

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 735 079**

51 Int. Cl.:

H04W 28/06 (2009.01)

H04L 1/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.01.2015 PCT/CN2015/071746**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.08.2015 WO15113497**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.01.2015 E 15743711 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2019 EP 3039900**

54 Título: **Métodos para reordenar paquetes PDCP**

30 Prioridad:

28.01.2014 CN 201410042108

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

16.12.2019

73 Titular/es:

**HFI INNOVATION INC. (100.0%)
3F.-7, No.5, Taiyuan 1st St., Zhubei City
Hsinchu County 302, TW**

72 Inventor/es:

**ZHANG, YUANYUAN;
JOHANSSON, PER JOHAN MIKAEL y
HSU, CHIA-CHUN**

74 Agente/Representante:

CONTRERAS PÉREZ, Yahel

ES 2 735 079 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

MÉTODOS PARA REORDENAR PAQUETES PDCP

5 CAMPO TÉCNICO

Las formas de realización divulgadas se refieren en general a la comunicación inalámbrica y, más concretamente, a unidades de datos de servicio (SDU: Service Data Units) del protocolo de convergencia de datos en paquetes (PDCP: Data Convergence Protocol) de portadores de radio de datos (DRB: Data Radio Bearers) mapeados con el control de enlace de radio (RLC: Radio Link Control) en modo sin acuse de recibo (UM: Unacknowledged Mode) / modo con acuse de recibo (AM: Acknowledged Mode) y la entrega de las unidades SDU de protocolo PDCP a capas superiores en orden ascendente.

ANTECEDENTES

La industria de las comunicaciones inalámbricas ha crecido exponencialmente en los últimos años. Los sistemas de telecomunicaciones móviles de tercera generación (3GPP: Third generation partnership project) y de evolución a largo plazo (LTE: Long Term Evolution) proporcionan una alta velocidad de datos, menor latencia y un mejor rendimiento del sistema. La conectividad dual (DC: Dual connectivity) es para mejorar el rendimiento, en el que un determinado equipo de usuario (UE: User Equipment) utiliza recursos de radio proporcionados por al menos dos puntos de red diferentes que están cooperando a través de una red de retorno (backhaul) ideal o no ideal. Además, cada nodo B mejorado (eNB) que participa en la conectividad dual para un equipo de usuario puede asumir funciones diferentes, un eNB maestro (MeNB: Master eNB) y/o un eNB de soporte (SeNB: Supporting eNB). Una arquitectura de plano de usuario y mejora del protocolo para la conectividad dual es la combinación de a) todo el plano de usuario para un equipo de usuario del punto de referencia S1 (S1-U) termina en un eNB maestro (MeNB); b) los portadores pueden ser divididos en el MeNB y el UE, en el que los paquetes de un único portador son multiplexados en dos enlaces de radio diferentes que son servidos por los dos puntos de red diferentes; c) la capa de protocolo PDCP se ocupa de las funciones del plano de usuario comunes para la multiplexación y demultiplexación en dos enlaces de radio diferentes; y d) el control RLC (por debajo del PDCP) funciona de forma independiente para cada enlace de radio del portador o portadores divididos. Las entidades RLC par (peer) del lado del UE reciben los portadores divididos de forma independiente.

Un portador de radio de datos (DRB: data radio bearer) o un portador es un flujo de paquetes de datos que se transfieren a través de la red inalámbrica sin cambiar el orden de los paquetes y con ciertas características específicas de calidad de servicio (QoS: Quality of Service). En una red de acceso LTE del 3GPP, normalmente se configuraría un portador o un DRB específico para dicho flujo de paquetes de datos, en el que se pueden discriminar diferentes flujos de paquetes en función de unos filtros de paquetes de nivel TCP/IP. Un "portador de radio de datos dividido" o un "DRB dividido" es un portador para el que los paquetes son multiplexados en dos enlaces de radio diferentes que son servidos por dos puntos de red diferentes.

En la pila del protocolo de radio LTE, la capa de protocolo PDCP se encuentra por encima de la capa RLC y por debajo de la capa IP en el plano de usuario. Si se establece una entidad PDCP para los DRB mapeados con el modo UM del control RLC, es asociada con dos entidades de UM del control RLC, una para la dirección de enlace de subida y otra para la dirección de enlace de bajada. El modo UM del control RLC es un modo de operación optimizado para aplicaciones en tiempo real sensibles al retardo y tolerantes a errores, especialmente VoIP, y otros servicios de streaming sensibles al retardo. Actualmente, se realiza un reordenamiento en el modo UM del control RLC para reordenar el orden de procesamiento de las unidades PDU de datos de RLC en orden secuencial si no se reciben en secuencia debido a los múltiples procesos de Solicitud de Repetición Automática Híbrida (HARQ) que se ejecutan en paralelo con una operación de "parada y espera". Por lo tanto, se puede garantizar la entrega de unidades SDU del control RLC al protocolo PDCP, excepto en un momento de restablecimiento de la capa de RLC. En la pila de protocolo LTE actual no es necesario realizar un reordenamiento de las unidades SDU de protocolo PDCP mapeadas con el modo UM del control RLC.

Si se establece una entidad PDCP para DRB mapeados en el modo AM del control RLC, es asociada con el modo AM del control RLC. El modo AM del control RLC es un modo de operación optimizado para aplicaciones sensibles a errores y tolerantes al retardo que no son en tiempo real. Ejemplos de estas aplicaciones incluyen la mayoría de los servicios de tipo interactivo/de fondo, tal como la navegación web y la descarga de archivos. Los servicios de tipo streaming también usan frecuentemente el modo AM del control RLC si el requisito de retardo no es demasiado estricto. Un mensaje RRC también utiliza el modo AM del control RLC para aprovechar el ARQ para asegurar fiabilidad. Actualmente, el reordenamiento se realiza en el modo AM del control RLC para reordenar el orden de procesamiento de las unidades PDU de datos de RLC en secuencia si no se reciben en secuencia debido a los múltiples procesos HARQ que se ejecutan en paralelo con la operación de "parada y espera". Por lo tanto, se puede garantizar la entrega en secuencia de unidades SDU del control RLC al protocolo PDCP, excepto en el restablecimiento de las capas inferiores, lo que no es el caso de la conectividad dual.

Para la conectividad dual con división de portadores en la capa de protocolo PDCP, se podrían utilizar números de secuencia (SN: Sequence Numbers) del protocolo PDCP para garantizar la entrega de paquetes en orden. Una secuencia desordenada se caracterizaría por una "discontinuidad de SN" ("SN gap") entre las unidades SDU de protocolo PDCP de dos portadores RLC paralelos en el buffer de recepción, ya que cada estación base entregaría los datos con diferente velocidad y normalmente desordenados. El problema existe incluso sin que haya pérdidas o fluctuaciones de capa física debido a las condiciones del canal o de carga. La causa principal del problema es que el control de flujo X2 normalmente hace que el MeNB envíe unidades PDU del control RLC en lotes al SeNB. Por lo tanto, es necesario realizar una reordenación en la capa de protocolo PDCP para la recepción de datos en el enlace de bajada (DL: downlink) en el lado del UE, a fin de garantizar la entrega de unidades PDU de capa superior. El procedimiento de reordenación para unidades SDU del protocolo PDCP de DRB mapeados en el modo UM del control RLC es proporcionado cuando se configura la conectividad dual.

Además, debido a la degradación del enlace de radio del SeNB, el UE puede no recibir los paquetes de datos correctamente, en especial cuando sufre un fallo de enlace de radio. También es posible que haya pérdida de datos cuando se envían las unidades PDU de datos del protocolo PDCP a través de la interfaz X2 entre el MeNB y el SeNB. Se requiere considerar cómo tratar la pérdida real en la interfaz Uu porque el UE no puede diferenciar si la aparición de la "discontinuidad de SN" se debe a la pérdida real de datos o a la ausencia de entrega entre los dos eNB. Se proporcionan procedimientos de reordenación para unidades SDU de protocolo PDCP de DRB mapeados en el modo AM del control RLC cuando se configura la conectividad dual.

Se requieren mejoras para reordenar paquetes PDCP en un sistema de conectividad dual.

US2010/034169A1 divulga un procedimiento para señalar un final de una entrega de un equipo de usuario entre dos eNB.

US2012/155438A1 divulga un procedimiento para reordenar datos de paquetes en una capa de control de enlace de radio.

RESUMEN DE LA INVENCION

Las mejoras mencionadas anteriormente se consiguen por medio de un procedimiento según la reivindicación 1 y un equipo de usuario según la reivindicación 15.

Se proporcionan aparatos y procedimientos para reordenar datos de protocolo PDCP y entregar las unidades SDU de protocolo PDCP a capas superiores en orden ascendente. En un aspecto novedoso, se inicia un proceso de reordenación de protocolo PDCP cuando se detecta una condición de existencia de discontinuidad de protocolo PDCP, lo que indica una discontinuidad de SN entre las unidades SDU de protocolo PDCP de dos entidades RLC paralelas en un búfer de recepción del UE más grande que cero. En una forma de realización, la condición de existencia de discontinuidad de protocolo PDCP se detecta cuando hay al menos una unidad SDU almacenada. La unidad SDU es almacenada cuando el UE detecta que el número de CONTAJE de la última unidad SDU más uno es menor que el número de CONTAJE de la siguiente unidad SDU esperada. En una forma de realización, la totalidad de la unidad o unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas con números de CONTAJE consecutivos empezando por el número de CONTAJE de la unidad SDU recibida son entregadas a capas superiores cuando se detecta la condición de cierre de la discontinuidad en el protocolo PDCP. En otra forma de realización, el proceso de reordenación incluye almacenar correspondientes unidades SDU recibidas y establecer un número de CONTAJE de unidad SDU que sea igual al número de CONTAJE de la unidad SDU siguiente a la unidad SDU con el mayor valor de CONTAJE de unidad SDU. En otra forma de realización más, el proceso de reordenación establece además un número de CONTAJE de unidad SDU de reordenación igual al número de CONTAJE de la siguiente unidad SDU esperada.

En otro aspecto novedoso, se inicia un temporizador de reordenación cuando se detecta una condición de existencia de discontinuidad de protocolo PDCP que indica una discontinuidad de SN entre las unidades SDU de protocolo PDCP de dos entidades RLC paralelas en un búfer de recepción del UE. En una forma de realización, la expiración del temporizador de reordenación es un evento de iniciación de entrega que inicia la entrega de unidades SDU en orden ascendente a capas superiores. En otra forma de realización, el temporizador de reordenación es asociado con el número de CONTAJE de la siguiente unidad SDU esperada cuando el temporizador de reordenación es iniciado. En una forma de realización, el UE está configurado con conectividad dual. Los procedimientos anteriores se podrían aplicar tanto al modo AM del control RLC como al modo UM del control RLC.

A continuación se describen otras formas de realización y ventajas en la descripción detallada. Este resumen no pretende definir la invención. La invención está definida por las reivindicaciones.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Los dibujos adjuntos, en los que números similares indican componentes similares, ilustran formas de realización de la invención.

La Figura 1 ilustra un sistema de comunicaciones inalámbrico de ejemplo de acuerdo con formas de realización de la invención.

La Figura 2 muestra diagramas de bloques de ejemplo que ilustran unas pilas de protocolo del MeNB, del SeNB y del UE.

10 La Figura 3 ilustra un diagrama de flujo de un ejemplo para que una estación móvil reordene unidades SDU de protocolo PDCP en función de si la división de portadores está configurada o no está configurada de acuerdo con formas de realización de la presente invención.

La Figura 4A ilustra un diagrama de flujo de un ejemplo para que una estación móvil procese unidades SDU de protocolo PDCP de RB divididos de acuerdo con formas de realización de la presente invención.

La Figura 4B ilustra un diagrama de flujo de un ejemplo para que una estación móvil procese unidades SDU de protocolo PDCP de RB divididos mapeados en el modo AM del control RLC de acuerdo con formas de realización de la presente invención.

20 La Figura 5 ilustra un diagrama de flujo de un ejemplo para que una estación móvil almacene unidades SDU de protocolo PDCP mapeadas en el modo UM del control RLC o el modo AM del control RLC de acuerdo con formas de realización de la presente invención.

25 La Figura 6 ilustra un ejemplo para que una estación móvil entregue a capas superiores las unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas.

La Figura 7 ilustra un diagrama de flujo de un ejemplo para que una estación móvil controle el temporizador de reordenación para RB divididos de acuerdo con formas de realización de la invención.

30 La Figura 8 ilustra un diagrama de flujo de un ejemplo para que una estación móvil entregue a capas superiores las unidades SDU de protocolo PDCP de RB divididos cuando expira el temporizador de reordenación.

La Figura 9 ilustra un ejemplo para que una estación móvil entregue a capas superiores la totalidad de la unidad o unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas de RB divididos cuando expira el temporizador de reordenación.

La Figura 10 ilustra un diagrama de flujo de ejemplo para que una estación móvil controle el temporizador de reordenación.

40 La Figura 11 ilustra un diagrama de flujo de ejemplo para que una estación móvil entregue a capas superiores partes de las unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas cuando expira el temporizador de reordenación.

La Figura 12 ilustra un diagrama de ejemplo para que una estación móvil entregue a capas superiores partes de las unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas cuando expira el temporizador de reordenación.

45 La Figura 13 ilustra un diagrama de ejemplo para que una estación móvil entregue a capas superiores partes de las unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas cuando expira cada temporizador de reordenación.

La Figura 14 ilustra un diagrama de flujo de ejemplo para que la estación móvil envíe una unidad PDU de estado de protocolo PDCP de acuerdo con formas de realización de la presente invención.

La Figura 15 ilustra un diagrama de flujo de ejemplo para que una estación móvil controle el temporizador de reordenación.

55 La Figura 16 ilustra un diagrama de flujo de ejemplo para que una estación móvil envíe una unidad PDU de estado de protocolo PDCP cuando expira el temporizador de reordenación.

La Figura 17 ilustra un diagrama de ejemplo para que la estación móvil entregue a capas superiores las unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas y envíe una unidad PDU de estado de protocolo PDCP cuando expira el temporizador de reordenación.

La Figura 18 ilustra un diagrama de ejemplo para que una estación móvil entregue a capas superiores las unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas y envíe una unidad PDU de estado de protocolo PDCP cuando expira cada temporizador de reordenación.

- 5 La Figura 19 ilustra un diagrama de ejemplo para que la estación móvil entregue datos a capas superiores en presencia de discontinuidades de SN y rastree en qué unidades PDU de enlace de radio se han recibido.

La Figura 20 ilustra un diagrama de ejemplo para que la estación móvil entregue datos a capas superiores en presencia de discontinuidades de SN y reciba una notificación procedente de una capa inferior de que las capas inferiores han dejado de intentar recibir unidades PDU hasta una determinada unidad PDU.

10

La Figura 21 ilustra un diagrama de ejemplo de pérdida de datos cuando la capa inferior de un enlace de radio es desactivada, desconfigurada, reiniciada, restablecida o reiniciada.

- 15 La Figura 22 es un diagrama de flujo de ejemplo para un proceso de reordenación basado en un temporizador de acuerdo con formas de realización de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

- 20 Ahora se hará referencia en detalle a algunas formas de realización de la invención, ejemplos de las cuales se ilustran en los dibujos adjuntos.

En un aspecto novedoso, un procedimiento para que una estación móvil reordene unidades SDU de protocolo PDCP de un portador de radio (RB: Radio Bearer) dividido comprende: recibir una unidad PDU de datos del protocolo PDCP procedente de capas inferiores; almacenar una unidad SDU de protocolo PDCP; actualizar las variables de estado y entregar a una capa superior las unidades SDU de protocolo PDCP si se recibe y almacena la unidad SDU de protocolo PDCP más antigua que se considera para la reordenación; iniciar o detener el temporizador de reordenación dependiendo de si siguen existiendo "discontinuidades de SN"; actualizar las variables de estado y entregar a una capa superior las unidades SDU de protocolo PDCP si expira el temporizador de reordenación. El procedimiento anterior podría aplicarse al modo AM o modo UM del control RLC.

25

30

Además de usar un SN de protocolo PDCP simple para reordenar, en un sistema 3GPP existe una posibilidad de usar números de CONTAJE para reordenar. Cada unidad SDU de protocolo PDCP es asociada a un valor de CONTAJE. Los bits menos significativos del CONTAJE son los mismos que los del SN de protocolo PDCP, que es transferido con unidades SDU por el protocolo. Los bits más significativos del CONTAJE se denominan número de hiper trama (HFN: hyper frame number). Un HFN no es transferido por el protocolo, sino que es incrementado cada vez que el SN de protocolo PDCP da la vuelta. Para la mayor parte de la funcionalidad de reordenación, el SN y el CONTAJE se pueden aplicar indistintamente.

35

40

En una forma de realización, un procedimiento para actualizar las variables de estado y entregarlas a una capa superior a las unidades SDU de protocolo PDCP comprende además: comprobar si la unidad SDU de protocolo PDCP recibida y almacenada es la unidad SDU de protocolo PDCP más antigua que se considera para la reordenación; actualizar la variable de estado relacionada con la unidad SDU de protocolo PDCP más antigua que se considera para la reordenación para que tanto el SN como el HFN recuerden la siguiente unidad SDU de protocolo PDCP más antigua que no se ha recibido; entregar a la capa superior en orden ascendente del valor de CONTAJE asociado la totalidad de la unidad o unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas inferiores al valor de CONTAJE que corresponde a la siguiente unidad SDU de protocolo PDCP más antigua que no se ha recibido; y actualizar la variable de estado indicando el SN de la última unidad SDU de protocolo PDCP entregada a las capas superiores.

50

En una forma de realización, un procedimiento de controlar el temporizador de reordenación comprende además: si el temporizador de reordenación está en marcha o en funcionamiento, comprobar si se ha cerrado la discontinuidad de SN que provocó la iniciación del temporizador de reordenación; si la discontinuidad de SN está cerrada, detener y reiniciar el temporizador de reordenación; en caso contrario, mantener el temporizador en marcha o en funcionamiento; si el temporizador de reordenación no está en marcha o en funcionamiento, comprobar si existe alguna "discontinuidad de SN" y, en este caso, iniciar el temporizador, y conservar el valor de CONTAJE siguiente al CONTAJE de la unidad SDU de protocolo PDCP que provocó la iniciación del temporizador de reordenación.

55

En una forma de realización, un procedimiento para actualizar las variables de estado y entregar a la capa superior las unidades SDU de protocolo PDCP cuando expira el temporizador de reordenación comprende además: actualizar la variable de estado relacionada con la unidad SDU de protocolo PDCP más antigua que se considera para la reordenación para conservar el valor de CONTAJE siguiente al CONTAJE de la unidad SDU de protocolo PDCP que provocó la iniciación del temporizador de reordenación; entregar a la capa superior en orden ascendente

60

del valor de CONTAJE asociado: la totalidad de la unidad o unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas con un CONTAJE asociado menor que el valor de CONTAJE que corresponde a la siguiente unidad SDU de protocolo PDCP más antigua que no se ha recibido; si aún existe una "discontinuidad de SN", iniciar el temporizador de reordenación y conservar el valor de CONTAJE siguiente al CONTAJE de la unidad SDU de protocolo PDCP que provocó la iniciación del temporizador de reordenación.

En una forma de realización de la divulgación, un procedimiento para que una estación móvil procese unidades SDU de protocolo PDCP de RB divididos comprende: recibir una unidad o unidades PDU de datos del protocolo PDCP procedentes de capas inferiores; almacenar la unidad o unidades PDU del protocolo PDCP; entregar a capas superiores la unidad o unidades PDU del protocolo PDCP almacenadas en orden ascendente del valor de CONTAJE asociado.

En una forma de realización, un procedimiento para que una estación móvil almacene una unidad SDU de protocolo PDCP comprende además: descartar la unidad SDU de protocolo PDCP si se ha almacenado una unidad SDU de protocolo PDCP con el mismo SN; en caso contrario, almacenar la unidad SDU de protocolo PDCP. En otra forma de realización, un procedimiento para que un UE entregue a capas superiores la unidad o unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas comprende: comprobar si la unidad SDU de protocolo PDCP recibida es la siguiente a la última unidad SDU de protocolo PDCP entregada a la capa superior; entregar la totalidad de la unidad o unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas con valor o valores de CONTAJE asociados consecutivamente empezando por el valor de CONTAJE asociado a la unidad SDU de protocolo PDCP recibida; y actualizar la variable de estado indicando el SN de la unidad SDU de protocolo PDCP siguiente a la última unidad SDU de protocolo PDCP entregada a las capas superiores. En otra forma de realización, un procedimiento para que la estación móvil procese unidades SDU de protocolo PDCP de RB divididos comprende además: enviar un informe de estado de protocolo PDCP.

En una forma de realización, el protocolo PDCP utiliza la capacidad de reordenación de capas inferiores. Se supone que una capa inferior implementa una reordenación de una cola, temporizadores de reordenación y otros mecanismos posibles para garantizar una entrega en orden para cada enlace de radio por separado. Entonces se asume que, si la capa inferior ha entregado una unidad PDU con un cierto valor de SN o de CONTAJE, entonces ha "dejado" de esperar unidades PDU con valores de SN o de CONTAJE menores. Además, es posible que las capas inferiores conozcan algo sobre unidades PDU para las cuales se ha intentado su transmisión pero ha fallado, por ejemplo, si la capa inferior implementa una función de descarte. Las capas inferiores también pueden indicar que se ha terminado de procesar una unidad PDU indicando al protocolo PDCP que se considera perdida, mientras que el protocolo PDCP también puede considerar que esta unidad PDU se ha perdido.

La Figura 1 ilustra un sistema de comunicaciones inalámbrico de ejemplo 100 de acuerdo con formas de realización de la invención. El sistema de comunicaciones inalámbrico 100 incluye una o más unidades de infraestructura básica fijas que forman una red distribuida en una región geográfica. La unidad base también se puede denominar un punto de acceso, un terminal de acceso, una estación base, un Nodo-B, eNodo-B, u otra terminología usada en la técnica. Las estaciones base 101 y 102 dan servicio a varias estaciones móviles 103 y 104 dentro de un área de servicio, por ejemplo, una celda, o dentro de un sector celular. En algunos sistemas, una o más estaciones base están acopladas a un controlador formando una red de acceso que está acoplada de manera comunicable a una o más redes centrales. La divulgación, sin embargo, no pretende limitarse a ningún sistema de comunicaciones inalámbrico en particular.

Las estaciones base 101 y 102 transmiten señales de comunicación de enlace de bajada 112 114 y 116 a la estación móvil en el dominio de tiempo y/o frecuencia. Los UE o estaciones móviles 103 y 104 se comunican con una o más unidades básicas 101 y 102 a través de señales de comunicación de enlace de subida 111 113 y 117. El UE o la estación móvil también se pueden denominar teléfono móvil, ordenador portátil, estación de trabajo móvil, etc. En una forma de realización, la red de comunicaciones inalámbrica 100 es un sistema OFDM/OFDMA que comprende una estación base eNB 101 eNB 102 y una pluralidad de estación móvil 103 y estación móvil 104. La conectividad dual es soportada por la red inalámbrica 100. La estación móvil 103 es servida tanto por la estación base eNB 101 como la eNB 102, que están interconectadas entre sí por medio de la interfaz X2, es decir, la interfaz 106. Desde la perspectiva de la estación móvil 103, la estación base eNB 101 es considerada una capa MAC eNB, que tiene una cobertura relativamente mayor. La estación base eNB 102 es considerada un eNB secundario, que tiene una cobertura menor y proporciona recursos de radio adicionales al UE.

La Figura 2 muestra unos diagramas de bloques de ejemplo que ilustran pilas de protocolo del MeNB, seNB y UE. El MeNB 201 tiene una capa física (PHY), una capa Mac (MAC), un control de enlace de radio (RLC) y un protocolo de control de datos en paquetes (PDCP); el SeNB 202 tiene una capa PHY, una capa MAC y un control RLC. La interfaz entre el MeNB y el SeNB es la interfaz X2. Las pilas de protocolo de par (peer) terminadas en el UE 203 incluyen una capa PHY, una capa MAC, un control RLC y un protocolo PDCP. La capa PHY, la capa MAC, el control RLC y el protocolo PDCP que terminan en el UE 203 son las pilas de protocolo de par de los que terminan en el

SeNB 202. La capa PHY, la capa MAC y el control RLC que terminan en el UE 203 son las pilas de protocolo de par (peer) de los que terminan en el MeNB 201. El UE 203 y el MeNB 201 se comunican directamente a través de un enlace de radio. El UE 203 y el SeNB 202 se comunican directamente a través de otro enlace de radio. La Figura 2 muestra además unos diagramas de bloques de ejemplo del UE 203 y del MeNB 201 que soportan algunas formas de realización de la presente invención.

El UE 203 tiene un módulo transceptor de RF 213, acoplado con una antena 216, recibe señales de RF procedentes de la antena 216, las convierte en señales de banda base y las envía al procesador 212. El transceptor de RF 215 también convierte señales de banda base recibidas procedentes del procesador 212, las convierte en señales de RF y las envía a la antena 216. El procesador 212 procesa las señales de banda base recibidas e invoca diferentes módulos funcionales para realizar funciones en el UE 203. La memoria 211 almacena instrucciones y datos de programa 214 para controlar las operaciones del UE 203. La Figura 2 ilustra además unos módulos funcionales de ejemplo del UE 203 que incluyen un receptor de protocolo PDCP 221, un controlador de reordenación de protocolo PDCP 222, un módulo de entrega de protocolo PDCP 223, un temporizador de reordenación 224, un controlador de unidades SDU 225 y un controlador de número de CONTAJE 226. El receptor de protocolo PDCP 221 recibe una o más unidades de datos del protocolo PDCP (PDU) procedentes de capas inferiores. El módulo de reordenación de protocolo PDCP 222 realiza un proceso de reordenación de protocolo PDCP basado en un temporizador cuando se detecta una condición de discontinuidad de protocolo PDCP. El módulo de entrega de protocolo PDCP 223 que entrega un conjunto de unidades de datos de servicio (SDU: service data units) de protocolo PDCP, cada una con un número de CONTAJE que representa un número de secuencia de la unidad SDU, a capas superiores en base a uno o más criterios de entrega cuando se detecta uno o más eventos iniciadores de entrega. El temporizador reordenación 224 inicia un temporizador de reordenación cuando se detecta una condición de existencia de discontinuidad de protocolo PDCP y se detecta que no está en marcha o en funcionamiento ningún temporizador de reordenación. El controlador de unidades SDU 225 almacena las correspondientes unidades SDU recibidas. El controlador de número de CONTAJE 226 establece que el número de CONTAJE de la siguiente unidad SDU esperada sea igual al mayor número de CONTAJE de unidad SDU recibida.

El MeNB 201 tiene un módulo transceptor de RF 233, acoplado con la antena 236, que recibe señales de RF procedentes de la antena 236, las convierte en señales de banda base y las envía al procesador 232. El transceptor de RF 233 también convierte las señales de banda base recibidas procedentes del procesador 232, las convierte en señales de RF y las envía a la antena 236. El procesador 232 procesa las señales de banda base recibidas e invoca diferentes módulos funcionales para realizar funciones en el MeNB 201. La memoria 233 almacena instrucciones y datos de programa para controlar las operaciones del MeNB 201. Una pila de protocolo 235 realiza una tarea de pila de control mejorada de acuerdo con formas de realización de la presente invención. Se entiende por parte de un experto ordinario en la materia que se aplican estructuras similares al SeNB 202, en el que la pila de protocolo para portadores divididos es diferente a la del MeNB. Las diferencias de la pila de protocolo entre el MeNB 201 y el SeNB 202 también se ilustran en la Figura 2.

En una forma de realización, el sistema de comunicaciones utiliza la capa de protocolo PDCP para realizar compresión y descompresión de encabezados para paquetes IP, cifrado y descifrado para datos del plano de usuario y plano de control, y protección y verificación de integridad para datos del plano de control, y entrega en secuencia de unidades PDU de capa superior en el restablecimiento de capas inferiores. Un ejemplo de capa de protocolo PDCP incluye el desarrollo de la Evolución a Largo Plazo (LTE) del estándar UMTS del 3GPP.

En una forma de realización, un procedimiento para que una estación móvil procese unidades SDU de protocolo PDCP de RB divididos comprende: recibir una unidad o unidades PDU de datos del protocolo PDCP procedentes de capas inferiores; almacenar la unidad o unidades SDU del protocolo PDCP; entregar a capas superiores la unidad o unidades SDU del protocolo PDCP almacenadas en orden ascendente del valor de CONTAJE asociado. En otra forma de realización, un procedimiento para que una estación móvil procese protocolos PDCP de RB divididos comprende además actualizar la variable de estado indicando el SN de la unidad SDU de protocolo PDCP siguiente a la última unidad SDU de protocolo PDCP entregada a las capas superiores.

En una forma de realización, un procedimiento para que una estación móvil almacene una unidad SDU de protocolo PDCP comprende además descartar la unidad SDU de protocolo PDCP si se ha almacenado una unidad SDU de protocolo PDCP con el mismo SN; en caso contrario, almacenar la unidad SDU de protocolo PDCP. En otro procedimiento para que una estación móvil entregue a capas superiores la unidad o unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas en orden ascendente del valor de CONTAJE asociado, comprende además: comprobar si la unidad SDU de protocolo PDCP recibida es la siguiente a la última unidad SDU de protocolo PDCP entregada a la capa superior; entregar la totalidad de la unidad o unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas con valores de CONTAJE consecutivamente asociados empezando por el valor de CONTAJE asociado a la unidad SDU de protocolo PDCP recibida. En otra forma de realización más, un procedimiento para que una estación móvil entregue a capas superiores la unidad o unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas en orden ascendente del valor de CONTAJE asociado, comprende además: comprobar si expira un temporizador de reordenación; entregar a capas

superiores la totalidad de la unidad o unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas en orden ascendente del valor de CONTAJE asociado.

En una forma de realización, un procedimiento para que una estación móvil controle el temporizador de reordenación comprende además: si el temporizador de reordenación está en marcha o en funcionamiento, comprobar si todas las "discontinuidades de SN" están cerradas; si todas las discontinuidades de SN están cerradas, detener y reiniciar el temporizador de reordenación; de lo contrario, mantener el temporizador funcionando como tal; si el temporizador de reordenación no está en marcha o en funcionamiento, comprobar si existe alguna "discontinuidad de SN" e iniciar el temporizador si existe una "discontinuidad de SN".

En una forma de realización, un procedimiento para que una estación móvil compruebe si existe una "discontinuidad de SN" comprende además: comprobar si el valor de CONTAJE siguiente al CONTAJE de la última unidad SDU de protocolo PDCP entregada a las capas superiores es menor que el valor de CONTAJE de la siguiente unidad SDU de protocolo PDCP esperada; si este es el caso, se considera que existe una discontinuidad de SN.

En una forma de realización, un procedimiento para que una estación móvil compruebe si todas las "discontinuidades de SN" están cerradas comprende además: comprobar si el valor de CONTAJE siguiente al CONTAJE de la última unidad SDU de protocolo PDCP entregada a las capas superiores es igual al valor de CONTAJE de la siguiente unidad SDU de protocolo PDCP esperada; si este es el caso, todas las discontinuidades de SN se consideran cerradas.

En una forma de realización, un procedimiento para que una estación móvil entregue a capas superiores la unidad o unidades SDU del protocolo PDCP almacenadas en orden ascendente del valor de CONTAJE asociado comprende además: comprobar si expira un temporizador de reordenación; entregar a las capas superiores partes de la unidad o unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas en orden ascendente del valor de CONTAJE asociado.

En una forma de realización, un procedimiento para que una estación móvil controle el temporizador de reordenación comprende además: si el temporizador de reordenación está en marcha o en funcionamiento, comprobar si se ha cerrado la discontinuidad de SN que provocó la iniciación del temporizador de reordenación; si la discontinuidad de SN está cerrada, detener y reiniciar el temporizador de reordenación; en caso contrario, mantener el temporizador en marcha o en funcionamiento de la misma manera; si el temporizador de reordenación no está en marcha o en funcionamiento, comprobar si existe alguna "discontinuidad de SN" y, en este caso, iniciar el temporizador, y conservar el valor de CONTAJE siguiente al CONTAJE de la unidad SDU de protocolo PDCP que provocó la iniciación del temporizador de reordenación.

En una forma de realización, un procedimiento para que una estación móvil entregue a capas superiores partes de la unidad o unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas cuando expira el temporizador de reordenación, comprende además: entregar a la capa superior la totalidad de la unidad o unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas con un CONTAJE asociado que no es mayor que el CONTAJE de la unidad SDU de protocolo PDCP que provocó la iniciación del temporizador de reordenación; si aún existe "discontinuidad de SN", iniciar el temporizador de reordenación y conservar el valor de CONTAJE siguiente al CONTAJE de la unidad SDU de protocolo PDCP que provocó la iniciación del temporizador de reordenamiento.

En una forma de realización, la unidad SDU de protocolo PDCP que inicia el temporizador de reordenación es la última unidad SDU de protocolo PDCP recibida procedente de capas inferiores, cuyo valor de CONTAJE es mayor que el valor de CONTAJE de la última unidad SDU de protocolo PDCP entregada a las capas superiores. El CONTAJE siguiente al CONTAJE de la unidad SDU de protocolo PDCP, que provocó la iniciación del temporizador de reordenación, es el CONTAJE para la siguiente unidad SDU de protocolo PDCP esperada.

En una forma de realización, un procedimiento para que una estación móvil compruebe si existe una "discontinuidad de SN" comprende además: comprobar si el valor de CONTAJE siguiente al CONTAJE de la última unidad SDU de protocolo PDCP entregada a las capas superiores es menor que el valor de CONTAJE de la siguiente unidad SDU de protocolo PDCP esperada; si es este el caso, se considera que existe una discontinuidad de SN.

En una forma de realización, un procedimiento para que una estación móvil compruebe si se ha cerrado una "discontinuidad de SN" comprende además: comprobar si el valor de CONTAJE de la última unidad SDU de protocolo PDCP entregada a las capas superiores es mayor que el valor de CONTAJE de la unidad SDU de protocolo PDCP que provocó la iniciación del temporizador de reordenación; si es este el caso, se considera que la discontinuidad de SN está cerrada.

En una forma de realización, un procedimiento para que una estación móvil entregue a capas superiores la unidad o unidades SDU del protocolo PDCP almacenadas en orden ascendente del valor de CONTAJE asociado, comprende además: iniciar un temporizador de reordenación ante la aparición de cada "discontinuidad de SN", y conservar el

valor de CONTAJE siguiente al CONTAJE de la unidad SDU de protocolo PDCP que provocó la iniciación del temporizador de reordenación. Por lo tanto, puede haber varios temporizadores de reordenación funcionando simultáneamente, cada uno de los cuales corresponde a una discontinuidad de SN.

- 5 En una forma de realización, un procedimiento para que una estación móvil controle cada uno de los temporizadores de reordenación comprende además: si el temporizador de reordenación está en marcha o en funcionamiento, comprobar si se ha cerrado la discontinuidad de SN que provocó la iniciación del temporizador de reordenación; si la discontinuidad de SN está cerrada, detener y reiniciar el temporizador de reordenación; en caso contrario, mantener el temporizador en marcha o en funcionamiento de la misma manera.
- 10 En una forma de realización, un procedimiento para que una estación móvil entregue a capas superiores partes de la unidad o unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas cuando expira cada temporizador de reordenación comprende además entregar a capas superiores la totalidad de la unidad o unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas con valores de CONTAJE asociados que no son mayores que el CONTAJE de la unidad SDU de protocolo PDCP que provocó la iniciación del temporizador de reordenación.
- 15 En una forma de realización, la unidad SDU de protocolo PDCP que inicia el temporizador de reordenación es la unidad SDU de protocolo PDCP recibida procedente de capas inferiores, cuyo valor de CONTAJE es mayor que el valor de CONTAJE de la siguiente unidad SDU de protocolo PDCP esperada, que no se ha actualizado.
- 20 En una forma de realización, un procedimiento para que una estación móvil compruebe si aparece una nueva "discontinuidad de SN" comprende además: comprobar si el valor de CONTAJE de la unidad SDU de protocolo PDCP recibida es mayor que el valor de CONTAJE de la siguiente unidad SDU de protocolo PDCP esperada, que no se ha actualizado; si este es el caso, se considera que ha aparecido una nueva discontinuidad de SN.
- 25 En una forma de realización, un procedimiento para que una estación móvil entregue a capas superiores la unidad o unidades UPDP almacenadas en orden ascendente del valor de CONTAJE asociado, comprende además: recibir una indicación procedente de capas inferiores; entregar a capas superiores la totalidad de la unidad o unidades UPDP almacenadas en orden ascendente del valor de CONTAJE asociado. En otra forma de realización, la indicación se genera a partir de un control RLC que indica que el control RLC deja de esperar a las unidades PDU de datos del protocolo PDCP que no están en orden.
- 30 En una forma de realización de la divulgación, un procedimiento para que una estación móvil procese la unidad o unidades SDU de protocolo PDCP de RB divididos comprende: recibir la unidad o unidades PDU de datos del protocolo PDCP procedentes de capas inferiores; almacenar la unidad o unidades SDU de protocolo PDCP; entregar a capas superiores la unidad o unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas en orden ascendente del valor de CONTAJE asociado.
- 35 En una forma de realización, un procedimiento para que una estación móvil almacene una unidad SDU de protocolo PDCP comprende además descartar la unidad SDU de protocolo PDCP si se ha almacenado una unidad SDU de protocolo PDCP con el mismo SN; en caso contrario, almacenar la unidad SDU de protocolo PDCP.
- 40 En una forma de realización, un procedimiento para que un equipo de usuario entregue a capas superiores la unidad o unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas comprende: comprobar si la unidad SDU de protocolo PDCP recibida es la siguiente a la última unidad SDU de protocolo PDCP entregada a la capa superior; entregar la totalidad de la unidad o unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas con valor o valores de CONTENIDO asociados consecutivamente empezando por el valor de CONTAJE asociado a la unidad SDU de protocolo PDCP recibida; y actualizar la variable de estado indicando el SN de la unidad SDU de protocolo PDCP siguiente a la última unidad SDU de protocolo PDCP entregada a las capas superiores.
- 45 En una forma de realización, un procedimiento para que la estación móvil procese unidades SDU de protocolo PDCP de RB divididos comprende además enviar un informe de estado de protocolo PDCP.
- 50 En una forma de realización, un procedimiento para que la estación móvil envíe el informe de estado de protocolo PDCP comprende además compilar un informe de estado de protocolo PDCP y enviarlo a capas inferiores asociadas con el macro grupo de celdas (MCG: macro cell group).
- 55 En una forma de realización, un procedimiento para que la estación móvil envíe el informe de estado de protocolo PDCP comprende además: actualizar las variables de estado relacionadas con la primera unidad SDU de protocolo PDCP no recibida pero no notificada como perdida; comprobar si expira un temporizador de reordenación; si este es el caso, compilar el informe de estado de protocolo PDCP.
- 60

En una forma de realización, un procedimiento para que la estación móvil actualice la variable de estado relacionada con la primera unidad SDU de protocolo PDCP no recibida pero no notificada como perdida, comprende además: actualizar las variables de estado al valor de CONTAJE de la primera unidad SDU de protocolo PDCP, que no se ha recibido y con un valor de CONTAJE mayor que el valor de CONTAJE de las variables de estado actuales, si se recibe la unidad SDU de protocolo PDCP con valor de CONTAJE igual al valor de CONTAJE de las variables de estado actuales.

En una forma de realización, un procedimiento para que la estación móvil controle el temporizador de reordenación comprende además: si el temporizador de reordenación está en marcha o en funcionamiento, comprobar si se ha cerrado la discontinuidad de SN que provocó la iniciación del temporizador de reordenación; si la discontinuidad de SN está cerrada, detener y reiniciar el temporizador de reordenación; en caso contrario, mantener el temporizador en marcha o en funcionamiento de la misma manera; si el temporizador de reordenación no está en marcha o en funcionamiento, comprobar si existe alguna "discontinuidad de SN" y, en este caso, iniciar el temporizador, y conservar el valor de CONTAJE siguiente al CONTAJE de la unidad SDU de protocolo PDCP que provocó la iniciación del temporizador de reordenación.

En una forma de realización, la unidad SDU de protocolo PDCP que inicia el temporizador de reordenación es la última unidad SDU de protocolo PDCP recibida procedente de capas inferiores, cuyo valor de CONTAJE es mayor que el valor de CONTAJE de la última unidad SDU de protocolo PDCP entregada a las capas superiores. El CONTAJE siguiente al CONTAJE de la unidad SDU de protocolo PDCP, que provocó la iniciación del temporizador de reordenación, es el CONTAJE para la siguiente unidad SDU de protocolo PDCP esperada.

En una forma de realización, un procedimiento para que una estación móvil compruebe si existe una "discontinuidad de SN" comprende además: comprobar si el valor de CONTAJE siguiente al CONTAJE de la última unidad SDU de protocolo PDCP entregada a las capas superiores es menor que el valor de CONTAJE de la siguiente unidad SDU de protocolo PDCP esperada; si es este el caso, se considera que existe una discontinuidad de SN.

En una forma de realización, un procedimiento para que una estación móvil compruebe si se ha cerrado una "discontinuidad de SN" comprende además: comprobar si el valor de CONTAJE de la última unidad SDU de protocolo PDCP entregada a las capas superiores no es menor que el valor de CONTAJE de la unidad SDU de protocolo PDCP que provocó la iniciación del temporizador de reordenación; si es este el caso, se considera que la discontinuidad de SN está cerrada.

En una forma de realización, un procedimiento para que la estación móvil envíe el informe de estado de protocolo PDCP cuando expira el temporizador de reordenación, comprende además: actualizar la variable de estado relativa a la primera unidad SDU de protocolo PDCP no recibida pero no notificada como perdida, cuyo valor de CONTAJE es igual a o mayor que el siguiente al CONTAJE de la unidad SDU de protocolo PDCP que provocó la iniciación del temporizador de reordenación; comprobar si existe alguna "discontinuidad de SN" siguiente a la primera unidad SDU de protocolo PDCP no recibida pero no notificada como perdida; si es este el caso, iniciar el temporizador y mantener el valor de CONTAJE siguiente al CONTAJE de la unidad SDU de protocolo PDCP que provocó la iniciación del temporizador de reordenación.

En una forma de realización, un procedimiento para que la estación móvil determine si existe una "discontinuidad de SN" siguiente a la primera unidad SDU de protocolo PDCP no recibida pero no notificada como perdida, comprende además: comprobar si el valor de CONTAJE de la primera unidad SDU de protocolo PDCP no recibida pero no notificada como perdida es menor que el valor de CONTAJE de la siguiente unidad SDU de protocolo PDCP esperada; si este es el caso, se considera que existe una discontinuidad de SN. En otra forma de realización, un procedimiento de compilar un informe de ESTADO comprende además: establecer un campo FNR igual al SN de protocolo PDCP de la primera unidad SDU de protocolo PDCP no recibida pero no notificada como perdida. En otra forma de realización más, el campo FNR es un nuevo campo, y contiene el SN de protocolo PDCP actual (después de la actualización) de la primera unidad SDU de protocolo PDCP no recibida, no notificada como perdida. La longitud del campo es igual a la longitud de la discontinuidad de SN de protocolo PDCP.

Cuando el lado de transmisión de una entidad PDCP recibe un informe de ESTADO, interpretará que todas las unidades PDU de datos del protocolo PDCP hasta, pero sin incluir, la unidad SDU de protocolo PDCP con SN = FNR han sido recibidas por su entidad PDCP par (peer), excluyendo las unidades SDU de protocolo PDCP indicadas en el informe de ESTADO con SN igual a la primera unidad SDU perdida (FMS) y con SN correspondiente a la posición de bit en el mapa de bits igual a cero.

En el siguiente ejemplo de la forma de realización, se definen las variables de estado necesarias para la reordenación, que comprenden: un HFN y un SN para la unidad SDU de protocolo PDCP con el valor del CONTAJE siguiente al CONTAJE de la unidad SDU de protocolo PDCP que provocó la iniciación del temporizador de reordenación, denominadas Reordering_PDCP_HFN y Reordering_PDCP_SN, respectivamente. El correspondiente

valor de CONTAJE se compone del Reordering_PDCP_HFN y Reordering_PDCP_SN. El HFN y SN para la siguiente unidad SDU de protocolo PDCP esperada, denotados como NEXT_RX_HFN y RX_HFN respectivamente; y el correspondiente valor de CONTAJE se compone de RX_HFN y NEXT_RX_HFN. El HFN y SN para la última unidad SDU de protocolo PDCP entregada a las capas superiores, denotados como Last_Submitted_PDCP_RX_SN y Last_Submitted_PDCP_HFN.

El procedimiento al que se hace referencia a continuación en la especificación actual se debe realizar en primer lugar antes de cada uno de los ejemplos.

10 En el caso de RB divididos, ante la recepción de una unidad PDU de datos del protocolo PDCP procedente de capas inferiores, el UE deberá realizar lo siguiente:

- si (el SN de protocolo PDCP recibido – Last_Submitted_PDCP_RX_SN > Ventana de Reordenación o $0 \leq \text{Last_Submitted_PDCP_RX_SN} - \text{SN de protocolo PDCP recibido} < \text{Ventana de Reordenación}$)
 - 15 ◦ si el SN de protocolo PDCP recibido > siguiente PDCP_RX_SN:
 - descifrar la unidad PDU de protocolo PDCP, utilizando el CONTAJE en base a RX_HFN – 1 y al SN de protocolo PDCP recibido;
 - si no:
 - descifrar la unidad PDU de protocolo PDCP, utilizando el CONTAJE en base a RX_HFN y al SN de protocolo
 - 20 PDCP recibido;
 - realizar una descompresión de encabezado (si está configurada)
 - descartar esta unidad SDU de protocolo PDCP;
 - si no, si el siguiente PDCP_RX_SN – SN de protocolo PDCP recibido > Ventana de Reordenación:
 - incrementar RX_HFN en uno;
 - 25 ◦ utilizar el CONTAJE en base al RX_HFN y al SN de protocolo PDCP recibido para descifrar la unidad PDU de protocolo PDCP;
 - siguiente PDCP_RX_SN = SN de protocolo PDCP recibido + 1;
 - si no, si el SN de protocolo PDCP recibido – siguiente PDCP_RX_SN $\geq$ Ventana de Reordenación:
 - utilizar el CONTAJE en base a RX_HFN – 1 y al SN de protocolo PDCP recibido para descifrar la unidad PDU de
 - 30 protocolo PDCP;
 - si no, si el SN de protocolo PDCP recibido $\geq$ siguiente PDCP_RX_SN:
 - si el SN de protocolo PDCP recibido > siguiente PDCP_RX_SN:
 - establecer siguiente PDCP_RX_SN antiguo igual a siguiente PDCP_RX_SN;
 - establecer Rx_HFN antiguo igual a RX_HFN;

35 Estas dos etapas para el Ejemplo 2.

- utilizar el CONTAJE en base a RX_HFN y al SN de protocolo PDCP recibido para descifrar la unidad PDU de protocolo PDCP;
- 40 ◦ establecer siguiente PDCP_RX_SN igual al SN de protocolo PDCP recibido + 1;
- Si el siguiente PDCP_RX_SN > PDCP_SN máximo:
 - establecer siguiente PDCP_RX_SN igual a 0;
 - incrementar RX_HFN en uno;
- 45 • si no, si el SN de protocolo PDCP recibido < siguiente PDCP_RX_SN:
 - utilizar el CONTAJE en base a RX_HFN y al SN de protocolo PDCP recibido para descifrar la unidad PDU de protocolo PDCP;
 - si la unidad PDU del protocolo SN de protocolo PDCP ha sido descartada anteriormente:
 - realizar el descifrado y la descompresión de encabezado (si está configurado) para la unidad PDU de
 - 50 protocolo PDCP;
 - si se almacena una unidad SDU de protocolo PDCP con el mismo SN de protocolo PDCP:
 - descartar esta unidad SDU de protocolo PDCP;
 - si no:
 - almacenar la unidad SDU de protocolo PDCP;

55 A continuación, se describe un ejemplo (Ejemplo 1) de acuerdo con formas de realización de la presente invención.

- si el SN de protocolo PDCP recibido = Last_Submitted_PDCP_RX_SN + 1 o el SN de protocolo PDCP recibido = Last_Submitted_PDCP_RX_SN – PDCP_SN máximo:
- 60 ◦ entregar a capas superiores en orden ascendente del valor de CONTAJE asociado:
 - la totalidad de la unidad o unidades SDU de protocolo PDCP con valor o valores de CONTAJE asociados consecutivamente empezando por el valor de CONTAJE asociado con la unidad SDU de protocolo PDCP almacenada;

- establecer Last_Submitted_PDCP_RX_SN igual al SN de protocolo PDCP de la última unidad SDU de protocolo PDCP entregada a capas superiores;
 - establecer Last_Submitted_PDCP_HFN igual al SN de protocolo PDCP de la última unidad SDU de protocolo PDCP entregada a capas superiores;
 - 5 ◦ Si Last_Submitted_PDCP_RX_SN + 1 es mayor que el PDCP_SN máximo:
 - establecer Last_Submitted_PDCP_RX_SN + 1 igual a 0;
 - usar CONTAJE que corresponde al Last_Submitted_PDCP_RX_SN + 1 en base a Last_Submitted_PDCP_HFN + 1 y SN = 0;
 - si el temporizador de reordenación de protocolo PDCP está en marcha o en funcionamiento:
 - 10 ◦ si CONTAJE que corresponde a Reordering_PDCP_SN = CONTAJE que corresponde al Last_Submitted_PDCP_RX_SN + 1;
 - detener y reiniciar el temporizador de reordenación de protocolo PDCP;
 - si el temporizador de reordenación de protocolo PDCP no está en marcha o en funcionamiento:
 - si CONTAJE que corresponde al siguiente PDCP_RX_SN > CONTAJE que corresponde al
 - 15 Last_Submitted_PDCP_RX_SN + 1;
 - iniciar el temporizador de reordenación de protocolo PDCP; Cuando expira el temporizador de reordenación de protocolo PDCP:
 - entregar a capas superiores en orden ascendente del valor de CONTAJE asociado;
 - la totalidad de la unidad o unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas con un valor de CONTAJE
 - 20 asociado menor que el valor de CONTAJE que corresponde al siguiente PDCP_RX_SN;
 - establecer Last_Submitted_PDCP_RX_SN igual al SN de protocolo PDCP de la última unidad SDU de protocolo PDCP entregada a capas superiores.
- A continuación se describe un ejemplo (Ejemplo 2) de acuerdo con formas de realización de la presente invención.
- 25 ◦ si el SN de protocolo PDCP recibido = Last_Submitted_PDCP_RX_SN + 1 o el SN de protocolo PDCP recibido = Last_Submitted_PDCP_RX_SN – PDCP_SN máximo:
 - entregar a capas superiores en orden ascendente del valor de CONTAJE asociado:
 - la totalidad de la unidad o unidades SDU de protocolo PDCP con valor o valores de CONTAJE asociados
- 30 consecutivamente empezando por el valor de CONTAJE asociado con la unidad SDU de protocolo PDCP almacenada;
 - establecer Last_Submitted_PDCP_RX_SN igual al SN de protocolo PDCP de la última unidad SDU de protocolo PDCP entregada a capas superiores;
 - establecer Last_Submitted_PDCP_HFN igual al SN de protocolo PDCP de la última unidad SDU de protocolo
- 35 PDCP entregada a capas superiores;
 - si Last_Submitted_PDCP_RX_SN + 1 es mayor que el PDCP_SN máximo:
 - establecer Last_Submitted_PDCP_RX_SN + 1 igual a 0;
 - usar CONTAJE que corresponde al Last_Submitted_PDCP_RX_SN + 1 en base a Last_Submitted_PDCP_HFN + 1 y SN = 0;
- 40 ◦ si el temporizador de reordenación de protocolo PDCP está en marcha o en funcionamiento:
 - si CONTAJE que corresponde a Reordering_PDCP_SN <= CONTAJE que corresponde al Last_Submitted_PDCP_RX_SN + 1;
 - detener y reiniciar el temporizador de reordenación de protocolo PDCP;
- 45 Si el reordenamiento de t-SN de protocolo PDCP está en marcha o en funcionamiento:
 - Si CONTAJE que corresponde al siguiente PDCP_RX_SN > CONTAJE que corresponde al Last_Submitted_PDCP_RX_SN + 1;
 - iniciar el temporizador de reordenación de protocolo PDCP;
- 50 ◦ establecer Reordering_PDCP_SN igual al siguiente PDCP_RX_SN, y establecer Reordering_PDCP_HFN igual a RX_HFN;
 - Cuando expira el temporizador de reordenación de protocolo PDCP,
 - entregar a capas superiores en orden ascendente del valor de CONTAJE asociado:
 - la totalidad de la unidad o unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas con un valor de CONTAJE
- 55 asociado menor que el valor de CONTAJE que corresponde a Reordering_PDCP_SN;
 - establecer Last_Submitted_PDCP_RX_SN igual al SN de protocolo PDCP de la última unidad SDU de protocolo PDCP entregada a capas superiores.
 - si CONTAJE que corresponde al siguiente PDCP_RX_SN > CONTAJE que corresponde al Last_Submitted_PDCP_RX_SN + 1;
- 60 ◦ iniciar el temporizador de reordenación de protocolo PDCP;
 - establecer Reordering_PDCP_SN igual al siguiente PDCP_RX_SN, y establecer Reordering_PDCP_HFN igual a RX_HFN;

A continuación se describe un ejemplo (Ejemplo 3) de acuerdo con formas de realización de la presente invención.

- si el SN de protocolo PDCP recibido = Last_Submitted_PDCP_RX_SN + 1 o el SN de protocolo PDCP recibido = Last_Submitted_PDCP_RX_SN – PDCP_SN máximo:
 - 5 ◦ entregar a capas superiores en orden ascendente del valor de CONTAJE asociado:
 - la totalidad de la unidad o unidades SDU de protocolo PDCP con valor o valores de CONTAJE asociados consecutivamente empezando por el valor de CONTAJE asociado con la unidad SDU de protocolo PDCP almacenada;
 - 10 ◦ establecer Last_Submitted_PDCP_RX_SN igual al SN de protocolo PDCP de la última unidad SDU de protocolo PDCP entregada a capas superiores;
 - establecer Last_Submitted_PDCP_HFN igual al SN de protocolo PDCP de la última unidad SDU de protocolo PDCP entregada a capas superiores;
 - si Last_Submitted_PDCP_RX_SN + 1 es mayor que el PDCP_SN máximo:
 - 15 ▪ establecer Last_Submitted_PDCP_RX_SN + 1 igual a 0;
 - usar el CONTAJE que corresponde al Last_Submitted_PDCP_RX_SN + 1 en base a Last_Submitted_PDCP_HFN + 1 y SN = 0;
 - Si el CONTAJE que corresponde al siguiente PDCP_RX_SN > CONTAJE que corresponde al siguiente
 - 20 PDCP_RX_SN antiguo;
 - iniciar un temporizador de reordenación de protocolo PDCP;
 - establecer Reordering_PDCP_SN igual al siguiente PDCP_RX_SN, y establecer Reordering_PDCP_HFN igual a RX_HFN para este temporizador de reordenación de protocolo PDCP;
 - 25 ▪ Para cada temporizador de reordenación de protocolo PDCP, si el temporizador de reordenación de protocolo PDCP está en marcha o en funcionamiento:
 - si el CONTAJE que corresponde a Reordering_PDCP_SN <= CONTAJE que corresponde al Last_Submitted_PDCP_RX_SN + 1;
 - detener y reiniciar el temporizador de reordenación de protocolo PDCP;
 - 30 Cuando expira un temporizador de reordenación de protocolo PDCP,
 - entregar a capas superiores en orden ascendente del valor de CONTAJE asociado;
 - la totalidad de la unidad o unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas con un valor de CONTAJE asociado menor que el valor de CONTAJE que corresponde a Reordering_PDCP_SN;
 - 35 ▪ establecer Last_Submitted_PDCP_RX_SN igual al SN de protocolo PDCP de la última unidad SDU de protocolo PDCP entregada a capas superiores.
- En el caso de RB divididos, ante la recepción de una unidad PDU de datos del protocolo PDCP procedente de capas inferiores, el UE deberá realizar lo siguiente:
- 40 ▪ si el SN de protocolo PDCP recibido – Last_Submitted_PDCP_RX_SN > Ventana de Reordenación o 0 <= Last_Submitted_PDCP_RX_SN – SN de protocolo PDCP recibido < Ventana de Reordenación:
 - si el SN de protocolo PDCP recibido > siguiente PDCP_RX_SN:
 - 45 ▪ descifrar la unidad PDU de protocolo PDCP, utilizando el CONTAJE en base a RX_HFN – 1 y al SN de protocolo PDCP recibido;
 - si no:
 - descifrar la unidad PDU de protocolo PDCP, utilizando el CONTAJE en base a RX_HFN y al SN de protocolo PDCP recibido;
 - 50 ▪ realizar la descompresión de encabezado (si está configurado);
 - descartar esta unidad SDU de protocolo PDCP;
 - si no, si el siguiente PDCP_RX_SN – SN de protocolo PDCP recibido > Ventana de Reordenación:
- 55 ◦ incrementar RX_HFN en uno;
- utilizar el CONTAJE en base a RX_HFN y al SN de protocolo PDCP recibido para descifrar la unidad PDU de protocolo PDCP;
- establecer siguiente PDCP_RX_SN igual al SN de protocolo PDCP recibido + 1;
- 60 ▪ si no, si el SN de protocolo PDCP recibido – siguiente PDCP_RX_SN >= Ventana de Reordenación:
 - utilizar el CONTAJE en base a RX_HFN – 1 y al SN de protocolo PDCP recibido para descifrar la unidad PDU de protocolo PDCP;
 - si no, si el SN de protocolo PDCP recibido >= siguiente PDCP_RX_SN:

Si el SN de protocolo PDCP recibido > siguiente PDCP_RX_SN:

establecer siguiente PDCP_RX_SN antiguo igual a siguiente PDCP_RX_SN;
establecer Rx_HFN antiguo igual a RX_HFN;

5

Estas dos etapas para el Ejemplo 2.

◦ utilizar el CONTAJE en base a RX_HFN y al SN de protocolo PDCP recibido para descifrar la unidad PDU de protocolo PDCP;

10 ◦ establecer siguiente PDCP_RX_SN igual al SN de protocolo PDCP recibido + 1;
◦ Si el siguiente PDCP_RX_SN es mayor que el PDCP_SN máximo:

◦ establecer siguiente PDCP_RX_SN igual a 0;
◦ incrementar RX_HFN en uno;

15

◦ si no, si el SN de protocolo PDCP recibido < siguiente PDCP_RX_SN:

◦ utilizar el CONTAJE en base a RX_HFN y al SN de protocolo PDCP recibido para descifrar la unidad PDU de protocolo PDCP;

20 ◦ si la unidad PDU del protocolo SN de protocolo PDCP ha sido descartada anteriormente:

▪ realizar el descifrado y la descompresión de encabezado (si está configurado) para la unidad PDU de protocolo PDCP;

▪ si está almacenada una unidad SDU de protocolo PDCP con el mismo SN de protocolo PDCP:

25 - descartar esta unidad SDU de protocolo PDCP;

▪ si no:

- almacenar la unidad SDU de protocolo PDCP;

A continuación se describe un ejemplo (Ejemplo 1) de acuerdo con formas de realización de la presente invención.

30

◦ si el SN de protocolo PDCP = PDCP_SN de estado:

◦ establecer PDCP_SN de estado igual al SN de protocolo PDCP de la primera unidad SDU de protocolo PDCP con SN > PDCP_SN de estado actual que no se ha recibido;

◦ si el SN de protocolo PDCP recibido = Last_Submitted_PDCP_RX_SN + 1 o el SN de protocolo PDCP recibido = Last_Submitted_PDCP_RX_SN – PDCP_SN máximo:

35

◦ entregar a capas superiores en orden ascendente del valor de CONTAJE asociado:

◦ la totalidad de la unidad o unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas con valor o valores de CONTAJE asociados consecutivamente empezando por el valor de CONTAJE asociado con la unidad SDU de protocolo PDCP almacenada;

40

◦ establecer Last_Submitted_PDCP_RX_SN igual al SN de protocolo PDCP de la última unidad SDU de protocolo PDCP entregada a capas superiores;

◦ establecer Last_Submitted_PDCP_HFN igual al SN de protocolo PDCP de la última unidad SDU de protocolo PDCP entregada a capas superiores;

45

◦ si Last_Submitted_PDCP_RX_SN + 1 es mayor que el PDCP_SN máximo:

▪ establecer Last_Submitted_PDCP_RX_SN + 1 igual a 0;

▪ usar el CONTAJE que corresponde al Last_Submitted_PDCP_RX_SN + 1 en base a Last_Submitted_PDCP_HFN + 1 y SN = 0;

50

◦ si el temporizador de reordenación de protocolo PDCP está en marcha o en funcionamiento:

◦ Si el CONTAJE que corresponde a Reordering_PDCP_SN <= CONTAJE que corresponde al Last_Submitted_PDCP_RX_SN + 1;

▪ detener y reiniciar el temporizador de reordenación de protocolo PDCP;

55

◦ si el temporizador de reordenación de protocolo PDCP no está en marcha o en funcionamiento:

◦ Si el CONTAJE que corresponde al siguiente PDCP_RX_SN > CONTAJE que corresponde al Last_Submitted_PDCP_RX_SN + 1;

▪ iniciar el temporizador de reordenación de protocolo PDCP;

60

▪ establecer el Reordering_PDCP_SN igual al siguiente PDCP_RX_SN, y

▪ establecer Reordering_PDCP_HFN igual a RX_HFN;

Cuando expira el temporizador de reordenación de protocolo PDCP,

- actualizar el PDCP_SN de estado igual al SN de la primera SDU de protocolo PDCP perdida que tiene CONTAJE $\geq$ CONTAJE que corresponde al Reordering_PDCP_SN;

- Si el CONTAJE que corresponde al siguiente PDCP_RX_SN $>$ CONTAJE que corresponde al PDCP_SN de estado;

- iniciar el temporizador de reordenación de protocolo PDCP;
- establecer el Reordering_PDCP_SN igual al siguiente PDCP_RX_SN, y establecer el Reordering_PDCP_HFN igual a RX_HFN.

A continuación se describe un ejemplo (Ejemplo 2) de acuerdo con formas de realización de la presente invención.

- si el SN de protocolo PDCP recibido = PDCP_SN de estado;
- establecer el PDCP_SN de estado igual al SN de protocolo PDCP de la primera unidad SDU de protocolo PDCP con SN $>$ PDCP_SN de estado actual que no se ha recibido;
- si el SN de protocolo PDCP recibido = Last_Submitted_PDCP_RX_SN + 1 o el SN de protocolo PDCP recibido = Last_Submitted_PDCP_RX_SN – PDCP_SN máximo;
- entregar a capas superiores en orden ascendente del valor de CONTAJE asociado:

- la totalidad de la unidad o unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas con valor o valores de CONTAJE asociados consecutivamente empezando por el valor de CONTAJE asociado con la unidad SDU de protocolo PDCP almacenada;

- establecer Last_Submitted_PDCP_RX_SN igual al SN de protocolo PDCP de la última unidad SDU de protocolo PDCP entregada a capas superiores;

- establecer Last_Submitted_PDCP_HFN igual al SN de protocolo PDCP de la última unidad SDU de protocolo PDCP entregada a capas superiores;

- si Last_Submitted_PDCP_RX_SN + 1 es mayor que el PDCP_SN máximo:

- establecer Last_Submitted_PDCP_RX_SN + 1 igual a 0;

- usar el CONTAJE que corresponde al Last_Submitted_PDCP_RX_SN + 1 en base a Last_Submitted_PDCP_HFN + 1 y SN = 0;

- Si el CONTAJE que corresponde al siguiente PDCP_RX_SN $>$ CONTAJE que corresponde al siguiente PDCP_RX_SN antiguo;

- iniciar un temporizador de reordenación de protocolo PDCP;

- establecer el Reordering_PDCP_SN igual al siguiente PDCP_RX_SN, y establecer Reordering_PDCP_HFN igual a RX_HFN para este temporizador de reordenación de protocolo PDCP;

- Para cada temporizador de reordenación de protocolo PDCP, si el temporizador de reordenación de protocolo PDCP está en marcha o en funcionamiento:

- Si el CONTAJE que corresponde a Reordering_PDCP_SN = CONTAJE que corresponde al PDCP_SN de estado;

- detener y reiniciar el temporizador de reordenación de protocolo PDCP;

Cuando expira el temporizador de reordenación de protocolo PDCP,

- actualizar el PDCP_SN de estado igual al SN de la primera SDU de protocolo PDCP perdida que tiene CONTAJE $\geq$ CONTAJE que corresponde al Reordering_PDCP_SN;

- Si el CONTAJE que corresponde al siguiente PDCP_RX_SN $>$ CONTAJE que corresponde al PDCP_SN de estado;

- iniciar el temporizador de reordenación de protocolo PDCP;

- establecer el Reordering_PDCP_SN igual al siguiente PDCP_RX_SN, y establecer Reordering_PDCP_HFN igual a RX_HFN.

La Figura 3 ilustra un diagrama de flujo de un ejemplo para que una estación móvil reordene unidades SDU de protocolo PDCP en base a si la división de portadores está configurada o no está configurada de acuerdo con formas de realización de la presente invención. Si la conectividad dual con división de portador es configurada para el equipo de usuario en la etapa 301, la entidad PDCP procesará las unidades PDU de datos del protocolo PDCP con una reordenación en la etapa 302. De lo contrario, procesará las unidades PDU de datos del protocolo PDCP sin necesidad de reordenarlas.

La Figura 4A ilustra un diagrama de flujo de un ejemplo para que una estación móvil procese unidades SDU de protocolo PDCP de RB divididos de acuerdo con formas de realización de la presente invención. El UE recibe, en la etapa 401, una unidad PDU de datos del protocolo PDCP procedentes de capas inferiores. El UE almacena, en la etapa 402, una unidad SDU de protocolo PDCP. El UE entrega a capas superiores, en la etapa 403, las unidades SDU de protocolo PDCP con valor de CONTAJE asociado consecutivamente empezando por la unidad SDU de protocolo PDCP almacenada si la unidad SDU de protocolo PDCP recibida es la siguiente a la última unidad SDU de protocolo PDCP entregada a capas superiores. El UE inicia o detiene, en la etapa 404, el temporizador de reordenación en función de si siguen existiendo "discontinuidades de SN". El UE comprueba, en la etapa 405, si el temporizador de reordenación expira. El UE entrega, en la etapa 406, a capas superiores las unidades SDU de protocolo PDCP si el temporizador de reordenación expira. De lo contrario, el UE sigue recibiendo una unidad PDU de datos del protocolo PDCP procedentes de capas inferiores.

La Figura 4B ilustra un diagrama de flujo de un ejemplo para que una estación móvil procese unidades SDU de protocolo PDCP de RB divididos de acuerdo con formas de realización de la presente invención. La entidad PDCP recibe, en la etapa 411, una unidad PDU de datos del protocolo PDCP procedente de capas inferiores y almacena, en la etapa 412, una unidad SDU de protocolo PDCP. En la etapa 413, el UE entrega a capas superiores las unidades SDU de protocolo PDCP con el valor de CONTAJE asociado consecutivamente empezando por la unidad SDU de protocolo PDCP almacenada si la unidad SDU de protocolo PDCP recibida es la siguiente a la última unidad SDU de protocolo PDCP entregada a capas superiores. El UE inicia o detiene, en la etapa 414, el temporizador de reordenación en función de si siguen existiendo "discontinuidades de SN". El UE comprueba, en la etapa 415, si el temporizador de reordenación expira. El UE envía, en la etapa 416, una unidad PDU de estado de protocolo PDCP si el temporizador de reordenación expira. De lo contrario, el UE sigue recibiendo una unidad PDU de datos del protocolo PDCP procedentes de capas inferiores.

La Figura 5 ilustra un diagrama de flujo de un ejemplo para que una estación móvil almacene unidades SDU de protocolo PDCP mapeadas en el modo UM del control RLC o en el modo AM del control RLC de acuerdo con formas de realización de la presente invención. Cuando se recibe una unidad PDU de datos del protocolo PDCP procedente de la capa inferior, el UE comprobará, en la etapa 501, si la unidad SDU de protocolo PDCP recibida es más antigua que la última unidad SDU de protocolo PDCP enviada a la capa superior y, si este es el caso, la descartará en la etapa 511. De lo contrario, si en la etapa 502, la unidad SDU de protocolo PDCP recibida es más reciente que la unidad SDU de protocolo PDCP con el mayor valor de CONTAJE y ha dado la vuelta, el UE incrementará el HFN en uno e incrementará el siguiente PDCP_RX_SN en uno. De lo contrario, si en la etapa 504, la unidad SDU de protocolo PDCP recibida es más reciente que la unidad SDU de protocolo PDCP con el mayor CONTAJE y no ha dado la vuelta, el UE incrementará, en la etapa 505, el siguiente PDCP_RX_SN en uno. Si, en la etapa 506, el siguiente PDCP_RX_SN es mayor que el máximo SN de protocolo PDCP, se establece igual a cero en la etapa 507, lo que significa que ha dado la vuelta. Se incrementa el RX_HFN en uno en la etapa 508. Si, en la etapa 509, la unidad SDU de protocolo PDCP con el mismo SN ha sido almacenada, el UE descartará la unidad SDU de protocolo PDCP en la etapa 511; de lo contrario, se almacenará la unidad SDU de protocolo PDCP en la etapa 510.

La Figura 6 ilustra un ejemplo para que una estación móvil entregue a capas superiores las unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas. En un momento 1, se almacenan las unidades SDU de protocolo PDCP con SN igual a 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9 y 10. De este modo, se establece el Last_Submitted_PDCP_RX_SN igual a 4 y se establece el siguiente PDCP_RX_SN igual a 11. En un momento 2, cuando se recibe la unidad SDU de protocolo PDCP con SN igual a 5, que es la unidad SDU de protocolo PDCP más antigua que se considera para el reordenamiento, es entregada a capas superiores. El Last_Submitted_PDCP_RX_SN se establece igual a 5. En un momento 3, cuando se recibe la unidad SDU de protocolo PDCP con SN igual a 6, que es la unidad SDU de protocolo PDCP más antigua que se considera para el reordenamiento, el equipo entrega la totalidad de unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas con valores de CONTAJE asociados consecutivamente empezando por SN igual a 6 a las capas superiores, es decir, las unidades SDU de protocolo PDCP con SN igual a 6, 7, 8, 9 y 10.

La Figura 7 ilustra un diagrama de flujo de un ejemplo para que una estación móvil controle el temporizador de reordenación para RB divididos de acuerdo con formas de realización de la presente invención. Si, en la etapa 701, el temporizador de reordenación está en marcha o en funcionamiento, el UE comprobará, en la etapa 702, si el valor de CONTAJE que corresponde al siguiente PDCP_RX_SN es igual al valor de CONTAJE que corresponde al Last_Submitted_PDCP_RX_SN + 1. Si este es el caso, lo que significa que todas las discontinuidades de SN están cerradas, el UE detendrá y reiniciará el temporizador de reordenación en la etapa 703, en caso negativo en la etapa 702, el UE volverá a la etapa 701. Si el temporizador de reordenación no está en marcha o en funcionamiento, el UE comprobará si el valor de CONTAJE que corresponde al Last_Submitted_PDCP_RX_SN + 1 es menor que el valor de CONTAJE que corresponde al siguiente PDCP_RX_SN en la etapa 704. Si este es el caso, lo que significa que existe una discontinuidad de SN, el UE iniciará el temporizador de reordenamiento en la etapa 705.

La Figura 8 ilustra un diagrama de flujo de un ejemplo para que una estación móvil entregue a capas superiores las unidades SDU de protocolo PDCP de RB divididos cuando expira el temporizador de reordenación. En la etapa 801,

el UE establece el PDCP_RX_SN esperado igual al SN de la siguiente unidad SDU de protocolo PDCP más antigua que se considera para el reordenamiento + 1. En la etapa 802, el UE comprueba si el PDCP_RX_SN esperado es mayor que el PDCP_SN máximo, que es el número SN de protocolo PDCP máximo. Si en la etapa 802 se comprueba que no se ha alcanzado el número SN máximo, el UE entrega la unidad SDU de protocolo PDCP en la etapa 805. Si la etapa 802 comprueba que se ha alcanzado el número SN máximo, el UE realiza el reinicio por desbordamiento (contador da la vuelta) añadiendo uno al RX_HFN en la etapa 803. A continuación, el UE pasa a la etapa 804 y establece el valor del PDCP_RX_SN esperado igual a cero. A continuación, el UE pasa a la etapa 805 y entrega la unidad SDU de protocolo PDCP. En la etapa 806, el UE establece el Last_Submitted_PDCP_RX_SN igual al SN de la última unidad SDU de protocolo PDCP entregada a capas superiores. En la etapa 807, el UE comprueba si el número de CONTAJE siguiente PDCP_RX_SN es mayor que el correspondiente PDCP_RX_SN esperado. Si la etapa 807 comprueba que no, el proceso se termina. Si la etapa 807 comprueba que sí, el UE pasa a la etapa 808 e inicia el temporizador de reordenación. A continuación, el UE pasa a la etapa 809, establece el Reordering_PDCP_SN igual al siguiente PDCP_RX_SN y establece el Reordering_PDCP_HFN igual a RX_HFN. A continuación, el UE termina el proceso.

La Figura 9 ilustra un ejemplo para que una estación móvil entregue a capas superiores la totalidad de la unidad o unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas de RB divididos cuando expira el temporizador de reordenación. En un momento 1, se reciben las unidades SDU de protocolo PDCP con SN igual a 0, 1, 2, 3 y 4 y son entregadas a las capas superiores. En un momento 2, se recibe una unidad SDU de protocolo PDCP con SN igual a 10. Dado que aparece una discontinuidad de SN, se inicia el temporizador de reordenación. En un momento 3, se reciben las unidades SDU de protocolo PDCP con 5 ~ 9. Dado que no hay ninguna discontinuidad de SN, es decir, todas las discontinuidades de SN están cerradas, se detiene y reinicia el temporizador de reordenación. Si en cambio el temporizador de reordenación expira En un momento 3', y ya se han recibido las unidades SDU de protocolo PDCP con 5 ~ 8, 11, 12, 15 y 16, se entrega la totalidad de la unidad o unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas a las capas superiores, es decir, las unidades SDU de protocolo PDCP con SN menor que 17. De este modo, se actualiza el Last_Submitted_PDCP_SN igual a 16.

La Figura 10 ilustra un diagrama de flujo de un ejemplo para que una estación móvil controle el temporizador de reordenación para RB divididos de acuerdo con formas de realización de la presente invención. Si el temporizador de reordenación está en marcha o en funcionamiento en la etapa 1001, el UE comprobará si el valor de CONTAJE que corresponde al Reordering_PDCP_SN es menor que o igual al valor de CONTAJE que corresponde al Last_Submitted_PDCP_RX_SN + 1 en la etapa 1002, en caso negativo en la etapa 1002, y el UE vuelve a la etapa 1001. Si este es el caso, lo que significa que la discontinuidad de SN, que provocó la iniciación del temporizador de reordenación, está cerrada. El UE detendrá y reiniciará el temporizador de reordenación en la etapa 1003. Si el temporizador de reordenación no está en marcha o en funcionamiento, el UE comprobará si el valor de CONTAJE que corresponde al siguiente PDCP_RX_SN es mayor que el valor de CONTAJE que corresponde al Last_Submitted_PDCP_RX_SN + 1 en la etapa 1004. Si este es el caso, lo que significa que hay una discontinuidad de SN, el UE iniciará el temporizador de reordenamiento en la etapa 1005. El UE establecerá la variable de estado Reordering_PDCP_SN igual al siguiente PDCP_RX_SN y el Reordering_PDCP_HFN igual al RX_HFN para mantener el valor del HFN y del SN, que activan el temporizador de reordenación en la etapa 1006.

La Figura 11 ilustra un diagrama de flujo de un ejemplo para que una estación móvil entregue a capas superiores partes de unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas de RB divididos cuando expira el temporizador de reordenación. El UE entrega a las capas superiores en orden ascendente del valor de CONTAJE asociado, la totalidad de la unidad o unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas con un valor de CONTAJE asociado menor que el valor de CONTAJE que corresponde al Reordering_PDCP_SN en la etapa 1101 y establece el Last_Submitted_PDCP_RX_SN igual al SN de protocolo PDCP de la última unidad SDU de protocolo PDCP entregada a las capas superiores en la etapa 1102. Si el valor de CONTAJE que corresponde al siguiente PDCP_RX_SN es mayor que el valor de CONTAJE que corresponde al Last_Submitted_PDCP_RX_SN + 1 en la etapa 1103, lo que significa que existe una discontinuidad de SN, el UE iniciará el temporizador de reordenación en la etapa 1104. A continuación, el UE establece el Reordering_PDCP_SN igual al siguiente PDCP_RX_SN y establece el Reordering_PDCP_HFN igual al RX_HFN en la etapa 1105.

La Figura 12 ilustra un ejemplo para que una estación móvil entregue a capas superiores partes de unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas de RB divididos cuando expira el temporizador de reordenación. En un momento 1, se recibe la unidad SDU de protocolo PDCP con SN igual a 0, 1, 2, 3 y 4 y se entregan a las capas superiores. En un momento 2, se recibe una unidad SDU de protocolo PDCP con SN igual a 10. Dado que aparece una discontinuidad de SN, se inicia el temporizador de reordenación. En un momento 3, se reciben las unidades SDU de protocolo PDCP con 5 ~ 9, 15 y 16. Puesto que la discontinuidad de SN original marcada por Reordering_PDCP_SN = 11 está cerrada, se detiene y reinicia el temporizador de reordenación. Mientras tanto, se entregan las unidades SDU de protocolo PDCP con 5 ~ 10 a las capas superiores y se establece el Last_Submitted_PDCP_RX_SN igual a 10. Sin embargo, aparece otra discontinuidad de SN debido a la recepción de las unidades SDU de protocolo PDCP con SN igual a 15 y 16, se inicia de nuevo el temporizador de reordenación, con el Reordering_PDCP_SN marcado

con el valor 17. En un momento 4, expira el temporizador de reordenación marcado con `Reordering_PDCP_SN` = 17 y se han recibido las unidades SDU de protocolo PDCP con SN igual a 20 ~ 22, se envían las unidades SDU de protocolo PDCP con SN menor que 17 a las capas superiores en orden ascendente del valor de `CONTAJE` asociado independientemente de la discontinuidad de SN, ya que las unidades SDU de protocolo PDCP con SN igual a 15, 16
5 se consideran como perdidas. El `Last_Submitted_PDCP_RX_SN` es actualizado igual a 16. Después de la actualización del `Last_Submitted_PDCP_RX_SN`, aparece otra discontinuidad de SN debido a la recepción de unidades SDU de protocolo PDCP con SN igual a 20 ~ 22, por lo que se inicia de nuevo el temporizador de reordenación, con el `Reordering_PDCP_SN` marcado con el valor 23.

10 La Figura 13 ilustra un ejemplo para que una estación móvil entregue a capas superiores partes de unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas de RB divididos cuando expira cada temporizador de reordenación. Cuando aparece cada discontinuidad de SN, se inicia un temporizador de reordenación para cada una de ellas. En un momento 1, se reciben las unidades SDU de protocolo PDCP con SN igual a 0, 1, 2, 3 y 4 y se entregan a las capas superiores. En un momento 2, se recibe una unidad SDU de protocolo PDCP con SN igual a 10. Dado que aparece
15 una discontinuidad de SN, se inicia un temporizador de reordenación (`Timer_1`), con `Reordering_PDCP_SN1` marcado con el valor 11. En un momento 3, se han recibido unidades SDU de protocolo PDCP con SN igual a 5 ~ 9, 15 y 16. Puesto que se cierra la primera discontinuidad de SN marcada con el valor 11, se detiene y reinicia el temporizador de reordenación (`Timer_1`). Mientras tanto, se entregan las unidades SDU de protocolo PDCP con SN igual a 5 ~ 10 a la capa superior en secuencia. Sin embargo, debido a la recepción de las unidades SDU de
20 protocolo PDCP con SN igual a 15 y 16, aparece otra discontinuidad de SN. Se inicia un temporizador de reordenación (`Timer_2`) con `Reordering_PDCP_SN2` igual a 17. En un momento 4, se reciben unidades SDU de protocolo PDCP con SN igual a 11, 12 y 22. La discontinuidad de SN marcada con `Reordering_PDCP_SN2` = 17 no ha sido cerrada, por lo que el correspondiente temporizador de reordenación (`Timer_2`) sigue funcionando como tal. Debido a la recepción de la unidad SDU de protocolo PDCP con SN igual a 22, aparece una nueva discontinuidad
25 de SN. Se inicia otro temporizador de reordenación (`Timer_3`) para ella, con `Reordering_PDCP_SN3` igual a 23. En un momento 5, se reciben unidades SDU de protocolo PDCP con SN igual a 17, 18, 30, 31 y 32, pero el temporizador de reordenación (`Timer_2`) expira. Por lo tanto, debe cerrarse la discontinuidad de SN marcada con `Reordering_PDCP_SN2` = 17. Las unidades SDU de protocolo PDCP con SN menor que 17 serán entregadas a las capas superiores, que son unidades SDU de protocolo PDCP con SN igual a 15 y 17, independientemente de las
30 unidades SDU de protocolo PDCP perdidas. Dado que también están disponibles las unidades SDU de protocolo PDCP con SN igual a 17 y 18, también serán entregadas a las capas superiores y se establece el `Last_Submitted_PDCP_RX_SN` igual a 18. Debido a la recepción de las unidades SDU de protocolo PDCP con SN igual a 30 ~ 32, aparece una nueva discontinuidad de SN y se inicia un temporizador de reordenación (`Timer_4`) para la misma y se marca la discontinuidad de SN con `Reordering_PDCP_SN4` = 33. En un momento 6, el
35 temporizador de reordenación (`Timer_3`) expira y se reciben las unidades SDU de protocolo PDCP con SN igual a 19, 20, 25, 26 y 28. Debido a la expiración del temporizador de reordenación, las unidades SDU de protocolo PDCP con SN menor que 23 son entregadas a las capas superiores, independientemente de las unidades SDU de protocolo PDCP perdidas. Dado que la discontinuidad de SN marcada con `Reordering_PDCP_SN4` = 33 no ha sido cerrada, el temporizador de reordenación (`Timer_4`) sigue funcionando como tal.

40 La Figura 14 ilustra un diagrama de flujo de ejemplo para que la estación móvil envíe una unidad PDU de estado de protocolo PDCP. Cuando expira el temporizador de reordenación, el UE actualiza las variables de estado para la primera unidad SDU de protocolo PDCP no recibida pero no notificada como perdida, o para la primera unidad SDU de protocolo PDCP no recibida en la etapa 1401; compila la unidad PDU de estado de protocolo PDCP de acuerdo
45 con las variables de estado en la etapa 1402 y realiza su envío a las capas inferiores en la etapa 1403.

La Figura 15 ilustra un diagrama de flujo de ejemplo para que una estación móvil controle el temporizador de reordenación. Si el temporizador de reordenación está en marcha o en funcionamiento en la etapa 1501, el UE comprobará si el valor de `CONTAJE` que corresponde al `Reordering_PDCP_SN` es igual a o menor que el valor de
50 `CONTAJE` que corresponde al `Last_Submitted_PDCP_RX_SN` + 1 en la etapa 1502. Si este es el caso, lo que significa que la discontinuidad de SN que provocó la iniciación del temporizador de reordenación está cerrada; el UE detendrá y reiniciará el temporizador de reordenación en la etapa 1503. En caso negativo en la etapa 1502, el UE vuelve a la etapa 1501. Si el temporizador de reordenación no está en marcha o en funcionamiento, el UE comprobará si el valor de `CONTAJE` que corresponde al siguiente `PDCP_RX_SN` es mayor que el valor de
55 `CONTAJE` que corresponde al `Last_Submitted_PDCP_RX_SN` + 1 en la etapa 1504. Si este es el caso, lo que significa que existe una discontinuidad de SN, el UE iniciará el temporizador de reordenamiento en la etapa 1505. A continuación, el UE establecerá la variable de estado `Reordering_PDCP_SN` igual al siguiente `PDCP_RX_SN` y `Reordering_PDCP_HFN` igual a `RX_HFN` para mantener el valor de HFN y SN, lo que iniciará el temporizador de reordenación en la etapa 1506.

60 La Figura 16 ilustra un diagrama de flujo de un ejemplo para que una estación móvil envíe una unidad PDU de estado de protocolo PDCP cuando expira el temporizador de reordenación. El UE establece el `PDCP_SN` de estado igual al SN de protocolo PDCP de la primera unidad SDU de protocolo PDCP perdida con `CONTAJE` >= `CONTAJE`

que corresponde al Reordering_PDCP_SN en la etapa 1601. Si el valor de CONTAJE que corresponde al siguiente PDCP_RX_SN es mayor que el valor de CONTAJE que corresponde al PDCP_SN de estado en la etapa 1602, lo que significa que existe una discontinuidad de SN, el UE iniciará el temporizador de reordenación en la etapa 1603.

A continuación, el UE establece el Reordering_PDCP_SN igual al siguiente PDCP_RX_SN y establece
5 Reordering_PDCP_HFN igual a RX_HFN en la etapa 1604.

La Figura 17 ilustra un ejemplo para que la estación móvil entregue a capas superiores las unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas y envíe una unidad PDU de estado de protocolo PDCP cuando expira el temporizador de reordenación. En un momento 1, se reciben las unidades SDU de protocolo PDCP con SN igual a 0, 1, 2, 3 y 4 y
10 son entregadas a las capas superiores. En un momento 2, se recibe una unidad SDU de protocolo PDCP con SN igual a 10. Dado que aparece una discontinuidad de SN, se inicia el temporizador de reordenación. En un momento 3, se reciben las unidades SDU de protocolo PDCP con 5 ~ 9, 15 y 16. Puesto que la discontinuidad de SN original marcada con Reordering_PDCP_SN = 11 es cerrada, se detiene y reinicia el temporizador de reordenación. Mientras tanto, se entregan las SDU de protocolo PDCP con 5 ~ 10 a las capas superiores y se establece el
15 Last_Submitted_PDCP_RX_SN igual a 10. Se establece el PDCP_SN de estado igual a 11. Sin embargo, aparece otra discontinuidad de SN debido a la recepción de las unidades SDU de protocolo PDCP con SN igual a 15 y 16, se inicia de nuevo el temporizador de reordenación, con Reordering_PDCP_SN marcado con el valor 17. En un momento 4, expira el temporizador de reordenación marcado con Reordering_PDCP_SN = 17 y se han recibido las unidades SDU de protocolo PDCP con SN igual a 11 ~ 12 y 20 ~ 22; se envían las unidades SDU de protocolo
20 PDCP con SN igual a 11 y 12 a las capas superiores en secuencia. Se actualiza el Last_Submitted_PDCP_RX_SN igual a 12. Se actualiza el PDCP_SN de estado en la primera unidad SDU de protocolo PDCP no recibida pero no notificada como perdida con un valor de CONTAJE igual a o mayor que 17. Se establece el PDCP_SN de estado igual a 17. Se establece FMS igual a 13, que es la primera unidad SDU de protocolo PDCP perdida. Se establece FNR igual a 17, que es la primera unidad SDU de protocolo PDCP no recibida pero no notificada como perdida. El
25 bit que corresponde a la unidad SDU de protocolo PDCP con SN igual a 14 se establece igual a 0 en el mapa de bits, que también se considera perdida. Después de la actualización del PDCP_SN de estado, aparece otra discontinuidad de SN debido a la recepción de las unidades SDU de protocolo PDCP con SN igual a 20 ~ 22. Se inicia de nuevo el temporizador de reordenación, el con Reordering_PDCP_SN marcado con el valor 23.

La Figura 18 ilustra un ejemplo para que una estación móvil entregue a capas superiores las unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas y envíe una unidad PDU de estado de protocolo PDCP cuando expira cada temporizador de reordenación. Cuando aparece cada discontinuidad de SN, se inicia un temporizador de reordenación para cada una de las mismas. En un momento 1, se reciben las unidades SDU de protocolo PDCP con SN igual a 0, 1, 2, 3 y 4 y son entregadas a las capas superiores. En un momento 2, se recibe la unidad SDU de
35 protocolo PDCP con SN igual a 10. Dado que aparece una discontinuidad de SN, se inicia un temporizador de reordenación (Timer_1), con Reordering_PDCP_SN1 marcado con el valor 11. Se establece PDCP_SN1 de estado igual a 5, que es también la posición inicial de la discontinuidad de SN. En un momento 3, se han recibido las unidades SDU de protocolo PDCP con SN igual a 5 ~ 9, 15 y 16. Puesto que la primera discontinuidad de SN marcada con el valor 11 es cerrada, se detiene y reinicia el temporizador de reordenación (Timer_1). Mientras tanto,
40 se entregan las unidades SDU de protocolo PDCP con SN igual a 5 ~ 10 a la capa superior en secuencia. Se establece el Last_Submitted_PDCP_RX_SN igual a 10. Sin embargo, debido a la recepción de las unidades SDU de protocolo PDCP con SN igual a 15 y 16, aparece otra discontinuidad de SN, se inicia un temporizador de reordenación (Timer_2) para la misma con Reordering_PDCP_SN2 igual a 17. Se establece el PDCP_SN2 de estado igual a 11, que es también la posición inicial de la discontinuidad de SN. En un momento 4, se reciben las
45 unidades SDU de protocolo PDCP con SN igual a 11, 12 y 22. Debido a la recepción de las unidades SDU de protocolo PDCP con SN igual a 11 y 12, son entregadas a capas superiores en secuencia y se actualiza el Last_Submitted_PDCP_RX_SN igual a 12. La discontinuidad de SN marcada con Reordering_PDCP_SN2 = 17 no ha sido cerrada, por lo que el correspondiente temporizador de reordenación (Timer_2) sigue funcionando como tal. Debido a la recepción de la unidad SDU de protocolo PDCP con SN igual a 22, aparece una nueva discontinuidad
50 de SN. Se inicia otro temporizador de reordenación (Timer_3), con Reordering_PDCP_SN3 igual a 23. El PDCP_SN3 de estado se inicializa igual a 17. En un momento 5, se reciben las unidades SDU de protocolo PDCP con SN igual a 17, 18, 30, 31 y 32, pero el temporizador de reordenación (Timer_2) expira. Por lo tanto, se debe notificar una unidad PDU de estado de protocolo PDCP para la discontinuidad de SN marcada con Reordering_PDCP_SN2 = 17. En base a PDCP_SN2 de estado, FMS y LRS para esta discontinuidad de SN son 13
55 y 16. Debido a la recepción de las unidades SDU de protocolo PDCP con SN igual a 30 ~ 32, aparece una nueva discontinuidad de SN y se inicia un temporizador de reordenación (Timer_4) para la misma y se marca la discontinuidad de SN con Reordering_PDCP_SN4 = 33. En un momento 6, el temporizador de reordenación (Timer_3) expira y se reciben las unidades SDU de protocolo PDCP con SN igual a 13, 14, 19, 20, 25, 26 y 28. Dado que se reciben las unidades SDU de protocolo PDCP con SN igual a 13 y 14, son entregadas a las capas superiores
60 junto con las unidades SDU de protocolo PDCP con SN de 15 a 20. De este modo, se actualiza el Last_Submitted_PDCP_RX_SN igual a 20. Debido a la expiración del temporizador de reordenación, se debe enviar una unidad PDU de estado de protocolo PDCP para esta discontinuidad de SN, con FMS y LRS iguales a 21 y 22

respectivamente. Dado que la discontinuidad de SN marcada con Reordering_PDCP_SN4 = 33 no se ha cerrado, el temporizador de reordenación (Timer_4) sigue funcionando como tal.

En otra forma de realización, ilustrada en la Figura 19, la capa de protocolo PDCP ya ha recibido procedente de las capas inferiores una primera unidad PDU de enlace de radio que corresponde al SN de unidad SDU de protocolo PDCP igual a 0, 3, 4, 6, 7, 9, 10, que ha sido almacenada y guardada en un búfer. En esta forma de realización, se supone que la capa inferior realiza el reordenamiento por cada enlace de radio y, por lo tanto, se supone que las unidades SDU de protocolo PDCP perdidas con SN igual a 1, 2, 5, 8 no serán recibidas por el primer enlace de radio, pero pueden ser recibidas por el segundo enlace de radio. Luego, en este ejemplo, las unidades PDU son recibidas por el segundo enlace de radio que corresponden al SN de protocolo PDCP igual a 2 y 5. Dado que se supone que las capas inferiores del segundo enlace de radio también se encargan de hacer reordenación, no se espera una nueva entrega de datos para la unidad SDU de protocolo PDCP con SN igual a 1, y se considera perdida. Esto iniciaría, por lo tanto, la entrega a la capa superior de las unidades SDU con SN igual a 0, 2, 3, 4, 5, 6, 7. Siguen faltando los datos de la unidad SDU con SN igual a 8; todavía pueden ser entregados por el segundo enlace de radio. Así, las unidades SDU con SN igual a 9 y 10 se guardan todavía en el búfer, a la espera de la unidad SDU con SN igual a 8. En general, si se supone que la reordenación se realiza en las capas inferiores, la capa del protocolo PDCP siempre podría entregar a las capas superiores todas las unidades SDU guardadas en búfer con SN hasta $SN = \text{el menor de los mayores SN entregados desde capas inferiores de cualquiera de los enlaces de radio}$, es decir, si $X1 = \text{el mayor SN entregado desde el primer enlace de radio}$ y $X2 = \text{el mayor SN entregado desde el segundo enlace de radio}$, y entonces, si las capas inferiores hacen reordenación, el protocolo PDCP siempre puede entregar a las capas superiores todos los datos correspondientes a $SN \leq \min(X1, X2)$. Además, el protocolo PDCP entregaría las unidades SDU guardadas en búfer con SN consecutivos en orden ascendente, según se muestra en el ejemplo en el que las unidades SDU con SN igual a 6 y 7 también se entregan a las capas superiores. El ejemplo mostrado en la Figura 14 también puede complementarse con otras soluciones, por ejemplo, un temporizador de reordenación para tratar situaciones en las que las capas inferiores dejan de entregar datos.

En otra forma de realización, ilustrada en la Figura 20, la capa de protocolo PDCP ya ha recibido de las capas inferiores de una primera unidad PDU de enlace de radio que corresponde al SN de unidad SDU de protocolo PDCP igual a 0, 3, 4, 6, 7, 9, 10, que ha sido almacenada y guardada en un búfer. En esta forma de realización, se supone que la capa inferior realiza un reordenamiento por cada enlace de radio y, por lo tanto, se supone que las unidades SDU de protocolo PDCP perdidas con SN igual a 1, 2, 5, 8 no serán recibidas por el primer enlace de radio, pero pueden ser recibidas por el segundo enlace de radio. Luego, en este ejemplo, las capas inferiores del segundo enlace de radio dejan de intentar recibir unidades PDU hasta la unidad PDU que corresponde al SN de unidad SDU de protocolo PDCP igual a 5. Las capas inferiores podrían hacerlo, por ejemplo, si se admite o soporta un procedimiento explícito de descarte. Dado que se supone que las capas inferiores del segundo enlace de radio también se encargan de la reordenación, no se espera que se entreguen más datos para las unidades SDU de protocolo PDCP con SN igual a 1, 2 y 5, y se consideran perdidos. De este modo, se iniciaría la entrega a la capa superior de las unidades SDU con SN igual a 0, 3, 4, 6, 7. Siguen faltando los datos de la unidad SDU con SN igual a 8; todavía pueden ser entregados por el segundo enlace de radio. Las unidades SDU con SN igual a 9 y 10 se guardan aún en el búfer, a la espera de la unidad SDU con SN igual a 8.

En el ejemplo de la Figura 21, la capa inferior del segundo enlace de radio es desactivada, desconfigurada, reiniciada o restablecida. Cuando dicho evento sucede, se asume que se pierden todos los datos en la línea del segundo enlace de radio, y que ninguno de los datos que faltan puede ser entregado por este enlace de radio. Además, se supone que la capa inferior del primer enlace de radio realiza un reordenamiento y que no entregará los datos que faltan. El resultado es que se entregan a la capa superior todas las unidades PDU guardadas en búfer.

Un beneficio principal de las formas de realización mostradas en las Figuras 19, 20, 21 es la reutilización de la funcionalidad de reordenación en las capas inferiores, lo que permite que la reordenación de protocolo PDCP sea muy simple. Nótese que, para estas formas de realización, el CONTAJE y el SN se utilizan en este documento de forma intercambiable. Si se utiliza el SN, se da a entender que se tiene en cuenta el reinicio por desbordamiento (contador da la vuelta), es decir, cuando en el texto se dice que un SN es menor o mayor que otro SN, se podría considerar el CONTAJE en lugar del SN, ya que ya tiene en cuenta el reinicio por desbordamiento (contador da la vuelta). El SN del protocolo, que es el más cercano al borde de ataque de la ventana, se considera el más alto, por ejemplo, si el borde de ataque de la ventana está en $SN = 20$, $SN = 18$ se considera superior a $SN = 8300$.

La Figura 22 es un diagrama de flujo de ejemplo para un proceso de reordenación basado en un temporizador de acuerdo con formas de realización de la presente invención. En la etapa 2201, el UE recibe una o más unidades de datos de protocolo de convergencia de datos en paquetes (PDCP) procedentes de capas inferiores. En la etapa 2202, el UE realiza un proceso de reordenación de protocolo PDCP basado en temporizador cuando se detecta una condición de discontinuidad de protocolo PDCP, en el que la condición de existencia de la discontinuidad en el protocolo PDCP indica una discontinuidad en números de secuencia (SN) entre las unidades de datos de servicio

(SDU) del protocolo PDCP de dos portadores de control de enlace de radio (RLC) paralelos en un búfer de recepción del UE más grande que cero. En la etapa 2203, el UE entrega un conjunto de unidades de datos de servicio (SDU) del protocolo PDCP, cada una con un número de CONTAJE que representa un número de secuencia de la unidad SDU, a capas superiores en base a uno o más criterios de entrega cuando se detecta uno o más
5 eventos iniciadores de la entrega.

Aunque la presente invención se ha descrito en conexión con ciertas formas de realización específicas para propósitos instructivos, la presente invención no se limita a las mismas. Por consiguiente, se pueden practicar diversas modificaciones, adaptaciones, y combinaciones de varias características de las formas de realización
10 descritas sin apartarse del alcance de la invención cuando según definen las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento que comprende:
 recibir una o más unidades de datos de protocolo, unidades PDU, de un protocolo de convergencia de datos en
 5 paquetes, protocolo PDCP, procedentes de capas inferiores, por parte de un equipo de usuario, UE, en el que el UE
 (203) está configurado con conectividad dual;
 realizar un proceso de reordenación de protocolo PDCP basado en un temporizador cuando se detecta una
 condición de existencia de discontinuidad de protocolo PDCP, en el que la condición de existencia de discontinuidad
 de protocolo PDCP indica una discontinuidad en números de secuencia, SN, entre las unidades de datos de servicio,
 10 SDU, del protocolo PDCP de dos entidades de control de enlace de radio, control RLC, en un búfer de recepción del
 UE (203) más grande que cero; y
 entregar un conjunto de unidades SDU del protocolo PDCP, cada una con un número de CONTAJE que
 representa un número de secuencia de la unidad SDU, a capas superiores en base a uno o más criterios de entrega
 cuando se detecta uno o más eventos iniciadores de la entrega.
 15
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la condición de existencia de discontinuidad de protocolo PDCP
 se detecta cuando hay al menos una unidad SDU de protocolo PDCP almacenada.
3. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que el proceso de reordenación de protocolo PDCP inicia un
 20 temporizador de reordenación cuando se detecta la condición de existencia de discontinuidad de protocolo PDCP.
4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el proceso de reordenación de protocolo PDCP comprende
 además: almacenar correspondientes unidades SDU recibidas y establecer un número de CONTAJE de la siguiente
 unidad SDU esperada igual a un mayor número de CONTAJE de unidad SDU más uno.
 25
5. El procedimiento de la reivindicación 4, en el que el proceso de reordenación de protocolo PDCP comprende
 además: establecer un número de CONTAJE de unidad SDU de reordenación igual al número de CONTAJE de la
 siguiente unidad SDU esperada, en el que el número de CONTAJE de unidad SDU de reordenación es asociado con
 un temporizador de reordenación.
 30
6. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que el proceso de reordenación de protocolo PDCP detiene y reinicia
 un temporizador de reordenación en funcionamiento cuando se detecta una condición de cierre de discontinuidad de
 protocolo PDCP.
- 35 7. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que la condición de cierre de discontinuidad de protocolo PDCP se
 detecta cuando un número de CONTAJE de unidad SDU de reordenación asociado con el temporizador de
 reordenación en funcionamiento es igual a o menor que el número de CONTAJE de la última unidad SDU entregada
 más uno.
- 40 8. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el evento iniciador de la entrega es la detección del número de
 CONTAJE de la unidad SDU recibida igual a un número de CONTAJE de la última unidad SDU entregada más uno.
9. El procedimiento de la reivindicación 8, en el que el conjunto entregado de unidades SDU incluye todas las
 unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas con números de CONTAJE asociados consecutivamente
 45 empezando por el número de CONTAJE de la unidad SDU recibida.
10. El procedimiento de la reivindicación 9, que comprende además: establecer el número de CONTAJE de la última
 unidad SDU entregada igual al número de CONTAJE de la última unidad SDU de protocolo PDCP entregada a
 capas superiores.
 50
11. El procedimiento de reivindicación 1, en el que el evento iniciador de la entrega es una expiración de un
 temporizador de reordenación, en el que el temporizador de reordenación es iniciado por un proceso de
 reordenación de protocolo PDCP basado en temporizador.
- 55 12. El procedimiento de la reivindicación 11, en el que el conjunto entregado de unidades SDU incluye todas las
 unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas con números de CONTAJE asociados menores que un número de
 CONTAJE de unidad SDU de reordenación, en el que el número de CONTAJE de unidad SDU de reordenación está
 asociado con el temporizador de reordenación.
- 60 13. El procedimiento de la reivindicación 12, que comprende además: establecer un número de CONTAJE de la
 última unidad SDU entregada igual al número de CONTAJE de la última unidad SDU de protocolo PDCP entregada
 a capas superiores.

14. El procedimiento de la reivindicación 13, que comprende además: iniciar un temporizador de reordenación cuando se detecta una o más unidades SDU almacenadas después de la entrega del conjunto de unidades SDU y establecer un número de CONTAJE de unidad SDU de reordenación igual a un número de CONTAJE de la siguiente unidad SDU esperada.
- 5 15. Un equipo de usuario (203), UE, que comprende:
un transceptor (213) que transmite y recibe señales de radio procedentes de una o más estaciones base (201, 202) en una red inalámbrica (100);
un receptor (221) de protocolo de convergencia de datos en paquetes, PDCP, que recibe una o más unidades de
10 datos de protocolo, unidades PDU, del protocolo PDCP, procedentes de capas inferiores, en el que el UE (203) está configurado con conectividad dual;
un módulo de reordenación de protocolo PDCP (222) que realiza un proceso de reordenación de protocolo PDCP basado en un temporizador cuando se detecta una condición de existencia de discontinuidad de protocolo PDCP, en el que la condición de existencia de discontinuidad de protocolo PDCP indica una discontinuidad en números de
15 secuencia, SN, entre las unidades de datos de servicio, SDU, del protocolo PDCP de dos entidades de control de enlace de radio, control RLC, en un búfer de recepción del UE (203) más grande que cero; y
un módulo de entrega de protocolo PDCP (223) que entrega un conjunto de unidades SDU de protocolo PDCP, cada una con un número de CONTAJE que representa un número de secuencia de la unidad SDU, a capas superiores en base a uno o más criterios de entrega cuando se detecta uno o más eventos iniciadores de la entrega.
- 20 16. El UE (203) de la reivindicación 15, en el que la condición de existencia de discontinuidad de protocolo PDCP se detecta cuando un número de CONTAJE de la última unidad SDU entregada más uno es menor que el número de CONTAJE de la siguiente unidad SDU esperada.
- 25 17. El UE (203) de la reivindicación 16, que comprende además: un controlador de temporizador de reordenación que inicia un temporizador de reordenación (224) cuando se detecta la condición de existencia de discontinuidad de protocolo PDCP y cuando se detecta que no hay temporizador de reordenación (224) en funcionamiento.
18. El UE (203) de la reivindicación 17, que comprende además:
30 un controlador de unidades SDU (225) que almacena las correspondientes unidades SDU recibidas; y
un controlador de número de CONTAJE (226) que establece el número de CONTAJE de la siguiente unidad SDU esperada igual al mayor número de CONTAJE de unidad SDU recibida más uno.
19. El UE (203) de la reivindicación 18, en el que el controlador de número de CONTAJE (226) establece un número
35 de CONTAJE de unidad SDU de reordenación igual al número de CONTAJE de la siguiente unidad SDU esperada, en el que el número de CONTAJE de unidad SDU de reordenación está asociado con el temporizador de reordenación (224).
20. El UE (203) de la reivindicación 16, en el que el controlador de temporizador de reordenación detiene y reinicia
40 un temporizador de reordenación en funcionamiento (224) cuando se detecta una condición de cierre de discontinuidad de protocolo PDCP.
21. El UE (203) de la reivindicación 20, en el que la condición de cierre de discontinuidad de protocolo PDCP se detecta cuando un número de CONTAJE de unidad SDU de reordenación asociado con el temporizador de
45 reordenación en funcionamiento (224) es igual a o menor que el número de CONTAJE de la última unidad SDU entregada más uno.
22. El UE (203) de la reivindicación 15, en el que el evento iniciador de la entrega es detectar que el número de
CONTAJE de la unidad SDU recibida es igual a un número de CONTAJE de la última unidad SDU entregada.
- 50 23. El UE (203) de la reivindicación 22, en el que el conjunto de unidades SDU entregadas incluye todas las unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas con números de CONTAJE asociados consecutivamente empezando por el número de CONTAJE de la unidad SDU recibida.
- 55 24. El UE (203) de la reivindicación 23, que comprende además: un controlador de número de CONTAJE (226) que establece el número de CONTAJE de la última unidad SDU entregada igual al número de CONTAJE de la última unidad SDU de protocolo PDCP entregada a capas superiores.
25. El UE (203) de la reivindicación 15, que comprende además un controlador de temporizador de reordenación
60 que inicia un temporizador de reordenación (224) durante el proceso de reordenación, en el que el evento iniciador de la entrega es una expiración del temporizador de reordenación (224).

26. El UE (203) de la reivindicación 25, en el que el conjunto de unidades SDU entregadas incluye todas las unidades SDU de protocolo PDCP almacenadas con números de CONTAJE asociados menores que un número de CONTAJE de unidad SDU de reordenación, en el que el número de CONTAJE de unidad SDU de reordenación está asociado con el temporizador de reordenación (224).

5

27. El UE (203) de la reivindicación 26, que comprende además: un controlador de número de CONTAJE (226) que establece un número de CONTAJE de la última unidad SDU entregada igual al número de CONTAJE de la última unidad SDU de protocolo PDCP entregada a capas superiores.

10 28. El UE (203) de la reivindicación 27, en el que el controlador de temporizador de reordenación inicia un temporizador de reordenación (224) cuando se detecta una o más unidades SDU almacenadas después de la entrega del conjunto de unidades SDU, y en el que el controlador de número de CONTAJE (226) establece un número de CONTAJE de unidad SDU de reordenación igual al número de CONTAJE de la siguiente unidad SDU esperada.

15

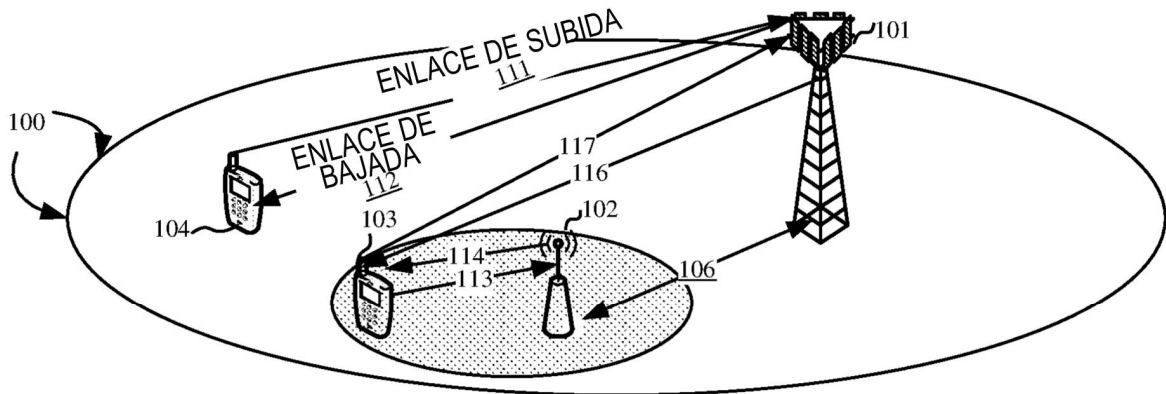


FIG. 1

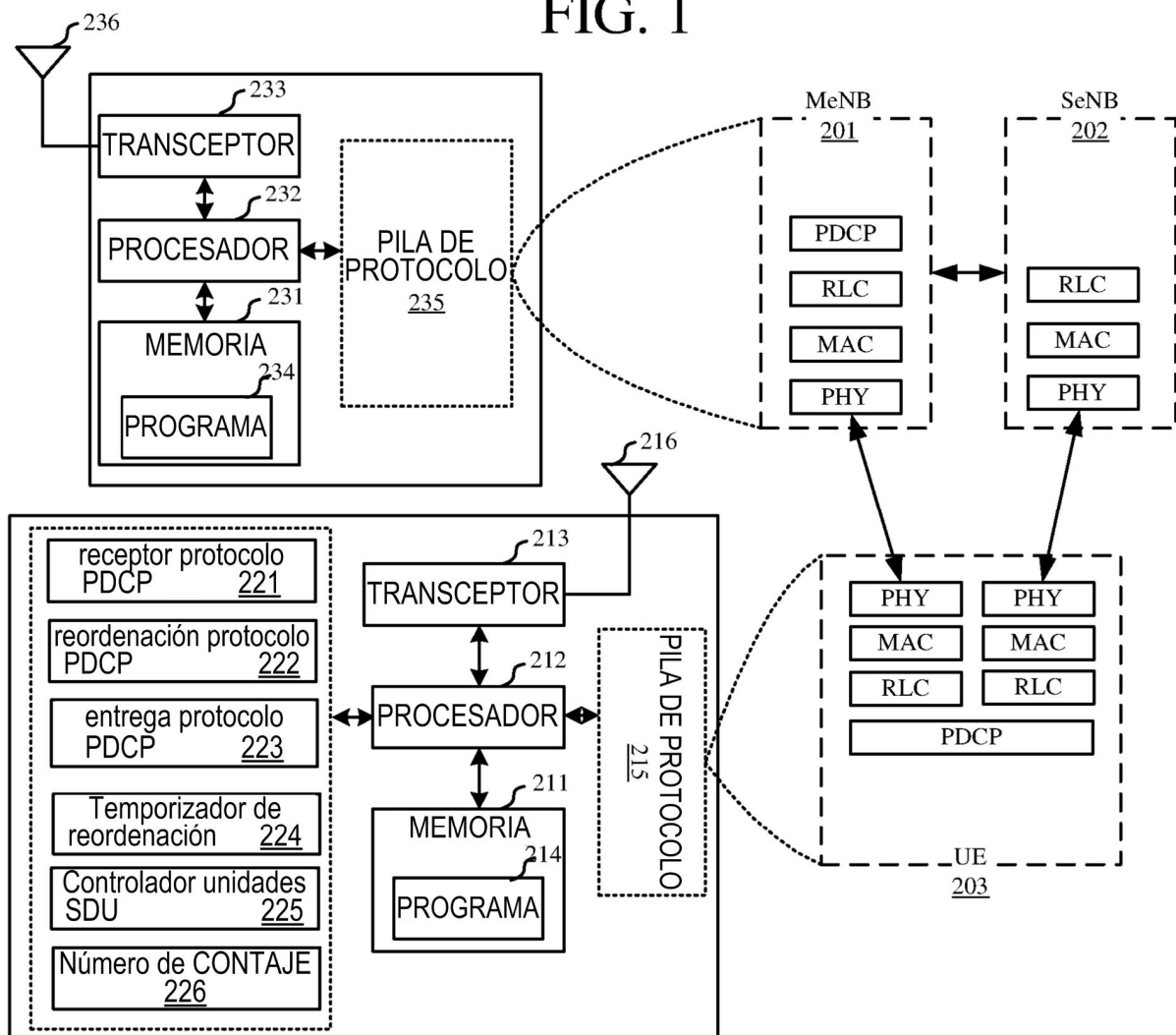


FIG. 2

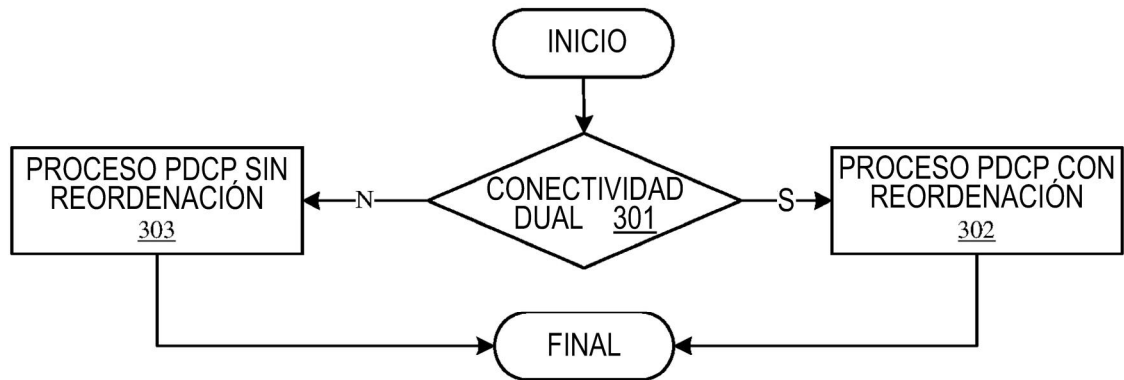


FIG. 3

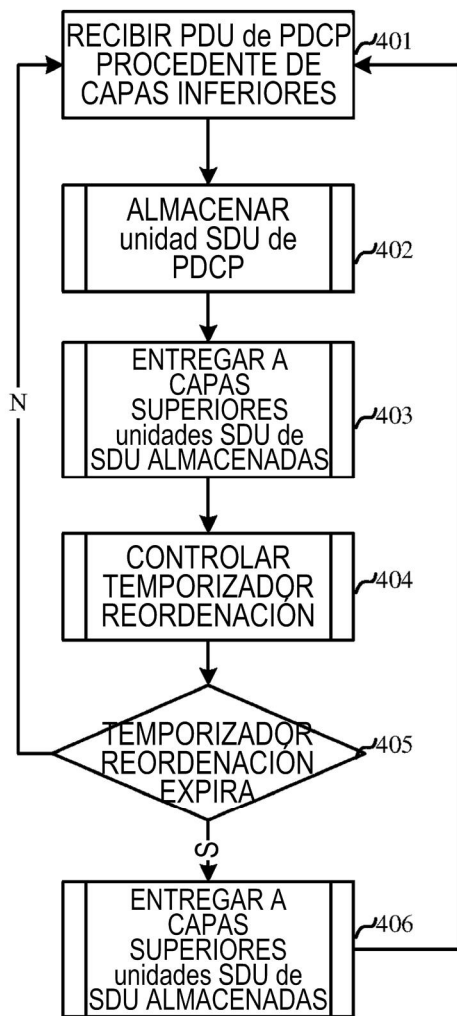


FIG. 4A

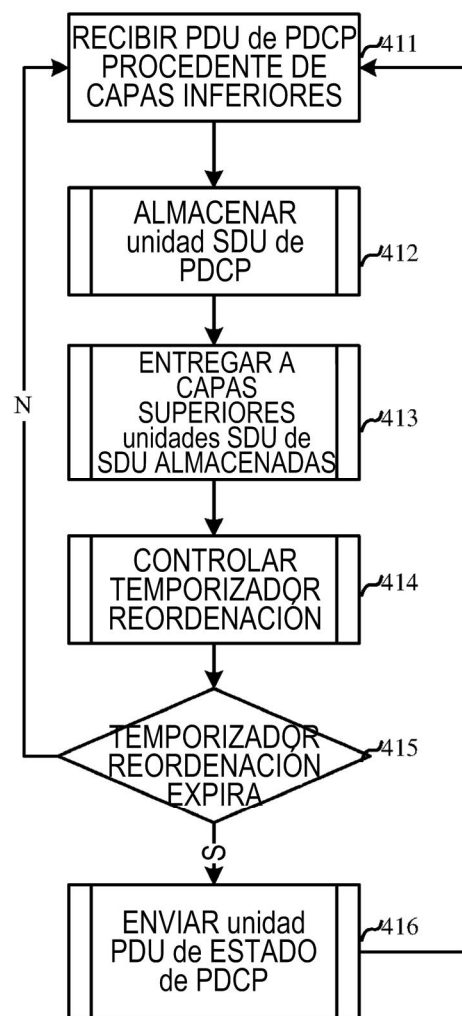


FIG. 4B

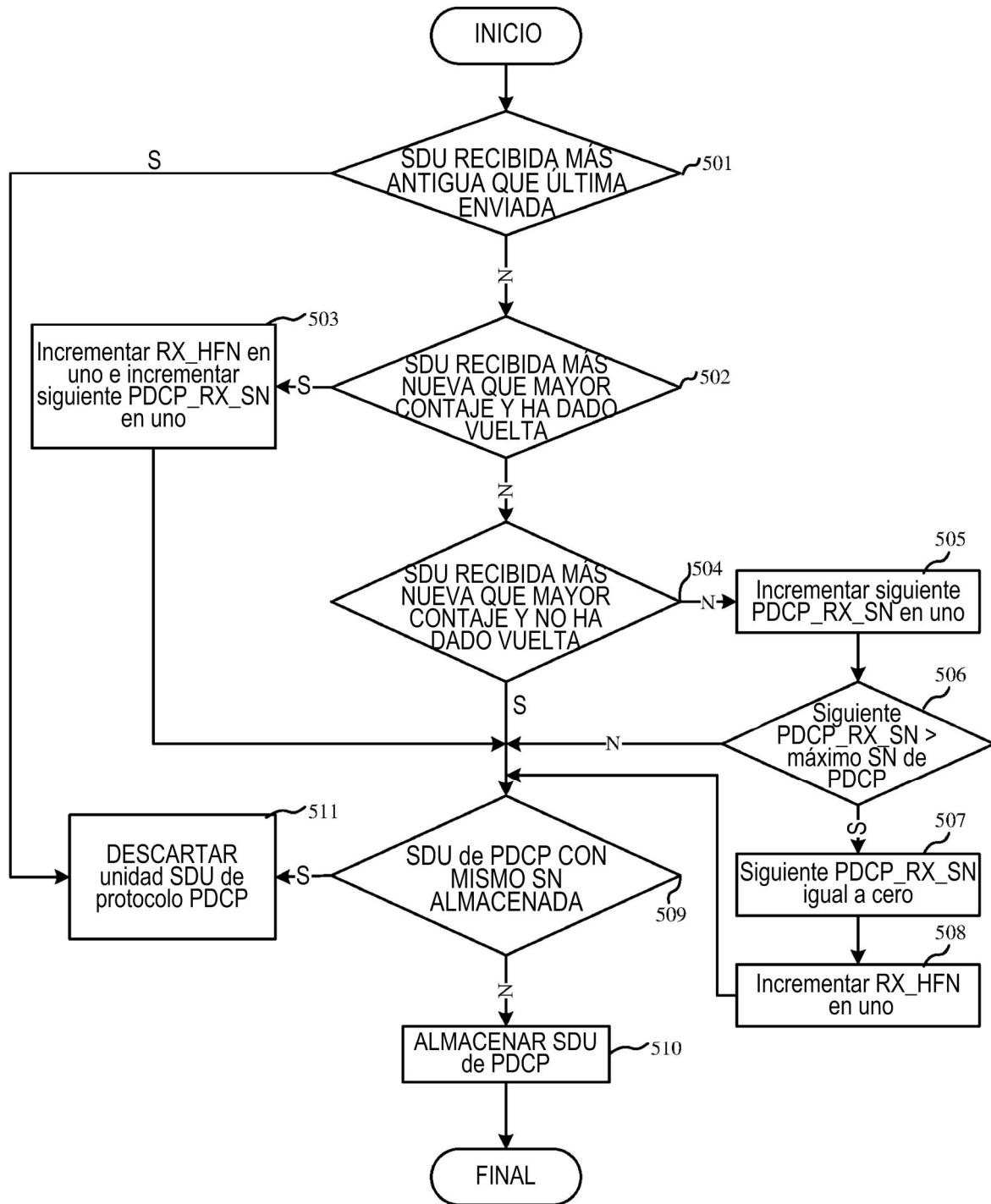


FIG. 5

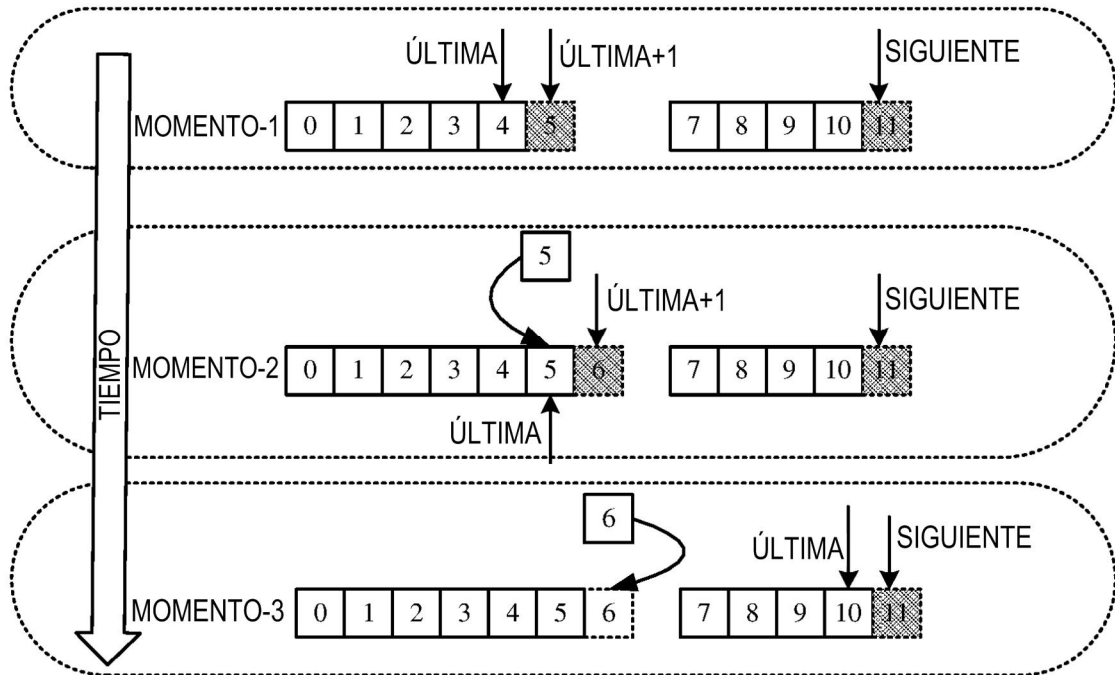


FIG. 6

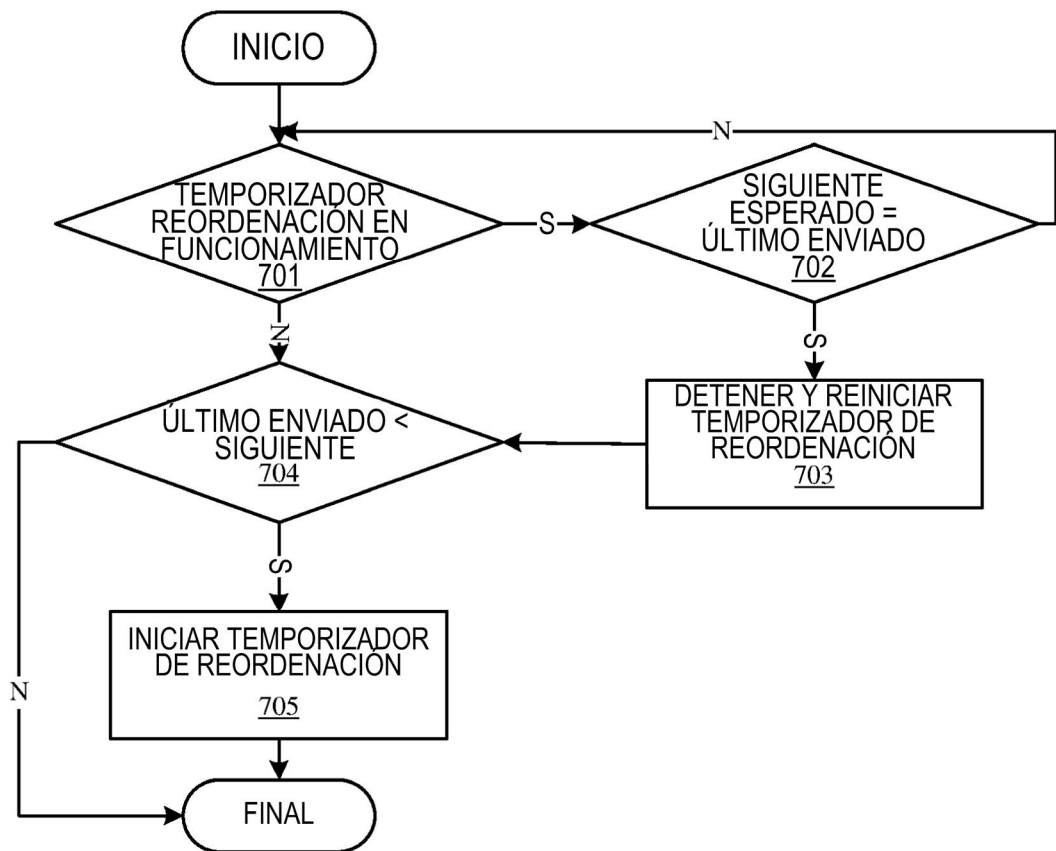


FIG. 7

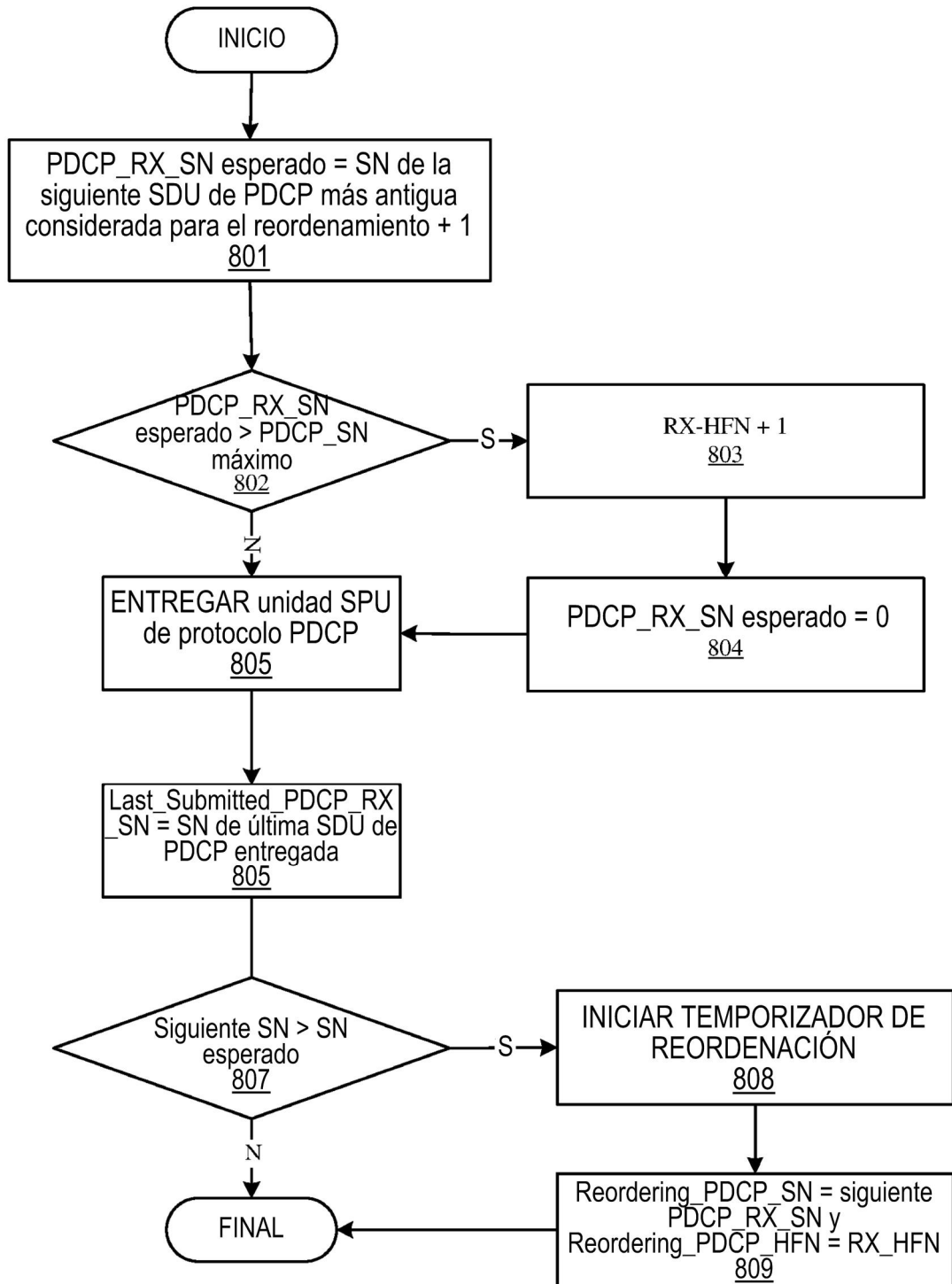


FIG. 8

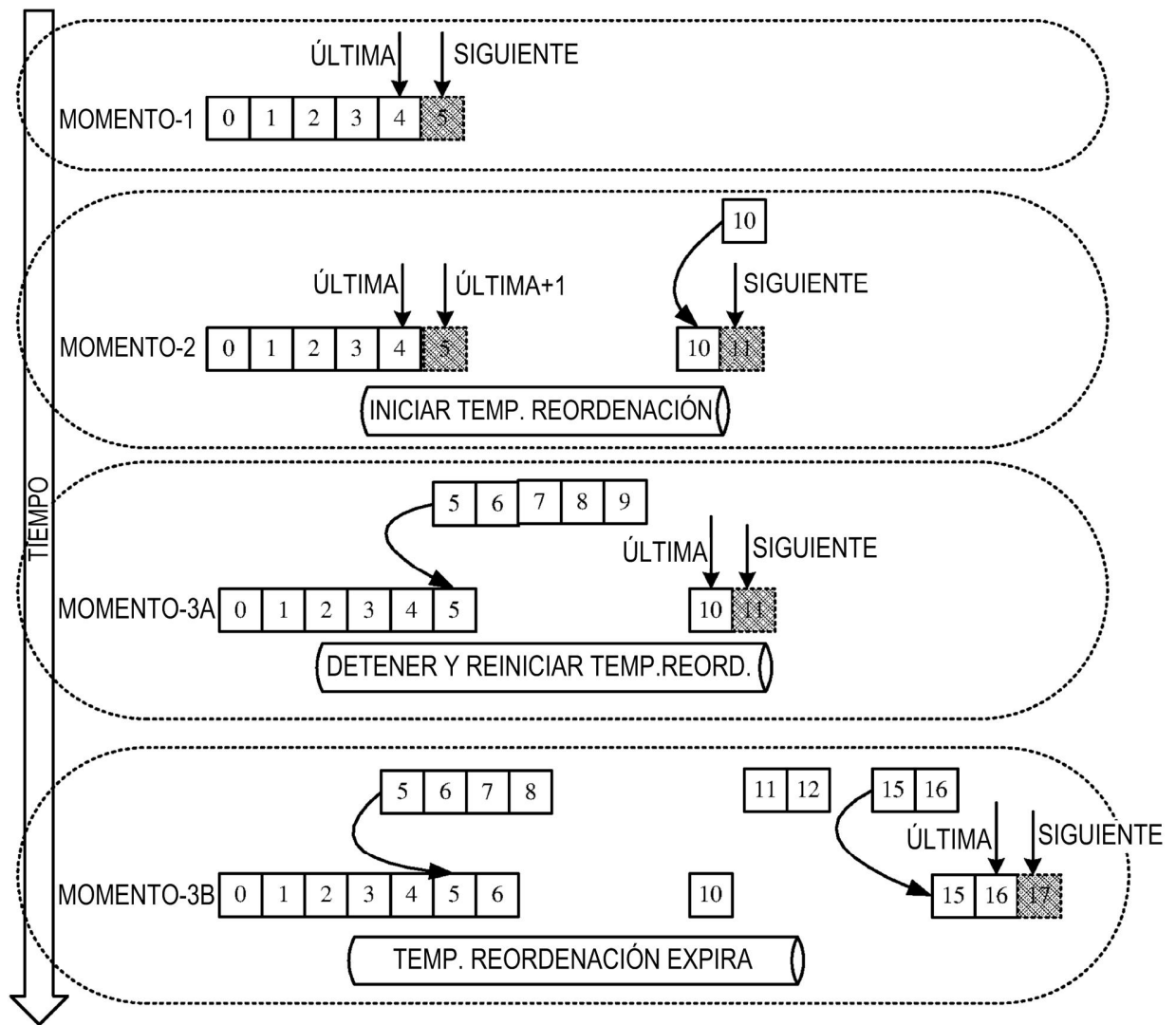


FIG. 9

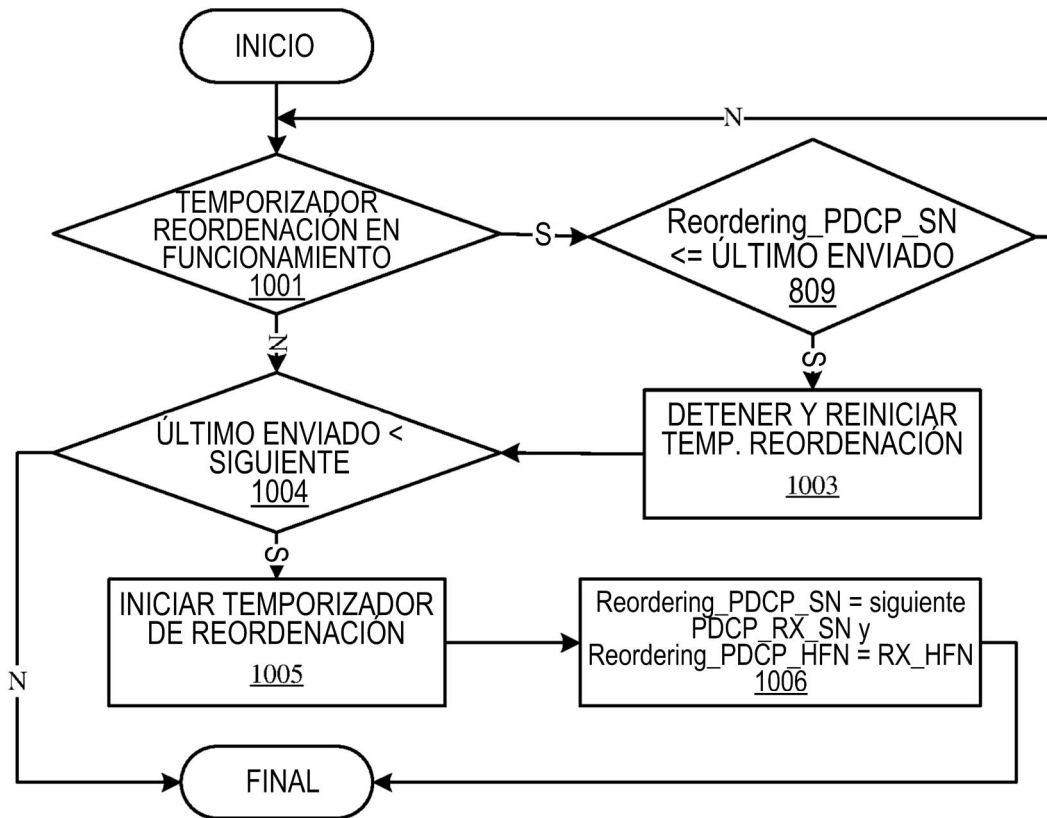


FIG. 10

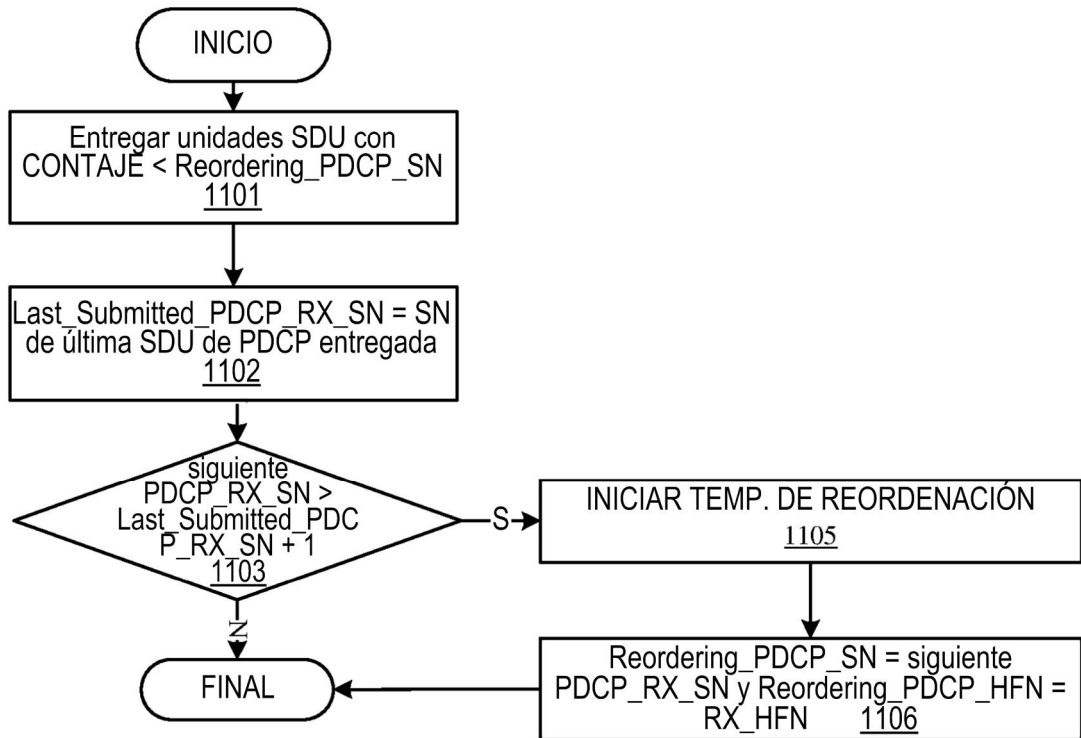


FIG. 11

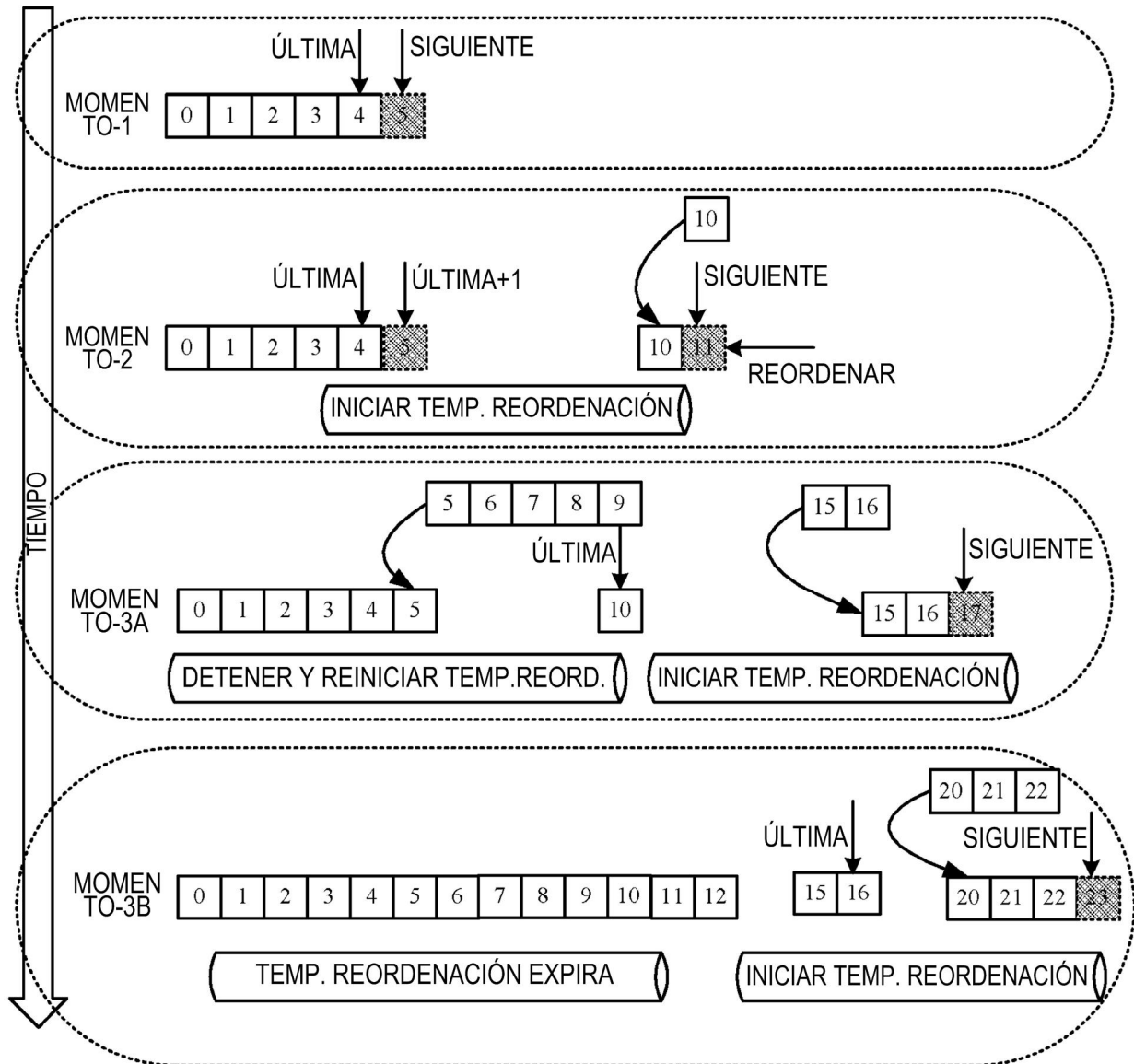


FIG. 12

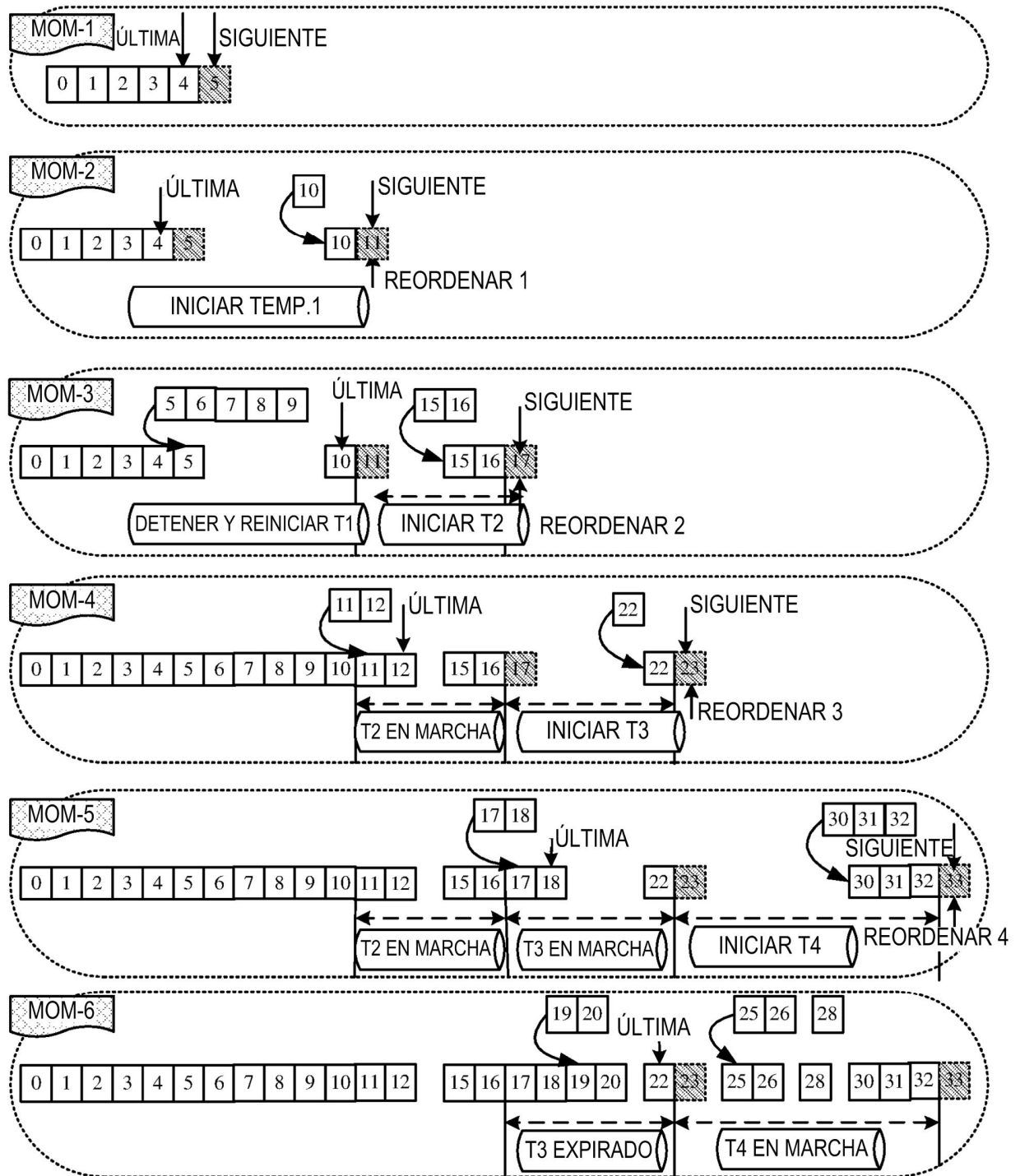


FIG. 13

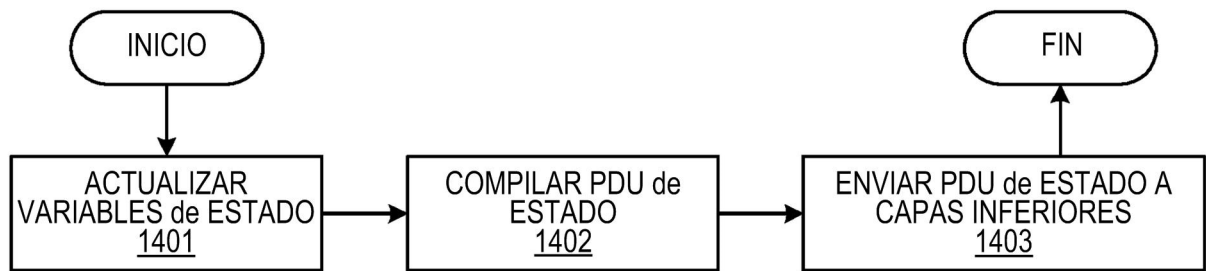


FIG. 14

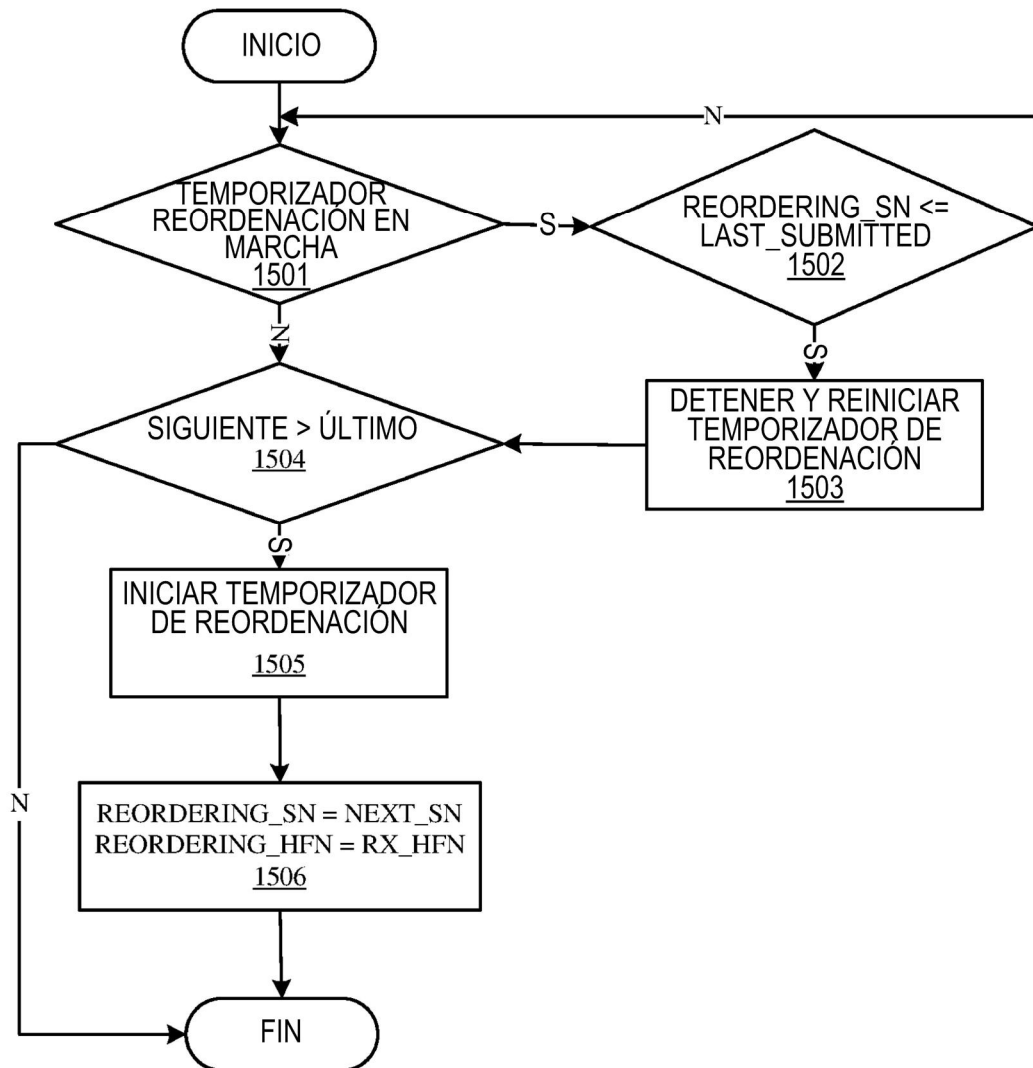


FIG. 15

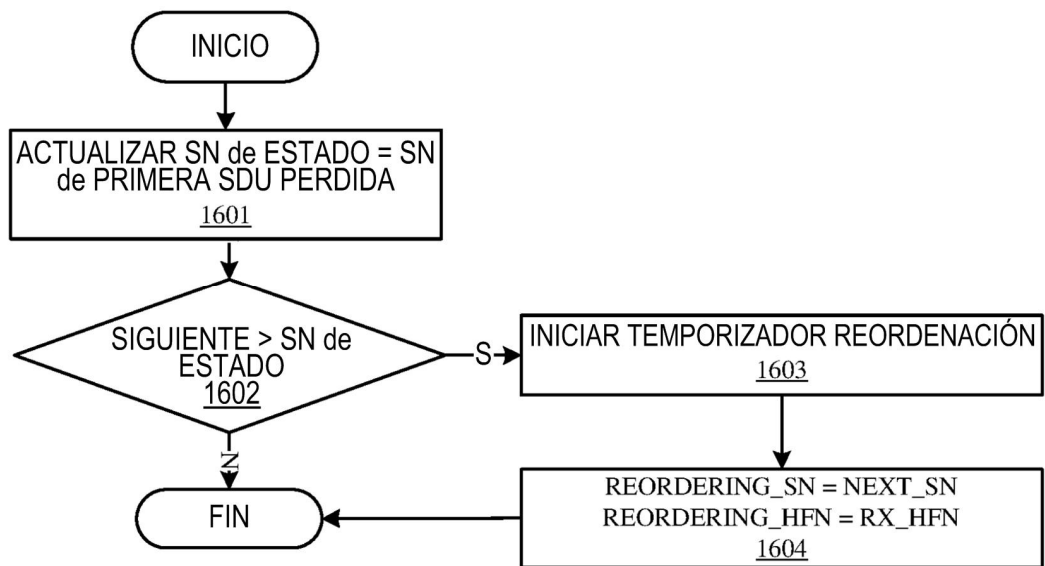


FIG. 16

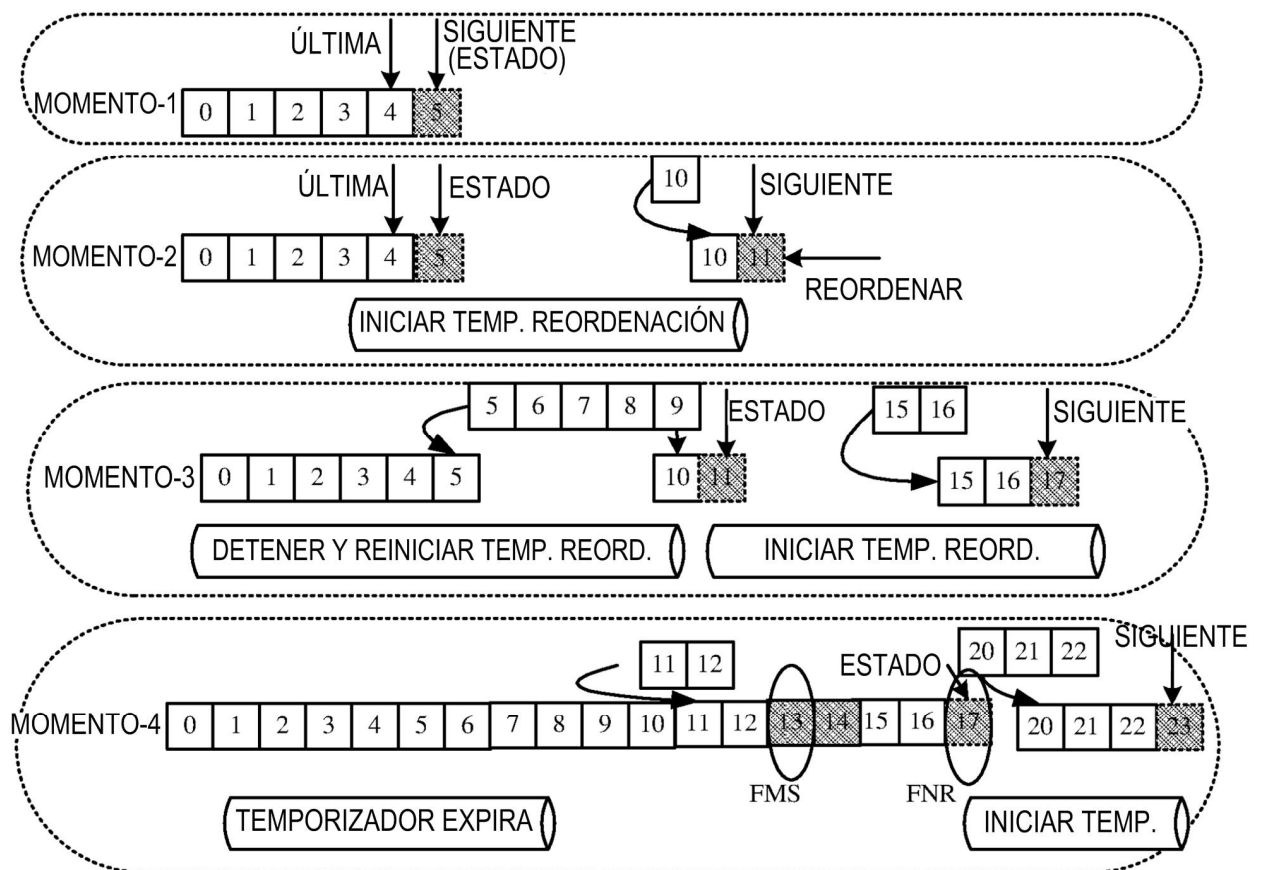


FIG. 17

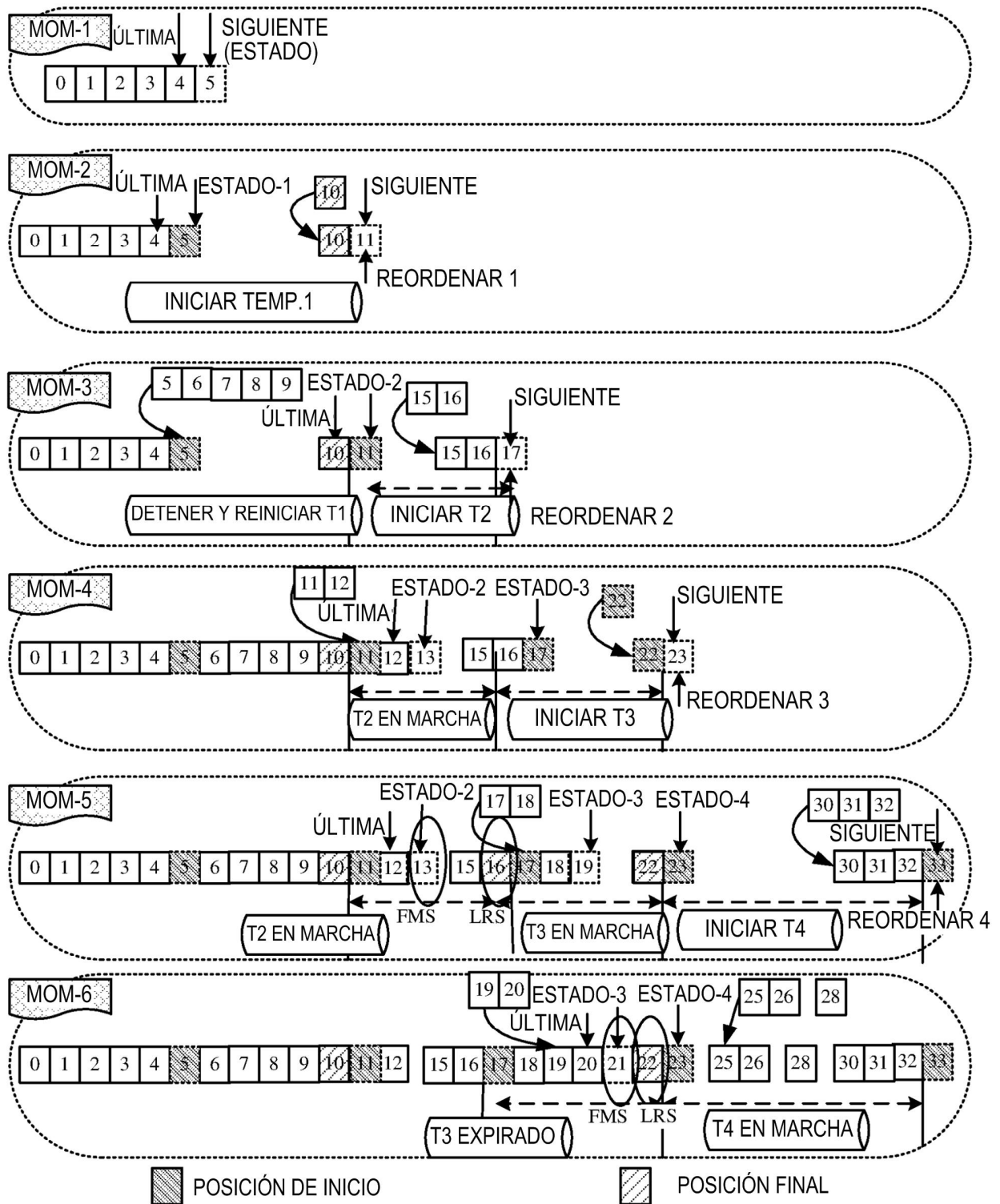


FIG. 18



FIG. 19

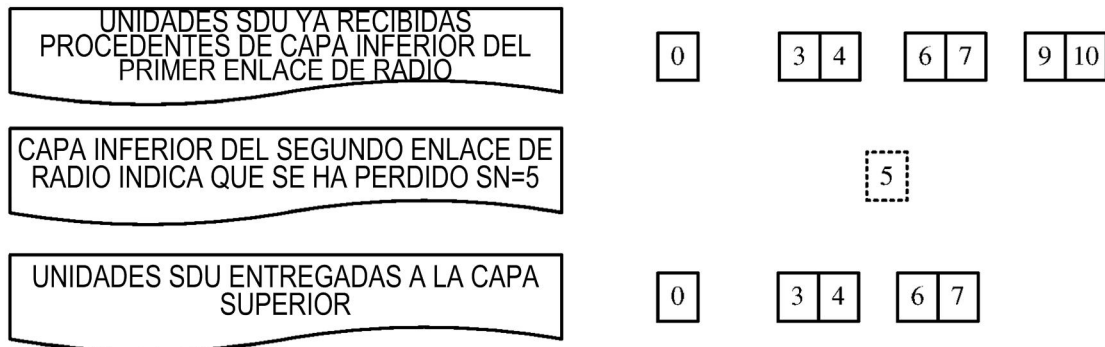


FIG. 20

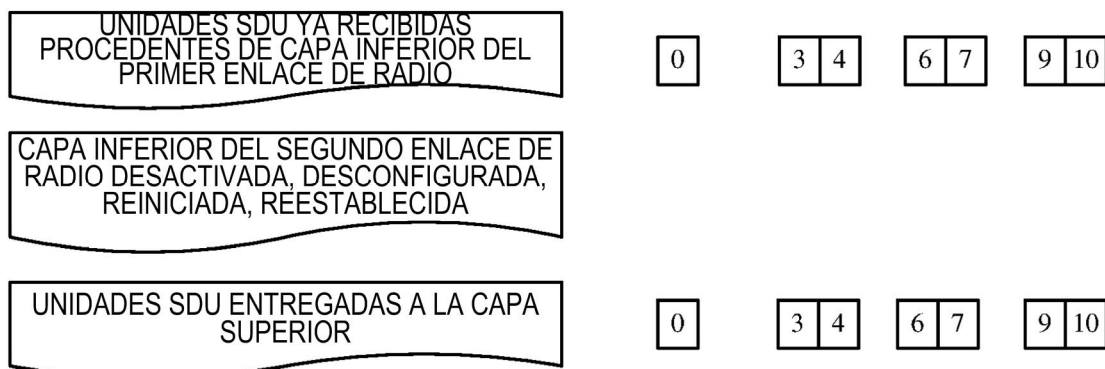


FIG. 21

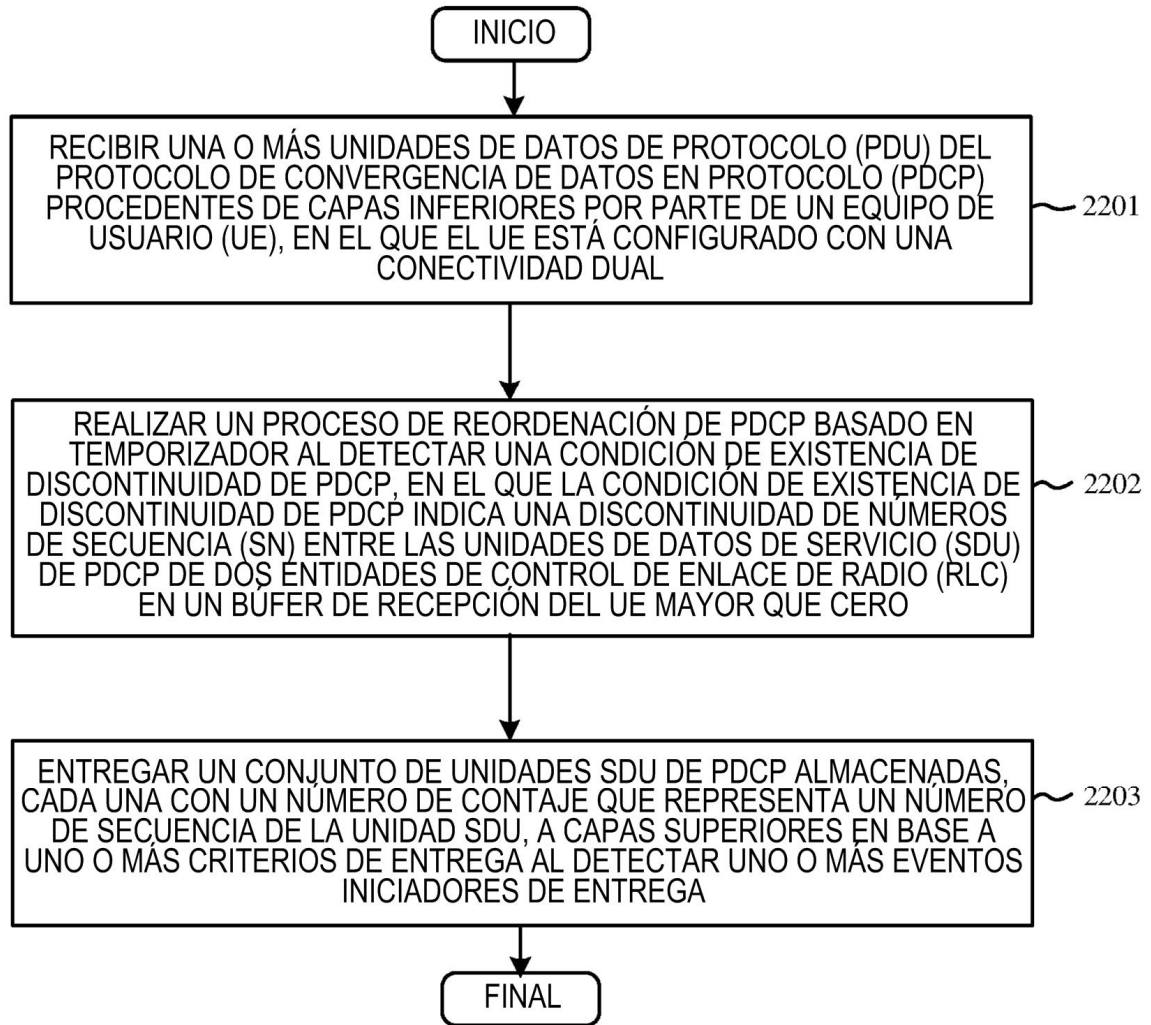


FIG. 22