tanto al MeNB como al SeNB, y al menos recibe datos que se reenvían desde la SGW al MeNB, y finalmente a través del SeNB al UE, es decir ejemplo ilustrativo en la Figura 21b, 21c como portador n.º 2 EPS. Como se indica, portador n.º 2 EPS puede ser o bien dividido en el MeNB de tal forma que el portador puede transmitirse a través de ambos eNB según sea necesario (Figura 21c) o no se divide en el MeNB sino que se reenvía de forma separada desde portador n.º 1 EPS (Figura 21 b).

- 25 De acuerdo con la descripción de célula pequeña en 3GPP, diferentes arquitecturas de plano de usuario se han discutido como se explica en la sección de antecedentes con referencia a la Figura 22. Para la segunda realización se asume que la arquitectura de plano de usuario de MeNB y SeNB es de tal forma que la capa PDCP con la función de descarte se ubica en el MeNB pero no en el SeNB; adicionalmente, la capa RLC inferior se ubicará en el SeNB y puede o no ubicarse en el MeNB. Correspondientemente, la presente segunda realización puede referirse a cualquiera de las arquitecturas de plano de usuario analizadas de la Figura 22c, 22d, 22e, 22g, 22h, 22i. En las arquitecturas de plano de usuario de la Figura 22c (Alternativa 2B) y 22g (Alternativa 3B), en las que la capa PDCP se divide entre el MeNB y SeNB, no está claro qué funciones se ubican realmente en el MeNB y qué funciones en el SeNB; lo que es relevante para la segunda realización es que la funcionalidad de descarte del PDCP se ubica en el MeNB y por lo tanto lejos de la funcionalidad de descarte de capa RLC, haciendo necesario en la técnica anterior que tenga comunicación entre capas que van entre el MeNB y el SeNB (véase descripción de problema).

- 35 La funcionalidad PDCP y RLC, que en la primera realización se ubica respectivamente en el MeNB y SeNB, permanecerá en su mayoría la misma como se explica en la sección de antecedentes (por ejemplo con referencia a la Figura 10, 11, 12) y como se define por las normas 3GPP actuales; excepto por los siguientes cambios que se refieren a la segunda realización. También la segunda realización sugiere un mecanismo de funcionalidad de descarte mejorado entre el PDCP y capa RLC, es decir entre MeNB y SeNB.

- 40 Como en la técnica anterior y para la primera realización, la capa PDCP en el MeNB implementa un mecanismo de descarte que permite el descarte de aquellos PDCP SDU (y correspondientes PDCP PDU) cuya transmisión ya no se necesita más porque el correspondiente temporizador PDCP ha expirado. Sin embargo, a diferencia del mecanismo de descarte de la técnica anterior y similar a la primera realización, el mecanismo de descarte en la capa PDCP del MeNB de acuerdo con la segunda realización no comprueba si un PDCP PDU se reenvió a la capa RLC y no indica el descarte del PDCP SDU a la capa inferior, RLC, en el SeNB. Adicionalmente, para simplificar el SeNB, no se implementa un mecanismo de descarte separado como se sugiere mediante la primera realización en el SeNB.

- 50 Por lo tanto, cuando la capa PDCP en el MeNB recibe un PDCP SDU, iniciará un correspondiente temporizador de descarte para dicho PDCP SDU y también procesará el PDCP SDU de la manera habitual para generar un PDCP PDU, que a continuación se reenviará a la capa RLC del SeNB para transmisión adicional al UE. Cuando la capa RLC del SeNB recibe el PDCP PDU a través de la interfaz X2 desde la capa PDCP en el MeNB, no iniciará un temporizador de descarte particular propio y adicional como con la primera realización, sino que solo procederá con la operación RLC normal de segmentación, concatenación de datos recibidos en RLC PDU, que se reenvían a continuación a las capas inferiores (por ejemplo MAC) para transmisión adicional. También la capa RLC en el SeNB no tendrá funcionalidad para la recepción de una indicación desde la capa PDCP en el MeNB para descartar un PDCP PDU anteriormente recibido. Como consecuencia, incluso si el temporizador de descarte PDCP ha expirado en el MeNB, la capa RLC continuará su habitual procedimiento de generación de RLC PDU para transmisión al UE. Por lo tanto, puede incluso ser que la capa RLC notificará a la capa PDCP en el MeNB recepción exitosa en el UE, para PDCP PDU que ya se han descartado por la capa PDCP en el MeNB.

Por supuesto la capa RLC puede tener o no otro temporizador de descarte interno (diferente del temporizador de la primera realización) garantizando que el RLC en el SeNB no tratará de reenviar satisfactoriamente los datos de PDCP PDU recibidos (en forma de uno o más RLC PDU) al UE durante un lago periodo hasta que realmente tenga éxito.

- 5 Como se ilustra en forma de ejemplo en la Figura 28, la capa RLC en el SeNB tendrá rutinas habituales para limpiar sus memorias intermedias descartando PDCP PDU (es decir RLC SDU y posiblemente RLC PDU) que se han transmitido satisfactoriamente al UE y por lo tanto no necesitan mantenerse para uso posterior.

Este mecanismo de descarte de la segunda realización es sencillo desde un punto de vista de implementación y por lo tanto permite hacer el SeNB más sencillo y por lo tanto menos costoso ya que no necesita tratar los múltiples temporizadores concurrentes (especialmente para aplicaciones de tasa de datos alta), uno por PDCP PDU, y también ya que RLC ahora tiene el mismo comportamiento para todos los PDCP PDU que recibe en X2. La segunda realización también tiene la ventaja de no requerir señalización por paquete (PDCP PDU) para informar al temporizador de descarte al SeNB y también se evita cualquier configuración/reconfiguración de tal funcionalidad/valor de temporizador. Tampoco se necesita más una correspondiente comprobación en el MeNB para si los datos ya se han reenviado a la capa RLC SeNB o no.

Una mejora para la segunda realización permite la posibilidad de que el MeNB transmita el PDCP PDU directamente al UE, para cubrir en el caso que el SeNB no sea capaz de transmitir el PDCP PDU satisfactoriamente al UE (por ejemplo antes de expiración de un temporizador de descarte interno; similar a la mejora para la primera realización descrita en conexión con las Figuras 25 y 26). Como ya se ha explicado para la segunda realización, la capa RLC notificará a la capa PDCP en el MeNB la transmisión satisfactoria de los PDCP PDU al UE. Esto puede hacerse de manera similar a como se describe para la primera realización con respecto a la Indicación de Entrega Satisfactoria. Por la presente se abstiene de la repetición de los posibles diversos formatos, contenidos de instancias de transmisión posible para una Indicación de Entrega Satisfactoria de este tipo; por consiguiente, se denomina junto con los pasajes correspondientes para la primera realización que son igualmente aplicables para informar por la capa RLC en el SeNB la capa PDCP del MeNB acerca de una transmisión satisfactoria de uno (o más) PDCP PDU al UE.

De acuerdo con esta mejora de la segunda realización, el MeNB determina si se recibió o no una correspondiente Indicación de Entrega Satisfactoria para un PDCP PDU particular hasta un cierto punto en el tiempo (pero antes de expiración del correspondiente Temporizador Principal en el MeNB para este mismo PDCP PDU). En caso de que la Indicación de Entrega Satisfactoria no se recibió en el MeNB hasta este cierto punto en el tiempo, puede decidir transmitir el PDCP PDU al UE directamente.

Tercera realización

La tercera realización se ocupa de una mejora del procesamiento de UE, y por lo tanto puede implementarse independientemente de o adicionalmente a la primera y segunda realizaciones.

35 Típicamente, el enlace SeNB tendrá mayor latencia ya que el paquete enviado desde el UE al SeNB tendrá que ir al MeNB a través de la interfaz X2, experimentado por lo tanto al menos la latencia de enlace de red de retorno. Esto se aplica menos al modo de conectividad dual de la Figura 21b en la que los diferentes portadores se sirven mediante diferentes eNB; pero en el modo de conectividad dual de la Figura 21c, el mismo portador n.º 2 se sirve mediante ambos eNB, de tal forma que algunos paquetes del portador se envían a través del MeNB y otros a través del SeNB en el enlace ascendente y enlace descendente. La decisión de a través de qué ruta se enviará el paquete, puede por ejemplo depender de carga de tiempo real, situación de radio, etc.

De acuerdo con la tercera realización, la decisión por el UE de si transmitir un PDCP PDU directamente al MeNB o transmitir el paquete al SeNB (para reenviarse al MeNB) tendrá en cuenta el temporizador de descarte en la capa PDCP del UE.

45 El UE puede no saber acerca de la latencia nominal de enlace de red de retorno y/o retardo de control de flujo entre MeNB y SeNB. Esta información puede o bien señalizarse mediante la red directamente al UE o el UE puede intentar estimar este valor durante un periodo de tiempo por ejemplo observando la diferencia en tiempo de recepción de por ejemplo PDCP PDU posteriores recibidos a través de los diferentes nodos. Un promedio de tal diferencia debería representar el retardo de red de retorno nominal y el UE puede usar este valor, ventajosamente con alguna tolerancia para un error de estimación.

Por lo tanto, el UE tiene la información necesaria del retardo de red de retorno (opcionalmente también el retardo de control de flujo).

En particular, el UE podría por ejemplo decidir usar las oportunidades de transmisión en el enlace macro al MeNB para paquetes que ya han sufrido un retardo más largo (por ejemplo debido una paralización de ventana, falta de concesión u otras razones).

El UE compara el tiempo de descarte restante para un PDCP PDU contra el retardo de red de retorno y/o retardo de

control de flujo y decide transmitir el PDCP PDU directamente al MeNB para evitar el desvío a través del SeNB en caso de que el tiempo de descarte restante sea comparable o menor que el retardo de enlace de red de retorno y/o retardo de control de flujo.

5 O, el UE puede decidir no transmitir los paquetes en el Enlace SeNB al SeNB en caso de que el tiempo de descarte restante sea comparable o menor que el retardo de enlace de red de retorno (opcionalmente además con el retardo de control de flujo; véase discusión anterior para primera realización).

10 En consecuencia, si no existe oportunidad de transmisión / disponibilidad de concesión en el enlace macro, entonces el UE puede esperar una oportunidad de transmisión / disponibilidad de concesión en el enlace macro para transmitir el PDCP PDU y puede tener entonces que descartar el PDCP PDU tras la expiración de temporizador de descarte en caso de que ninguna oportunidad de transmisión / concesión en el enlace macro estuviera disponible a tiempo.

Cuarta realización

15 Una aún además, cuarta, realización mejora la funcionalidad de descarte de la capa PDCP, en los casos en los que el mecanismo de descarte PDCP se ubica en el SeNB. En conexión con la primera realización, se explicó el Temporizador de descarte efectivo de la capa RLC en el SeNB como compensación para los diversos retardos incurridos por un paquete de datos que se transmiten desde el MeNB al SeNB.

20 De manera similar, la cuarta realización sugiere el uso de un Temporizador de descarte efectivo para la funcionalidad de descarte PDCP en el SeNB. En consecuencia, cuando capas superiores del MeNB configuran la funcionalidad de descarte de la capa PDCP en el SeNB, se determinará un valor de temporizador de descarte que compensa por el retardo(s), tales como el retardo de enlace de red de retorno y retardo de control de flujo (véase la primera realización para explicación de retardo de enlace de red de retorno y retardo de control de flujo).

Por consiguiente, esta cuarta realización se aplica a arquitecturas de plano de usuario en las que la capa PDCP, y en particular el mecanismo de descarte, se ubica también en el SeNB; tales como Alternativas 2A y 3A (véanse las Figuras 22b y 22f) y posiblemente Alternativas 2B y 3B en caso de que la capa PDCP en el SeNB (no en el MeNB) incluya la funcionalidad de descarte (véanse las Figuras 22c y 22g).

25 Para los modos de conectividad dual en los que un portador se sirve mediante tanto el SeNB como el MeNB y la correspondiente arquitectura de plano de usuario, una capa PDCP se ubica en el MeNB así como en el SeNB (véase la Figura 3A). De acuerdo con la presente cuarta realización, el temporizador de descarte en la capa PDCP del MeNB para el portador particular es diferente (es decir valor de temporizador mayor) que el temporizador de descarte en la capa PDCP del SeNB para el mismo portador particular; es decir el valor de temporizador de descarte en la capa PDCP del SeNB es inferior por la cantidad de retardo que se considere, por ejemplo el retardo de enlace de red de retorno y/o el retardo de control de flujo.

35 Esto tiene la ventaja de que se anula el retardo de paquete en la X2 debido a red de retorno lenta y/o el retardo de control de flujo que significa que la funcionalidad de descarte en PDCP funciona exactamente como se desea y descarte PDCP sucede en la misma línea de tiempo (como en MeNB) desde la perspectiva de capa superior/aplicación. Si el temporizador de descarte en el SeNB tiene el mismo valor que en MeNB entonces Estrato de Acceso seguirá intentado transmitir el paquete incluso cuando la capa superior/aplicación ya ha parado de esperar el mismo.

Quinta realización

40 Esta quinta realización tiene un enfoque diferente para la funcionalidad de descarte de la capa PDCP en el MeNB. Como con la primera realización, se configura un Temporizador Secundario en el SeNB (por ejemplo de acuerdo con una de la pluralidad de variantes desveladas en conexión con la primera realización descrita anteriormente). Por otra parte, la capa PDCP no tiene Temporizador Principal definido, al contrario de las realizaciones anteriores; en consecuencia, la capa PDCP no acciona el temporizador principal tras la recepción de un PDCP SDU.

45 El mecanismo de descarte en el MeNB en su lugar se controla mediante una indicación de descarte recibida desde el SeNB, informando el MeNB acerca del PDCP PDU (y su SN) que podría no entregarse satisfactoriamente mediante el SeNB al UE. La indicación de descarte y diversas implementaciones de la misma ya se discutieron con gran detalle en conexión con una mejora de la primera realización y no se repetirá completamente en este documento, ya que es aplicable a esta quinta realización de la misma manera.

50 En consecuencia, tras la recepción de una indicación de descarte para uno o más PDCP PDU particulares, el MeNB puede deducir cuáles de los mismos y cuáles no se recibieron correctamente por el UE. Correspondientemente, el MeNB puede descartar los PDCP PDU en esa base y ya no tiene necesidad para el temporizador principal para el PDCP SDU.

55 Por ejemplo, la indicación de descarte desde el SeNB puede implementarse como que incluye el número de secuencia más alto de PDCP PDU satisfactoriamente entregado al UE, por ejemplo además a los NACK SN de los PDCP PDU que podrían no entregarse satisfactoriamente al UE.

Como alternativa, la indicación de descarte puede implementarse usando un mapa de bits, ilustrativo como se indica a continuación. El mapa de bits se inicia con el PDCP PDU descartado más antiguo para el que ha expirado el "Temporizador Secundario" Y el descarte para esta PDU no se ha indicado al MeNB antes Y otra vez (por ejemplo denominado Temporizador A de Notificación) no ha expirado. Este Temporizador A de Notificación puede iniciarse con el Temporizador Secundario y tiene un valor menor que el Temporizador de reordenación PDCP UE pero mayor que el Temporizador Secundario. El Temporizador A de Notificación controlará la temporización de transmisión del mapa de bits de indicación de descarte. La indicación de descarte mapa de bits finaliza con el más recientemente PDCP PDU descartado, es decir para el que el Temporizador Secundario ha expirado. Todas las PDU descartadas en el mapa de bits pueden indicarse mediante "1" y todas las satisfactoriamente entregadas mediante "0", o vice versa.

En lugar de usar un mapa de bits, la indicación de descarte también podría ser una lista de PDCP PDU descartados (por ejemplo NACK SN) para los que el Temporizador Secundario ha expirado pero no el Temporizador A de Notificación Y el descarte para esta PDU se ha indicado al MeNB antes. En un ejemplo adicional, un ACK_SN del mayor PDCP PDU satisfactoriamente entregado se notifica adicionalmente al MeNB, de tal forma que el MeNB puede limpiar su memoria intermedia en consecuencia. El SeNB por lo tanto notificaría al MeNB el NACK_SN junto con un ACK_SN del mayor PDCP PDU satisfactoriamente entregado.

El envío de la indicación de descarte puede accionarse mediante un evento, tales como la expiración de al menos un Temporizador Secundario, o puede ser periódico.

Como una mejora adicional (similar a la correspondiente mejora de la primera realización, véase la Figura 27), el MeNB puede decidir, tras la recepción de la Indicación de Descarte, si transmitir o no directamente el PDCP PDU, que no se transmitió satisfactoriamente al UE mediante el SeNB, al UE. Esto tiene la ventaja de una retransmisión adicional hecha por el MeNB en lugar del SeNB para el PDCP PDU, para cuya transmisión al UE hecha por el SeNB falló.

Esto se representa en la Figura 29, que ilustra que el mecanismo de descarte en el MeNB está funcionando sin un temporizador principal, pero principalmente a base de la indicación de descarte recibida desde el SeNB. Por ejemplo, en caso de que el MeNB reciba la indicación de descarte indicando un NACK para PDCP PDU SN_X; en respuesta el MeNB puede descartar PDCP PDU hasta que SN = X-1. El MeNB puede decidir entonces transmitir directamente PDCP PDU SN_X a UE, y tras hacerlo satisfactoriamente también puede descartar PDCP PDU con SN_X.

Implementación de Hardware y Software de la presente divulgación

Otras realizaciones ilustrativas se refieren a la implementación de las diversas realizaciones descritas anteriormente que usan hardware y software. En esta conexión se proporcionan un equipo de usuario (terminal móvil) y un eNodeB (estación base). El equipo de usuario se adapta para realizar los procedimientos descritos en el presente documento.

Se reconoce adicionalmente que las diversas realizaciones pueden implementarse o realizarse usando dispositivos informáticos (procesadores). Un dispositivo informático o procesador puede ser por ejemplo procesadores de fin general, procesadores de señales digitales (DSP), circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC), campos de matriz de puertas programables (FPGA) u otros dispositivos de lógica programables, etc. Las diversas realizaciones también pueden realizarse o incorporarse mediante una combinación de estos dispositivos.

Además, las diversas realizaciones también pueden implementarse por medio de módulos de software, que se ejecutan mediante un procesador o directamente en hardware. También puede ser posible una combinación de módulos de software y una implementación de hardware. Los módulos de software pueden almacenarse en cualquier clase de medio de almacenamiento legible por ordenador, por ejemplo RAM, EPROM, EEPROM, memoria flash, registradoras, discos duros, CD-ROM, DVD, etc.

Debería observarse adicionalmente que las características individuales de las diferentes realizaciones pueden ser objeto individualmente o en combinación arbitraria de otra realización.

Será evidente para un experto en la materia que pueden hacerse numerosas variaciones y/o modificaciones de la presente divulgación como se muestra en las realizaciones específicas. Las presentes realizaciones, por lo tanto, se considerarán en todos los aspectos como ilustrativas y no restrictivas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de descarte de paquetes de datos destinados a una estación móvil conectada tanto a una estación base principal como a una estación base secundaria, en el que los paquetes de datos se reenvían desde la estación base principal a través de la estación base secundaria a la estación móvil, en el que una capa superior con una función de descarte principal se ubica en la estación base principal pero no en la estación base secundaria, descartando la función de descarte principal paquetes de datos tras la expiración de un temporizador principal iniciado tras la recepción de cada paquete de datos, el procedimiento **caracterizado porque** comprende las etapas de:
- 5 configurar por la estación base principal una función de descarte secundaria en una capa inferior de la estación base secundaria, en base a la función de descarte principal en la capa superior de la estación base principal, reenviar por la estación base principal el paquete de datos desde la capa superior a la capa inferior de la estación base secundaria, y
- 10 descartar mediante la función de descarte secundaria de la capa inferior en la estación base secundaria el paquete de datos recibido tras la expiración de un temporizador secundario iniciado por la capa inferior tras la recepción del paquete de datos desde la capa superior en la estación base principal,
- 15 en el que la capa superior en la estación base principal es una capa PDCP, la capa inferior en la estación base secundaria es una capa RLC y el paquete de datos se recibe por la capa PDCP como un PDCP SDU y se reenvía a la capa RLC como un PDCP PDU, generado por la capa PDCP fuera del PDCP SDU recibido, de tal forma que la función de descarte secundaria de la capa RLC en la estación base secundaria descarta el PDCP PDU recibido tras la expiración del temporizador secundario iniciado por la capa RLC tras la recepción del PDCP PDU desde la capa PDCP en la estación base principal,
- 20 tras la recepción del PDCP SDU, iniciar por la capa PDCP en la estación base principal el temporizador principal de la función de descarte principal para el PDCP SDU recibido,
- 25 tras recibir por la estación base principal una indicación de que el PDCP PDU generado se reenvió satisfactoriamente a la estación móvil, descartar por la capa PDCP en la estación base principal el PDCP SDU recibido y el PDCP PDU generado,
- en el que la indicación recibida se transmite por la estación base secundaria a la estación base principal, e incluye información de uno o más PDCP PDU reenviados satisfactoriamente por la estación base secundaria a la estación móvil.
- 30 2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además la etapa de:
- tras la expiración del temporizador secundario iniciado por la capa RLC, determinar por la capa RLC en la estación base secundaria, si el PDCP PDU o cualquier segmento del PDCP PDU ya se usó para generar un RLC PDU,
- 35 en el que dicha etapa de descarte del PDCP PDU recibido mediante la función de descarte secundaria de la capa RLC en la estación base secundaria únicamente se realiza cuando el PDCP PDU o cualquier segmento del PDCP PDU aún no se usó para generar un RLC PDU.
3. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el que dicha etapa de configuración de la función de descarte secundaria comprende la etapa de transmisión de un mensaje de configuración desde la estación base principal a la estación base secundaria, que incluye información del temporizador secundario,
- 40 incluyendo al menos un valor de tiempo de expiración a usar para la configuración del temporizador secundario de la función de descarte secundaria, y
- la estación base secundaria configura la función de descarte secundaria en base a la información recibida sobre el temporizador secundario incluyendo al menos el valor de tiempo de expiración para el temporizador secundario.
4. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la indicación recibida comprende adicionalmente información de uno o más PDCP PDU no reenviados satisfactoriamente por la estación base secundaria a la estación móvil, o en el que esta indicación se transmite por la estación base secundaria para cada PDCP PDU reenviado satisfactoriamente a la estación móvil, o en el que esta indicación comprende un mapa de bits para una pluralidad de PDCP PDU, o en el que esta indicación indica el PDCP PDU que se reenvió más recientemente satisfactoriamente a la estación móvil.
- 45 5. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la estación base principal supervisa el valor de tiempo de expiración del temporizador secundario para determinar cuándo expirará el temporizador secundario de la estación base secundaria, y
- en caso de que la estación base principal no reciba desde la estación base secundaria la indicación de que un PDCP PDU se reenvió satisfactoriamente a la estación móvil aproximadamente en el tiempo en el que la estación base principal determina que el temporizador secundario se supone que expira, la estación base principal transmite el PDCP PDU, para el que no se recibió ninguna indicación, a la estación móvil, antes de que expire el temporizador principal para dicho PDCP PDU.
- 55 6. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende además la etapa de que la estación base secundaria transmite una indicación de descarte a la estación base principal para informar a la

estación base principal acerca del descarte de uno o más PDCP PDU que se descartan por la estación base secundaria porque la estación base secundaria no podría reenviarlos satisfactoriamente a la estación móvil, de forma ejemplar en el que la indicación de descarte se transmite por la estación base secundaria para cada PDCP PDU no reenviado satisfactoriamente a la estación móvil.

5 7. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, en el que cuando la estación base principal recibe una indicación de descarte desde la estación base secundaria para un PDCP PDU, la estación base principal transmite dicho PDCP PDU a la estación móvil.

10 8. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la estación base secundaria sondea la estación móvil para transmitir una Notificación de Estado RLC a la estación base secundaria para así recibir la Notificación de Estado RLC antes de la expiración del temporizador secundario.

15 9. El procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la estación base principal considera un valor de temporizador de expiración configurado para la función de descarte principal para el establecimiento de enlaces de comunicación con la estación móvil, de tal forma que se establecen enlaces de comunicación configurados con valores pequeños de temporizador de expiración para la función de descarte principal directamente con la estación móvil y no a través de la estación base secundaria.

20 10. Un procedimiento de descarte de datos en forma de un PDCP PDU destinados a una estación móvil conectada tanto a una estación base principal como a una estación base secundaria, en el que los datos se reenvían desde la estación base principal a través de la estación base secundaria a la estación móvil, en el que una capa PDCP con una función de descarte principal se ubica en la estación base principal pero no en la estación base secundaria, el procedimiento **caracterizado porque** comprende las etapas de:

25 recibir un PDCP SDU en la capa PDCP en la estación base principal,
 tras la recepción del PDCP SDU, iniciar por la capa PDCP en la estación base principal un temporizador principal de la función de descarte principal de la capa PDCP para el PDCP SDU recibido,
 generar por la capa PDCP en la estación base principal el PDCP PDU fuera del PDCP SDU recibido,
 reenviar el PDCP PDU generado por la capa PDCP en la estación base principal a la capa RLC en la estación base secundaria,
 tras el reenvío del PDCP PDU generado por la estación base principal a la capa RLC en la estación base secundaria, descartar por la capa PDCP en la estación base principal el PDCP SDU recibido y el PDCP PDU generado,
 30 tras la expiración del temporizador principal de la función de descarte principal de la capa PDCP en la estación base principal para el PDCP SDU recibido, determinar por la capa PDCP si el PDCP PDU, generado fuera del PDCP SDU, ya se reenvió por la capa PDCP en la estación base principal a la capa RLC en la estación base secundaria,
 en el que en el caso afirmativo, la capa PDCP no ordena a la capa RLC descartar el PDCP PDU, reenviado a la
 35 capa RLC.

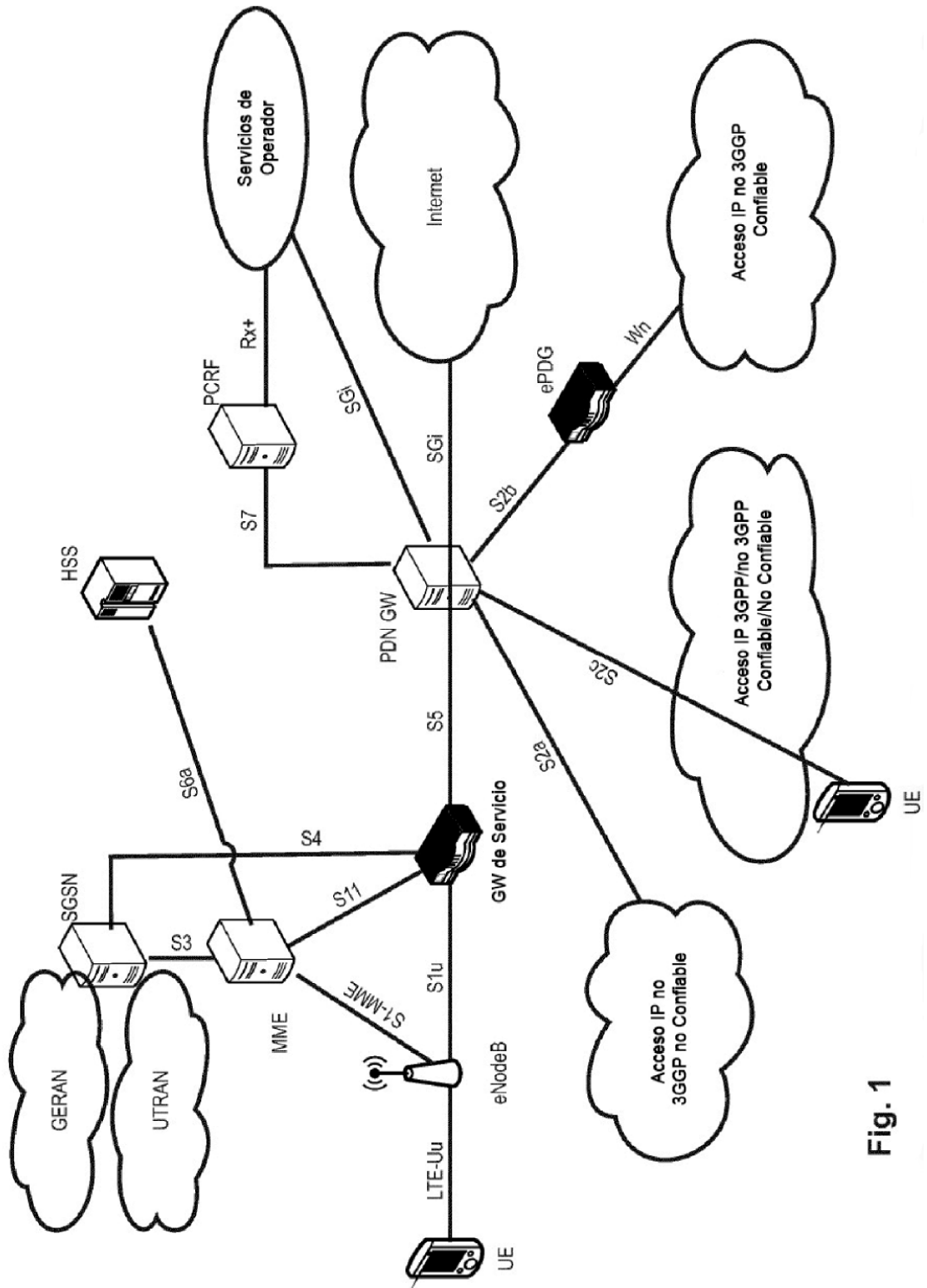


Fig. 1

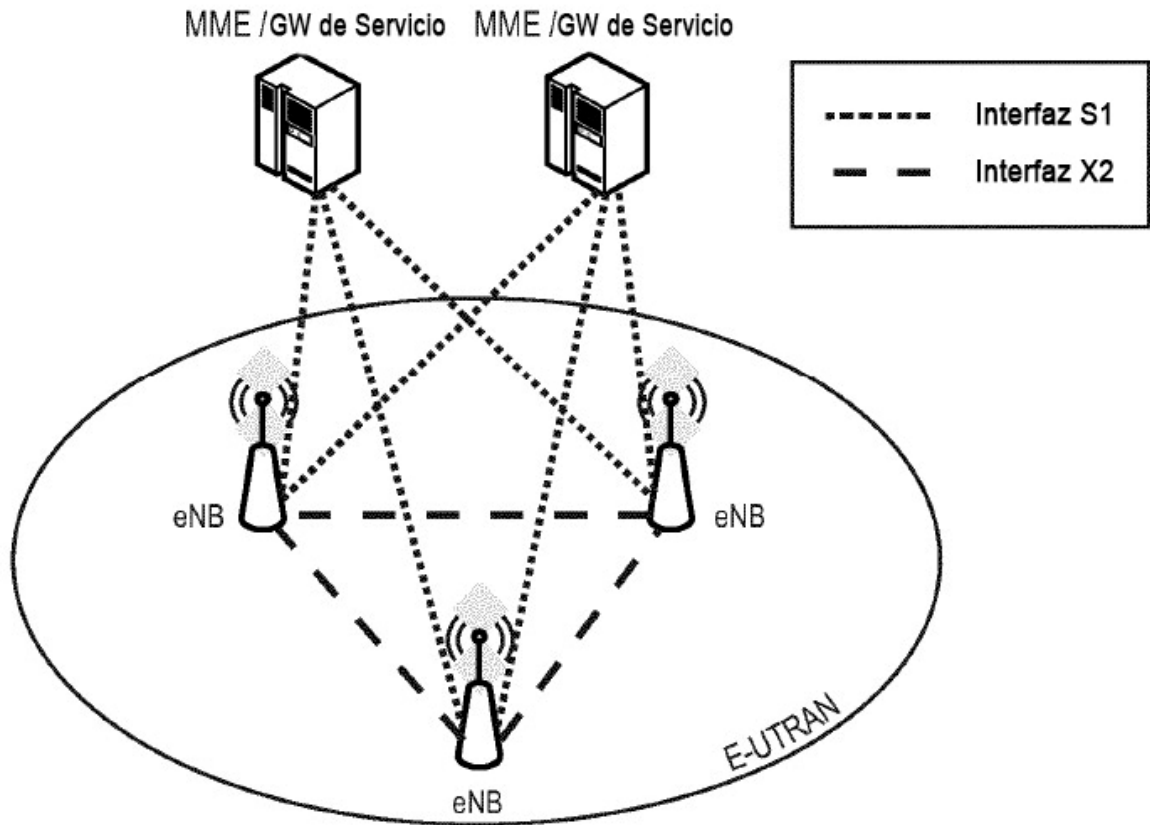


Fig. 2

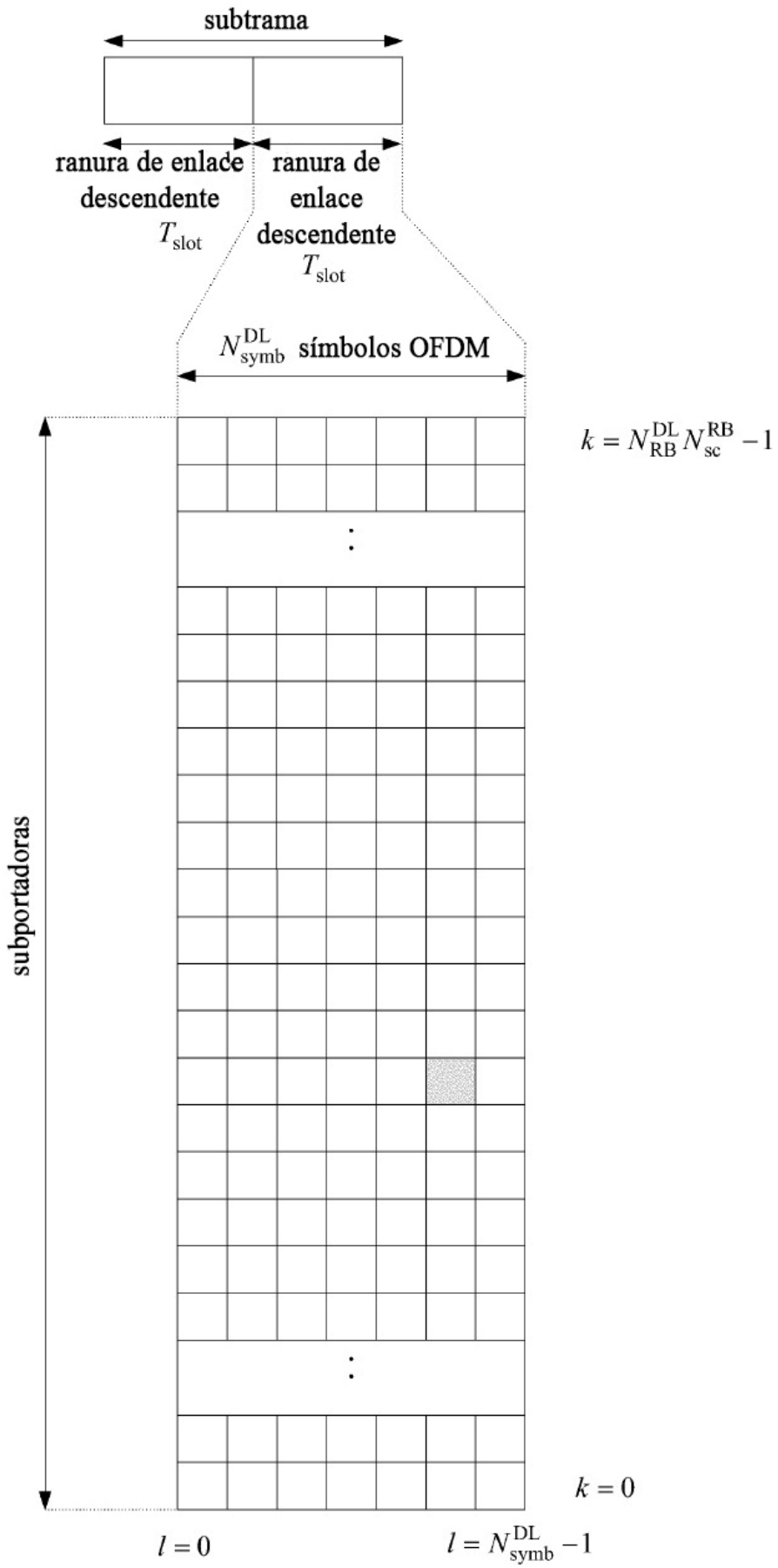


Fig. 3

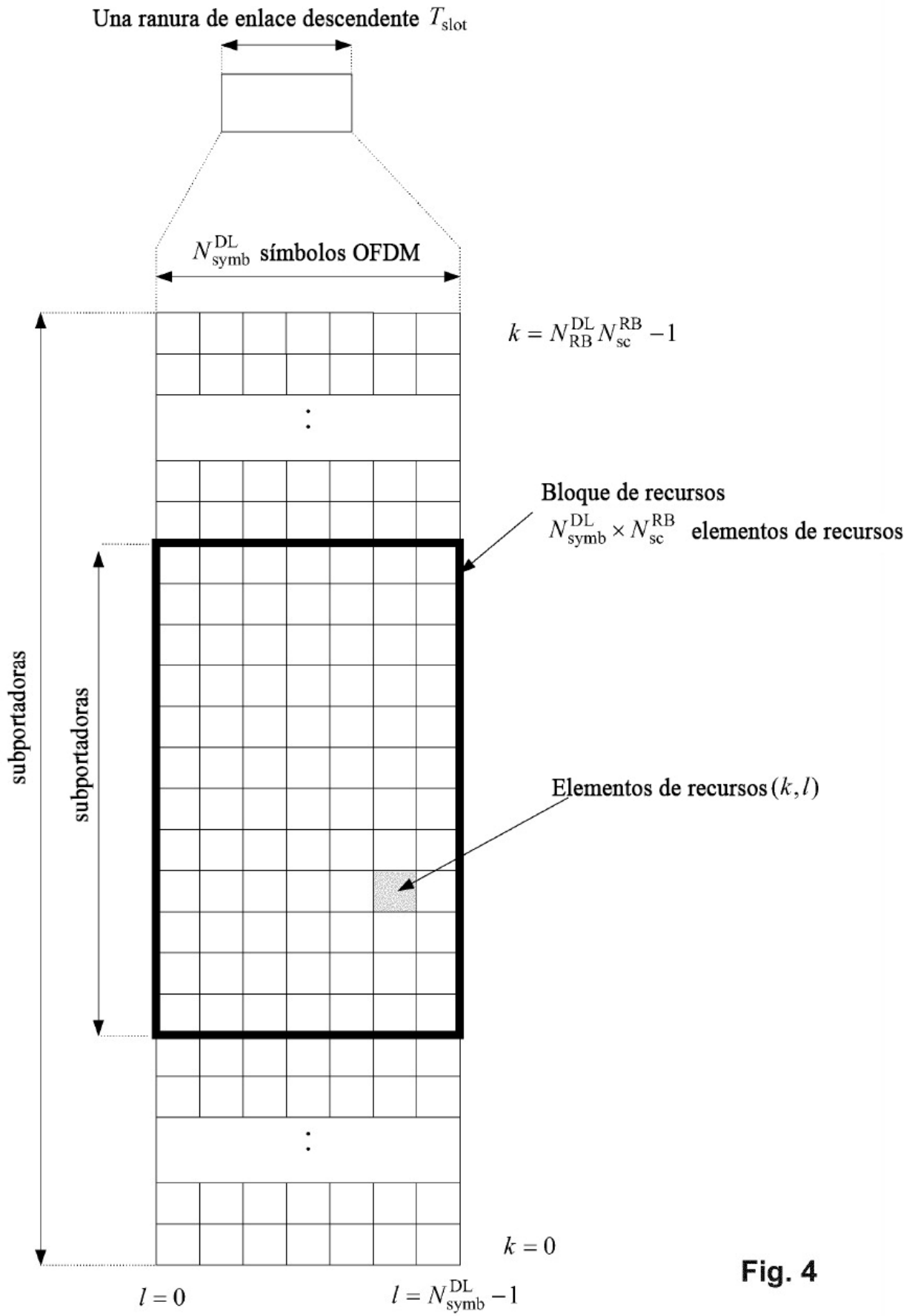


Fig. 4

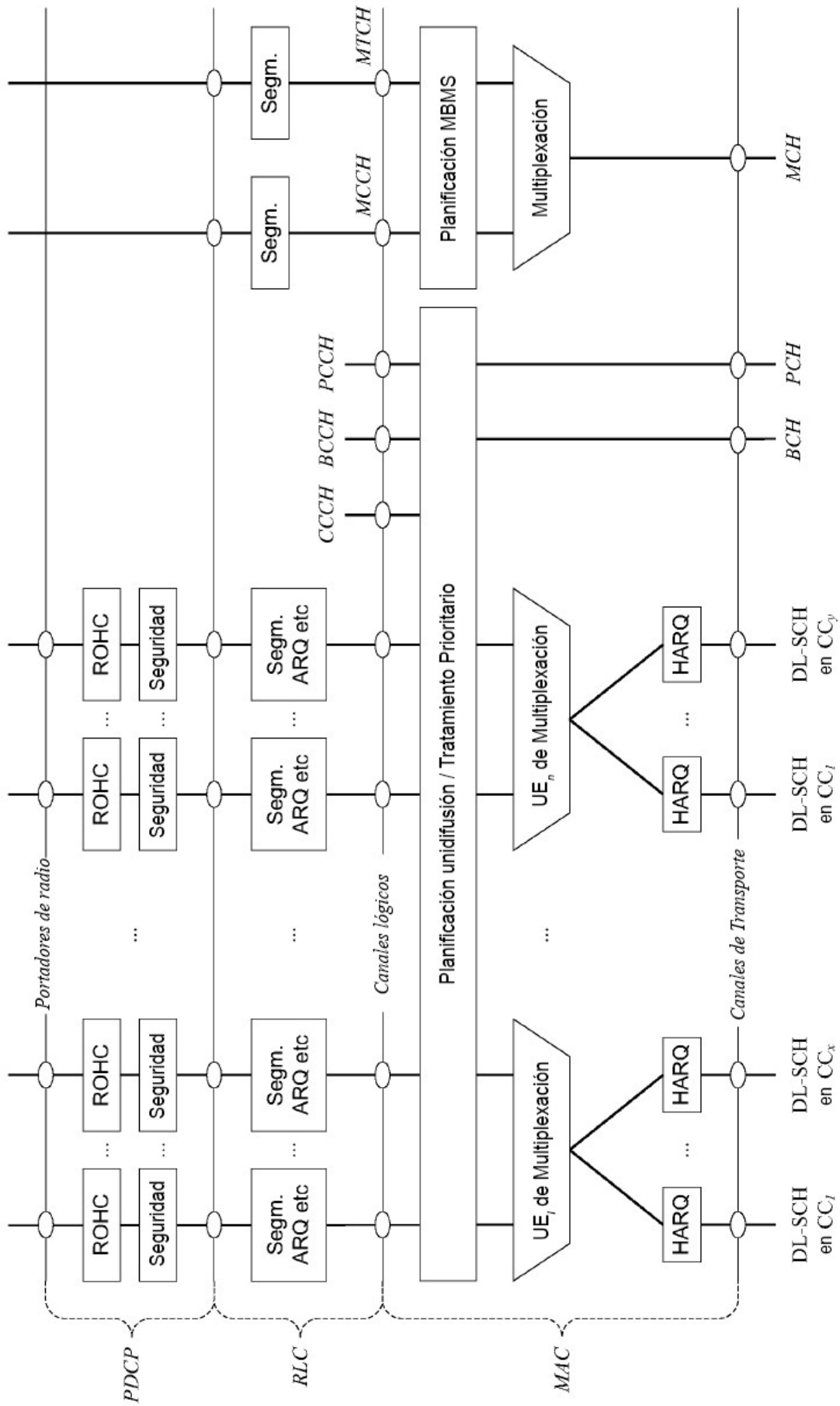


Fig. 5

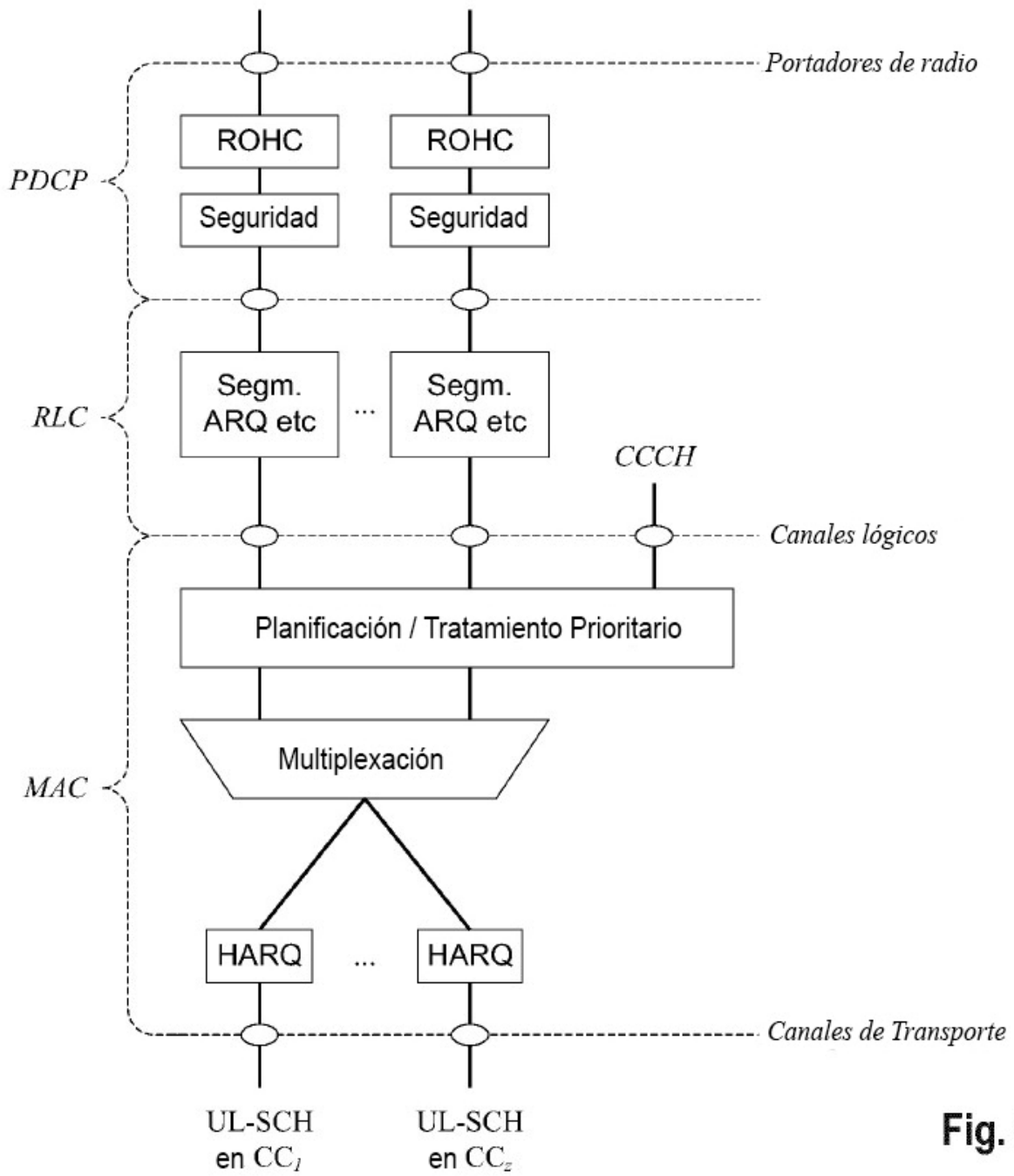


Fig. 6

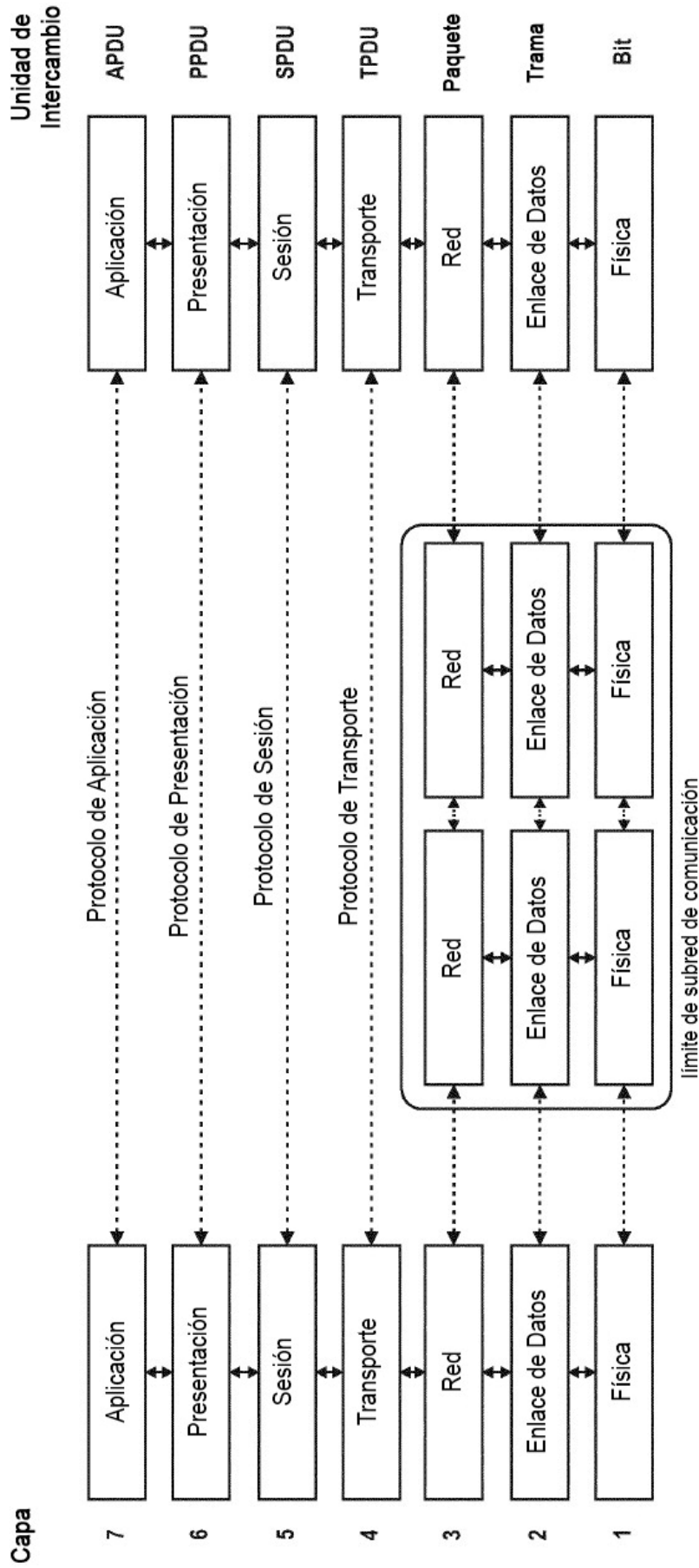


Fig. 7

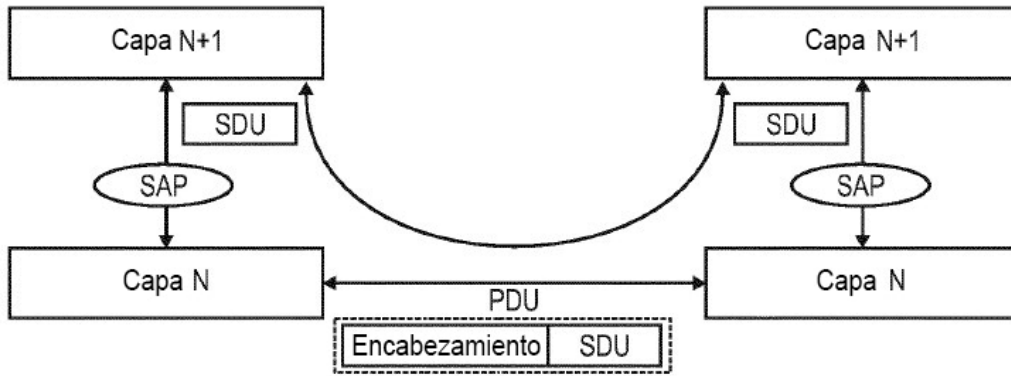


Fig. 8

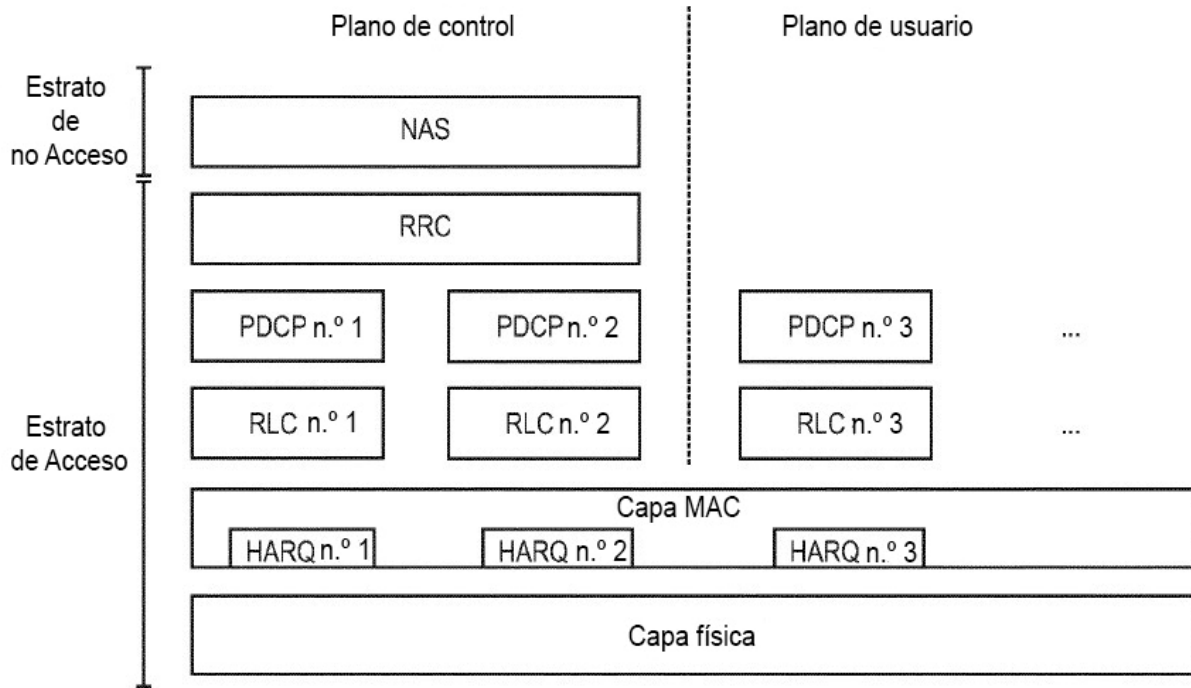


Fig. 9

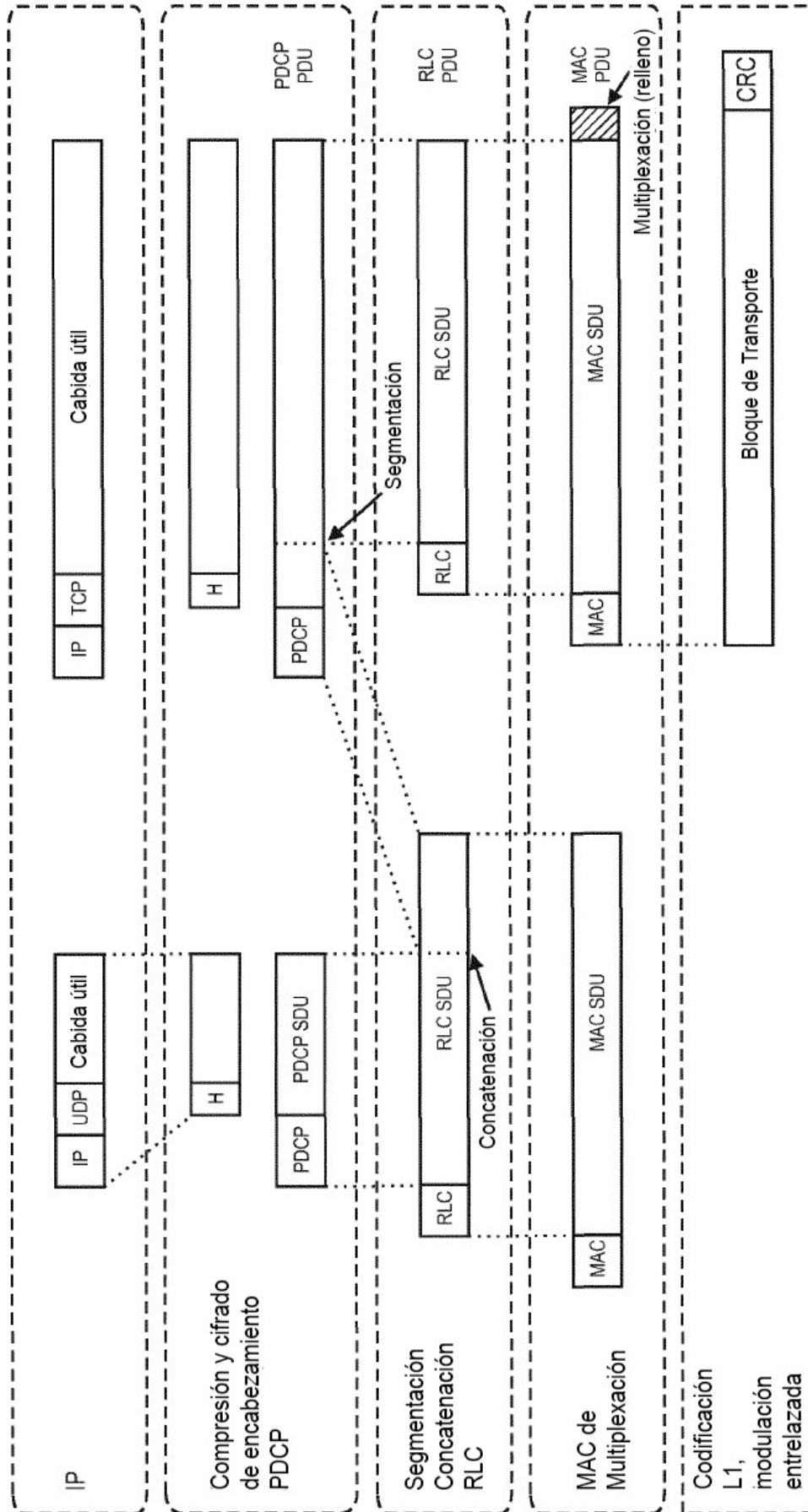


Fig. 10

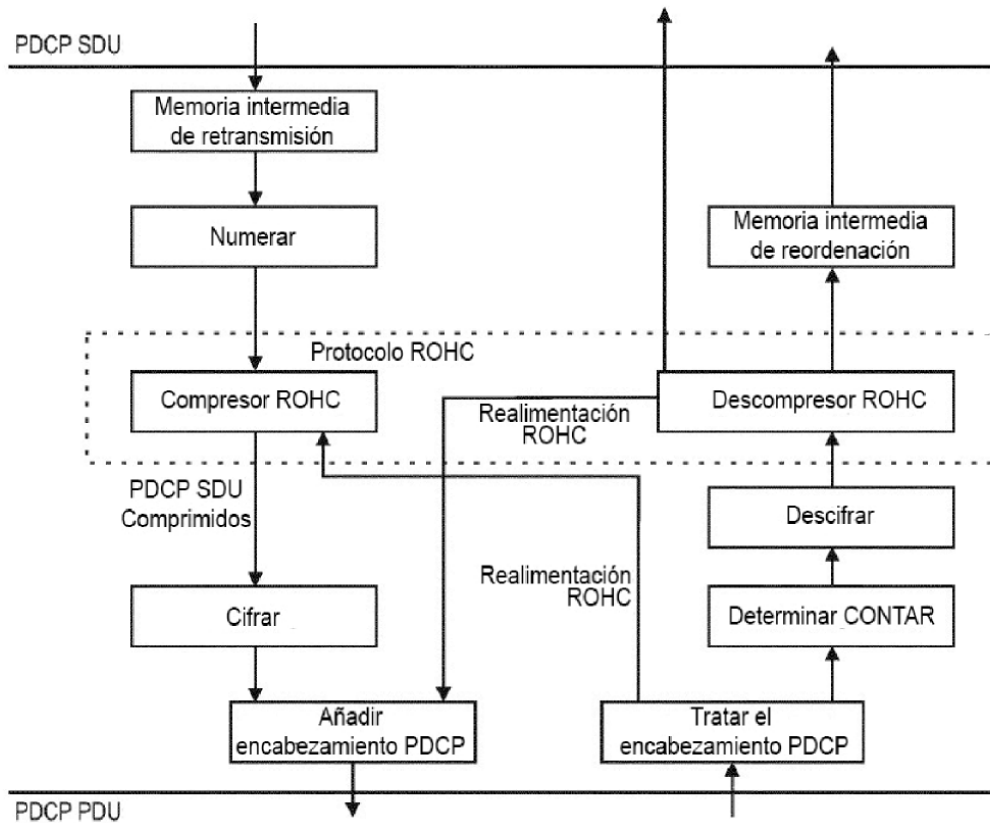


Fig. 11

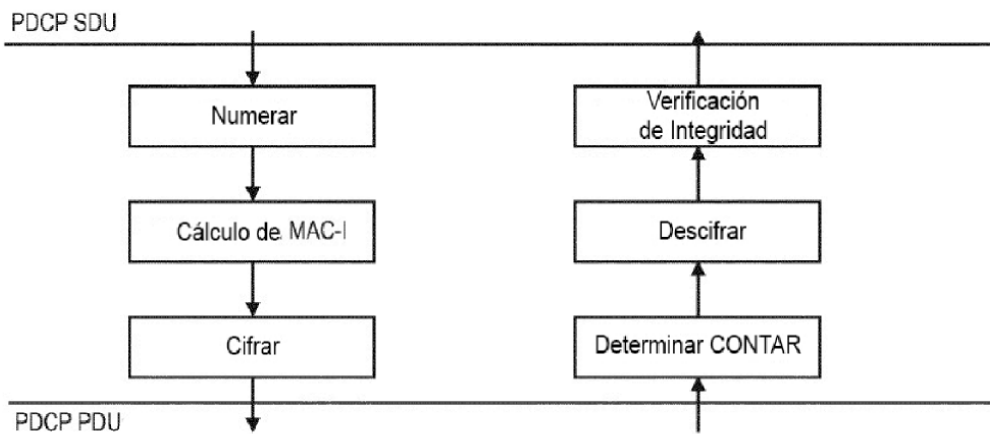


Fig. 12

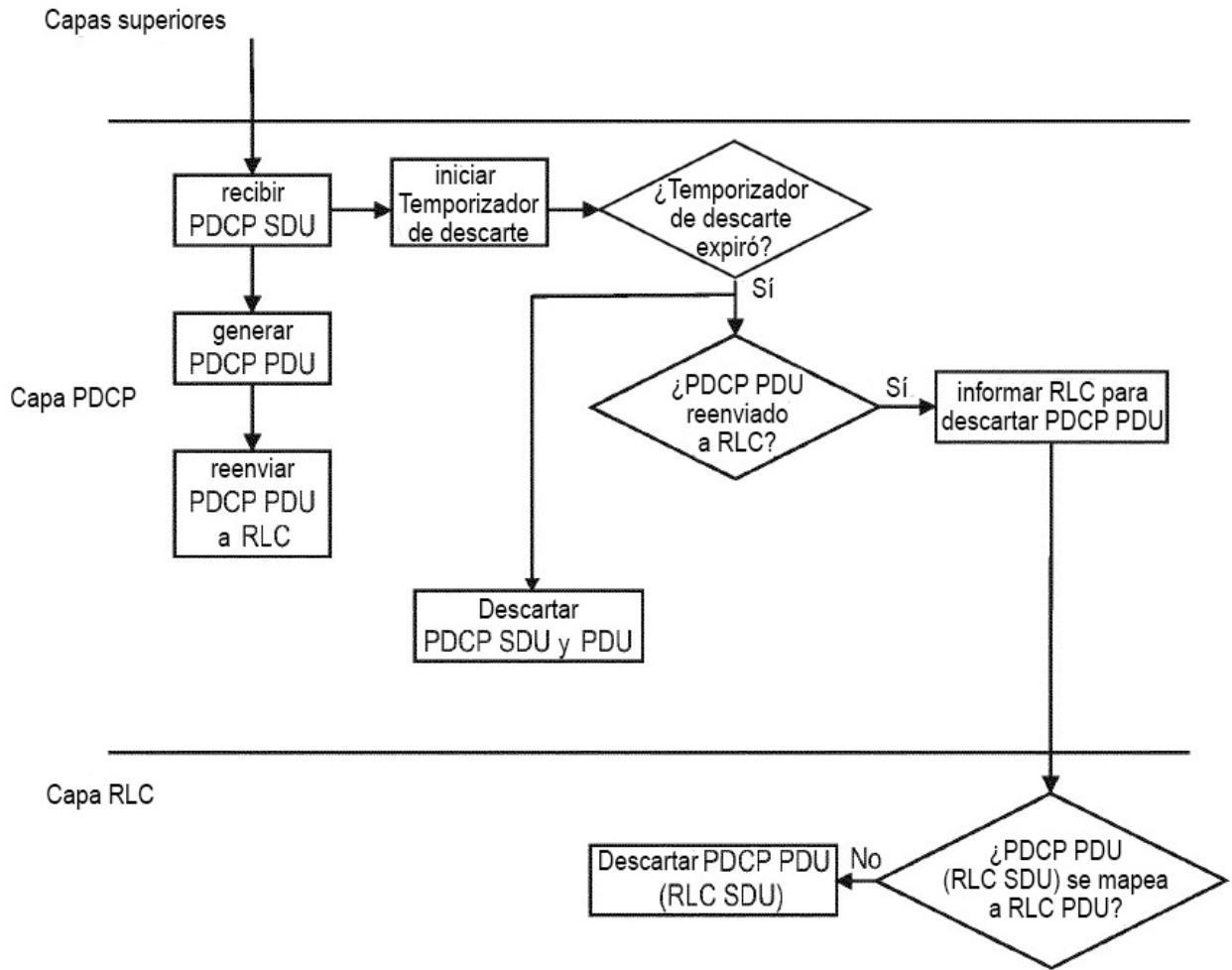


Fig. 13

D/C	PDCP SN	Datos	MAC-I
-----	---------	-------	-------

Fig. 14

D/C	Tipo de PDU	Realimentación ROHC intercalada / Notificación de estado PDCP
-----	-------------	---

Fig. 15

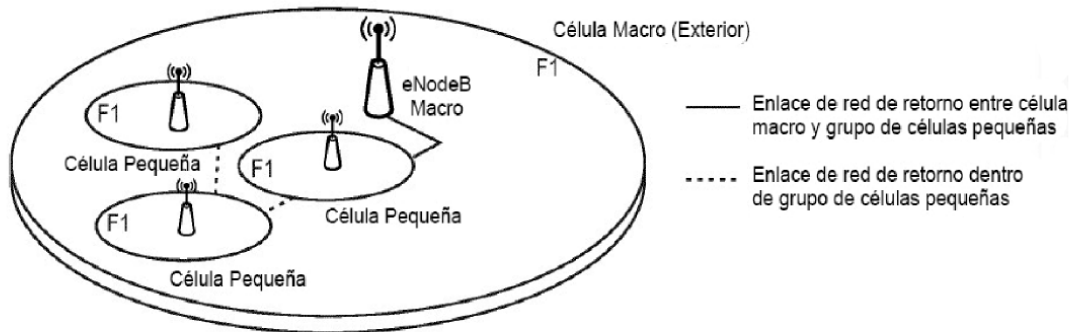


Fig. 16

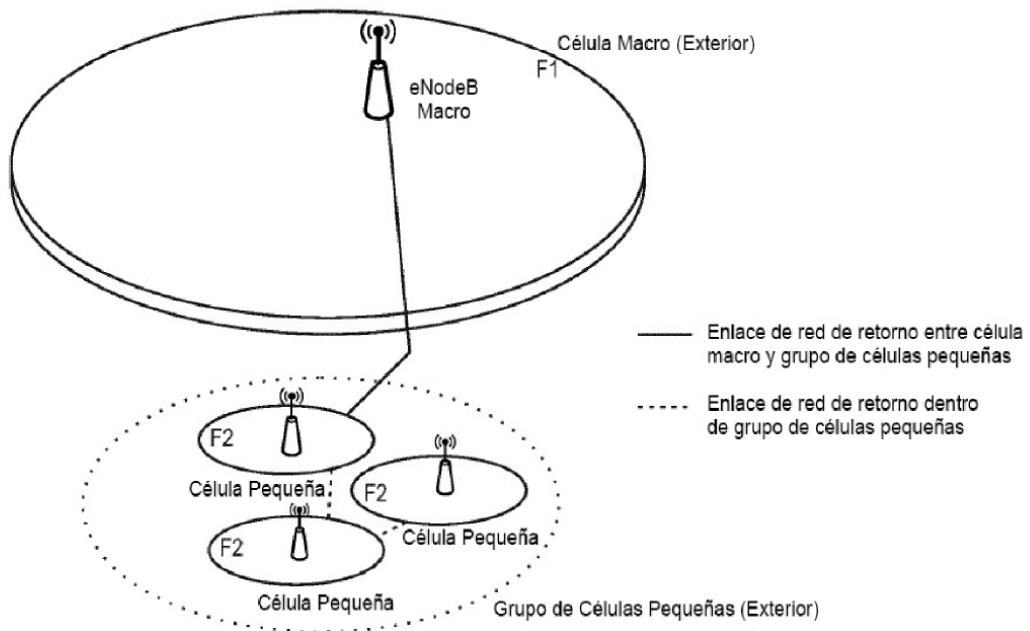
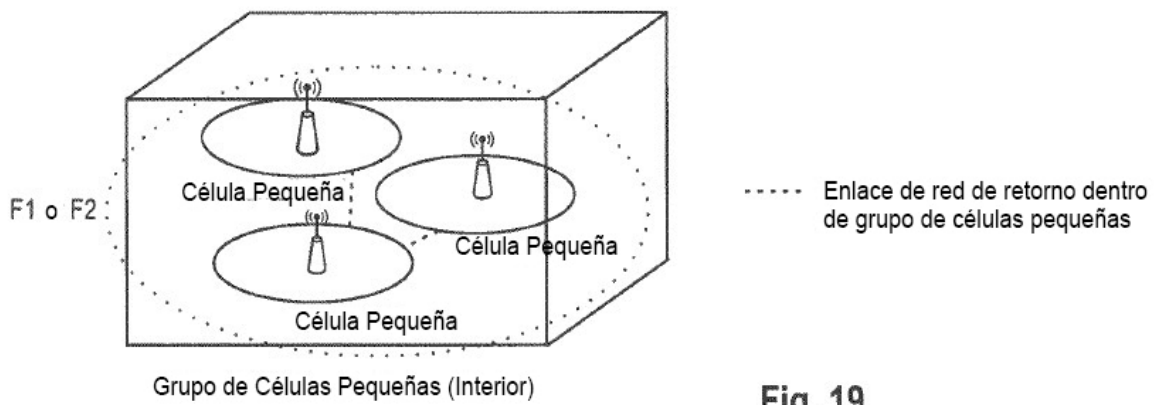
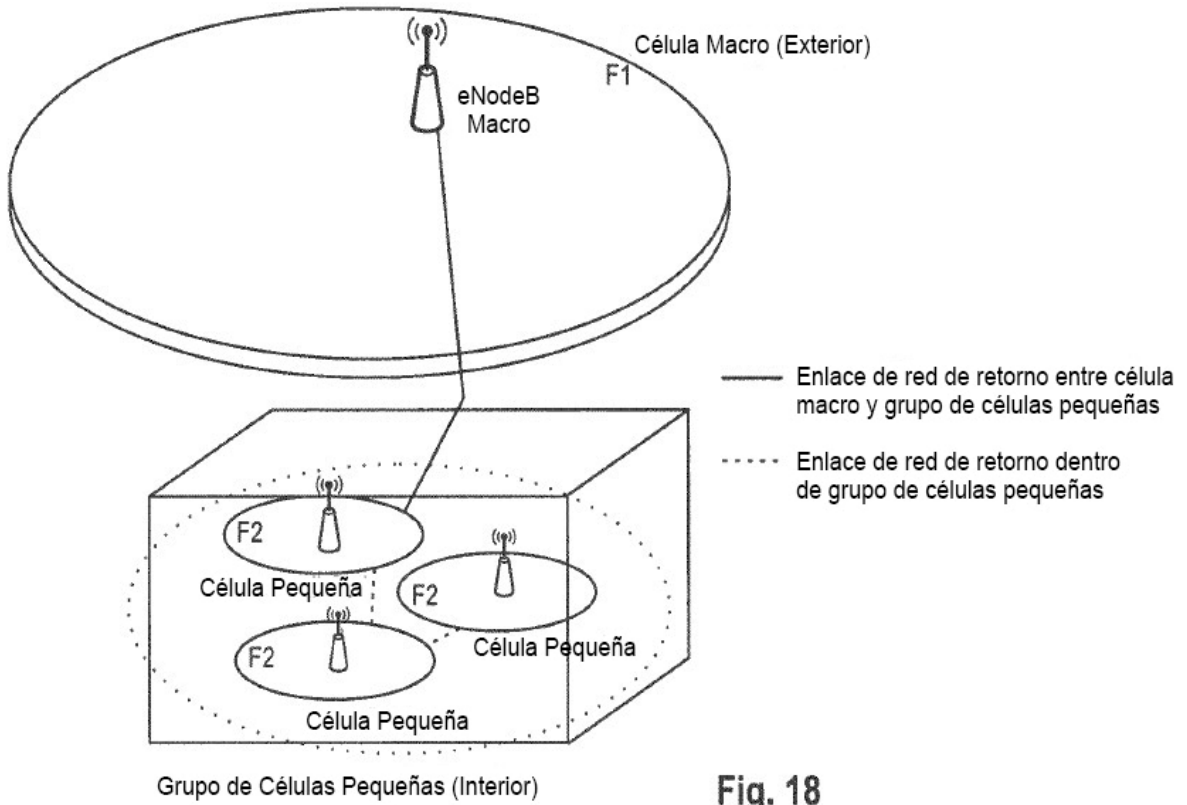


Fig. 17



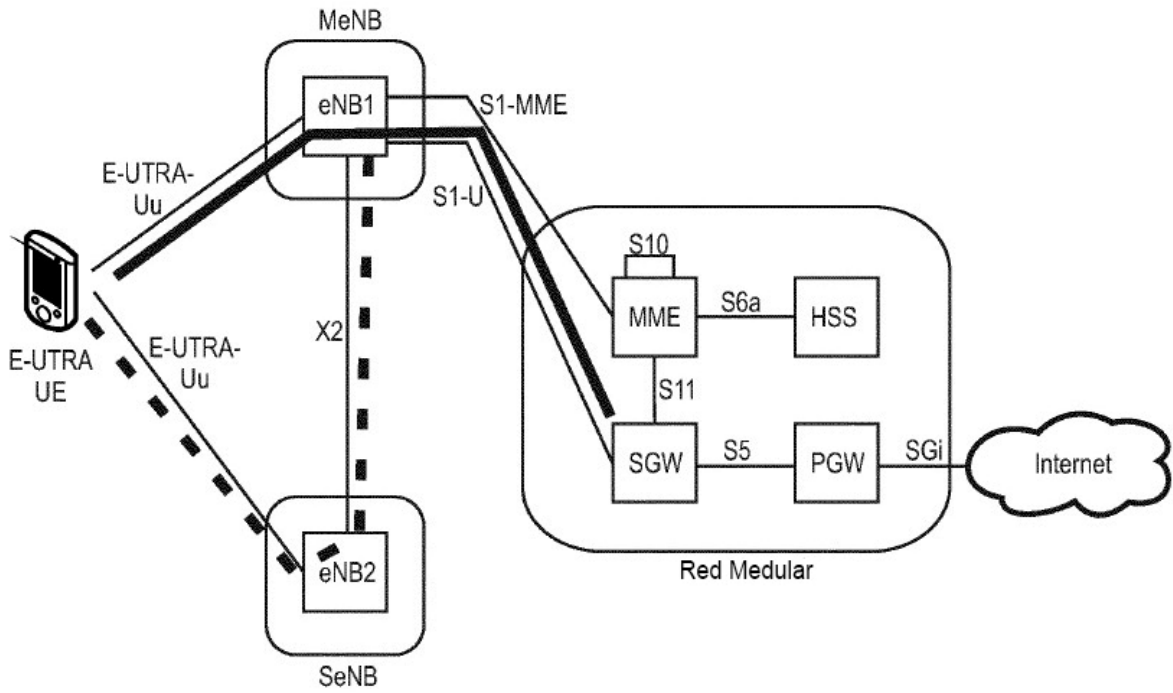


Fig. 20

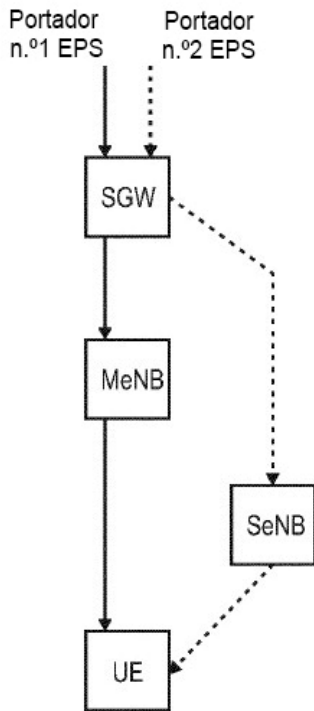


Fig. 21a

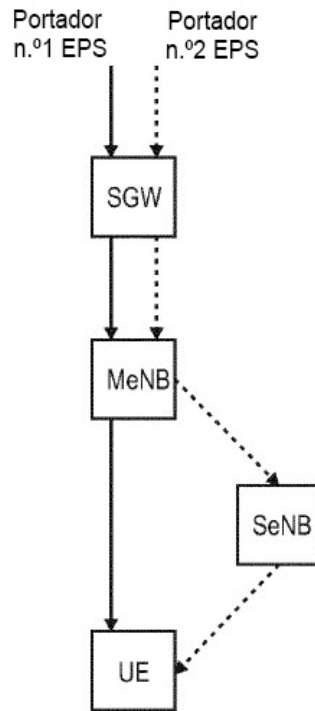


Fig. 21b

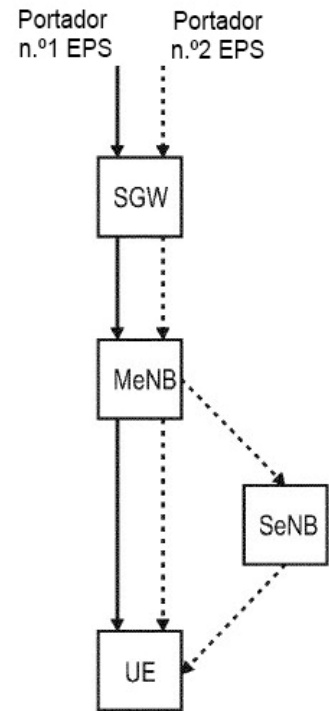


Fig. 21c

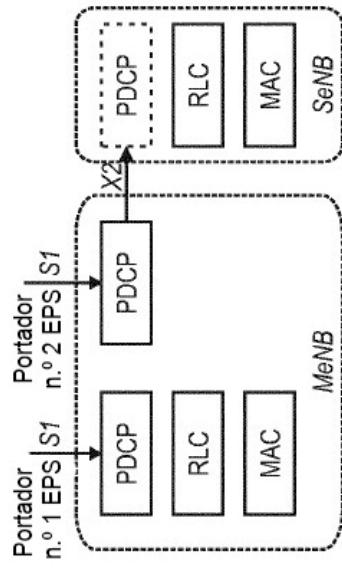


Fig. 22c Alternativa 2B

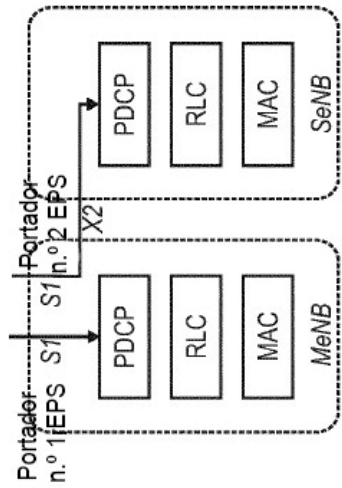


Fig. 22b Alternativa 2A

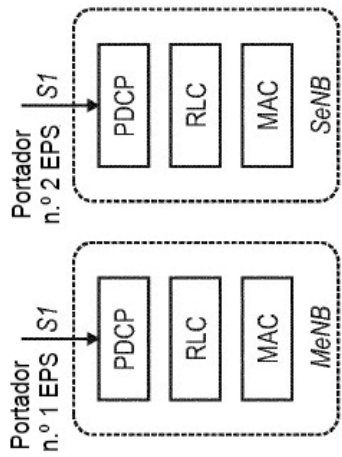


Fig. 22a Alternativa 1A

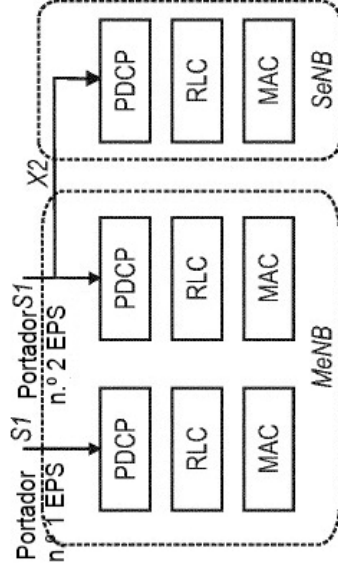


Fig. 22f Alternativa 3A

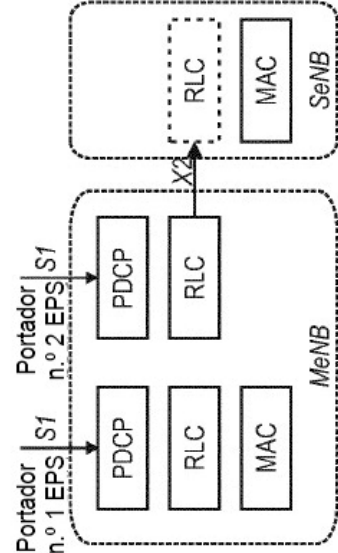


Fig. 22e Alternativa 2D

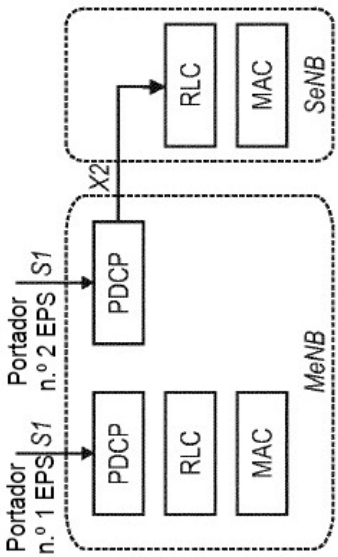


Fig. 22d Alternativa 2C

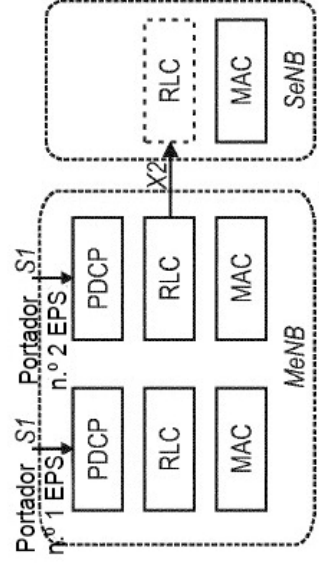


Fig. 22i Alternativa 3D

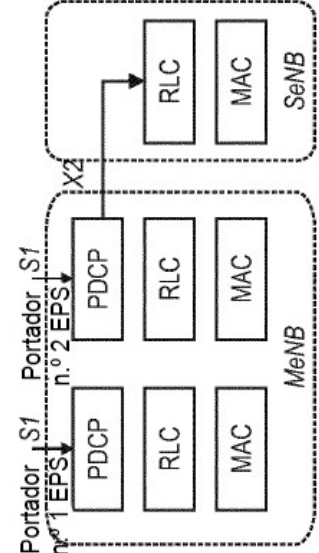


Fig. 22h Alternativa 3C

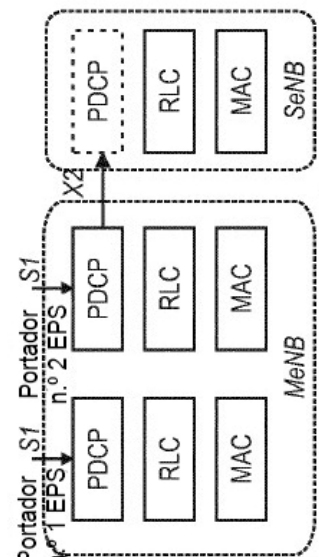


Fig. 22g Alternativa 3B

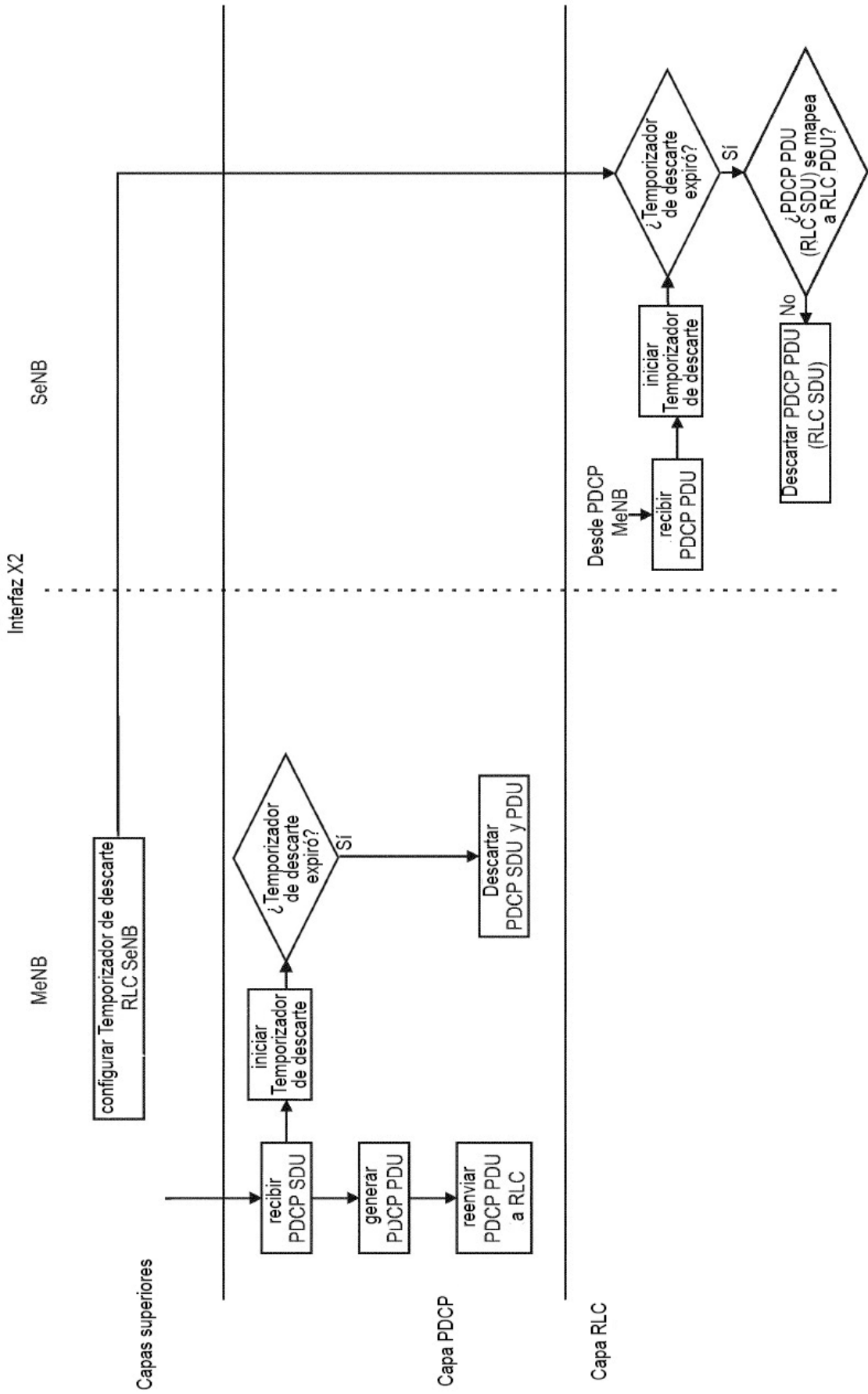


Fig. 24

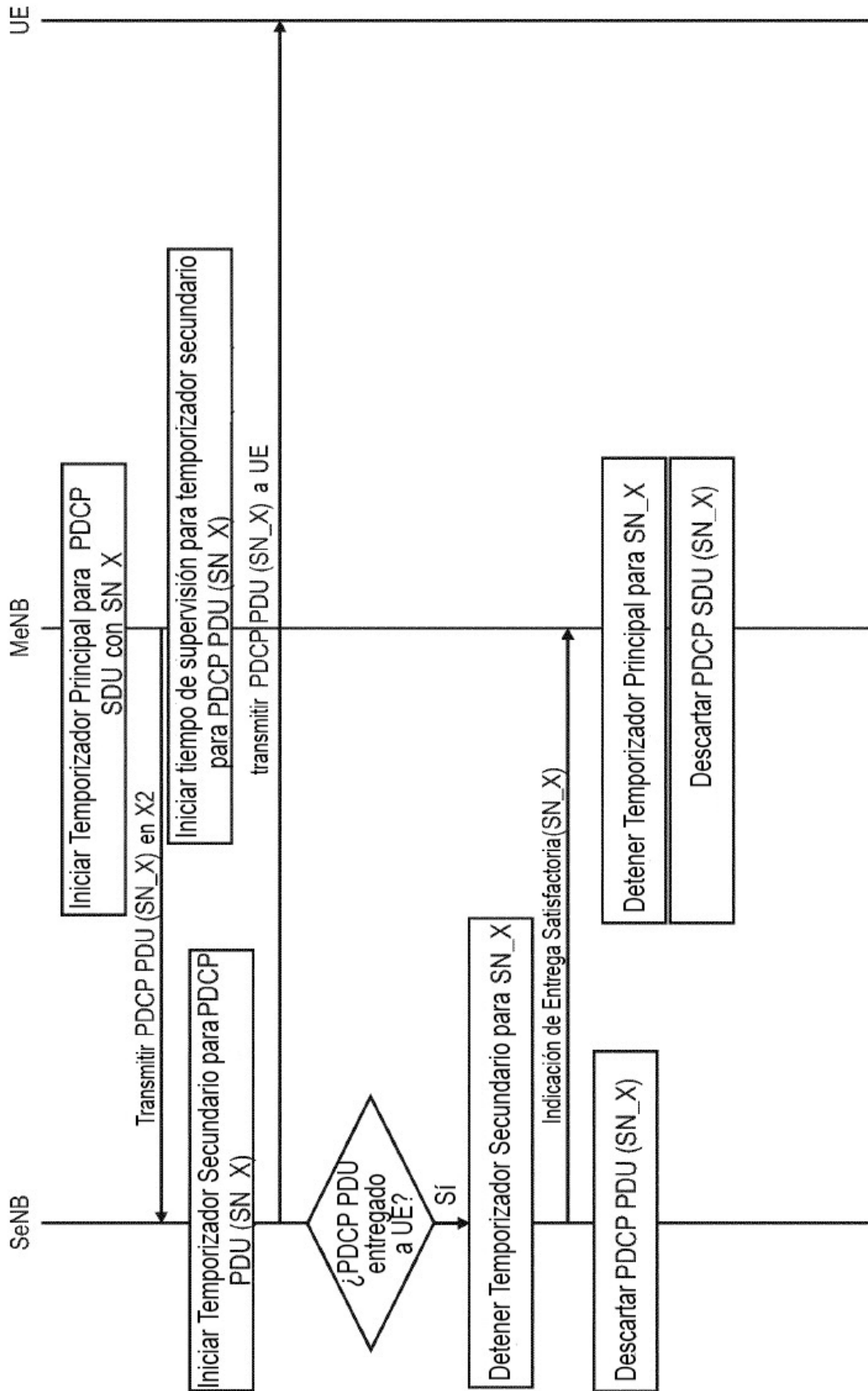


Fig. 25

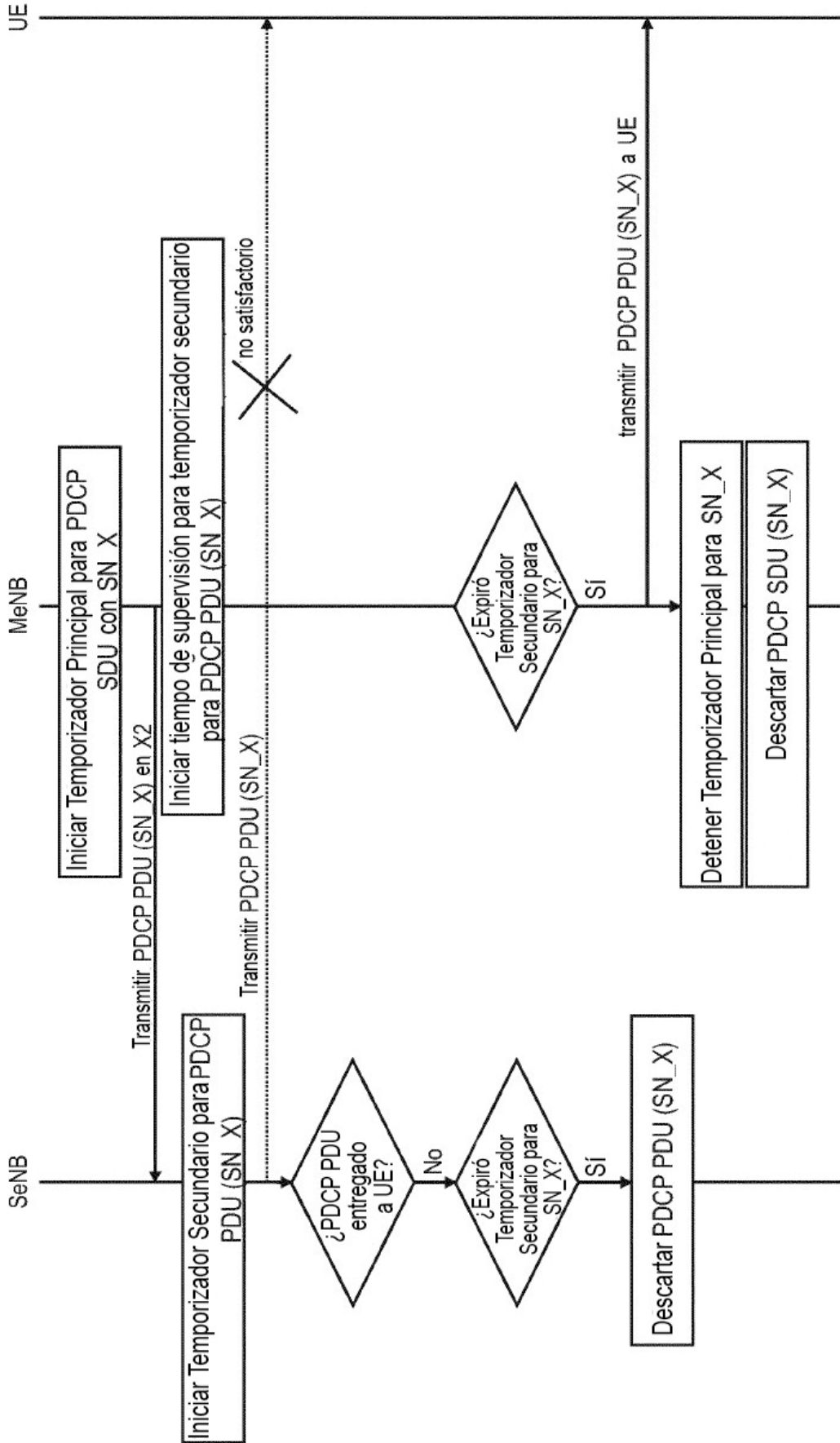


Fig. 26

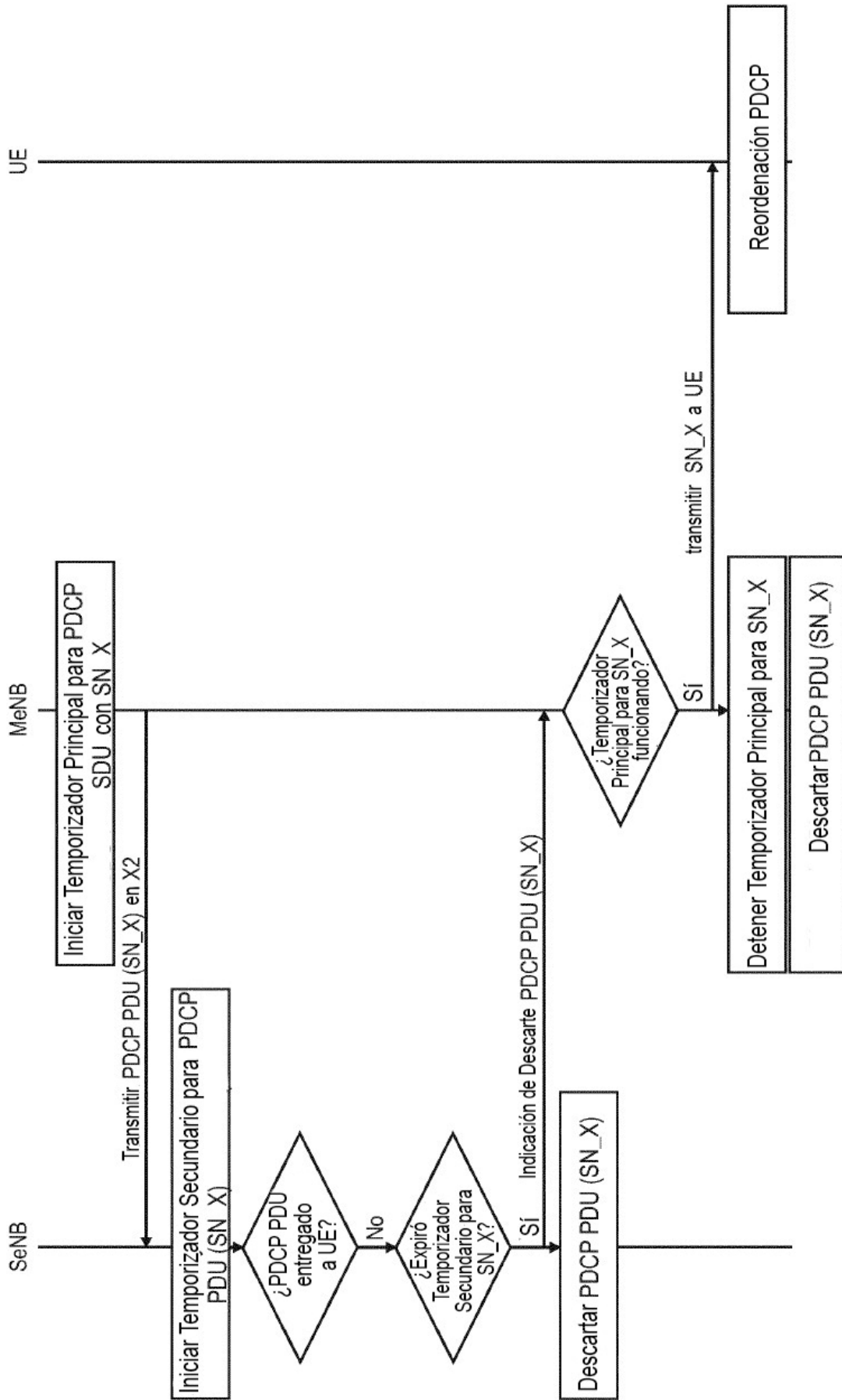


Fig. 27

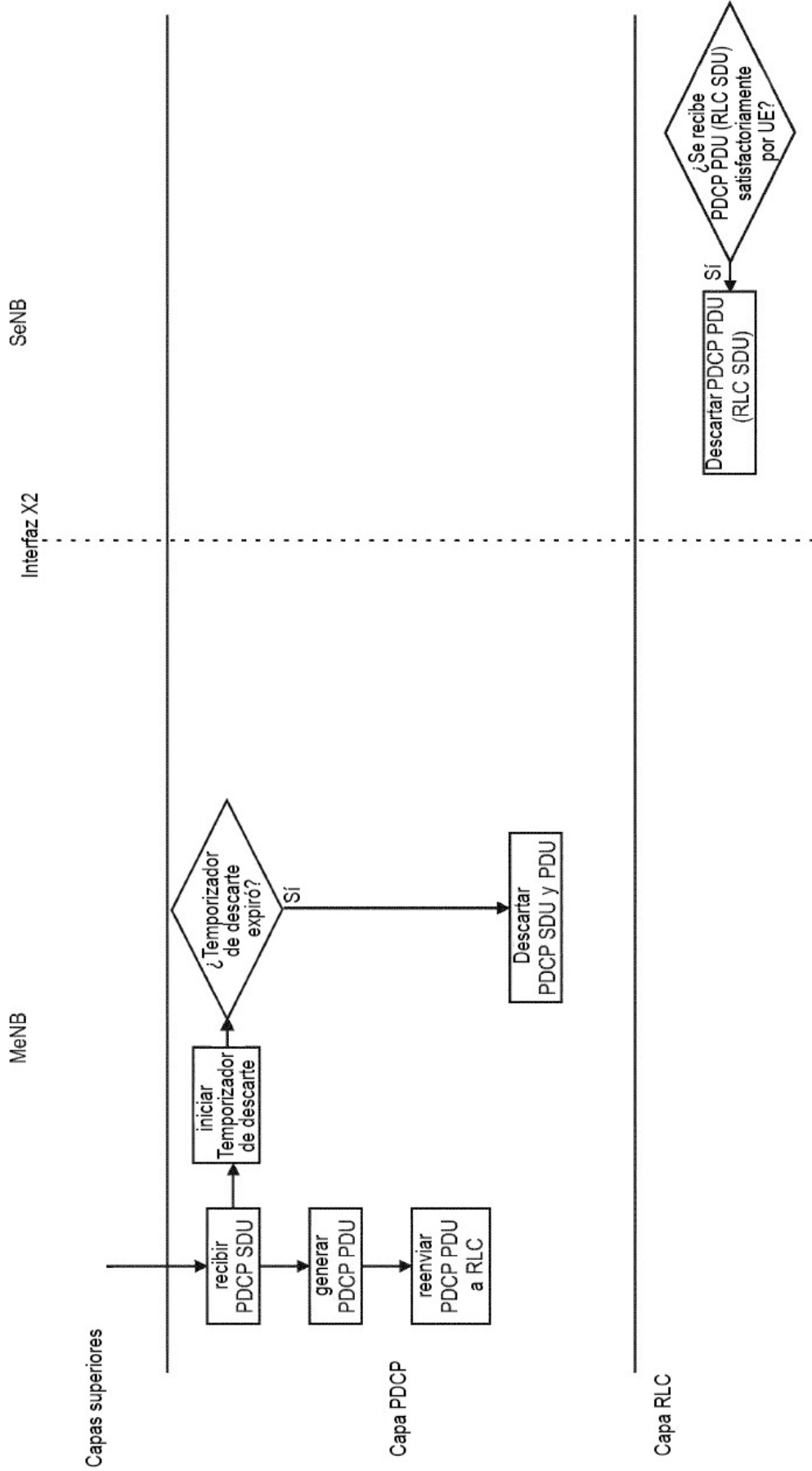


Fig. 28

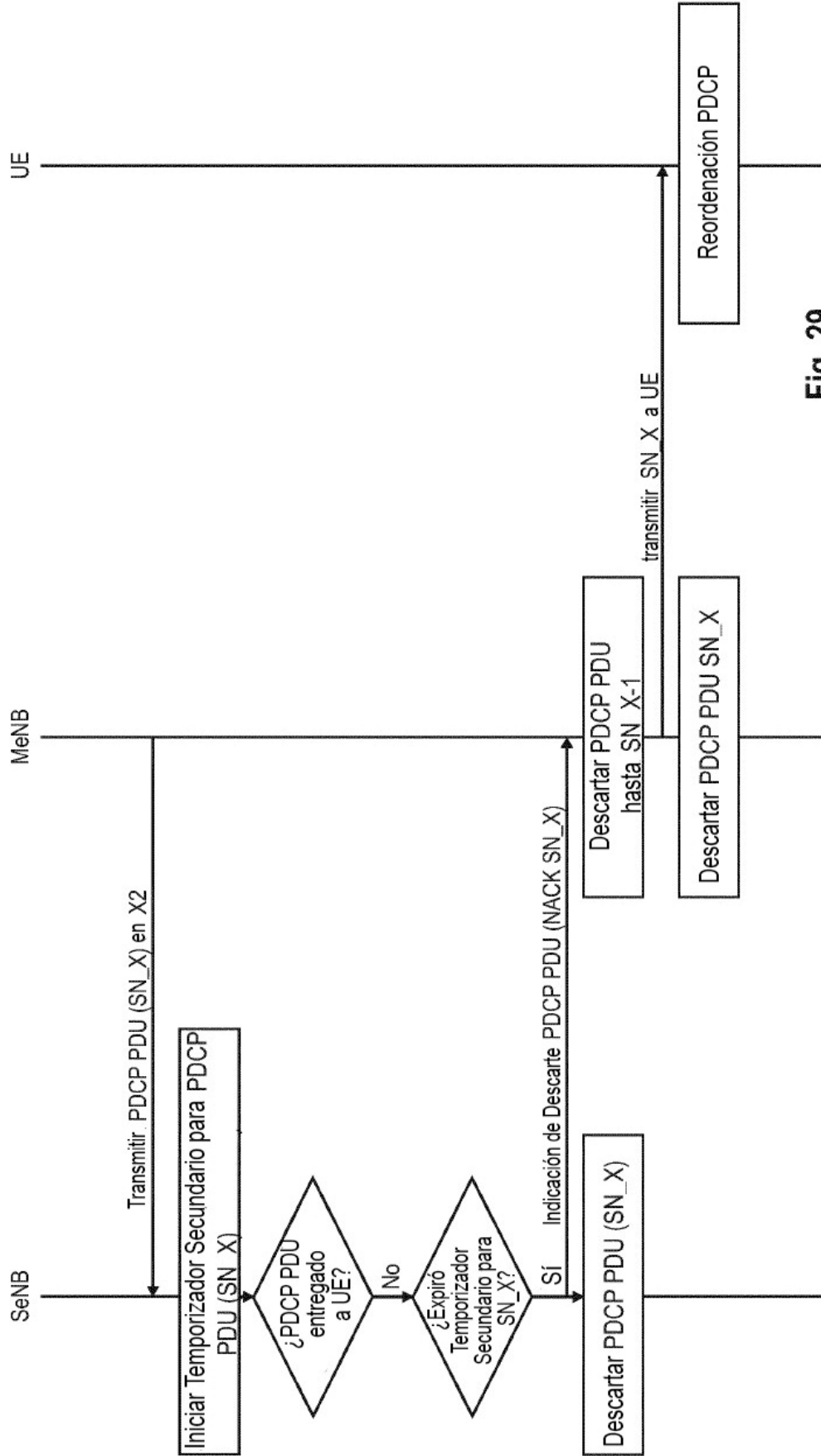


Fig. 29