

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 373 027**

51 Int. Cl.:
H04L 1/18

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **10166942 .2**
96 Fecha de presentación: **13.05.2003**
97 Número de publicación de la solicitud: **2226961**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **08.09.2010**

54 Título: **DISTRIBUCIÓN DE DATOS EN UN MECANISMO HÍBRIDO DE RETRANSMISIÓN AUTOMÁTICA EN SISTEMAS DE COMUNICACIÓN DE CDMA.**

30 Prioridad:
13.05.2002 US 380408 P
19.06.2002 US 176353

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
30.01.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
30.01.2012

73 Titular/es:
QUALCOMM INCORPORATED
5775 MOREHOUSE DRIVE, R-132 D
SAN DIEGO, CA 92121-1714, US

72 Inventor/es:
Vayanos, Alkinoos Hector;
Malladi, Durga y
Ho, Sai Yiu Duncan

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

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).

ES 2 373 027 T3

DESCRIPCIÓN

Distribución de datos en un mecanismo híbrido de retransmisión automática en sistemas de comunicación de CDMA

La presente invención reivindica el beneficio de la Solicitud provisional Estadounidense de N° de Serie 60 / 380.408, titulada "A Method and Apparatus for Stall Avoidance in a Communication System" ["Un procedimiento y aparato para evitar atascos en un sistema de comunicación"], depositada el 13 de mayo de 2002.

Antecedentes

Campo

La presente invención se refiere, en general, a la comunicación de datos y, más específicamente, a técnicas para mejorar las prestaciones de la distribución de datos a capas superiores, conjuntamente con un mecanismo híbrido de retransmisión automática (HARQ), en sistemas de comunicación de CDMA.

Antecedentes

Los sistemas de comunicación inalámbrica están extensamente desplegados, para proporcionar diversos tipos de servicios, tales como voz, datos en paquetes, etc. Estos sistemas pueden ser sistemas de acceso múltiple capaces de dar soporte a la comunicación para múltiples usuarios, y pueden basarse en el acceso múltiple por división de código (CDMA), el acceso múltiple por división del tiempo (TDMA), el acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), o algunas otras técnicas de acceso múltiple. Los sistemas de CDMA pueden brindar ciertas ventajas sobre otros tipos de sistema, incluso una capacidad de sistema aumentada.

Para mejorar la fiabilidad de la transmisión de datos, algunos sistemas de CDMA de la generación más reciente emplean un mecanismo híbrido de retransmisión automática (HARQ) que puede retransmitir paquetes que han sido incorrectamente descodificados por el receptor. Por ejemplo, en el estándar W-CDMA, Versión 5, el HARQ se incluye en una subcapa de Control de Acceso al Medio (MAC)-hs que reside por encima de la capa física. En el enlace descendente, una entidad HARQ en el transmisor procesa datos en paquetes a los que se asignan números secuenciales de transmisión (TSN). Estos paquetes pueden transmitirse luego en orden secuencial, en base a sus TSN, al receptor.

En el receptor, una correspondiente entidad HARQ recibe las transmisiones de paquetes e intenta descodificar y recuperar cada paquete transmitido. Sin embargo, debido a la degradación en las transmisiones de paquetes resultantes del enlace por radio, algunos de los paquetes pueden no ser descodificados correctamente (es decir, borrados). Cuando esto ocurre, se envía un acuse negativo de recibo (NAK) desde el receptor hacia el transmisor, para iniciar una retransmisión de cada paquete borrado.

La entidad HARQ receptora también está encargada de proporcionar los paquetes recuperados (es decir, aquellos correctamente descodificados) a las capas superiores. En el estándar W-CDMA, las capas superiores esperan datos en orden correcto, según lo determinado por los TSN de los paquetes. Sin embargo, con el mecanismo HARQ, los paquetes pueden ser recuperados en desorden por la entidad HARQ receptora, debido a las retransmisiones. Como resultado, se usa una entidad reordenadora en el receptor para almacenar temporalmente y reordenar los paquetes según son recuperados por el HARQ receptor. La entidad reordenadora proporcionará luego los paquetes en el orden adecuado, según estén disponibles, a las capas superiores.

Si los paquetes son recuperados desordenados por la entidad HARQ receptora, entonces la entidad reordenadora puede "atascar" o retardar su entrega de los paquetes recuperados a las capas superiores. En particular, la entidad reordenadora atascaría la entrega de datos a las capas superiores toda vez que se detecten paquetes faltantes, hasta que o bien (1) los paquetes faltantes sean recuperados por el HARQ receptor, o bien (2) la entidad reordenadora esté segura de que los paquetes faltantes están perdidos y que no serán recuperados por el HARQ receptor. Si es verdad la segunda condición, entonces puede confiarse en que otro mecanismo de retransmisión en capas superiores retransmita los datos perdidos.

Surge un reto al determinar la cantidad adecuada de tiempo a esperar por parte de la entidad reordenadora antes de declarar que los paquetes faltantes están perdidos y de proporcionar los paquetes ya recuperados a las capas superiores. Un objetivo es evitar atascar la entrega de datos a las capas superiores, ya que es indeseable esperar un largo tiempo, o indefinidamente, los paquetes perdidos que no se recuperarán. Un tiempo breve de espera sería mejor para este objetivo. Un objetivo conflictivo es minimizar las declaraciones erróneas de paquetes perdidos, de modo tal que se minimicen las retransmisiones innecesarias, con largos retardos por parte de las capas superiores (si dan soporte para ello), o la pérdida de paquetes. Un largo tiempo de espera proporcionaría una mejor garantía de que los paquetes están efectivamente perdidos. Este problema se denomina habitualmente en la técnica "evitación de atasco".

El documento WO 01/20874 A1 revela un procedimiento y sistema que impide que RLP3E genere NAK innecesarios,

impidiendo así innecesarias retransmisiones de tramas de datos. Se interpone un mecanismo entre la subcapa multiplexadora y la capa RLP3E para todo el tráfico entrante. La subcapa (346) reordenadora de tramas reordena los paquetes recibidos en el orden en el cual fueron transmitidos antes de entregarlos a la capa RLP3E (344). La subcapa (346) reordenadora de tramas reordena las tramas recibidas por la subcapa multiplexadora, determinando el orden en el cual las tramas de la capa física fueron transmitidas por su par, y almacenando temporalmente cada trama recibida hasta que todas las tramas transmitidas antes de ella hayan sido recibidas.

Existe, por lo tanto, la necesidad en la tecnología de técnicas para mejorar las prestaciones de la evitación de atascos en un sistema de CDMA.

Resumen

Se proporcionan en el presente documento técnicas, con referencia a las reivindicaciones adjuntas, para mitigar los efectos de los paquetes faltantes y para mejorar las prestaciones de evitación de atascos. En particular, estas técnicas pueden usarse para afrontar más efectivamente situaciones en las cuales la entrega de datos a las capas superiores se atasca debido a cargas útiles faltantes. Estas técnicas hacen uso de información disponible proveniente de los procesos HARQ, a fin de decidir mejor si han de entregarse o no datos a las capas superiores.

Se proporcionan diversos mecanismos en el presente documento que pueden usarse individualmente, o en combinación, para mejorar las prestaciones de la evitación de atascos. Estos mecanismos incluyen (1) la transmisión de la prioridad de cada paquete por un canal de control, en lugar de con el paquete, (2) el mantenimiento de un temporizador de inactividad para cada canal HARQ, (3) la transmisión de una indicación de vaciado para "vaciar" uno o más canales HARQ, lo que, a su vez, puede dar como resultado datos expulsados por la entidad reordenadora hacia las capas superiores, (4) la formación de un conjunto de canales HARQ candidatos para cada paquete faltante, que son canales que pueden usarse para el paquete faltante y (5) la determinación de si un paquete faltante está perdido o no, en base a la actividad o inactividad detectada en los canales HARQ en el conjunto de candidatos. Estos mecanismos se describen en mayor detalle más adelante.

En una realización, se proporciona un procedimiento para entregar datos recuperados por una entidad HARQ, en el orden adecuado, a las capas superiores en un sistema de comunicación de CDMA. Según el procedimiento, los paquetes son recibidos desde la entidad HARQ por la entidad reordenadora, y se detectan los paquetes faltantes entre los paquetes recibidos. Los paquetes pueden transmitirse en orden secuencial, en base a los números de secuencia de transmisión (TSN) asignados a los paquetes, y los paquetes faltantes pueden detectarse en base a los TSN de los paquetes recibidos. La entrega de paquetes recibidos posteriormente a los paquetes faltantes se atasca porque las capas superiores esperan datos en orden. Se toma posteriormente una determinación en cuanto a si cada paquete faltante es (1) recibido posteriormente desde la entidad HARQ o (2) se pierde, eliminando sucesivamente canales HARQ que puedan usarse para enviar el paquete faltante. Los paquetes recibidos, previamente atascados por cada paquete faltante, se entregan después de que se determina que el paquete faltante está perdido o recibido.

Puede formarse un conjunto de canales HARQ candidatos para cada paquete faltante. El conjunto de candidatos puede incluir, por ejemplo, todos los canales HARQ que estén activos en (o un poco después de) el momento en que se detecta que el paquete está faltando. Un canal HARQ puede eliminarse del conjunto si (1) está inactivo durante un periodo de tiempo específico, (2) se recupera un paquete del canal HARQ, (3) se detecta un nuevo paquete a enviar por el canal HARQ, o bien (4) se recibe una indicación para vaciar el canal HARQ. Puede usarse un temporizador de inactividad para cada canal HARQ a fin de determinar si el canal está inactivo o no, y puede reiniciarse toda vez que se recibe una transmisión de paquete por el canal.

Estas técnicas pueden usarse para diversos sistemas de CDMA, tal como un sistema de W-CDMA que implemente la Versión 5, o las posteriores.

Diversos aspectos y realizaciones de la invención se describen en mayor detalle más adelante. La invención proporciona adicionalmente procedimientos, códigos de programa, procesadores de señales digitales, unidades receptoras, unidades transmisoras, terminales, estaciones base, sistemas y otros aparatos y elementos que implementan diversos aspectos, realizaciones y características de la invención, según se describe en mayor detalle más adelante.

Breve descripción de los dibujos

Las características, la naturaleza y las ventajas de la presente invención devendrán más evidentes a partir de la descripción detallada expuesta a continuación, cuando se considere conjuntamente con los dibujos, en los cuales los caracteres de referencia iguales identifican de forma correspondiente por toda su extensión, y en los cuales:

la FIG. 1 es un diagrama de un sistema de comunicación de CDMA;

la FIG. 2 es un diagrama de una estructura de capas definida por el estándar W-CDMA, Versión 5;

la FIG. 3 es un diagrama que ilustra la encapsulación de datos efectuada por un Nodo B para la transmisión por el HS-DSCH, para el acceso de paquetes de datos de alta velocidad (HSDPA);

las FIGs. 4A y 4B son diagramas de una entidad del MAC-hs, definida por el estándar W-CDMA, Versión 5, respectivamente, para el lado de la UTRAN y el lado del UE.

- 5 la FIG. 5 es un diagrama que ilustra la relación de temporización entre diversos canales físicos de enlace descendente y de enlace ascendente, usados para implementar el HSDPA;

las FIGs. 6A y 6B son diagramas que ilustran gráficamente una ventana mantenida, respectivamente, para una específica cola de prioridades, y una ventana mantenida por la entidad reordenadora receptora;

- 10 las FIGs. 7A a 7D ilustran cuatro escenarios de transmisión de datos, según los cuales se confía en diversos mecanismos para vaciar datos de la cola de reordenamiento, hacia las capas superiores;

la FIG. 8 es un diagrama de flujo de un proceso efectuado por la entidad HARQ transmisora, para enviar un paquete por un canal HARQ específico;

las FIGs. 9A y 9B muestran un diagrama de flujo de un proceso efectuado por la entidad HARQ receptora, para recibir un paquete por un canal HARQ específico;

- 15 la FIG. 9C es un diagrama de flujo de un proceso efectuado por la entidad HARQ receptora para mantener todos los temporizadores de inactividad para los canales HARQ;

la FIG. 9D es un diagrama de flujo de un proceso efectuado por la entidad HARQ receptora tras recibir una indicación de vaciado en un mensaje de control;

- 20 la FIG. 10 es un diagrama de flujo de un proceso efectuado por la entidad reordenadora transmisora para una cola de prioridad específica;

las FIGs. 11A y 11B muestran un diagrama de flujo de un proceso efectuado por la entidad reordenadora receptora para una cola de prioridad específica;

la FIG. 11C muestra un diagrama de flujo de una realización de un proceso efectuado por la entidad reordenadora receptora toda vez que se recibe una indicación de que ha expirado un temporizador de retardo.

- 25 La FIG. 11D muestra un diagrama de flujo de una realización de un proceso efectuado por la entidad reordenadora receptora para una transacción completada por un canal HARQ específico.

La FIG. 12 muestra un diagrama de flujo de un proceso global efectuado por la entidad reordenadora receptora para recibir paquetes desde la entidad HARQ y entregar paquetes a las capas superiores; y

la FIG. 13 es un diagrama en bloques de una realización de un Nodo B y de un UE.

- 30 **Descripción detallada**

La FIG. 1 es un diagrama de un sistema 100 de comunicación de CDMA que puede implementar las técnicas descritas en el presente documento para mejorar la evitación de atascos. El sistema 100 incluye un cierto número de estaciones base 140 que se comunican con un cierto número de terminales 106 (sólo se muestran una estación base y dos terminales en la FIG. 1, para simplificar). Una estación base también se denomina un Nodo B, un sistema transceptor base (BTS), un punto de acceso, o con alguna otra terminología. Las estaciones base pueden ser parte de una Red de Acceso por Radio del UMTS (UTRAN). Una estación base y / o su área de cobertura también se denominan a menudo una célula, según el contexto en el cual se use el término.

- 35 Un terminal también se denomina un equipo de usuario (UE), una estación móvil, una estación remota, un terminal de acceso, o con alguna otra terminología. Cada terminal puede comunicarse con una o más estaciones base por el enlace descendente y / o el enlace ascendente en cualquier momento dado, según que el terminal esté o no activo, que el traspaso suave tenga soporte o no para la transmisión de datos, y que el terminal esté o no en traspaso suave. El enlace descendente (es decir, el enlace directo) se refiere a la transmisión desde la estación base al terminal, y el enlace ascendente (es decir, el enlace inverso) se refiere a la transmisión desde el terminal a la estación base.

- 45 Las técnicas descritas en el presente documento para mejorar las prestaciones de evitación de atascos pueden implementarse en diversos sistemas de comunicación de CDMA. Así, el sistema 100 de CDMA puede implementar uno o más estándares de CDMA usualmente conocidos, tales como el W-CDMA, el cdma2000, el IS-856, el IS-95 y otros. Para mayor claridad, diversos aspectos, realizaciones y detalles de implementación para mejorar las prestaciones de evitación de atascos se describen más adelante para un sistema de CDMA que da soporte al estándar W-CDMA,

Versión 5. Al usar la terminología del W-CDMA, la estación base, el terminal y el controlador del sistema se denominan, respectivamente, Nodo B, UE y RNC en la siguiente descripción.

El estándar W-CDMA da soporte a diversos tipos de servicios, tales como voz, datos en paquetes, etc. En el W-CDMA, los datos a transmitir a un UE específico se procesan como pertenecientes a uno o más canales de transporte. Estos canales de transporte se asocian entonces a uno o más canales físicos (en la capa física) asignados al UE. Un canal físico está definido por diversos parámetros (p. ej., la frecuencia de portadora, el código de cifrado, el código, o códigos, de canalización, etc.).

El estándar W-CDMA, Versión 5, da adicionalmente soporte al acceso a paquetes de enlace descendente de alta velocidad (HSDPA), que es un conjunto de canales de transporte, o físicos, y procedimientos definidos en bloques que se multiplexan luego en un canal compartido de enlace descendente de alta velocidad (HS-DSCH), que es un canal de transporte de enlace descendente. El HS-DSCH se asocia luego a un canal físico compartido de enlace descendente de alta velocidad (HS-PDSCH) que puede ser compartido por múltiples UE. Para el W-CDMA, cada transmisión de paquetes por el HS-PDSCH abarca un intervalo temporal de 2 mseg que se denomina un intervalo de tiempo de transmisión (TTI).

Se hace referencia a los siguientes canales de transporte, y físicos, definidos por el estándar W-CDMA, en el presente documento:

* DPCH – canal físico dedicado

* HS-DSCH – canal compartido de enlace descendente de alta velocidad

* HS-SCCH – canal físico de control compartido para el HS-DSCH

* HS-PDSCH – canal físico compartido de enlace descendente de alta velocidad

* HS-DPCCH – canal físico dedicado de control de alta velocidad (por el enlace ascendente)

El HS-PDSCH puede usarse para transmitir datos de manera multiplexada por división del tiempo y del código (TDM / CDM) para múltiples UE. La información de control para el HS-PDSCH, que incluye diversos parámetros usados para recibir debidamente el HS-PDSCH, se transmite por un HS-SCCH asociado. El HS-DPCCH se usa para llevar retroalimentación desde los UE, a fin de informar de paquetes correcta e incorrectamente recibidos (es decir, borrados).

La **FIG. 2** es un diagrama de una estructura 200 en capas definida por el estándar W-CDMA, Versión 5. La estructura 200 en capas incluye una capa 210 de Control de Enlace de Radio (RLC), una capa 220 de Control de Acceso al Medio (MAC) y una capa física 230. La capa de RLC realiza la retransmisión automática (ARQ) de datos y habitualmente reside en el Controlador de Red de Radio (RNC). La retransmisión mediante la capa de RLC está habitualmente asociada a largos retardos, debido al largo tiempo de ida y vuelta entre el RNC y el UE. En la capa del RLC, los datos se procesan como pertenecientes a canales lógicos.

Para el W-CDMA, Versión 5, la capa MAC está adicionalmente dividida en una subcapa 222 de MAC-d y una subcapa 224 de MAC-hs. La subcapa de MAC-d realiza un conjunto de funciones que incluye (1) asociar canales lógicos con canales de transporte comunes y dedicados, (2) multiplexar uno o más canales lógicos sobre un canal de transporte (C/T MUX), (3) cifrar / descifrar, etc. La subcapa de MAC-d proporciona flujos de datos a la subcapa de MAC-hs, estando cada flujo de datos asociado a ciertos atributos de planificación.

La subcapa de MAC-hs realiza funciones específicas relacionadas con el HSDPA, según se describe más adelante. La subcapa de MAC-hs proporciona adicionalmente la interfaz entre la subcapa de MAC-hs y la capa física.

La capa física proporciona el mecanismo para transmitir datos para la capa de MAC y para señalar a las capas superiores.

Estas diversas capas y subcapas para el W-CDMA se describen en diversos documentos de estándares, que están públicamente disponibles.

La **FIG. 3** es un diagrama que ilustra la encapsulación de datos realizada por un Nodo B para su transmisión por el HS-DSCH. En W-CDMA, los datos a transmitir por el enlace descendente son proporcionados por la capa de RLC en unidades de datos de protocolo del RLC (PDU de RLC), cada una de las cuales incluye un número de secuencia (SN) y datos. La subcapa de MAC-d recibe los PDU del RLC para uno o más canales lógicos y, para cada PDU del RLC, inserta un campo (C/T) para formar una correspondiente PDU de MAC-d. El campo C/T identifica el canal lógico asociado a la PDU del RLC.

La subcapa MAC-hs recibe las PDU de MAC-d y forma las PDU de MAC-hs. Para el W-CDMA, Versión 5, cada flujo de MAC-d puede incluir datos para uno o más canales lógicos en la capa del RLC, y cada PDU de MAC-d puede

asociarse a una prioridad específica. Dado que los datos se transmiten en base a la prioridad y los recursos disponibles, los datos con distintas prioridades se almacenan en distintas colas de prioridad dentro de la subcapa de MAC-hs. A continuación, los datos se recuperan de la cola de prioridad adecuada, según se necesite, y se procesan adicionalmente para su transmisión por el HS-DSCH.

- 5 Para formar una PDU de MAC-hs, la subcapa de MAC-hs primero recibe y concatena en serie una o más PDU de MAC-d de una cola de prioridad específica, para formar la carga útil para la PDU de MAC-hs. Los bits de relleno pueden añadirse según sea necesario para completar la carga útil. La subcapa de MAC-hs añade luego una cabecera con la carga útil para formar la PDU de MAC-hs.

- 10 Para el W-CDMA, Versión 5, la cabecera de MAC-hs incluye (1) un campo de Identificador de índice de tamaño (SID), que indica la longitud de cada PDU de MAC-d en la PDU de MAC-hs, (2) un campo N que indica el número de las PDU de MAC-d incluidas en la PDU de MAC-hs, (3) un número de secuencia de transmisión (TSN) asignado a, y usado para identificar unívocamente, la PDU de MAC-hs y (4) un campo de Identificador de Cola (QID) que indica una cola de prioridad específica, de la cual fueron recuperadas las PDU de MAC-d incluidas en la PDU de MAC-hs. El TSN permite que el UE identifique las PDU de MAC-hs que han sido recuperadas, y se usa para proporcionar las PDU de MAC-d en orden a la capa del RLC, que espera que se le entreguen datos en la secuencia correcta. También se proporciona un mecanismo por el W-CDMA para permitir la transmisión de PDU de MAC-hs de distintos tamaños dentro del mismo paquete, pero esto no se describe en el presente documento, para simplificar.

- 15 Las PDU de MAC-hs se generan sobre la marcha, según se necesitan. Cada PDU de MAC-hs se transmite en un TTI de 2 mseg, que es la unidad de transmisión por el HS-DSCH. Para simplificar, una PDU de MAC-hs se denomina en el presente documento un "paquete".

- 20 La información de control se transmite concurrentemente por el HS-SCCH compartido junto con cada transmisión de paquete. Esta información de control incluye (1) un Identificador de proceso HARQ (HID), (2) un indicador de Datos Nuevos, (3) información que identifica el UE específico para el que se destinan la información de control y la correspondiente transmisión de datos y (4) otra información no descrita en el presente documento. El HID indica el específico proceso HARQ usado para el paquete. Cada paquete puede transmitirse, y posiblemente retransmitirse, una o más veces, hasta que (1) la UTRAN recibe una respuesta ACK por el HS-DPCCH para el paquete, o bien (2) el transmisor decide abandonar la transmisión del paquete. Cada paquete se asocia a un específico proceso HARQ, que es una instancia de un protocolo de esperar y ver (SAW), usado para controlar la transmisión / retransmisión de ese paquete. Como se definen tres bits para el HID, hasta ocho transacciones de paquete pueden estar pendientes en cualquier momento dado. Los ocho procesos HARQ pueden verse, de esta manera, como ocho "canales HARQ" que pueden usarse para transmitir paquetes, estando cada canal HARQ asociado a, e identificado por, un específico valor del HID.

- 25 El indicador de Datos Nuevos se usa para indicar la transmisión de un nuevo paquete por un específico canal HARQ. Para mejorar las prestaciones de decodificación, el UE habitualmente combina (por software) todas las transmisiones recibidas para el mismo paquete, antes de la decodificación. El indicador de Datos Nuevos informa al UE de que la transmisión actual es para un nuevo paquete, y que todas las transmisiones anteriores recibidas para el mismo canal HARQ (que son para un paquete anterior) deberían purgarse. El indicador de Datos Nuevos es un valor de un único bit que alterna entre "0" y "1" para paquetes consecutivos transmitidos por el mismo canal HARQ, y es efectivamente un número secuencial de 1 bit para los paquetes transmitidos por el canal HARQ. El UE puede, de esta manera, detectar un nuevo paquete, observando las alternaciones del indicador de Datos Nuevos. El indicador de Datos Nuevos también se denomina en el presente documento el bit de "color".

- 30 La **FIG. 4A** es un diagrama de una entidad 224a de MAC-hs definida por el estándar W-CDMA, Versión 5, para el lado de la UTRAN. Hay una entidad de MAC-hs en la UTRAN para cada célula que da soporte a la transmisión del HS-DSCH. La entidad de MAC-hs gestiona los datos transmitidos por el HS-DSCH y gestiona adicionalmente la adjudicación de recursos físicos para el HSDPA.

- 35 La entidad MAC-hs de la UTRAN incluye una entidad 410 de gestión de planificación / prioridad, una entidad 420 de HARQ y una entidad 430 de FTRC. La entidad de gestión de planificación / prioridad gestiona los flujos de datos desde la entidad de MAC-d, según sus prioridades, determina el TSN y la cola de prioridad para cada paquete que está siendo procesado, y determina la transmisión / retransmisión de paquetes. Los flujos de datos desde la entidad de MAC-d pueden incluir datos con distintas prioridades, que se colocarían entonces en colas de distintas prioridades. Los datos se recuperarían a continuación de la cola de la prioridad adecuada, en base a la prioridad y la disponibilidad de recursos, y se procesarían adicionalmente para su transmisión / retransmisión por el HS-DSCH.

- 40 Se proporciona una entidad HARQ para gestionar la funcionalidad de HARQ para cada UE. La entidad HARQ realiza la transmisión y (si es necesario) las retransmisiones de paquetes para garantizar la entrega fiable de estos paquetes al UE. Las retransmisiones de paquetes se efectúan en base a la retroalimentación desde el UE. Esta retroalimentación tiene la forma de un acuse de recibo (ACK), para indicar la decodificación exitosa de un paquete, o un acuse negativo

de recibo (NAK), para indicar una descodificación fallida del paquete.

La entidad TFRC selecciona el formato adecuado de transporte y los recursos para los datos a transmitir por el HS-DSCH.

La **FIG. 4B** es un diagrama de una entidad 224b de MAC-hs definida por el estándar W-CDMA, Versión 5, para el lado del UE. La entidad de MAC-hs gestiona la función específica del HSDPA e incluye una entidad HARQ 440, una entidad 450 de distribución de colas de reordenamiento, y un conjunto de almacenes temporales 462 de reordenamiento, la entidad 464 de reordenamiento y la entidad 466 de desensamblaje para cada Identificador de Cola configurado en el UE. De tal manera un almacén temporal de reordenamiento se proporciona y se asocia a cada cola de prioridad usada para el UE.

La entidad HARQ del UE gestiona todas las tareas requeridas para el HARQ (p. ej., genera el ACK / NAK requerido para cada transmisión de paquetes recibidos). La entidad de distribución de colas de reordenamiento proporciona paquetes recuperados al almacén temporal de reordenamiento adecuado, en base el Identificador de Cola enviado para el paquete.

La entidad de reordenamiento para cada almacén temporal de reordenamiento reordena los paquetes recuperados en el almacén temporal según el TSN asignado a cada paquete. Cada cola de prioridad se asocia a su propia secuencia de TSN. La entidad reordenadora proporciona luego paquetes con TSN consecutivos, según se recuperan, a la entidad de desensamblaje. Los paquetes no se entregan a la entidad de desensamblaje (es decir, "se atascan") si faltan paquetes con TSN inferiores.

La entidad de desensamblaje asociada a cada almacén temporal de reordenamiento desensambla los paquetes que se la proporcionan. El desensamblaje se realiza quitando la cabecera en cada paquete, para obtener la carga útil de MAC-hs (véase la FIG. 3), extrayendo las PDU de MAC-d incluidas en la carga útil de MAC-hs, y descartando los bits de relleno (si los hubiera). La entidad de desensamblaje proporciona luego las PDU de MAC-d a las capas superiores mediante la subcapa de MAC-d.

El estándar W-CDMA, Versión 5, admite que un cierto número de entidades de reordenamiento y un cierto número de procesos HARQ (o canales HARQ) estén funcionando concurrentemente. Cada entidad de reordenamiento procesa datos para una cola de prioridad específica y emplea un almacén temporal de reordenamiento para esta tarea. Hay por tanto una correspondencia de uno a uno entre la entidad de reordenamiento, la cola de prioridad y el almacén temporal de reordenamiento. Los canales HARQ son entidades estándar del protocolo de detención y espera, y cada canal HARQ puede llevar datos destinados para cualquiera de las colas de prioridad (o almacenes temporales de reordenamiento).

La **FIG. 5** es un diagrama que ilustra la relación de temporización entre diversos canales físicos de enlace descendente y de enlace ascendente, usados para implementar el HSDPA. La relación de temporización mostrada en la FIG. 5 es para un UE específico designado para recibir la transmisión del HSDPA.

El DPCCH de enlace ascendente es usado por el UE para enviar señalización para el DCPCH de enlace ascendente. La temporización del DPCCH de enlace ascendente se usa como una referencia, y la temporización para los otros canales físicos se proporciona con respecto a la del DPCCH de enlace ascendente.

Según se muestra en la FIG. 5, un paquete se transmite al UE en la subtrama 512 por el HS-DPSCH. Cada subtrama abarca una ranura de 2 mseg. El inicio de la subtrama 512 ocurre algún tiempo después del momento T_1 , que es el inicio de una ranura en el DPCCH de enlace ascendente. El paquete se transmite al UE designado, que recibe e intenta recuperar el paquete. En base al resultado del proceso de descodificación, el UE informa uno entre los siguientes: (1) un ACK para indicar que el paquete ha sido recibido correctamente, (2) un NAK para indicar que el paquete ha sido recibido con errores (es decir, borrado), o bien (3) nada (es decir, un bit de transmisión discontinua (DTX)) si no ha logrado detectar (ha perdido) el correspondiente HS-SCCH. Esta información de respuesta se transmite desde el UE en una subtrama 514 indicada, por el HS-DPCCH de enlace ascendente. La subtrama 514 comienza en el momento T_2 , que se define como de 7,5 ranuras más un retardo de τ_x (que es un valor entre 0 y 255 segmentos) a partir del final de la correspondiente subtrama 512. El retardo τ_x se define de modo tal que el tiempo transcurrido, τ_y , entre el inicio de la ranura en el DPCCH de enlace ascendente (T_1) y el inicio de la subtrama 514 en el HS-DPCCH de enlace ascendente (T_2) sea de $256xm$, donde m es un entero.

Las hipótesis de diseño del HSDPA para la transmisión de información de control por el HS-SCCH de enlace descendente y el HS-DPCCH de enlace ascendente son las siguientes:

HS-SCCH (enlace descendente)

* Probabilidad {Pérdida de HS-SCCH} $\leq 10^{-2}$

* Probabilidad {Falsa alarma} $\leq 10^{-4}$

HS-DPCCH (enlace ascendente)

* Probabilidad (ACK – NAK) $\leq 10^{-2}$

* Probabilidad (NAK – ACK) $\leq 10^{-4}$

5 * Probabilidad {DTX -> ACK} $\leq 10^{-2}$

Lo anterior afirma que, para el HS-SCCH en el enlace descendente (1), la probabilidad de perder un mensaje de control que acompaña a una transacción de paquete debe ser menor o igual a 10^{-2} y (2) la probabilidad de detectar erróneamente un mensaje de control enviado a otro UE como uno enviado al UE debe ser menor o igual que 10^{-4} . Para el HS-DPCCH en el enlace ascendente (1) la probabilidad de que un ACK transmitido por el UE sea recibido como un NAK por el Nodo B debe ser menor o igual a 10^{-2} , (2) la probabilidad de que un NAK transmitido por el UE sea recibido como un ACK por el Nodo B debe ser menor o igual a 10^{-4} y (3) la probabilidad de que un bit DTX transmitido por el UE sea recibido como un ACK por el Nodo B debe ser menor o igual a 10^{-2} .

En algunas condiciones de canal, especialmente en casos donde el Nodo B servidor para un UE específico no es el del mejor enlace ascendente (lo que puede ocurrir a menudo, dado que el traspaso desde un Nodo B a otro es lento para el HSDPA), puede ser difícil lograr la probabilidad de error de ACK / NAK indicada anteriormente.

Un error de NAK a ACK para un paquete dado da como resultado que el transmisor suponga que el paquete ha sido correctamente recuperado por el receptor. El transmisor puede entonces descartar este paquete e iniciar la transmisión de otro paquete por el mismo canal HARQ. Por lo tanto, el error de NAK a ACK da como resultado un paquete perdido en la capa de MAC. Una mayor probabilidad de error de NAK a ACK corresponde a una mayor ocurrencia de paquetes faltantes en la capa de MAC. Esto, a su vez, lleva a una mayor probabilidad de atasco por parte de la entidad de reordenamiento, y a más retransmisiones requeridas en la capa de RLC.

La capa de MAC necesita garantizar la entrega de datos en orden a las capas superiores. Dado que el mecanismo HARQ que usa múltiples canales HARQ puede dar como resultado datos recuperados fuera de secuencia por el UE, se añadió una subcapa de ordenamiento en la capa de MAC, en el estándar W-CDMA, Versión 5. La subcapa de reordenamiento almacena temporalmente los paquetes según se recuperan, reordena estos paquetes y entrega paquetes consecutivos (según lo determinado por sus TSN) a las capas superiores. Si la subcapa de reordenamiento detecta paquetes faltantes, en base a las brechas o huecos en los TSN de los paquetes recuperados, entonces retiene (es decir, atasca) la entrega de todos los paquetes con TSN posteriores al TSN del paquete faltante más antiguo. Cuando los paquetes faltantes se recuperen finalmente, la subcapa de reordenamiento proporcionará estos paquetes recientemente recuperados, así como cualquier paquete anterior recuperado que se haya atascado.

Tres mecanismos de "evitación de atasco" son proporcionados por el estándar W-CDMA, Versión 5, para permitir implementaciones prácticas y para evitar situaciones en donde la entidad de reordenamiento espera indefinidamente datos que no se retransmiten. Estos mecanismos de evitación de atascos incluyen:

* El esquema basado en ventanas

* El esquema basado en temporizadores

* El esquema de actividad de HARQ

Cada uno de estos esquemas se describe brevemente a continuación.

Esquema basado en ventanas

Dado que cada paquete se etiqueta con un TSN específico, los paquetes recuperados pueden ensamblarse en la secuencia adecuada en el UE. Aunque los paquetes pueden ser transmitidos inicialmente en orden secuencial por el Nodo B, estos paquetes pueden recuperarse desordenados, debido a que puede requerirse un número variable de retransmisiones para cada paquete.

La **FIG. 6A** es un diagrama que ilustra gráficamente la ventana mantenida para una cola de prioridad específica. Los datos para esta cola de prioridad se transmiten en paquetes que se identifican por un TSN de 6 bits. El espacio numérico de los TSN es $2^6 = 64$ (es decir, entre 0 y 63). Para resolver la ambigüedad en el espacio numérico de los TSN, causado por el hecho de que el campo del TSN tiene un tamaño finito, el receptor puede usar una ventana. El tamaño de esta ventana se fija habitualmente en menos de la mitad del espacio numérico de los TSN (es decir, < 32) y puede hacerse tan pequeño como de 8 a 16. Dado que el tamaño de ventana es más pequeño que el espacio numérico de los TSN, el orden de los paquetes dentro de la ventana no es ambiguo. Al determinar el tamaño de la ventana, hay un equilibrio compensador. Si la ventana es pequeña, aumentan las prestaciones de evitación de atascos

en el receptor, y se reduce el requisito del tamaño del almacén temporal receptor. Sin embargo, aumenta la probabilidad de atasco en el transmisor, o la probabilidad de necesitar interrumpir las retransmisiones (según la estrategia de transmisión).

La ventana se adelanta según se reciben nuevos paquetes. Para el receptor, el borde delantero de la ventana puede fijarse igual al TSN "más reciente" de todos los paquetes recuperados. Los paquetes hacia la izquierda de la ventana tienen TSN sucesivamente "más recientes". Dado que el valor del TSN puede reiniciarse circularmente, el valor más reciente del TSN puede efectivamente ser más pequeño que un TSN anterior, toda vez que el TSN se reinicie circularmente. Los paquetes faltantes con TSN anteriores al borde trasero de la ventana pueden suponerse perdidos (es decir, no retransmitidos). Así, según la ventana avanza, los paquetes anteriores al borde trasero de la ventana son "vaciados" y enviados a las capas superiores.

Este mecanismo de ventana, por lo tanto, puede ser usado por el transmisor para vaciar los paquetes faltantes en el receptor. Sin embargo, dado que el tamaño de la ventana debería ser grande para admitir un gran número de retransmisiones, se necesitaría una gran cantidad de datos para vaciar los paquetes faltantes. En consecuencia, el esquema basado en ventanas es marginalmente efectivo al final de las ráfagas de datos, que son frecuentes en el caso de tráfico en ráfagas de bucle cerrado, tal como el que se genera al explorar la red.

Esquema basado en temporizadores

A fin de abordar las limitaciones del esquema basado en ventanas, también se introdujo un mecanismo basado en temporizadores en el estándar W-CDMA, Versión 5. Para el esquema basado en temporizadores, cada vez que un paquete faltante atasca la entrega de paquetes a las capas superiores en el receptor, se inicia un temporizador "largo". Si no se detecta a continuación ningún otro paquete faltante, entonces, una vez que expira el temporizador largo, se supone que el paquete faltante ha sido recuperado, y todos los paquetes atascados por este paquete faltante se entregan luego a las capas superiores. Este mecanismo requiere el mantenimiento de un temporizador largo por cada cola de reordenamiento (o un máximo de ocho temporizadores largos para las ocho colas de reordenamiento definidas en el estándar W-CDMA, Versión 5).

Para garantizar el funcionamiento adecuado del HARQ, el temporizador largo debe fijarse mayor que el más largo periodo de tiempo que lleva completar todas las retransmisiones para un paquete dato. Puede ser necesario realizar un gran número de retransmisiones para recuperar el paquete faltante. Además, en un sistema que planifica asincrónicamente las retransmisiones, y donde la cantidad de recursos (p. ej., según lo cuantificado por los códigos de canalización y la potencia transmisora) disponibles para el HSDPA puede cambiar dinámicamente, la cantidad de tiempo que lleva completar todas las retransmisiones para un paquete faltante puede variar en gran medida. En consecuencia, el valor de este temporizador debería ser grande. En caso contrario, las retransmisiones para el paquete faltante pueden terminarse prematuramente por la expiración del temporizador, en cuyo caso se necesitaría que el paquete faltante fuese retransmitido por las capas superiores, lo que es sumamente indeseable. La entidad reordenadora puede necesitar esperar un significativo periodo de tiempo para que el temporizador largo expire, o hasta que todas las retransmisiones para la carga útil faltante se hayan completado.

Además del gran valor para el temporizador largo, si varios paquetes dentro de la ventana se detectan como faltantes, entonces los temporizadores para estos paquetes faltantes se reinician en cascada (es decir, el temporizador largo se reinicia toda vez que se detecta un nuevo paquete faltante). Esto puede dar como resultado retardos aún mayores para entregar las cargas útiles faltantes a las capas superiores (siendo el mayor retardo posible el doble del valor del temporizador largo en el peor caso).

Esquema de Actividad de HARQ

El tercer esquema para evitar el atasco en la entrega de paquetes recuperados a las capas superiores es detectar actividad en los canales de HARQ. Cuando no se espera ningún paquete en ninguno de los canales de HARQ (es decir, todas las transacciones de paquetes anteriores se han completado), entonces los datos en todas las colas de reordenamiento pueden ser entregados por las entidades reordenadoras a las capas superiores. Este mecanismo tiene unos pocos inconvenientes. En primer lugar, este esquema requiere que ninguna transacción de paquete esté pendiente en ninguno de los canales de HARQ, a fin de poder expulsar los paquetes hacia las capas superiores. En segundo lugar, el receptor "marca como libre" un canal de HARQ sólo si la transacción de paquete por ese canal se ha completado. Dado que el receptor puede esperar indefinidamente que se recupere un paquete en un canal dado de HARQ (p. ej., si el transmisor abandona la transacción del paquete), las colas de reordenamiento pueden no vaciarse nunca. En tercer lugar, si se pierde un mensaje de control (es decir, no es detectado por el receptor), entonces es posible que el paquete asociado a este mensaje de control sea descartado por la entidad reordenadora, si se recupera posteriormente. Este sería el caso si se recupera otro paquete con un TSN posterior y se suministra a la entidad reordenadora antes de que el paquete con el mensaje de control perdido se retransmita y el canal de control sea descodificado con éxito.

Se proporcionan en el presente documento técnicas para mitigar los efectos de los paquetes faltantes y para mejorar las prestaciones de la evitación de atascos. En particular, estas técnicas pueden usarse para abordar más eficazmente situaciones en las cuales la entrega de datos por la subcapa de MAC-hs a las capas superiores está atascada debido a las cargas útiles faltantes. Estas técnicas hacen uso de información disponible proveniente de los procesos HARQ, a fin de decidir mejor si han de entregarse o no datos a las capas superiores.

Los siguientes mecanismos pueden usarse para mejorar las prestaciones de la evitación de atascos:

* Transmisión del Identificador de Cola por el HS-SCCH, en lugar de con la carga útil.

* Mantenimiento de un temporizador de inactividad para cada canal de HARQ.

* Transmisión de una indicación de vaciado para “vaciar” uno o más canales de HARQ, lo que, a su vez, puede dar como resultado que los datos sean expulsados por la entidad reordenadora hacia las capas superiores.

* Formación de un conjunto de canales de HARQ candidatos para cada paquete faltante, que son canales que pueden usarse para enviar el paquete faltante. Puede usarse un temporizador de retardo para la formación del conjunto de candidatos.

* Detección de actividad en los canales de HARQ para determinar si los paquetes faltantes están o no perdidos.

Cada uno de estos mecanismos se describe en mayor detalle más adelante.

La siguiente terminología se usa en la siguiente descripción:

* Transacción de paquete – una transmisión y cero, o más, transmisiones de un paquete específico por un canal de HARQ específico.

* Transacción pendiente – una transacción de paquete en la cual se esperan una o más retransmisiones adicionales para el paquete.

* Transacción completada – una transacción de paquete en la cual no se espera ninguna retransmisión adicional para el paquete.

* Paquete faltante – un paquete que no es recuperado por el receptor y que tiene un TSN anterior al de otro paquete que ha sido recuperado (un paquete faltante aún puede estar en proceso de ser retransmitido, o puede haber sido descartado por el transmisor).

* Paquete recuperado – un paquete correctamente descodificado por el receptor.

* Paquete recibido – este término tiene dos significados, según a cuál entidad se hace referencia. Para la entidad HARQ: una transmisión de paquete recibida por un canal de HARQ específico, que puede o no ser descodificado correctamente. Para la entidad HARQ: un paquete recuperado que es recibido desde la entidad HARQ pero que no ha sido entregado aún a las capas superiores.

* Canal de HARQ activo – un canal de HARQ en el cual la transacción de paquete está pendiente y la próxima transmisión recibida por el canal debería ser para una retransmisión del paquete actual.

* Canal de HARQ inactivo – un canal de HARQ en el cual la transacción de paquete se ha completado y la próxima transmisión recibida por el canal debería ser para un nuevo paquete

* Canal de HARQ candidato – un canal de HARQ que puede usarse para enviar un paquete detectado como faltante.

Transmisión del Identificador de Cola por el Canal de Control

En el estándar W-CDMA, Versión 5, el Identificador de Cola que identifica la cola de prioridad específica para un paquete se transmite como parte de la cabecera para ese paquete (véase la FIG. 3). Por lo tanto, la cola de prioridad a la cual pertenece la carga útil del paquete puede verificarse sólo después de que el paquete haya sido recuperado. En consecuencia, no es posible determinar la cola de prioridad asociada a cada paquete faltante, ya que el paquete no ha sido recuperado.

Si un paquete está ausente y la cola de prioridad a la cual pertenece no puede ser verificada, entonces la entrega de datos puede atascarse para todas las entidades reordenadoras. Esto puede degradar las prestaciones.

En un aspecto, la cola de prioridad para cada paquete se envía en el mensaje de control junto con la transmisión del paquete. Un campo de Identificador de Cola puede incluirse en el mensaje de control, según lo mostrado por el cuadro de línea discontinua en la FIG. 3. Transmitiendo el Identificador de Cola por el canal de control, sería posible identificar

la cola de prioridad para cada paquete, para el cual el mensaje de control asociado sea correctamente detectado por el receptor, independientemente de si el paquete en sí se descodifica correctamente, o con errores. La información que identifica la cola de prioridad para cada tal paquete puede usarse conjuntamente con otros mecanismos descritos más adelante para mejorar adicionalmente las prestaciones de la evitación de atascos. Por ejemplo, cuando se usa conjuntamente con un mecanismo descrito más adelante, identificando las colas de prioridad para cada tal paquete, es posible determinar las colas de prioridad que pueden ser evacuadas hasta las capas superiores. De esta forma, cada tal paquete sólo afecta a la entidad reordenadora asociada a la cola de prioridad para ese paquete, y no a las otras entidades reordenadoras. Las prestaciones de evitación de atascos, por tanto, pueden mejorarse.

Temporizador de inactividad para el canal de HARQ

Cada canal de HARQ puede usarse para transmitir un paquete en cualquier momento dado. El paquete se transmite, y posiblemente se retransmite, una o más veces por el canal de HARQ hasta que o bien (1) el transmisor recibe un ACK para el paquete o bien (2) el transmisor abandona la transmisión del paquete. En cualquier caso, el transmisor puede enviar a continuación un nuevo paquete por el mismo canal de HARQ, e indicará esto alternando el indicador de Datos Nuevos.

En el receptor, la transacción de paquete por un canal de HARQ específico se considera pendiente hasta que (1) el paquete se recupere correctamente del canal de HARQ por parte del receptor, o bien (2) el receptor detecte la transmisión de un nuevo paquete por el canal de HARQ (en base al indicador de Datos Nuevos en el canal de control), ya que el transmisor no enviará el nuevo paquete hasta que decida detener las transmisiones del paquete anterior.

En el receptor, los nuevos datos "vaciarán" los datos pendientes en la ventana receptora, que pueden haber sido descartados por el transmisor por un motivo u otro. Por ejemplo, si no hay más datos a enviar para la cola de prioridad A, pero aún hay nuevos datos a enviar para la cola de prioridad B, entonces los datos para la cola de prioridad B pueden enviarse por los mismos canales de HARQ anteriormente usados para la cola de prioridad A. En este caso, los datos para la cola de prioridad B efectivamente "sobregresarían" los datos para la cola de prioridad A. La alternación del indicador de Datos Nuevos para cada canal de HARQ permite que el receptor verifique cuándo el paquete anterior está siendo descartado por el transmisor.

Sin embargo, si no hay más datos para transmitir, entonces puede no haber ninguna actividad en ninguno de los canales de HARQ. Sin nueva actividad, no es posible para el UE comprobar si un paquete dado ha sido descartado por la red, o que una retransmisión para el paquete es inminente. Para cada canal de HARQ que está esperando un paquete que ha sido descartado por el transmisor, y para el cual no se ha enviado ningún paquete nuevo, la entidad reordenadora asociada a este canal de HARQ tendrá que esperar hasta que se agote el temporizador largo mantenido para la cola reordenadora, antes de que pueda entregar los datos disponibles a las capas superiores. El proceso HARQ en sí esperará indefinidamente la transmisión de un nuevo paquete, o una retransmisión del paquete actual por el canal de HARQ.

En otro aspecto, puede mantenerse un temporizador de "inactividad" para cada canal de HARQ activo, para evitar la situación por la cual la entidad HARQ espera indefinidamente una retransmisión de un paquete que ha sido descartado por el transmisor. En una realización, el temporizador de inactividad monitoriza la actividad en el canal de HARQ en base a mensajes de control recibidos por el canal de control para ese canal de HARQ. En una implementación, cada vez que se recibe un nuevo mensaje de control por el canal de control para un canal específico de HARQ activo, se reinicia el temporizador de inactividad para ese canal. Si el temporizador de inactividad se agota antes de que se reciba otro nuevo mensaje de control para el canal de HARQ, entonces se considera que el canal está inactivo.

Una ventaja mayor de usar un temporizador de inactividad para cada canal de HARQ es que no necesita ser tan prolongado como el temporizador largo usado para cada almacén temporal de reordenamiento. Esto es porque el temporizador de inactividad sólo necesita cubrir el máximo periodo de tiempo que, se espera, llevará recibir un mensaje de control para un canal de HARQ activo (o dos mensajes de control, por si acaso el primero se perdiera). Dado que la probabilidad de pérdida para el canal de control es del orden de 10^{-2} , la probabilidad de perder dos transmisiones seguidas del canal de control sería del orden de 10^{-4} . Por lo tanto, si el temporizador se fija en el máximo tiempo necesario para realizar dos retransmisiones, entonces la probabilidad de descartar erróneamente un paquete que aún está siendo transmitido sería, aproximadamente, la misma que la probabilidad deseada de un error de NAK a ACK, lo que es deseable, ya que los dos tienen esencialmente el mismo efecto. Por el contrario, el temporizador largo necesita ser lo bastante prolongado como para afrontar el máximo número de retransmisiones para un paquete faltante (y no sólo dos transmisiones de mensaje de control).

Puede mantenerse una variable local DatosNuevosAct para cada canal de HARQ, y fijarse con el valor del indicador de Datos Nuevos recibido en la transmisión más reciente por el canal. Si se considera que el canal de HARQ está inactivo, entonces se espera que la próxima transmisión por el canal sea para un nuevo paquete, en cuyo caso el indicador de Datos Nuevos para esta transmisión será distinto al valor de DatosNuevosAct. Sin embargo, si el indicador de Datos Nuevos para la nueva transmisión es el mismo que el valor de DatosNuevosAct, entonces puede suponerse que se

está enviando el mismo paquete (p. ej., debido a un error de ACK a NAK), en cuyo caso la transmisión puede descartarse y puede devolverse un ACK al transmisor.

Indicación de vaciado para canales de HARQ

5 En otro aspecto adicional, puede transmitirse una indicación de vaciado por el canal de control, y usarse para indicar a la entidad de HARQ en el UE que vacíe uno o más canales de HARQ. Un canal de HARQ vaciado indica que se ha completado la transacción pendiente en el canal. La entidad reordenadora que espera a esta canal de HARQ puede entonces llevar a cabo las acciones adecuadas en base a esta información, según se describe más adelante.

10 Pueden enviarse diversas indicaciones de vaciado al UE, de diversas maneras. Por ejemplo, la indicación de vaciado puede enviarse en un mensaje de control usando un valor reservado en un campo usado para indicar el grupo de código, o un campo usado para indicar el tamaño de bloque de transporte. Si el UE recibe una indicación de vaciado, no intentará descodificar un paquete. La razón para esto se describe más adelante. Cada canal de HARQ vaciado puede entonces ponerse en un estado Inactivo para indicar que no se espera que se reciban retransmisiones adicionales por el canal.

15 Uno o más canales de HARQ pueden vaciarse en base a una única indicación de vaciado. En una primera realización, la indicación de vaciado sólo vacía el canal de HARQ específico para el cual se envía, que puede ser identificado por el campo HID en el mensaje de control. Para esta realización, pueden enviarse múltiples indicaciones de vaciado si han de vaciarse múltiples canales de HARQ. En una segunda realización, la indicación de vaciado vacía todos los canales de HARQ. Esta realización reduce el número de transmisiones para las indicaciones de vaciado. Sin embargo, la aplicabilidad de la indicación de vaciado también se reduciría al caso en que no se necesita enviar ningún dato por ninguno de los canales de HARQ para ninguna de las colas de reordenamiento. En una tercera realización, la indicación de vaciado vacía todos los canales de HARQ que esperan datos para una cola de prioridad específica, lo que puede indicarse en el campo del Identificador de Cola incluido en el mismo mensaje de control usado para enviar la indicación de vaciado. Esta realización puede usarse para vaciar todos los canales de HARQ para una cola de prioridad específica, después de que se haya completado la transmisión de todos los datos en la ráfaga de tráfico destinada para esa cola de prioridad.

25 La transmisión de una indicación de vaciado no requiere recursos significativos y puede usarse para terminar temprano el temporizador de inactividad mantenido para un canal de HARQ específico. Habitualmente, el sistema sabe cuáles UE tienen riesgo aumentado de perder paquetes en sus almacenes temporales de reordenamiento. Por ejemplo, los UE con un mejor enlace ascendente con una célula distinta que la célula servidora, o con altas tasas de errores de trama (FER) por el DPCH tienen mayor probabilidad de tener paquetes faltantes. Para estos UE, puede enviarse luego una indicación de vaciado, tras haber completado la transmisión de la ráfaga de tráfico para cada cola de prioridad.

Detección de actividad en canal de HARQ / Temporizador de retardo para paquete faltante

35 Si las primeras transmisiones de los paquetes ocurren en orden secuencial en base a sus TSN, entonces los paquetes faltantes pueden identificarse por los TSN de los paquetes recuperados. En particular, un paquete puede considerarse como faltante si otro paquete, con un TSN posterior, se recupera primero. (Un TSN posterior puede ser de menor valor que un TSN anterior, cuando el valor del TSN se reinicia circularmente). En este caso, puede suponerse que el paquete faltante con un TSN anterior está en transmisión.

40 En el momento en que se detecta un paquete como faltante, puede identificarse un conjunto de canales de HARQ candidatos, por los cuales puede enviarse el paquete faltante. A continuación, las actividades en los canales de HARQ candidatos pueden supervisarse para determinar si alguno de estos canales puede o no haber sido el usado para enviar el paquete faltante. Los canales de HARQ candidatos pueden así quitarse sucesivamente del conjunto, según se describe más adelante. Se considera que un paquete faltante está perdido si todos los canales de HARQ candidatos se han quitado y el conjunto está vacío. Puede entonces tomarse la acción adecuada por parte de la entidad reordenadora.

45 Los canales de HARQ a incluir en el conjunto de candidatos pueden seleccionarse de diversas maneras, lo que puede depender de la información disponible. En una primera realización, el conjunto de candidatos se forma al detectar un paquete faltante, e incluirá a todos los canales de HARQ que puedan usarse para la transmisión de paquetes, excepto el canal de HARQ para el paquete recuperado que se usó para detectar el paquete faltante.

50 En una segunda realización, el conjunto de candidatos para un paquete faltante se define como incluyente de todos los canales de HARQ activos en el momento en que se detecta el paquete faltante. La instantánea de los canales de HARQ candidatos en este momento sería exacta si se recibe al menos un mensaje de control para el paquete faltante, ya que ese mensaje de control pondría el canal de HARQ correspondiente al paquete faltante en el estado activo, y el canal sería incluido entonces en el conjunto de candidatos para el paquete faltante.

Sin embargo, esta instantánea no sería exacta si todos los mensajes de control para el canal de HARQ usado para

enviar el paquete faltante fueran perdidos por el receptor. Por ejemplo, si se pierde un mensaje de control para la primera transmisión del paquete P1 enviado por el canal de HARQ H1, entonces este canal se quedaría en el estado Inactivo. A continuación, si se envía otro paquete P2 para la misma cola de prioridad por otro canal de HARQ, y se descodifica correctamente (antes de que el paquete P1 se retransmita por el canal de HARQ H1), entonces el paquete P1 sería detectado como faltante. Sin embargo, el conjunto de candidatos no incluiría al canal de HARQ H1, ya que está inactivo cuando se toma la instantánea del conjunto después de que el paquete P2 ha sido recuperado. La probabilidad de que ocurran estos sucesos puede ser baja, y el impacto sería que el paquete P1 sería descartado por la entidad reordenadora cuando se recupere finalmente.

En una tercera realización, que evita el problema anteriormente descrito, el conjunto de candidatos para un paquete faltante se forma algún tiempo después de que se detecte el paquete faltante. Este retardo se selecciona para que sea lo bastante largo como para asegurar que se recibirá al menos un mensaje de control para el paquete faltante antes de que se forme el conjunto de candidatos para el paquete faltante. Un temporizador de "retardo" (indicado en el presente documento como TM2) puede usarse para rastrear el periodo de tiempo a esperar antes de tomar la instantánea del conjunto de candidatos.

En base a la fiabilidad especificada para el canal de control, que es 10^{-2} , el temporizador de retardo sólo necesitaría ser lo bastante prolongado como para recibir una transmisión adicional de mensaje de control. Si se usa el temporizador de retardo, entonces el receptor necesitaría, en efecto, perder dos transmisiones consecutivas de mensajes de control para formar un conjunto inexacto de candidatos, y perder por ello el paquete. En base a una probabilidad de pérdida de 10^{-2} para el canal de control, dos pérdidas consecutivas del canal de control ocurrirían con una probabilidad de 10^{-4} , que se considera aceptable. Un valor mayor para el temporizador de retardo puede degradar las prestaciones, en lugar de afectar al esquema subyacente.

En una cuarta realización, un conjunto de candidatos se forma inicialmente para cada paquete faltante en el momento que se detecta el paquete faltante, e incluirá a todos los canales de HARQ, excepto el canal de HARQ del paquete recuperado, usado para detectar el paquete faltante (igual que la primera realización). Sin embargo, también se inicia un temporizador de retardo. Los canales de HARQ candidatos en el conjunto pueden quitarse a continuación si se determina posteriormente que el canal no puede usarse para enviar el paquete faltante. Al expirar el temporizador de retardo, se modifica el conjunto de candidatos y todos los canales de HARQ que no estén activos en este momento se quitan del conjunto. El conjunto de candidatos modificado es un subconjunto del conjunto inicial de candidatos. Para la cuarta realización, el temporizador de retardo se usa para capturar canales de HARQ para los cuales todos los mensajes de control han sido perdidos anteriormente por el receptor, de manera similar a la tercera realización descrita anteriormente. Sin embargo, el funcionamiento del temporizador de retardo no afecta ni perjudica la retirada de canales de HARQ del conjunto de candidatos formado inicialmente (p. ej., los canales de HARQ para los cuales han sido recuperados paquetes con TSN posteriores).

Para las realizaciones que hacen uso del temporizador de retardo, este temporizador puede ser implementado de diversas maneras, según se describe en mayor detalle más adelante.

Si el Identificador de Cola también se envía por el canal de control y al menos un mensaje de control es recibido para el paquete faltante, entonces el conjunto de candidatos para el paquete faltante sólo necesitará incluir los canales de HARQ usados para esta cola de prioridad. Las prestaciones pueden mejorarse, dado que el número de canales de HARQ candidatos puede reducirse.

Los mecanismos del temporizador de retardo y de la indicación de vaciado pueden ayudar a poner los canales de HARQ en un estado inactivo en el momento en que se forma el conjunto de candidatos. Por ejemplo, el temporizador de inactividad para un canal de HARQ dado puede agotarse durante el tiempo en que está activo el temporizador de retardo, en cuyo caso este canal de HARQ no sería incluido en el conjunto de candidatos. Estos mecanismos pueden por tanto restringir el conjunto de canales de HARQ candidatos, lo que puede mejorar las prestaciones del mecanismo de evitación de atascos.

Para todas las realizaciones usadas para formar el conjunto de candidatos para un paquete faltante, los canales de HARQ candidatos son retirados a continuación del conjunto si se determina posteriormente que no pueden usarse para enviar el paquete faltante. En particular, un canal de HARQ candidato se quita del conjunto si la transacción pendiente en el canal se convierte en completada.

En una realización, se considera que una transacción de paquete por un canal de HARQ está completada si ocurre cualquiera de las siguientes condiciones: (1) el paquete es recuperado del canal de HARQ, (2) el canal de HARQ está activo y se detecta que un nuevo paquete ha sido enviado por el canal, (3) el temporizador de inactividad para el canal de HARQ expira, o bien (4) se recibe una indicación de vaciado para el canal de HARQ. La condición (1) da como resultado la recuperación del paquete faltante o la recuperación de un paquete que es posterior al paquete faltante. La condición (2) puede detectarse observando los cambios del indicador de Datos Nuevos y puede ocurrir, por ejemplo, si el transmisor decide abandonar el paquete anterior y enviar en cambio un nuevo paquete por el canal de HARQ. Las

condiciones (1) y (2) también suponen que las transmisiones iniciales siempre se realizan en secuencia y que un nuevo paquete no se transmite por el mismo canal de HARQ hasta que la transacción pendiente se complete.

Para un paquete faltante dado, cada canal de HARQ en el conjunto de candidatos asociado puede quitarse si ocurre cualquiera de las cuatro condiciones descritas anteriormente. Cuando el conjunto de candidatos está vacío, entonces se supone que el paquete faltante está perdido (es decir, no será recuperado por el receptor). Puede entonces llevarse a cabo la acción adecuada. Por ejemplo, todos los paquetes atascados debido a este paquete faltante pueden entregarse ahora a las capas superiores.

Como se ha indicado anteriormente, la transmisión del Identificador de Cola por el canal de control puede usarse conjuntamente con otros mecanismos descritos anteriormente para mejorar las prestaciones. En particular, el Identificador de Cola en el canal de control puede (1) reducir el número de canales de HARQ candidatos para un paquete faltante, (2) admitir la posible adaptación del temporizador de inactividad para la cola de prioridad y (3) permitir el uso de una indicación de vaciado incluso cuando otras entidades de reordenamiento están en el medio de transmisiones.

En la siguiente descripción, el conjunto de candidatos se forma después de la expiración del temporizador de retardo, que se inicia cuando se detecta un paquete faltante.

Ejemplos de transmisiones

Los diversos mecanismos descritos anteriormente para mejorar las prestaciones de evitación de atascos se describen más adelante para algunos ejemplos de transmisiones. Para estos ejemplos, se muestra la respuesta NAK/ACK por el HS-DPCCH alineada con el tiempo de la transmisión del paquete a la que se refiere (para simplificar). Los valores de respuesta "transmitidos" son los enviados por el UE por el enlace ascendente, y los valores de respuesta "recibidos" son los detectados por el Nodo B. Las primeras transmisiones para los paquetes están en orden secuencial, en base a los TSN de los paquetes. Así, pueden determinarse los paquetes faltantes en base a los TSN de los paquetes recuperados por el UE.

En los siguientes ejemplos, se fija un temporizador de retardo (TM2) cuando se detecta un paquete como faltante. Se determina un conjunto de canales de HARQ candidatos para el paquete faltante después de que expira el temporizador de retardo.

La **FIG. 7A** ilustra un caso donde se recibe el canal de control y se confía en el indicador de Datos Nuevos en el mensaje de control para evacuar los datos desde la cola de reordenamiento a las capas superiores.

En el momento T_1 , se recibió un paquete por el canal de HARQ H1, pero no fue decodificado correctamente. Para esta transmisión de paquete, el receptor envía una respuesta NAK, que es erróneamente recibida por el transmisor como un ACK. El estado del canal de HARQ H1 se fija como Activo y la entidad de HARQ reinicia el temporizador de inactividad (TM1) para este canal.

En el momento T_2 , se recibió un paquete con TSNx por el canal de HARQ H2 y fue decodificado correctamente, y se envía una respuesta ACK para esta transmisión de paquete. El estado del canal de HARQ H2 se fija como Inactivo. El paquete recuperado se envía entonces a la entidad de reordenamiento para la cola de prioridad de este paquete. La entidad reordenadora es capaz de detectar que un paquete con TSNx-1 está faltando, en base al TSNx del paquete que acaba de recibir. Se inicia entonces un temporizador de retardo (TM2) para el paquete faltante. El paquete recuperado con TSNx se atasca debido al paquete faltante.

En el momento T_3 , se recibió un paquete por el canal de HARQ H3, pero no fue decodificado correctamente, y se envía una respuesta NAK para esta transmisión de paquete. El estado del canal de HARQ H3 se fija como Activo, y la entidad de HARQ reinicia el temporizador de inactividad para este canal.

En el momento T_4 , el temporizador de retardo para el paquete faltante expira, y se determina el conjunto de canales de HARQ para el paquete faltante. El conjunto de candidatos para el paquete faltante incluye a todos los canales de HARQ que estén en el estado Activo al expirar el temporizador de retardo, y que pueden ser usados para enviar el paquete faltante. El conjunto de candidatos incluye por tanto a H1 y a H3.

En el momento T_5 , un paquete con TSNx+1 se recibió por el canal de HARQ H3 y fue decodificado correctamente, y se envía una respuesta ACK para esta transmisión de paquete. El estado del canal de HARQ H3 se fija como Inactivo, y la entidad de HARQ reinicia el temporizador de inactividad para este canal. El paquete recuperado con TSNx+1 también está atascado debido al paquete faltante. Dado que la transacción de paquete para el canal de HARQ H3 está completada para un paquete que llega con posterioridad al paquete faltante, este canal no podría ser el usado para enviar el paquete faltante. H3 se quita por tanto del conjunto de candidatos, que ahora incluye sólo a H1.

En el momento T_6 , se recibió un nuevo paquete por el canal de HARQ H1, con el indicador de Datos Nuevos alternado

desde D0 a D1. El nuevo paquete fue enviado por el transmisor por este canal porque recibe erróneamente un ACK para la anterior transmisión de paquete en el momento T_1 . Este cambio en el indicador de Datos Nuevos significa que la transacción de paquete pendiente por el canal de HARQ H1 está completada, y que el paquete faltante no se enviará por este canal. H1 se quita por tanto del conjunto de candidatos, que ahora está vacío. Los dos paquetes atascados con TSNx y TSNx+1 se entregan luego a las capas superiores.

La **FIG. 7B** ilustra un caso donde se recibe el canal de control y se confía en el temporizador de inactividad (TM1) para expulsar datos desde la cola de reordenamiento a las capas superiores. Las transmisiones de paquete en la FIG. 7B son similares a las mostradas en la FIG. 7A, excepto porque una transmisión de paquete no fue recibida en el momento T_6 . En el momento T_7 , expira el temporizador de inactividad para el canal de HARQ H1. Esto indica que no se espera que el paquete faltante sea recibido por este canal. H1 se quita por tanto del conjunto de candidatos, que queda ahora vacío. Los dos paquetes atascados con TSNx y TSNx+1 se entregan luego a las capas superiores.

La **FIG. 7C** ilustra un caso donde se recibe el canal de control y se confía en una indicación de vaciado enviada por el canal de control para evacuar datos desde la cola de reordenamiento a las capas superiores. Las transmisiones de paquete en la FIG. 7C son similares a las mostradas en la FIG. 7A, excepto porque se recibió una indicación de vaciado (en lugar de una transmisión de paquete) en el momento T_6 . Para este ejemplo, la indicación de vaciado cubre todos los canales de HARQ usados para la cola de prioridad identificada en el mensaje de control. H1 y H3 serían vaciados luego, porque se usan para la cola de prioridad identificada. El conjunto de candidatos para el paquete faltante se quedaría entonces vacío. Los paquetes atascados con TSNx y TSNx+1 se entregan luego a las capas superiores.

La **FIG. 7D** ilustra un caso donde el canal de control no es recibido y un error de DTX a NAK es recibido por el transmisor. La FIG. 7D también muestra una situación donde el uso del temporizador de retardo admite la correcta determinación del conjunto de candidatos para un paquete faltante, que se habría perdido en caso contrario.

En el momento T_1 , se envió un paquete por el canal de HARQ H1, pero el canal de control no fue recibido (es decir, se perdió). El receptor no conoce la existencia de esta transmisión de paquete y envía un DTX (es decir, ninguna respuesta), que es erróneamente recibido por el transmisor como un NAK. Debido a que el receptor no está al tanto de la transmisión de paquete, el estado del canal de HARQ H1 queda fijado como Inactivo y el temporizador de inactividad para este canal no se reinicia.

En el momento T_2 , se recibió un paquete con TSNx por el canal de HARQ H2 y se descodificó correctamente, y se envía una respuesta ACK para esta transmisión de paquete. El estado del canal de HARQ H2 se fija como Inactivo, y se reinicia el temporizador de inactividad para este canal (no mostrado en la FIG. 7D). El paquete recuperado se envía entonces a la entidad reordenadora para la cola de prioridad de este paquete. La entidad reordenadora es capaz de detectar que falta un paquete con TSNx-1, en base al TSNx del paquete que acaba de recibir. Se inicia entonces un temporizador de retardo para el paquete faltante.

En el momento T_3 , se recibió una retransmisión de paquete por el canal de HARQ H1 para el NAK detectado por el transmisor en el momento T_1 . Este paquete no se descodifica correctamente, y se envía una respuesta NAK para la transmisión de paquete. El estado del canal de HARQ H1 se fija como Activo, y la entidad de HARQ reinicia el temporizador de inactividad para este canal (no mostrado en la FIG. 7D).

En el momento T_4 , se recibió un nuevo paquete con TSNx+1 por el canal de HARQ H2, con el indicador de Datos Nuevos cambiado por un nuevo valor (es decir, de D0 a D1). Este paquete fue descodificado correctamente, y se envía una respuesta ACK para esta transmisión de paquete. El estado del canal de HARQ H2 se fija como Inactivo, y la entidad de HARQ cancela el temporizador de inactividad para este canal.

En el momento T_5 , expira el temporizador de retardo para el paquete faltante. En este momento, hay un canal de HARQ activo, H1. El conjunto de candidatos incluirá entonces sólo al canal de HARQ H1.

Como se muestra en este ejemplo, el uso del temporizador de retardo permite la determinación del conjunto de candidatos correcto para el paquete faltante. Sin el temporizador de retardo, el conjunto de candidatos sería un conjunto vacío, ya que se perdió el mensaje de control en el momento T_1 para el paquete con TSNx-1. Con el temporizador de retardo, la segunda transmisión en el momento T_3 dentro de la ventana del temporizador de retardo permite que el canal de HARQ H1 sea incluido en el conjunto de candidatos.

En el momento T_6 , se recibió el paquete faltante con TSNx-1 por el canal de HARQ H1 y se descodificó correctamente, y se envía una respuesta ACK para esta transmisión de paquete. Los paquetes con TSNx-1 y TSNx se entregan luego a las capas superiores.

En el momento T_7 , se recibió una retransmisión de paquete por el canal de HARQ H2 para el paquete con TSNx+1, que fue respondido con un NAK en el momento T_4 . Este paquete fue descodificado correctamente y entregado por la entidad reordenadora a las capas superiores. También se envía una respuesta ACK para el paquete.

Implementación específica

Para mayor claridad, se describe a continuación una implementación específica del procesamiento realizado por las entidades de HARQ y las entidades de reordenamiento en el transmisor y en el receptor. Esta implementación mantiene un temporizador de retardo para un paquete faltante, para permitir que un conjunto de candidatos se forme más precisamente para el paquete faltante. No obstante, este temporizador de retardo no es estrictamente necesario, según lo descrito anteriormente. Si no se usa el temporizador de retardo, entonces el comportamiento resultante es equivalente a fijar en 0 el valor del temporizador de retardo.

En la siguiente implementación, se supone que el Identificador de Cola se envía por el canal de control, y la cola de prioridad de un paquete dado no es conocida para la entidad de HARQ hasta que el paquete se descodifica correctamente. En este caso, cuando se completa una transacción de paquete, la entidad de HARQ notifica a todas las entidades de reordenamiento, ya que el paquete perdido podría haber sido para cualquier cola de prioridad. Además, cuando expira el temporizador de retardo, la entidad reordenadora no sabe qué canales de HARQ llevan datos para ella, y por lo tanto incluirá a todos los canales de HARQ activos en el conjunto de candidatos para el paquete faltante.

HARQ transmisor

La **FIG. 8** es un diagrama de flujo de una realización de un proceso 800 llevado a cabo por la entidad de HARQ transmisora para enviar un paquete por un específico canal de HARQ. Para esta realización, se mantiene una variable local Datos Nuevos para cada canal de HARQ. Esta variable alterna su valor para la primera transmisión de un nuevo paquete cuando cambia la carga útil a transmitir. Esta variable se inicializa con "1".

Inicialmente, se toma una determinación en cuanto a si hay o no un paquete para transmitir (etapa 812). Si la respuesta es no, entonces el procedimiento avanza a la etapa 822. En caso contrario, se toma una determinación en cuanto a si esta es o no la primera transmisión del paquete (etapa 814). Si la respuesta es nuevamente sí, entonces se alterna el valor de la variable Nuevos Datos (es decir, se fija en "0" para el primer paquete nuevo), y el indicador de Datos Nuevos en el mensaje de control para el paquete también se alterna, ya que está fijado en el valor de Datos Nuevos (etapa 816). En caso contrario, si el paquete está siendo retransmitido, entonces se omite la etapa 816 y la variable Datos Nuevos no se alterna. El Identificador de Cola en el mensaje de control para el paquete (si se envía allí) se fija con la cola de prioridad del paquete que se está transmitiendo (etapa 818). El paquete y el mensaje de control (que incluiría el HID, el Identificador de Cola, el indicador de Datos Nuevos, etc.) se remiten entonces a la capa física para su transmisión (etapa 820).

En la etapa 822, se toma una determinación en cuanto a si se recibió o no un ACK desde el UE para una transmisión de paquete actual (si la hubiera) por el canal de HARQ. Si la respuesta es sí, entonces se descarta el paquete actual que se está transmitiendo por este canal (etapa 824), y el planificador es informado de que este canal de HARQ está disponible para enviar otro paquete (etapa 826). Después de la etapa 826, o si no se recibió un ACK en la etapa 822, el procedimiento vuelve a la etapa 812.

HARQ Receptor

Las **FIGs. 9A y 9B** muestran un diagrama de flujo de una realización de un procedimiento 900 llevado a cabo por la entidad de HARQ receptora, para recibir un paquete por un específico canal de HARQ. Tres variables locales, DatosNuevosAct, IdColaAct y EstadoAct, se mantienen para cada canal de HARQ. La variable DatosNuevosAct almacena el valor del indicador de Datos Nuevos para la transmisión actual por el canal de HARQ, y la variable IdColaAct almacena el valor del Identificador de Cola para la transmisión actual. La variable EstadoAct indica el estado actual del canal de HARQ, y es bien Inactivo o bien Activo.

También se mantiene un temporizador de inactividad para cada canal de HARQ. En una realización, el temporizador de inactividad se fija lo bastante prolongado como para que haya una alta probabilidad de que ocurran dos transmisiones de paquete por el canal de HARQ antes de que expire el temporizador de inactividad. Sin embargo, también pueden usarse otros valores para el temporizador de inactividad, y esto está dentro del alcance de la invención.

Las variables para cada canal de HARQ se inicializan fijando DatosNuevosAct en "1" y EstadoAct en Inactivo (etapa 910). Se toma una determinación en cuanto a si se recibió o no un mensaje de control por el canal de control para el UE (etapa 912). Si la respuesta es no, entonces el procedimiento vuelve a la etapa 912 y espera. En caso contrario, se toma una determinación en cuanto a si el mensaje de control incluye o no una indicación de vaciado (etapa 914). Si la respuesta es sí, entonces se vacían uno o más canales de HARQ, según el específico esquema de vaciado que se esté implementando (etapa 916). El vaciado puede realizarse según lo descrito más adelante en la FIG. 9D. Como parte del procesamiento de vaciado, la entidad reordenadora para cada canal de HARQ vaciado es informada de que la transacción de paquete se ha completado en ese canal. Dado que un mensaje de control con la indicación de vaciado se envía sólo para vaciar canales de HARQ, y que no se transmite ningún paquete en concurrencia con el mensaje de control, el procedimiento vuelve a continuación a la etapa 912 para esperar el próximo mensaje de control.

Si no se envió el mensaje de control recibido para vaciar los canales de HARQ, según lo determinado en la etapa 914, entonces es uno enviado para una transmisión de paquete por el HS-DSCH. En ese caso, el específico canal de HARQ usado para la transmisión de paquete actual se determina a partir del campo HID en el mensaje de control (etapa 922). El temporizador de inactividad para este canal de HARQ se reinicializa luego (etapa 924). Como se ha descrito anteriormente, el temporizador de inactividad para el canal de HARQ se reinicia toda vez que se recibe un mensaje de control para el canal y, si no se detecta ninguna actividad para el canal en el momento en que expira el temporizador de inactividad, entonces se considera que el canal está inactivo y pueden llevarse a cabo las acciones adecuadas. El temporizador de inactividad se usa para evitar la situación por la cual la entidad de HARQ espera indefinidamente una transmisión de paquete por un específico canal de HARQ, que no se envía por un número cualquiera de motivos. El procesamiento a realizar tras la expiración del temporizador de inactividad se describe más adelante.

El estado actual del canal de HARQ se determina luego en base a la variable EstadoAct (etapa 926), y el procesamiento a realizar para el canal de HARQ depende del estado actual.

Si el canal de HARQ está en el estado Inactivo, lo que indica que la transacción de paquete anterior se ha completado, entonces se espera que la transmisión actual sea la primera transmisión para un nuevo paquete. En ese caso, se toma una determinación en cuanto a si el valor de DatosNuevosAct es o no igual al indicador de Datos Nuevos en el mensaje de control para esta transacción de paquete (etapa 930). Si son iguales, lo que indica que la transmisión actual no es para un nuevo paquete, entonces se descarta el paquete recibido (etapa 932), se devuelve un ACK al transmisor (etapa 934) y el procedimiento vuelve a la etapa 912 para esperar el siguiente mensaje de control. El paquete anterior puede haberse enviado, por ejemplo, si el receptor envía un ACK para la transmisión de paquete anterior, pero el transmisor recibe erróneamente un NAK en su lugar, y retransmite el paquete anterior.

En caso contrario, si el valor de DatosNuevosAct no es igual al indicador de Datos Nuevos, lo que indica que la transmisión actual es para un nuevo paquete, entonces las variables para el canal de HARQ se actualizan fijando el EstadoAct como Activo (etapa 942), DatosNuevosAct con el indicador Datos Nuevos en el mensaje de control (etapa 944) y el IdColaAct con el valor del Identificador de Cola en el mensaje de control (si se envía allí) (etapa 946). El nuevo paquete recibido por el HS-DSCH se almacena luego en un almacén temporal de software usado para la cola de prioridad identificada por el valor de IdColaAct (etapa 948). El procedimiento avanza luego a la etapa 958.

De regreso en la etapa 926, si el canal de HARQ está en el estado Activo, entonces se espera que la transmisión actual sea una retransmisión para el paquete actual, ya que esta transacción está aún pendiente. En ese caso, se toma una determinación en cuanto a si el valor de DatosNuevosAct es o no igual al indicador de Datos Nuevos en el mensaje de control (etapa 950). Si son iguales, lo que indica que la transmisión actual es efectivamente una retransmisión, entonces el paquete recibido se combina con transmisiones anteriores del paquete (etapa 952) y el procedimiento avanza entonces a la etapa 958.

En caso contrario, si el valor de DatosNuevosAct no es igual al indicador de Datos Nuevos según lo determinado en la etapa 950, entonces la transmisión actual es para un nuevo paquete. El nuevo paquete puede haber sido enviado, por ejemplo, si el transmisor decidió abandonar la transacción pendiente antes de que se completara, o si recibe erróneamente un ACK para un NAK transmitido. En ese caso, el paquete anterior en el almacén temporal de software se purga (etapa 954). Si se conoce la cola de prioridad para el paquete anterior (p. ej., según lo identificado por el valor de IdColaAct, que puede obtenerse del Identificador de Cola incluido en el mensaje de control), entonces la entidad reordenadora para esta cola de prioridad es informada de que la transacción para el paquete anterior está completada (etapa 956). Si no se conoce la cola de prioridad del paquete anterior (p. ej., no se ha enviado en el mensaje de control), entonces todas las entidades de reordenamiento pueden ser informadas de la transacción completada por este canal de HARQ. Las variables para el canal de HARQ se actualizan luego fijando DatosNuevosAct con el valor del indicador de Datos Nuevos en el mensaje de control (etapa 944) y fijando el IdColaAct con el valor del Identificador de Cola en el mensaje de control (si se envía allí) (etapa 946). El nuevo paquete recibido por el HS-DSCH se almacena luego en el almacén temporal de software (etapa 948), que acaba de ser purgado del paquete anterior. El procedimiento avanza entonces a la etapa 958.

En la etapa 958, el paquete recién recibido, que puede haberse combinado con transmisiones anteriores (si las hubiera) recibidas para el paquete, se descodifica luego para intentar recuperar el paquete. Si el paquete no se recupera, según lo determinado en la etapa 960, entonces se envía una respuesta NAK al transmisor (etapa 962), y el procedimiento vuelve a la etapa 912. En caso contrario, si el paquete fue recuperado exitosamente, entonces se envía una respuesta ACK (etapa 964), se fija el estado actual del canal HARQ como Inactivo, para indicar que la transacción de paquete actual está completada y que no se espera ninguna transmisión adicional por este canal de HARQ (etapa 966), y el paquete recuperado se envía a la entidad reordenadora para la cola de prioridad identificada por el valor de IdColaAct (etapa 968). El proceso, a continuación, vuelve a la etapa 912 a esperar el próximo mensaje de control.

La FIG. 9C es un diagrama de flujo de una realización de un proceso 970 realizado por la entidad receptora de HARQ para mantener los temporizadores de inactividad para los canales de HARQ. Las etapas en este procedimiento pueden llevarse a cabo para cada TTI.

Inicialmente, se toma una determinación en cuando a si un temporizador de inactividad ha expirado o no (etapa 972). Habitualmente, sólo un temporizador de inactividad, si acaso, expira en cualquier TTI dado, ya que cada temporizador se reinicia en un momento distinto, toda vez que se recibe un mensaje de control para el canal de HARQ asociado al temporizador. Si no ha expirado ningún temporizador de inactividad, entonces el procedimiento vuelve a la etapa 972 y espera. En caso contrario, se descartan los datos en el almacén temporal de software para el canal de HARQ con el temporizador de inactividad expirado (etapa 974). La entidad de reordenamiento que gestiona la cola de prioridad para la última transmisión de paquete por el canal de HARQ con el temporizador de inactividad expirado es informada luego de que esta transacción de paquete está completada (etapa 976). El estado del canal de HARQ con el temporizador de inactividad expirado se fija luego como Inactivo (etapa 978) y el procedimiento vuelve a la etapa 972.

La FIG. 9D es un diagrama de flujo de una realización de un procedimiento realizado por la entidad de HARQ receptora tras recibir una indicación de vaciado en un mensaje de control. Este procedimiento puede realizarse para la etapa 916 en la FIG. 9A. Inicialmente, se identifican los canales de HARQ a vaciar (etapa 982). En una realización, estos canales de HARQ se identifican como los usados para una cola de prioridad específica, identificada por el valor del Identificador de Cola incluido en el mismo mensaje de control. En otras realizaciones, la indicación de vaciado puede vaciar un canal de HARQ específico, todos los canales de HARQ o algún conjunto de canales comprobables de HARQ. En cualquier caso, se descartan los datos en el almacén temporal de software para cada canal de HARQ identificado (etapa 984). El estado de cada canal de HARQ identificado se fija luego como Inactivo (etapa 986). La entidad de reordenamiento que gestiona cada canal de HARQ identificado es informada luego de que la transacción de paquete por este canal está completada (etapa 988). El procedimiento termina entonces.

Entidad reordenadora del transmisor

El transmisor puede mantener una ventana para cada cola de prioridad. Esta ventana tendría el mismo tamaño que el usado por el receptor y se usa para evacuar datos viejos que no se transmitirán porque el receptor descartará los datos de cualquier modo, según lo descrito anteriormente. En el transmisor, si los paquetes para una cola de prioridad dada se transmiten en orden secuencial, en base a sus TSN, entonces el borde delantero de la ventana puede fijarse con el TSN más reciente de los paquetes enviados. A continuación, según se transmita cada paquete nuevo, el borde delantero de la ventana se mueve hasta el TSN de este paquete. Según la ventana se desliza hacia adelante para la transmisión de cada paquete nuevo, se descartan todos los paquetes con TSN más antiguos que el borde delantero de la ventana.

En el transmisor, una “entidad reordenadora del transmisor” es responsable de determinar los paquetes a transmitir por el HS-DSCH para cada cola de prioridad. La entidad reordenadora del transmisor es el par protocolar de la entidad reordenadora en el transmisor. La entidad reordenadora del transmisor mantiene la ventana para la cola de prioridad asociada. Una variable local BordeVenPrincipalTrans se usa para indicar el borde delantero de la ventana y se fija inicialmente en “0”. El tamaño de la ventana está indicado por una variable local TamañoVentana.

La FIG. 10 es un diagrama de flujo de una realización de un procedimiento 1000 realizado por la entidad reordenadora del transmisor para una cola de prioridad específica. Las etapas mostradas en la FIG. 10 se llevan a cabo toda vez que se planifica un nuevo paquete a transmitir para esta cola de prioridad.

Para el nuevo paquete a enviar, la entidad reordenadora del transmisor desliza primero la ventana hacia adelante incrementando la variable BordeVenPrincipalTrans (etapa 1012). El TSN para el nuevo paquete se fija luego con el valor actualizado de BordeVenPrincipalTrans (etapa 1014). Se descartan luego todos los paquetes pendientes con TSN fuera de la ventana (etapa 1016). En particular, los paquetes con $TSN < (BordeVenPrincipalTrans - TamañoVentana)$ caerían fuera de la ventana, y son descartados. (Se efectúan operaciones en módulo TamañoVentana para justificar el reinicio circular en el espacio numérico de los TSN). La razón para descartar estos paquetes es que caerán fuera de la ventana en el receptor y se descartarán si son recibidos. El nuevo paquete se envía entonces a la entidad de HARQ designada para procesar el paquete (etapa 1018). El procedimiento termina entonces.

Si las condiciones de canal para el receptor son malas, entonces una indicación de vaciado puede ser enviada al receptor cuando se complete la transmisión de todos los datos en una ráfaga de datos para una cola de prioridad específica. Esta indicación de vaciado puede usarse para vaciar todos los canales de HARQ usados para la cola de prioridad, según lo descrito anteriormente. La indicación de vaciado puede enviarse, por ejemplo, si la célula servidora no es la del mejor enlace ascendente al UE y hay mayor probabilidad de no recibir correctamente la respuesta NAK / ACK desde el UE.

Entidad reordenadora del receptor

En el receptor, una entidad reordenadora del receptor es responsable de procesar los datos para cada cola de prioridad. La entidad reordenadora del receptor recibe paquetes recuperados por la entidad de HARQ para la cola de prioridad asociada, reordena estos paquetes y entrega aquellos paquetes que estén en secuencia a las capas superiores. La entidad reordenadora mantiene una ventana con un tamaño que está replicado en el transmisor. Una

variable local `BordeVenPrincipalRec` se usa para indicar el TSN más reciente recibido para la cola de prioridad, y se fija inicialmente en "0". El tamaño de la ventana está indicado por una variable local `TamañoVentana`. Se considera que los paquetes con TSN dentro de la gama $\{(\text{BordeVenPrincipalRec} - \text{TamañoVentana} + 1) \dots \text{BordeVenPrincipalRec}\}$ están dentro de la ventana receptora.

- 5 En una realización, cada entidad reordenadora del receptor es capaz de iniciar múltiples temporizadores de retardo, uno para cada hueco detectado dentro de la ventana. El temporizador de retardo se fija lo bastante prolongado como para que haya una alta probabilidad de que se envíe al menos una transmisión de mensaje de control para el canal de HARQ usado para enviar el paquete faltante antes de que el temporizador expire. Cada temporizador de retardo está asociado a un paquete faltante específico.
- 10 La **FIG. 6B** es un diagrama que ilustra una ventana mantenida por la entidad reordenadora del receptor. Los paquetes son identificados y mencionados por sus TSN. En una realización, desde la perspectiva de la entidad reordenadora del receptor, cada paquete dentro del espacio numérico de los TSN se asocia a uno de cuatro posibles estados: Entregado, Recibido, Faltante y Esperado. Un paquete se considera (1) Entregado si ha sido recibido desde la entidad de HARQ y enviado a capas superiores, (2) Recibido si ha sido recibido desde la entidad de HARQ pero no entregado
- 15 aún a las capas superiores, (3) Faltante si es parte de un hueco dentro de la ventana y (4) Esperado si cae fuera de la ventana. Un paquete se considera Faltante si se recibe otro paquete con un TSN posterior antes de él. Un hueco aparece toda vez que hay uno o más paquetes Faltantes consecutivos en la ventana. Puede haber cero, uno o múltiples huecos en la ventana en cualquier momento dado. Inicialmente, el estado de todos los paquetes dentro de la ventana se fija en Entregado, y el de aquellos fuera de la ventana se fija en Esperado.
- 20 En una realización, para cada paquete en el estado Faltante (es decir, un paquete Faltante), la entidad reordenadora del receptor mantiene un `VectorMáscara` para marcar los canales de HARQ candidatos para el paquete Faltante. El `VectorMáscara` se usa por tanto para indicar si cada uno de los canales de HARQ puede o no ser usado para enviar el paquete Faltante. El `VectorMáscara` tiene un tamaño igual al número de todos los canales de HARQ que pueden usarse para la transmisión para todas las colas de prioridad, e incluye un elemento para cada posible canal de HARQ.
- 25 El `VectorMáscara` para cada paquete Faltante se "inicializa" cuando se detecta el paquete faltante por primera vez. El conjunto de candidatos inicial tendrá el elemento para cada canal de HARQ fijado en "1", excepto el elemento para el canal de HARQ para el paquete recibido que se usó para detectar el paquete faltante, que se fija en "0". Un valor de "1" indica que el canal de HARQ asociado puede usarse para enviar el paquete Faltante, y un valor de "0" indica que el canal no podría usarse para enviar el paquete Faltante. Así, el conjunto de candidatos inicial incluye todos los canales
- 30 de HARQ, excepto el canal de HARQ conocido que no podría usarse para enviar el paquete faltante. A continuación, el elemento para cada canal de HARQ candidato puede fijarse en "0" si se determina que el canal no podría usarse para enviar el paquete Faltante. Este sería el caso si: (1) se envía un nuevo paquete por el canal de HARQ, según lo determinado por un cambio en el indicador de Datos Nuevos para el canal, (2) expira el temporizador de inactividad para el canal o bien (3) se recibe una indicación de vaciado para el canal.
- 35 El `VectorMáscara` para cada paquete Faltante también se "modifica" cuando expira el temporizador de retardo aplicable para el paquete Faltante. El conjunto de candidatos modificado sería purgado de todos los canales de HARQ que no estén activos cuando expira el temporizador de retardo (fijando los elementos en el `VectorMáscara` para estos canales de HARQ en "0"). El procedimiento para eliminar los canales de HARQ restantes del conjunto de candidatos continuaría entonces como antes.
- 40 Las **FIGs. 11A y 11B** muestran un diagrama de flujo de una realización de un procedimiento 1100 realizado por la entidad reordenadora del receptor para una cola de prioridad específica. Inicialmente, la entidad reordenadora del receptor recibe un paquete con TSNr por el canal de HARQ Hx desde la entidad de HARQ (etapa 1112). Se toma entonces una determinación en cuanto a si el paquete recién recibido (es decir, el paquete actual) es o no un nuevo paquete (etapa 1114). Se considera que el paquete actual es un nuevo paquete si TSNr cae fuera de la ventana, y se
- 45 considera una retransmisión de un paquete pendiente si TSNr cae dentro de la ventana. Si el paquete actual es un nuevo paquete, entonces el procedimiento avanza a la etapa 1140.
- En caso contrario, si TSNr cae dentro de la ventana, entonces el paquete actual es bien (1) un duplicado de un paquete anterior recibido o bien (2) uno de un paquete Faltante que llenará parcial o completamente un hueco dentro de la ventana. Se toma entonces una determinación en cuanto a si el paquete actual es o no uno que ya ha sido recibido o
- 50 entregado (etapa 1116). Si la respuesta es sí, entonces el paquete actual es un duplicado y se descarta (etapa 1118), y el procedimiento termina.
- En caso contrario, si la respuesta es no en la etapa 1116, entonces el paquete actual es para un paquete Faltante dentro de la ventana. En ese caso, el `VectorMáscara` de cada paquete Faltante anterior (es decir, aquellos con TSN anterior a TSNr) se actualiza fijando el elemento correspondiente al canal de HARQ Hx en "0" (etapa 1120). Esto es
- 55 porque se recibió un paquete posterior con TSNr por este canal, y no podría ser el usado para enviar el paquete Faltante anterior. Cada vez que se actualiza el `VectorMáscara`, también se comprueba para determinar si todos los

elementos del VectorMáscara son o no "0", lo que indicaría que el conjunto de candidatos está vacío y que el paquete Faltante está perdido. Si el VectorMáscara incluye todos "0", entonces todos los paquetes Recibidos que están atascados por este paquete Faltante se entregan a las capas superiores, y todos los paquetes anteriores a este paquete se fijan como Entregados.

- 5 El estado del paquete actual se fija entonces como Recibido (etapa 1122). Todos los paquetes Recibidos (si los hubiera) no actualmente atascados por un hueco se entregan a las capas superiores (1124). En particular, los paquetes Recibidos consecutivos, a partir del lado izquierdo de la ventana y siguiendo hasta que se detecte el primer hueco (o un paquete Faltante), se identifican y se envían a las capas superiores. El estado de estos paquetes entregados también se fija como Entregado.
- 10 En una realización, se mantiene un temporizador de retardo para el último paquete en cada hueco "original", que es un hueco que ocurre toda vez que un nuevo paquete es recibido por la entidad reordenadora y hay uno o más paquetes Esperados anteriores al (o a la izquierda del) nuevo paquete. El estado de los paquetes Esperados en el hueco se cambia a Perdido. Esto se describe en mayor detalle más adelante. Posteriormente, un paquete puede ser recibido por la entidad reordenadora para un paquete Faltante en este hueco. Si el hueco tiene el ancho de un paquete, entonces el
- 15 paquete recibido cubriría completamente el hueco y se cancela el temporizador de retardo. En caso contrario, si el hueco cubre múltiples paquetes y el paquete actual es el último paquete Faltante en este hueco, entonces el temporizador de retardo se hace avanzar hasta el último (nuevo) paquete Faltante en el hueco parcialmente cubierto. Y si el hueco cubre múltiples paquetes y el paquete actual no es el último paquete Faltante en el hueco, entonces el temporizador de retardo no se ve afectado. Con esta implementación, sólo es necesario mantener un temporizador de
- 20 retardo para todos los paquetes faltantes dentro de un hueco original (ya que fueron detectados a la vez), incluso si este hueco es posteriormente desmenuzado en múltiples huecos por los paquetes recibidos posteriormente por la entidad reordenadora.

Así, se toma una determinación en cuanto a si un temporizador de retardo ha sido iniciado o no para el paquete actual (etapa 1126). Si la respuesta es no, entonces el procedimiento termina. En caso contrario, se toma una determinación

- 25 en cuanto a si hay o no un hueco a la izquierda del paquete actual (etapa 1128). Si la respuesta es no, entonces se cancela el temporizador de retardo para el paquete actual, ya que esto indicaría que el paquete actual llena completamente este hueco, en cuyo caso el temporizador de retardo no necesita ser mantenido (etapa 1130). En caso contrario, si el paquete actual no llena un hueco, entonces no se lleva a cabo ninguna acción con respecto al temporizador de retardo. En cualquier caso, el procedimiento termina entonces.

- 30 De vuelta en la etapa 1114, si el paquete actual es un nuevo paquete, entonces el estado de este paquete se fija como Recibido (etapa 1140). El VectorMáscara para cada paquete Faltante en la ventana se actualiza y se comprueba luego, y los paquetes pueden ser expulsados por la entidad reordenadora a las capas superiores como resultado, según lo descrito anteriormente para la etapa 1120 (etapa 1142). La ventana se adelanta luego fijando el borde delantero de la ventana, o BordeVenPrincipalRec, en TSNr (etapa 1144). Todos los paquetes Recibidos fuera de la ventana se
- 35 entregan entonces a las capas superiores (etapa 1146), el estado de todos los paquetes fuera de la ventana se fija en Esperado (etapa 1148) y se detienen todos los temporizadores de retardo que hayan sido iniciados para los paquetes fuera de la ventana (etapa 1150). Los paquetes recibidos (si los hubiera) no actualmente atascados por un hueco se entregan a las capas superiores (1152). Esto puede llevarse a cabo según lo descrito anteriormente para la etapa 1124.

- 40 Se toma luego una determinación en cuando a si existe o no un hueco justo a la izquierda del paquete actual (etapa 1154). Esta determinación puede tomarse comprobando si el estado del paquete con TSNr-1 es Esperado. Si la respuesta es no, entonces el procedimiento termina. En caso contrario, si hay un hueco, entonces se inicia un temporizador de retardo para el último paquete en el hueco (es decir, con TSNr-1) (etapa 1156). Cada paquete Esperado en este hueco se fija entonces como Faltante, y el VectorMáscara para cada tal paquete se inicializa fijando
- 45 el elemento correspondiente al canal de HARQ Hx en "0" y todos los otros elementos en "1" (etapa 1158). El procedimiento termina entonces.

- Para la realización descrita anteriormente, se usa un temporizador de retardo para todos los paquetes Faltantes en cada hueco original (es decir, un hueco detectado con un nuevo paquete que adelanta la ventana). Este temporizador está asociado al último paquete Faltante en el hueco, pero es aplicable a (o mencionado por) todos los paquetes
- 50 Faltantes en el hueco. En una implementación, se usa un indicador temporizador_vencido para cada paquete Faltante, para indicar si su temporizador de retardo aplicable (es decir, el primer temporizador de retardo a la derecha del paquete) ha expirado o no. Cuando se detecta el hueco original, el indicador temporizador_vencido para cada paquete Faltante en el hueco puede reiniciarse con "0" para indicar que el temporizador de retardo aplicable no ha expirado (etapa 1158). Y cuando expira el temporizador de retardo, los indicadores temporizador_vencido para todos los
 - 55 paquetes Faltantes cubiertos por este temporizador se fijan en "1", y los VectoresMáscara de todos estos paquetes Faltantes también se modifican, según lo descrito anteriormente, para quitar los canales de HARQ que no estén activos en este momento, o que están usados para otra cola de prioridad. Esta implementación se describe en mayor detalle

más adelante.

Los VectoresMáscara para los paquetes Faltantes se actualizan / revisan en base a diversos sucesos, tales como (1) toda vez que la entidad de HARQ indica que una transacción de paquete por un canal de HARQ dado está completada y (2) cuando expira cada temporizador de retardo mantenido para un paquete Faltante asociado.

5 La FIG. 11C muestra un diagrama de flujo de una realización de un procedimiento 1160 realizado por la entidad reordenadora del receptor toda vez que se recibe una indicación de que ha expirado un temporizador de retardo. Inicialmente, se toma una determinación en cuanto a si un temporizador de retardo ha expirado o no (etapa 1162). Si la respuesta es no, entonces el procedimiento termina. En caso contrario, si ha expirado un temporizador de retardo, entonces se determina el TSN del paquete Faltante asociado al temporizador de retardo expirado y se indica como
10 TSNe (etapa 1164). Múltiples paquetes Faltantes pueden fiarse de este temporizador de retardo, ya que sólo se mantiene uno para todos los paquetes faltantes en cada hueco original, según se ha descrito anteriormente. El indicador temporizador_vencido para cada paquete Faltante cubierto por este temporizador de retardo expirado se fija entonces en "1" para indicar que el temporizador para el paquete ha expirado (etapa 1166). Los paquetes Faltantes cubiertos por este temporizador de retardo expirado incluyen los de TSN anterior a TSNe. El VectorMáscara para cada
15 paquete Faltante cubierto por este temporizador de retardo se "modifica" luego (es decir, para revisar el conjunto de candidatos para el paquete Faltante) (etapa 1168). Para modifica el VectorMáscara para un paquete Faltante, se considera cada canal de HARQ y, si el canal no está Activo, o si el canal se usa para otra cola de prioridad, entonces el correspondiente elemento en el VectorMáscara se fija en "0". Los canales de HARQ correspondientes a los elementos en el VectorMáscara que están aún fijados en "1" son los restantes canales de HARQ candidatos en este momento. Si
20 se revisa un VectorMáscara, entonces se comprueba para determinar si los paquetes deberían o no expulsarse a las capas superiores. El procedimiento termina entonces.

La FIG. 11D muestra un diagrama de flujo de una realización de un procedimiento 1170 realizado por la entidad reordenadora del receptor para una transacción completada por un canal de HARQ específico. Inicialmente, se toma una determinación en cuanto a si una indicación ha sido recibida o no desde la entidad de HARQ del receptor, en
25 cuanto a que una transacción de paquete ha sido completada por un canal de HARQ (etapa 1172). Si la respuesta es sí, entonces, para cada paquete Faltante para el cual haya expirado el temporizador de retardo aplicable (es decir, con el indicador temporizador_vencido reiniciado en "0"), el elemento en el VectorMáscara correspondiente al canal de HARQ se fija en "0" (etapa 1174). Nuevamente, si se actualiza un VectorMáscara, entonces se comprueba para determinar si los paquetes deberían evacuarse o no a capas superiores. El procesamiento a realizar para una
30 transacción completada por un canal de HARQ se describe en mayor detalle en el pseudocódigo más adelante. El proceso termina entonces.

En la realización descrita anteriormente, cada entidad reordenadora del receptor es capaz de iniciar múltiples temporizadores de retardo, uno para cada hueco original detectado dentro de la ventana. En otra realización, cada entidad reordenadora puede tener un temporizador de retardo en marcha en cualquier momento dado. Toda vez que
35 se detecta un hueco original, puede iniciarse el temporizador de retardo para la entidad reordenadora, si no está en marcha actualmente. Si se detecta posteriormente otro hueco original mientras el temporizador de retardo está en marcha, entonces no se inicia ningún temporizador de retardo en ese momento para los paquetes Faltantes en el segundo hueco original. Si el temporizador de retardo expira a continuación, entonces los paquetes Faltantes cubiertos por este temporizador de retardo (es decir, los paquetes Faltantes con TSN anteriores al TSNe del paquete Faltante
40 asociado al temporizador de retardo) se actualizan según se muestra en las etapas 1162 a 1166 en la FIG. 11C. Además (después de la etapa 1166), se toma una determinación en cuanto a si hay o no algún paquete Faltante con TSN posterior al TSNe. Si la respuesta es sí, entonces se inicia nuevamente el temporizador de retardo y se asocia al paquete Faltante más reciente.

Esta realización alternativa reduce a uno el número de temporizadores de retardo que es necesario mantener para cada entidad reordenadora. Sin embargo, esta realización puede duplicar el valor del temporizador de retardo para un
45 paquete Faltante en el peor caso. Por ejemplo, el temporizador de retardo puede iniciarse para un primer paquete Faltante, y puede detectarse un segundo paquete Faltante en el próximo intervalo de transmisión. El temporizador de retardo para el segundo paquete Faltante no puede iniciarse hasta que expire el temporizador de retardo para el primer paquete Faltante. El segundo paquete Faltante tendría entonces que esperar la expiración del temporizador de retardo tanto para el primer paquete Faltante como para el segundo paquete Faltante. Esta realización alternativa se describe
50 en mayor detalle en los pseudocódigos mostrados más adelante.

La FIG. 12 muestra un diagrama de flujo de un proceso global 1200 realizado por una entidad reordenadora para recibir paquetes desde la entidad de HARQ y entregar paquetes a capas superiores. Inicialmente, los paquetes que han sido descodificados correctamente son recibidos desde la entidad de HARQ (etapa 1212). Se detectan luego los paquetes
55 faltantes entre los paquetes recibidos (etapa 1214). Esto puede lograrse en base a los TSN de los paquetes recibidos, según se ha descrito anteriormente. Si se detectan paquetes faltantes, entonces se atasca la entrega a capas superiores de paquetes recibidos posteriormente a los paquetes faltantes detectados (etapa 1216). Se toma entonces

una determinación, para cada paquete faltante, en cuanto a si (1) es recibido posteriormente desde la entidad de HARQ o (2) está perdido, eliminando sucesivamente los canales de HARQ que pueden usarse para enviar el paquete faltante, como también se ha descrito anteriormente (etapa 1218). Los paquetes recibidos que hayan sido atascados por cada paquete faltante se entregan a continuación a las capas superiores después de que se ha determinado que el paquete faltante está perdido o se ha recibido desde la entidad de HARQ (etapa 1220).

Se muestran a continuación pseudocódigos para una implementación específica de los procedimientos descritos anteriormente en las FIGs. 8 a 11C.

Entidad HARQ del transmisor. Cuando está programado para una (re)transmisión para una cola de prioridad específica, el transmisor:

- 10 1 – si esta es la primera transmisión para el paquete:
 - 2 – alternar el indicador de Datos Nuevos;
 - 1 – fijar el campo IdCola con la cola de prioridad del paquete que se está transmitiendo;
 - 1 – terminar el procedimiento.

Al recibir un ACK:

- 15 1 – descartar el paquete actual que se está transmitiendo;
 - 1 – indicar al planificador que esta entidad de HARQ está disponible;
 - 1 – terminar el procedimiento.

Entidad de HARQ del receptor

Al recibir una transmisión del canal de control enviada para el receptor:

- 20 1 – si el mensaje de control contiene una indicación de vaciado:
 - 2 – gestionar la indicación de vaciado para la cola de prioridad indicada en el campo IdCola (véase abajo);
 - 2 – terminar el procedimiento.
- 1 – iniciar / reiniciar el temporizador de inactividad (TM1) para el canal de HARQ identificado por el mensaje de control;
- 25 1 – si el canal de HARQ identificado está en estado Inactivo:
 - 2 – si DatosNuevosAct tiene el mismo valor que el indicador de Datos Nuevos:
 - 3 – descartar el paquete recibido;
 - 3 – enviar un ACK por el enlace ascendente;
 - 3 – terminar el procedimiento.
- 30 2 – en caso contrario:
 - 3 – fijar el canal de HARQ en el estado Activo;
 - 3 – fijar DatosNuevosAct con el valor del indicador de Datos Nuevos;
 - 3 – fijar IdColaAct con el valor del campo Identificador de Cola;
 - 3 – almacenar la transmisión del paquete recibido en un almacén temporal de software;
- 35 1 – en caso contrario (si el canal de HARQ está en estado Activo):
 - 2 – si DatosNuevosAct = indicador de Datos Nuevos:
 - 3 – combinar por software el paquete recibido con las transmisiones anteriores acumuladas en el almacén temporal de software;

2 – en caso contrario:

3 – descartar los datos actualmente en el almacén temporal de software;

3 – indicar a la entidad reordenadora correspondiente al IdColaAct que se ha completado la transacción de paquete (véase abajo);

5 3 – fijar DatosNuevosAct con el valor del indicador de Datos Nuevos;

3 – fijar IdColaAct con el valor del campo Identificador de Cola;

3 – almacenar la transmisión del paquete recibido en el almacén temporal de software;

1 – intentar descodificar el paquete en el almacén temporal de software;

1 – si la descodificación tiene éxito:

10 2 – enviar un ACK por el enlace ascendente;

2 – fijar el canal de HARQ en el estado Inactivo;

2 – entregar el paquete recuperado a la entidad reordenadora correspondiente al IdColaAct (véase abajo);

1 – en caso contrario:

2 – enviar un NAK por el enlace ascendente;

15 1 – terminar el procedimiento.

Al expirar un temporizador de inactividad (TM1) para un canal de HARQ dado:

1 – descartar los datos actualmente en el almacén temporal de software;

1 – indicar a la entidad reordenadora correspondiente al IdColaAct que la transacción de paquete ha acabado (véase abajo);

20 1 – fijar el canal de HARQ en el estado Inactivo;

1 – terminar el procedimiento.

Al recibir una indicación de vaciado para una cola de prioridad dada:

1 – para cada canal de HARQ con IdColaAct igual al valor del Identificador de Cola en el mensaje de control para la indicación de vaciado:

25 2 – no intentar recibir datos;

2 – descartar los datos en el almacén temporal de software;

2 – fijar el canal de HARQ en el estado Inactivo;

3 – indicar a la entidad reordenadora correspondiente al IdColaAct que la transacción de paquete ha acabado;

1 – terminar el procedimiento.

30 **Entidad reordenadora del transmisor**

Cuando la cola de prioridad asociada está programada para la transmisión, la entidad reordenadora del transmisor:

1 – incrementar BordeVenPrincipalTrans;

1 – fijar el TSN para el nuevo paquete en BordeVenPrincipalTrans;

1 – descartar cualquier paquete pendiente con $TSN \leq \text{BordeVenPrincipalTrans} - \text{TamañoVentana}$;

35 1 – remitir el nuevo paquete a la entidad de HARQ designada por el planificador;

1 – terminar el procedimiento.

Entidad reordenadora del receptor

Para la realización en la cual se mantiene un temporizador de retardo para cada hueco original.

Cuando un nuevo paquete con TSNr es entregado por la entidad de HARQ, la entidad reordenadora del receptor:

- 5 1 – si el paquete recibido está dentro de la ventana receptora
(BordeVenPrincipalRec – TamañoVentana $\leq$ TSNr < BordeVenPrincipalRec):
 - 2 – para cada TSNi en estado Faltante:
 - 3 – si TSNi < TSNr:
 - 4 – fijar el elemento en VectorMáscara correspondiente a este canal de HARQ en “0”;
 - 4 – si todos los elementos en VectorMáscara son iguales a 0:
 - 5 – realizar procedimiento de vaciado (véase abajo) para TSNi
- 10 2 – si el estado de TSNr es Recibido o Entregado:
 - 3 – descartar el paquete recibido;
- 2 – en caso contrario (el estado para TSNr es Faltante):
 - 15 3 – si el estado de todos los paquetes dentro de la ventana receptora con TSN < TSNr es Entregado, entonces:
 - 4 – si está iniciado un temporizador de retardo (TM2) asociado a TSN r, entonces detener el temporizador;
 - 4 – entregar el paquete a las capas superiores;
 - 20 4 – fijar el estado de TSNr como Entregado;
 - 4 – para cada TSNj dentro de la ventana receptora, a partir de TSNr+1:
 - 5 – si el estado de TSNj es Esperado o Faltante:
 - 6 – dejar de iterar sobre TSNj.
 - 5 – en caso contrario, si el estado de TSNj es Recibido:
 - 25 6 – entregar los datos para TSNj a la capa superior;
 - 6 – fijar el estado de TSNj a Entregado;
 - 6 – si un temporizador de retardo está asociado a TSNj, entonces, detener el temporizador;
 - 6 – ir al próximo TSNj;
- 30 3 – en caso contrario:
 - 4 – fijar el estado de TSNr como Recibido;
- 1 – en caso contrario (el paquete recibido está fuera de la ventana receptora):
 - 2 – para cada TSNi en estado Faltante:
 - 3 – fijar el elemento en VectorMáscara correspondiente a este canal de HARQ en “0”;
 - 35 3 – si todos los elementos en VectorMáscara son iguales a “0”:

- 4 – realizar el procedimiento de vaciado para TSNi
 - 2 – fijar BordeVenPrincipalRec en TSNr;
 - 2 – entregar a las capas superiores todos los datos asociados a los TSN fuera de la ventana receptora con estado Recibido;
 - 5 2 – detener todos los temporizadores de retardo TM2 asociados a los TSN fuera de la ventana receptora;
 - 2 – fijar el estado para todos los TSN fuera de la ventana receptora como Esperado;
 - 2 – si el estado de todos los paquetes dentro de la ventana receptora con $TSN < TSNr$ es Recibido o Entregado, entonces:
 - 3 – entregar los paquetes a las capas superiores;
 - 10 3 – fijar el estado de TSNr como Entregado;
 - 2 – en caso contrario:
 - 3 – fijar el estado de TSNr como Recibido;
 - 3 – iniciar un temporizador de retardo TM2 asociado a TSNr-1;
 - 3 – para cada TSNj dentro de la ventana receptora con $TSNj < TSNr$, con estado Esperado:
 - 15 4 – fijar el estado de TSNj como Faltante;
 - 4 – reiniciar el indicador temporizador_vencido con “0”;
 - 4 – en el VectorMáscara asociado a TSNj:
 - 5 – fijar el elemento correspondiente a este canal de HARQ en “0”;
 - 5 – fijar los elementos correspondientes a otros canales de HARQ en “1”;
 - 20 1 – terminar el procedimiento;
- Cuando la entidad de HARQ indica que una transacción de paquete ha acabado para un canal de HARQ específico:
- 1 – para cada TSNi en estado Faltante para el cual el indicador temporizador_vencido está fijado en 1:
 - 2 – fijar el elemento en VectorMáscara correspondiente a este canal de HARQ en “0”;
 - 2 – si todos los elementos en VectorMáscara son iguales a “0”;
 - 25 3 – realizar el procedimiento de vaciado para TSNi
 - 1 – terminar el procedimiento
- Cuando expira un temporizador de retardo (TM2):
- 1 – considerar cada TSN en estado Faltante, con $TSN \leq$ el TSN asociado al temporizador:
 - 2 – fijar el indicador temporizador_vencido en “1”;
 - 30 2 – considerar la variable VectorMáscara para este TSN;
 - 2 – para cada entidad de HARQ:
 - 3 – si la entidad de HARQ no está en el estado Activo o IdColaAct es distinto a la cola de prioridad de esta entidad reordenadora:
 - 4 – fijar el elemento del VectorMáscara correspondiente a este canal de HARQ en “0”;
 - 35 1 – terminar el procedimiento;

Procedimiento de vaciado – cuando todos los elementos en VectorMáscara para TSNi son iguales a “0”:

- 1 – para cada TSNj dentro de la ventana receptora y anterior o igual a TSNi:
 - 2 – si el estado de TSNj es Recibido, entonces entregar los datos asociados a la capa superior;
 - 2 – fijar el estado de TSNj como Entregado;

- 5 1 – para cada TSNj dentro de la ventana receptora, a partir de TSNi+1:
 - 2 – si el estado de TSNj es Esperado o Faltante:
 - 3 – dejar de iterar sobre TSNj.

- 2 – en caso contrario, si el estado de TSNj es Recibido:
 - 3 – entregar los datos asociados a la capa superior;

- 10 3 – fijar el estado de TSNj como Entregado;
- 3 – ir al próximo TSNj;

1 – volver;

Para la realización en la cual se mantiene un temporizador de retardo para cada entidad reordenadora.

Cuando un nuevo paquete con TSNr es entregado por la entidad de HARQ, la entidad reordenadora del receptor:

- 15 1 – si el paquete recibido está dentro de la ventana receptora
(BordeVenPrincipalRec – TamañoVentana $\leq$ TSNr < BordeVenPrincipalRec):

2 – para cada TSNi en estado Faltante:

- 3 – si TSNi < TSNr:
 - 4 – fijar el elemento en VectorMáscara correspondiente a este canal de HARQ en “0”;

- 20 4 – si todos los elementos en VectorMáscara son iguales a 0:

5 – realizar el procedimiento de vaciado (véase abajo) para TSNi

2 – si el estado de TSNr es Recibido o Entregado:

3 – descartar el paquete recibido;

2 – en caso contrario (el estado para TSNr es Faltante):

- 25 3 – si el estado de todos los paquetes dentro de la ventana receptora
con TSN < TSNr es Entregado, entonces:

4 – si está iniciado un temporizador de retardo (TM2) asociado a TSNr, entonces detener el temporizador;

4 – entregar el paquete a las capas superiores;

4 – fijar el estado de TSNr a Entregado;

- 30 4 – para cada TSNj dentro de la ventana receptora, a partir de TSNr+1:
 - 5 – si el estado de TSNj es Esperado o Faltante:

6 – dejar de iterar sobre TSNj.

5 – en caso contrario, si el estado de TSNj es Recibido:

6 – entregar los datos para TSNj a la capa superior;

- 35 6 – fijar el estado de TSNj como Entregado;

- 6 – si un temporizador de retardo está asociado a TSNj,
entonces, detener el temporizador;
 - 6 – ir al próximo TSNj;
 - 3 – en caso contrario:
 - 5 4 – fijar el estado de TSNr como Recibido;
 - 1 – en caso contrario (el paquete recibido está fuera de la ventana receptora):
 - 2 – para cada TSNi en estado Faltante:
 - 3 – fijar el elemento en VectorMáscara correspondiente a este canal de HARQ en "0";
 - 3 – si todos los elementos en VectorMáscara son iguales a "0":
 - 10 4 – realizar el procedimiento de vaciado para TSNi
 - 2 – fijar BordeVenPrincipalRec en TSNr;
 - 2 – entregar a las capas superiores todos los datos asociados a los TSN fuera de la ventana receptora
con estado Recibido;
 - 2 – detener todo temporizador de retardo TM2 asociado a los TSN fuera de la ventana receptora;
 - 15 2 – fijar el estado para todos los TSN fuera de la ventana receptora en Esperado;
 - 2 – si el estado de todos los paquetes dentro de la ventana receptora
con TSN < TSNr es Recibido o Entregado, entonces:
 - 3 – entregar los paquetes a las capas superiores;
 - 3 – fijar el estado de TSNr en Entregado;
 - 20 2 – en caso contrario:
 - 3 – fijar el estado de TSNr en Recibido;
 - 3 – si el temporizador de retardo TM2 para esta entidad reordenadora no está en marcha, entonces:
 - 4 – iniciar un temporizador de retardo TM2 asociado a TSNr-1;
 - 3 – para cada TSNj dentro de la ventana receptora con TSNj < TSNr con estado Esperado:
 - 25 4 – fijar el estado de TSNj como Faltante;
 - 4 – reiniciar el indicador temporizador_vencido con "0";
 - 4 – en el VectorMáscara asociado a TSNj:
 - 5 – fijar el elemento correspondiente a este canal de HARQ en "0";
 - 5 – fijar los elementos correspondientes a otros canales de HARQ en "1";
 - 30 1 – terminar el procedimiento;
- Cuando la entidad de HARQ indica que una transacción de paquete ha acabado para un canal de HARQ específico:
- 1 – para cada TSNi en estado Faltante para el cual el indicador temporizador_vencido está fijado en 1:
 - 2 – fijar el elemento en VectorMáscara correspondiente a este canal de HARQ en "0";
 - 2 – si todos los elementos en VectorMáscara son iguales a "0":
 - 35 3 – realizar el procedimiento de vaciado para TSNi

1 – terminar el procedimiento

Cuando expira un temporizador de retardo (TM2):

1 – considerar cada TSN en estado Faltante, con $TSN \leq$ el TSN asociado al temporizador:

2 – fijar el indicador temporizador_vencido en "1";

5 2 – considerar la variable VectorMáscara para este TSN;

2 – para cada entidad de HARQ:

3 – si la entidad de HARQ no está en el estado Activo o IdColaAct es distinto a la cola de prioridad de esta entidad reordenadora:

4 – fijar el elemento del VectorMáscara correspondiente a este canal de HARQ en "0";

10 1 – si hay algún TSN en estado Faltante:

2 – iniciar el temporizador de retardo y asociarlo al TSN del paquete más reciente en estado Faltante;

1 – terminar el procedimiento;

Procedimiento de vaciado – cuando todos los elementos en VectorMáscara para TSNi son iguales a "0":

1 – para cada TSNj dentro de la ventana receptora y anterior o igual a TSNi:

15 2 – si el estado de TSNj es Recibido, entonces entregar los datos asociados a la capa superior;

2 – fijar el estado de TSNj como Entregado;

1 – para cada TSNj dentro de la ventana receptora, a partir de TSNi+1:

2 – si el estado de TSNj es Esperado o Faltante:

3 – dejar de iterar sobre TSNj.

20 2 – en caso contrario, si el estado de TSNj es Recibido:

3 – entregar los datos asociados a la capa superior;

3 – fijar el estado de TSNj en Entregado;

3 – ir al próximo TSNj;

1 – volver;

25 El seudocódigo para una implementación específica se muestra arriba para proporcionar una comprensión más clara del procesamiento realizado por diversas entidades en el transmisor y el receptor. También pueden contemplarse otras implementaciones, como reconocerá algún experto en la técnica, en base a las revelaciones descritas en el presente documento, y estas otras diversas implementaciones también están dentro del alcance de la invención.

30 Las técnicas descritas en el presente documento pueden usarse para proporcionar prestaciones mejoradas de evitación de atascos para sistemas que tengan un mecanismo de retransmisión subyacente (p. ej., HARQ) y capas superiores que requieran datos en orden secuencial. Estas técnicas pueden usarse para diversos sistemas de comunicación tales como, por ejemplo, sistemas de W-CDMA, sistemas de cdma2000, etc. Estas técnicas también pueden usarse para otros tipos de sistemas de comunicación (p. ej., sistemas de TDMA y FDMA).

35 La FIG. 13 es un diagrama en bloques de una realización del Nodo B 104 y el UE 106. En el enlace descendente, los datos para el HS-DSCH y el HS-SCCH para un UE específico, designado para recibir la transmisión de HSDPA, son recibidos y procesados (p. ej., formateados, codificados, etc.) por un procesador 1312 de datos de transmisión (TX). El procesamiento para el HS-DSCH y el HS-SCCH puede realizarse según lo descrito en los documentos del estándar aplicable para W-CDMA, Versión 5, incluyendo los documentos TS-25-321 V5.0.0, TS.25.308 V5.2.0 y 25-212 V5.0.0, todos los cuales se incorporan a la presente memoria por referencia. Estos y otros documentos para el estándar W-

40 CDMA, Versión 5, están públicamente disponibles.

Los datos procesados se proporcionan luego a un modulador (MOD) 1314 y son procesados adicionalmente (p. ej.,

canalizados, ensanchados, etc.) para proporcionar datos modulados. Una unidad transmisora (TMTR) 1316 convierte luego los datos modulados en una o más señales analógicas, que son adicionalmente acondicionadas (p. ej., amplificadas, filtradas y aumentadas de frecuencia) para proporcionar una señal de enlace descendente. La señal de enlace descendente se encamina a través de un duplexador (D) 1322 y se transmite mediante una antena 1324 al UE indicado.

En el UE, la señal de enlace descendente es recibida por una antena 1352, encaminada a través de un duplexador 1354 y suministrada a una unidad receptora (RCVR) 1356. La unidad receptora 1356 acondiciona (p. ej., filtra, amplifica y aumenta la frecuencia) la señal recibida y digitaliza adicionalmente la señal acondicionada para proporcionar muestras. Un demodulador 1358 recibe luego y procesa (p. ej., desensancha, canaliza y demodula los datos) las muestras para proporcionar símbolos. El demodulador 1358 puede implementar un receptor rastrillo que pueda procesar múltiples instancias (o componentes de multitrayecto) de la señal recibida para proporcionar símbolos combinados. Un procesador 1360 de datos de recepción (RX) descodifica luego los símbolos, comprueba los paquetes recibidos, y proporciona los datos descodificados. El procesamiento por el demodulador 1358 y el procesador 1360 de datos de recepción es complementario, respectivamente, al procesamiento por el modulador 1314 y el procesador 1312 de datos de transmisión.

En una realización, el procesador 1360 de datos de recepción RX realiza el procesamiento para la capa física y parte de la capa MAC (p. ej., la entidad de HARQ), y un controlador 1370 realiza algo del procesamiento para la capa MAC (p. ej., la entidad reordenadora) e implementa adicionalmente parte del HARQ. Para esta realización, el procesador 1360 de datos de recepción puede proporcionar (1) los datos descodificados para cada paquete correctamente descodificado, (2) el estado de cada transmisión de paquete (p. ej., ACK o NAK), (3) indicaciones de temporizadores expirados de inactividad y de retardo, etc. El controlador 1370 puede luego detectar los paquetes faltantes y proporcionar paquetes a las capas superiores según se reciben y quedan disponibles. El controlador 1370 proporciona adicionalmente a un procesador 1382 de datos de transmisión la respuesta adecuada ACK / NAK para el funcionamiento del HARQ.

En el enlace ascendente, los datos para el enlace ascendente y la información de respuesta ACK / NAK son procesados (p. ej., formateados, codificados, etc.) por el procesador 1382 de datos de transmisión, procesados adicionalmente (p. ej., canalizados, ensanchados, etc.) por el modulador 1384 y acondicionados (p. ej., convertidos en señales analógicas, filtrados y aumentados de frecuencia) por una unidad transmisora 1386, para proporcionar una señal de enlace ascendente. La señal de enlace ascendente se encamina luego a través del duplexador 1354 y se transmite mediante la antena 1352 a la estación base.

En el Nodo B, la señal de enlace ascendente es recibida por la antena 1324, encaminada a través del duplexador 1322 y suministrada a una unidad receptora 1342. La unidad receptora 1342 acondiciona (p. ej., reduce la frecuencia, filtra y amplifica) la señal recibida y digitaliza adicionalmente la señal acondicionada para proporcionar un flujo de muestras. Un demodulador 1344 procesa luego (p. ej., desensancha, canaliza, etc.) las muestras para proporcionar símbolos, y un procesador 1346 de datos de recepción procesa adicionalmente los símbolos para proporcionar los datos descodificados para el UE. El procesamiento de datos para el enlace descendente y el enlace ascendente está descrito por los documentos del estándar W-CDMA.

Un controlador 1330 recibe la respuesta ACK / NAK desde el procesador 1346 de datos de recepción y dirige la retransmisión de paquetes para el HARQ, según sea necesario. Los controladores 1330 y 1370 controlan adicionalmente el procesamiento en el Nodo B y el UE, respectivamente. Cada controlador también puede diseñarse para implementar todas, o una parte de, las técnicas descritas en el presente documento para la transmisión / retransmisión del HARQ. Los códigos de programa y los datos requeridos por los controladores 1330 y 1370 pueden almacenarse, respectivamente, en las unidades 1332 y 1372 de memoria.

Las técnicas descritas en el presente documento para mejorar las prestaciones de evitación de atascos pueden implementarse por diversos medios. Por ejemplo, estas técnicas pueden implementarse en hardware, software o una combinación de los mismos. Para una implementación en hardware, los elementos usados para implementar las técnicas (p. ej., los elementos que realizan los procesos mostrados en las FIGs. 8 a 11A inclusive) pueden implementarse dentro de uno o más circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC), procesadores de señales digitales (DSP), dispositivos de procesamiento de señales (DSPD), dispositivos de lógica programable (PLD), formaciones de compuertas programables en el terreno (FPGA), procesadores, controladores, microcontroladores, microprocesadores, otras unidades electrónicas diseñadas para realizar las funciones descritas en el presente documento, o una combinación de los mismos.

Para una implementación en software, estas técnicas pueden implementarse con módulos (p. ej., procedimientos, funciones, etc.) que realizan las funciones descritas en el presente documento. Los códigos de software pueden almacenarse en una unidad de memoria (p. ej., las unidades 1332 y 1372 de memoria en la FIG. 13) y ser ejecutados por un procesador (p. ej., los controladores 1330 y 1370). La unidad de memoria puede implementarse dentro del procesador o ser externa al procesador, en cuyo caso puede acoplarse comunicativamente con el procesador mediante

diversos medios, según se conoce en la técnica.

5 La anterior descripción de las realizaciones reveladas se proporciona para permitir a cualquier persona experta en la técnica hacer o usar la presente invención. Diversas modificaciones a estas realizaciones serán inmediatamente evidentes a los expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en el presente documento pueden aplicarse a otras realizaciones sin apartarse del alcance de la invención. Así, la presente invención no está concebida para limitarse a las realizaciones mostradas en el presente documento, sino que ha de concedérsele el más amplio alcance coherente con los principios y características novedosas reveladas en el presente documento.

10

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para comunicaciones inalámbricas, que comprende:
recibir uno o más paquetes desde un grupo de paquetes transmitidos en una instancia de retransmisión híbrida automática;
- 5 detectar al menos un paquete faltante;

determinar un conjunto de candidatos de canales de retransmisión híbrida automática que puedan usarse para transmitir el paquete faltante detectado; y

determinar si el paquete faltante está recibido posteriormente, o bien perdido, eliminando sucesivamente al menos un canal de retransmisión híbrida automática de dicho conjunto de candidatos si se satisface una condición, en donde la
10 condición incluye al menos una entre

determinar inactividad en al menos dicho canal durante un periodo de tiempo,

recuperar el paquete faltante por al menos dicho canal,

detectar un nuevo paquete por al menos dicho canal,

recibir una indicación para vaciar al menos dicho canal,
- 15 y recibir un identificador configurado para identificar una cola de prioridad específica del paquete faltante.
2. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:

entregar paquetes recibidos, después de que se determina que el paquete faltante está perdido o recibido, a una capa de comunicación superior.
- 20 3. El procedimiento de la reivindicación 1 o 2, en el cual dichos paquetes en dicho grupo se transmiten en orden secuencial, en base a números de secuencia de transmisión, TSN, asignados a dichos paquetes.
4. El procedimiento de la reivindicación 3, en el cual dicho al menos un paquete faltante se detecta en base a los TSN de dicho(s) paquete(s) recibido(s).
5. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, que comprende adicionalmente atascar la entrega de paquetes a una capa de comunicación superior en respuesta a haberse detectado el paquete faltante.
- 25 6. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, en el cual dicha determinación de dicho conjunto de candidatos de canales de retransmisión híbrida automática comprende identificar a todos los canales activos.
7. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, en el cual un canal, por el cual se recibe un paquete posterior usado para detectar el paquete faltante, no está incluido en dicho conjunto de candidatos.
- 30 8. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, en el cual se determina que el paquete faltante está perdido en respuesta a la eliminación de todos canales identificados mencionados.
9. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, en el cual dicha determinación de dicho conjunto de candidatos de dichos canales de retransmisión híbrida automática comprende usar un temporizador de retardo.
10. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, en el cual dicha determinación de dicho conjunto de
35 candidatos de dichos canales de retransmisión híbrida automática comprende identificar solamente los canales usados para la cola de prioridad específica.
11. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, en el cual dicha eliminación de cada canal al satisfacerse dicha condición comprende vaciar el canal en respuesta a una indicación de vaciado.
12. Un aparato para la comunicación inalámbrica, que comprende:

medios para recibir uno o más paquetes desde un grupo de paquetes transmitidos en una instancia de retransmisión
40 híbrida automática;

medios para detectar al menos un paquete faltante;

medios para determinar un conjunto de candidatos de canales de retransmisión híbrida automática que puedan usarse para transmitir el paquete faltante detectado; y

medios para determinar si el paquete faltante está posteriormente recibido, o perdido, eliminando sucesivamente al menos un canal de retransmisión híbrida automática de dicho conjunto de candidatos si se satisface una condición, en donde la condición incluye al menos una de las siguientes:

determinar inactividad del canal durante un periodo de tiempo,

5 recuperar el paquete faltante por el canal,

detectar un nuevo paquete en el canal,

recibir una indicación para vaciar el canal,

y recibir un identificador configurado para identificar una cola de prioridad específica del paquete faltante.

13. El aparato según la reivindicación 12, que comprende adicionalmente:

10 medios para distribuir paquetes recibidos, después de que se ha determinado que el paquete faltante está perdido o recibido, a una capa de comunicación superior.

14. Un medio (1332, 1372) legible por máquina que comprende instrucciones ejecutables por una máquina para recibir datos, estando las instrucciones configuradas, cuando son ejecutadas, para causar que la máquina implemente el procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.

15

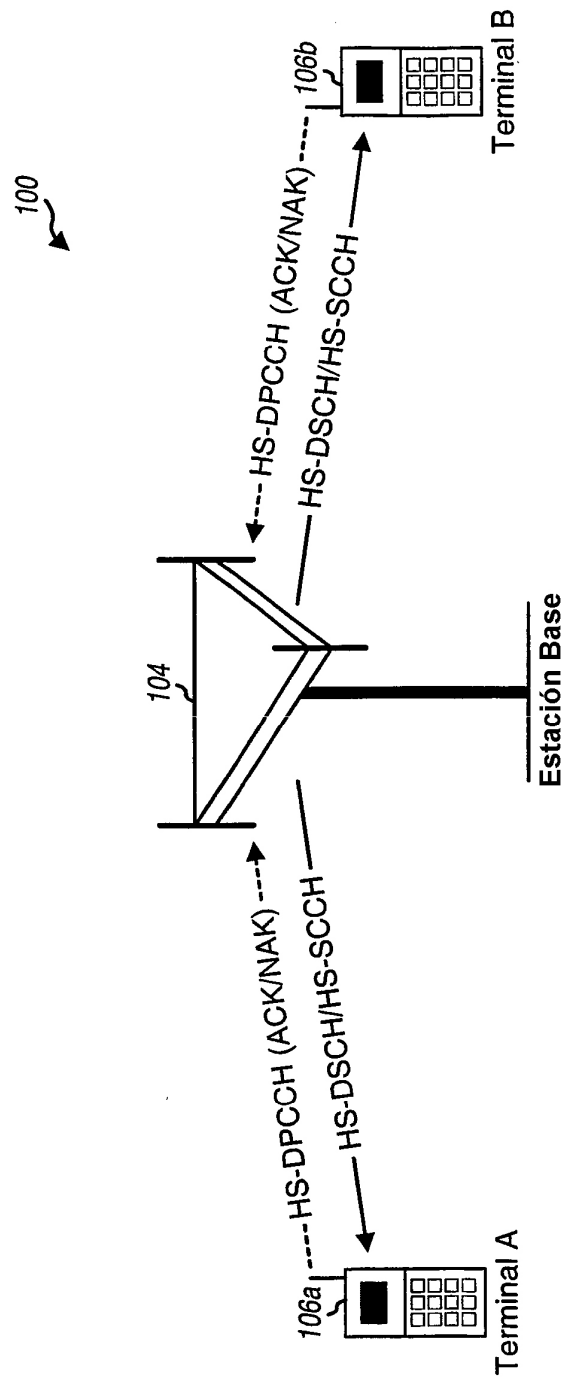


FIG. 1

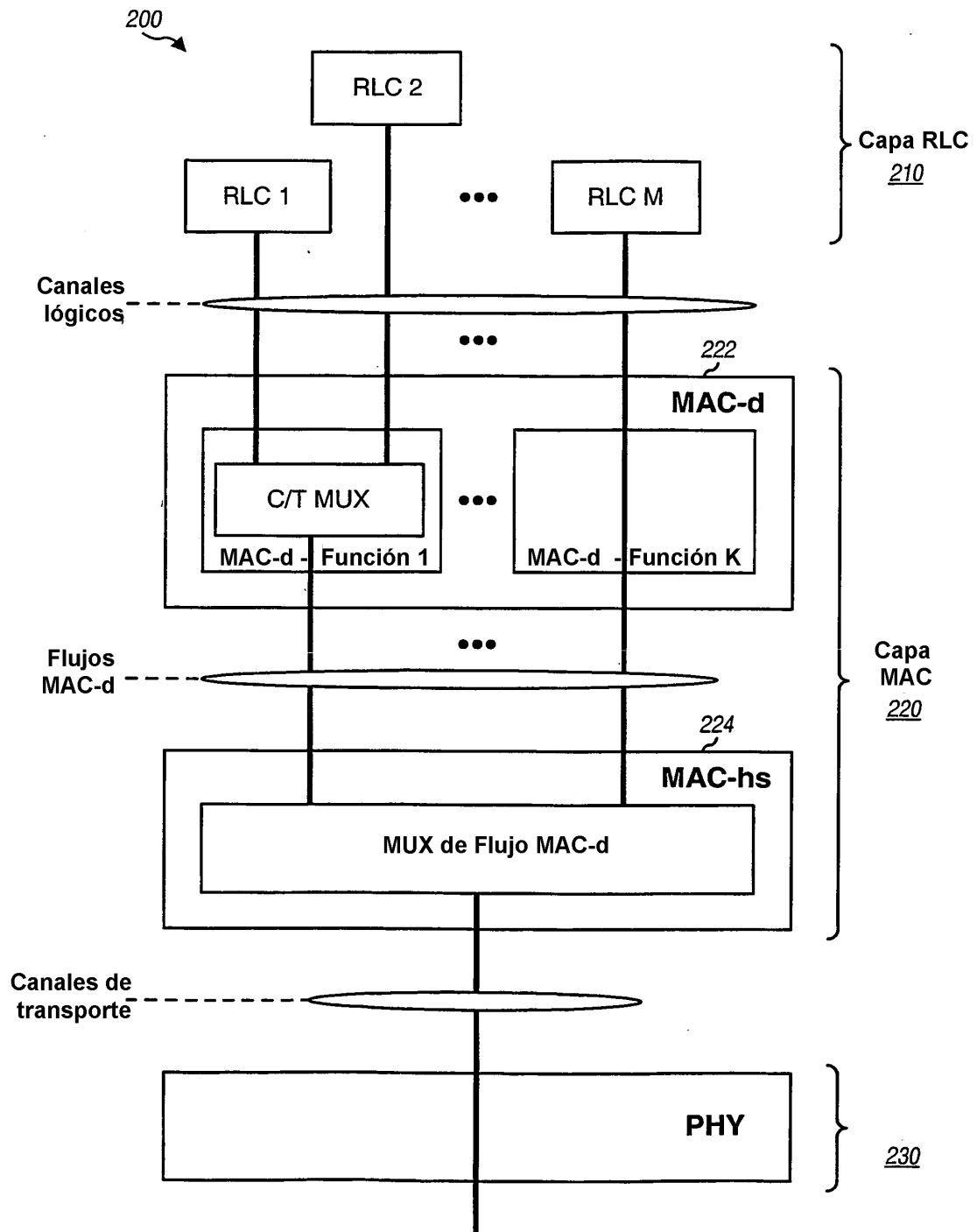


FIG. 2

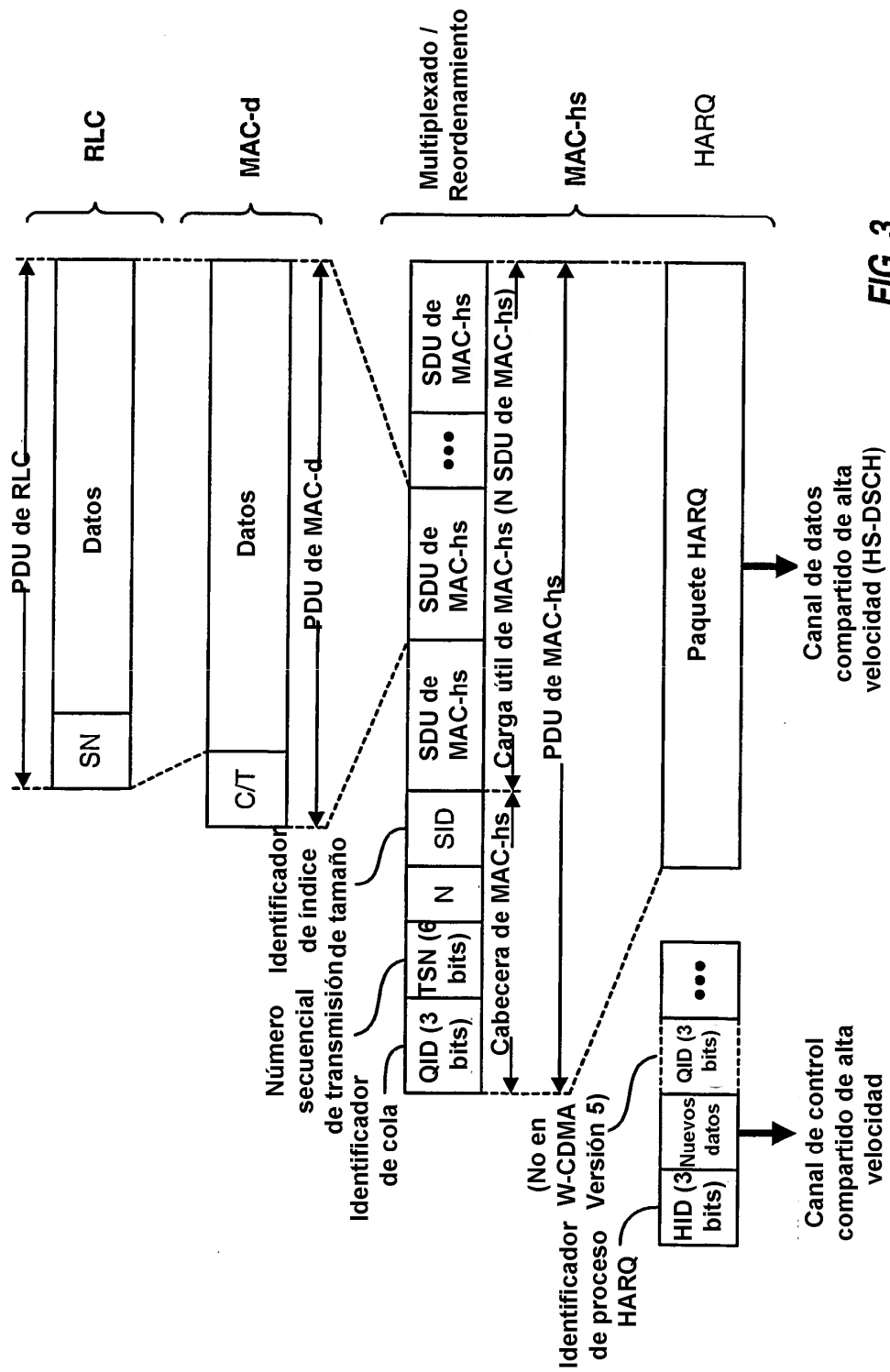


FIG. 3

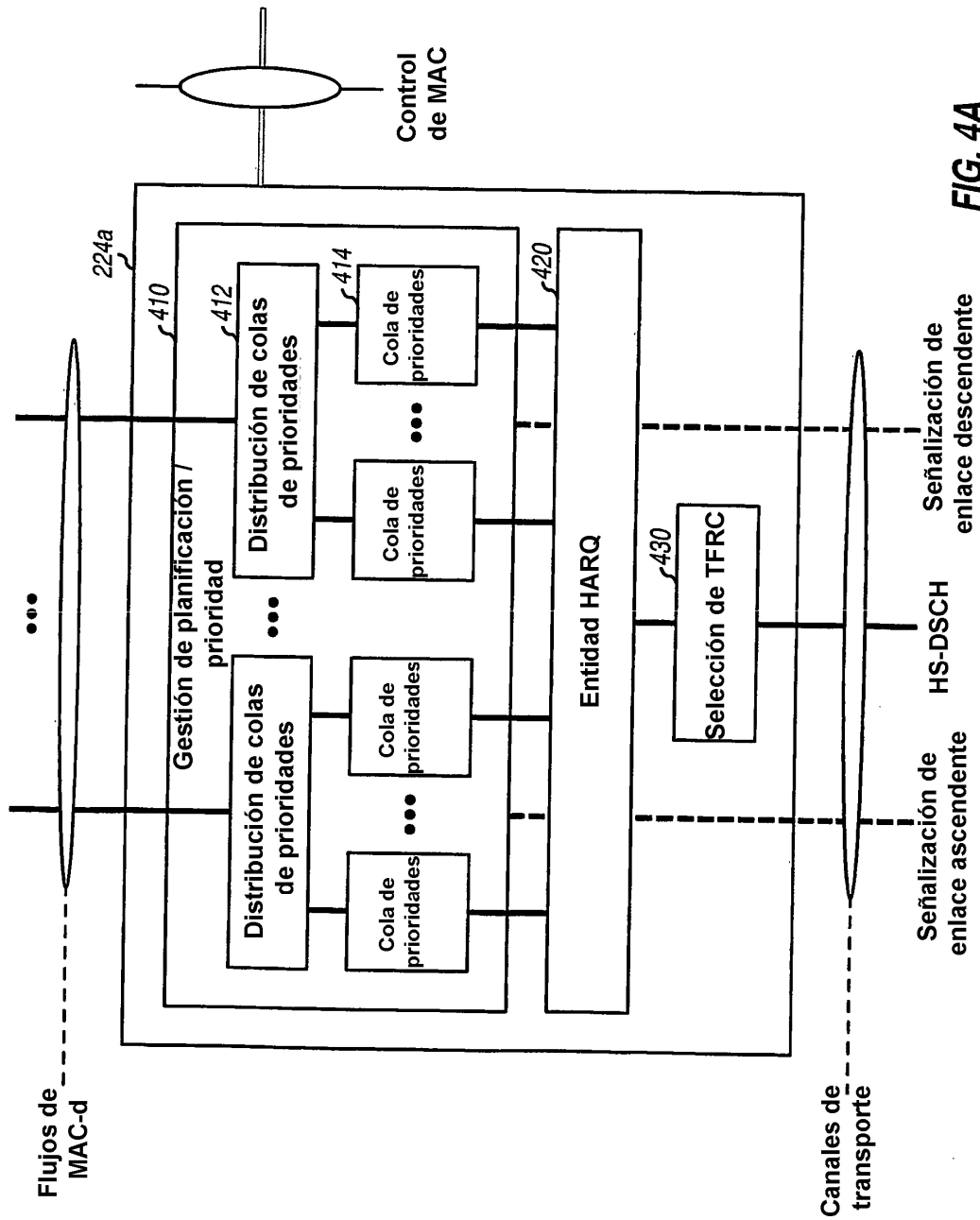


FIG. 4A

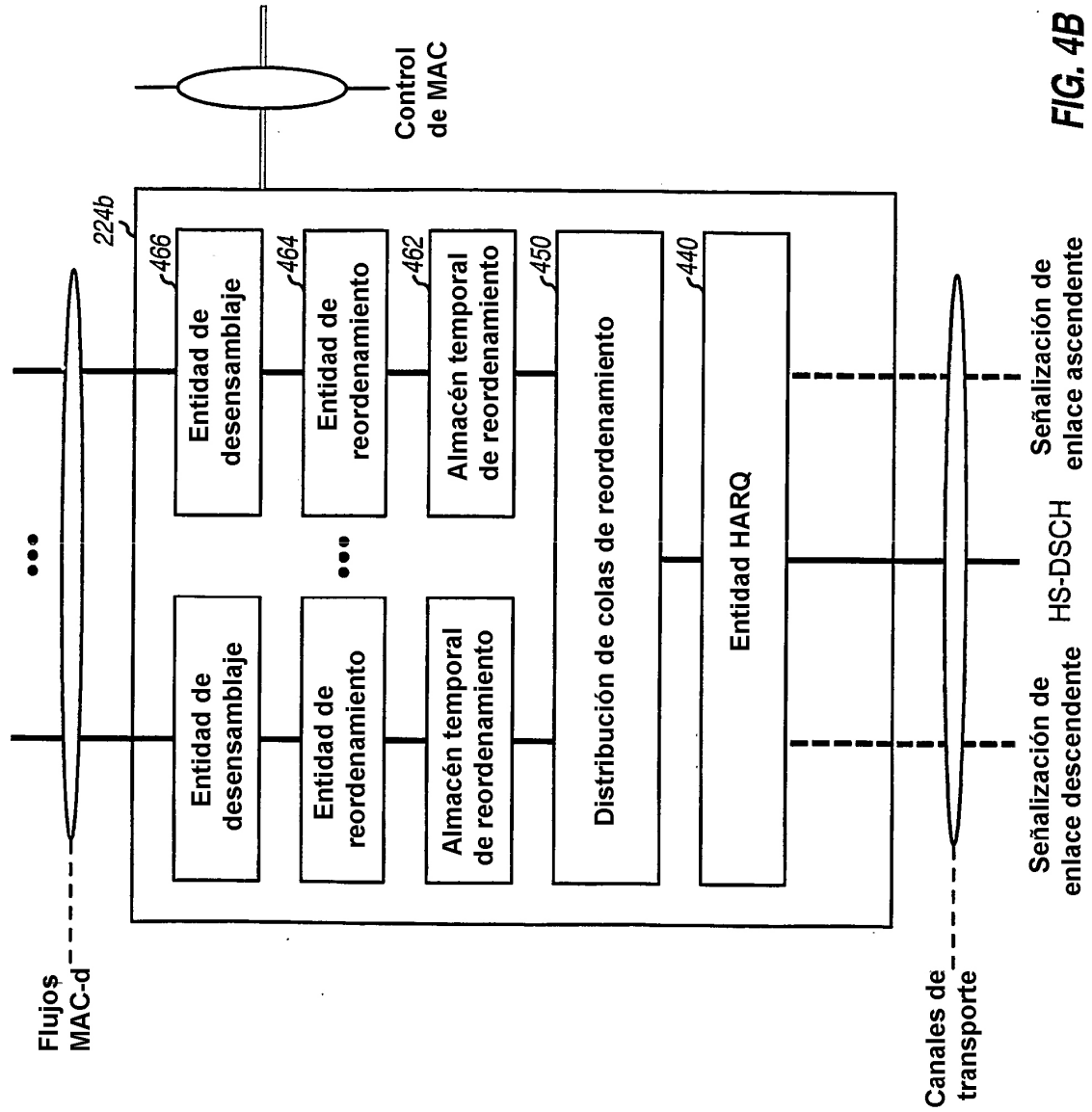


FIG. 4B

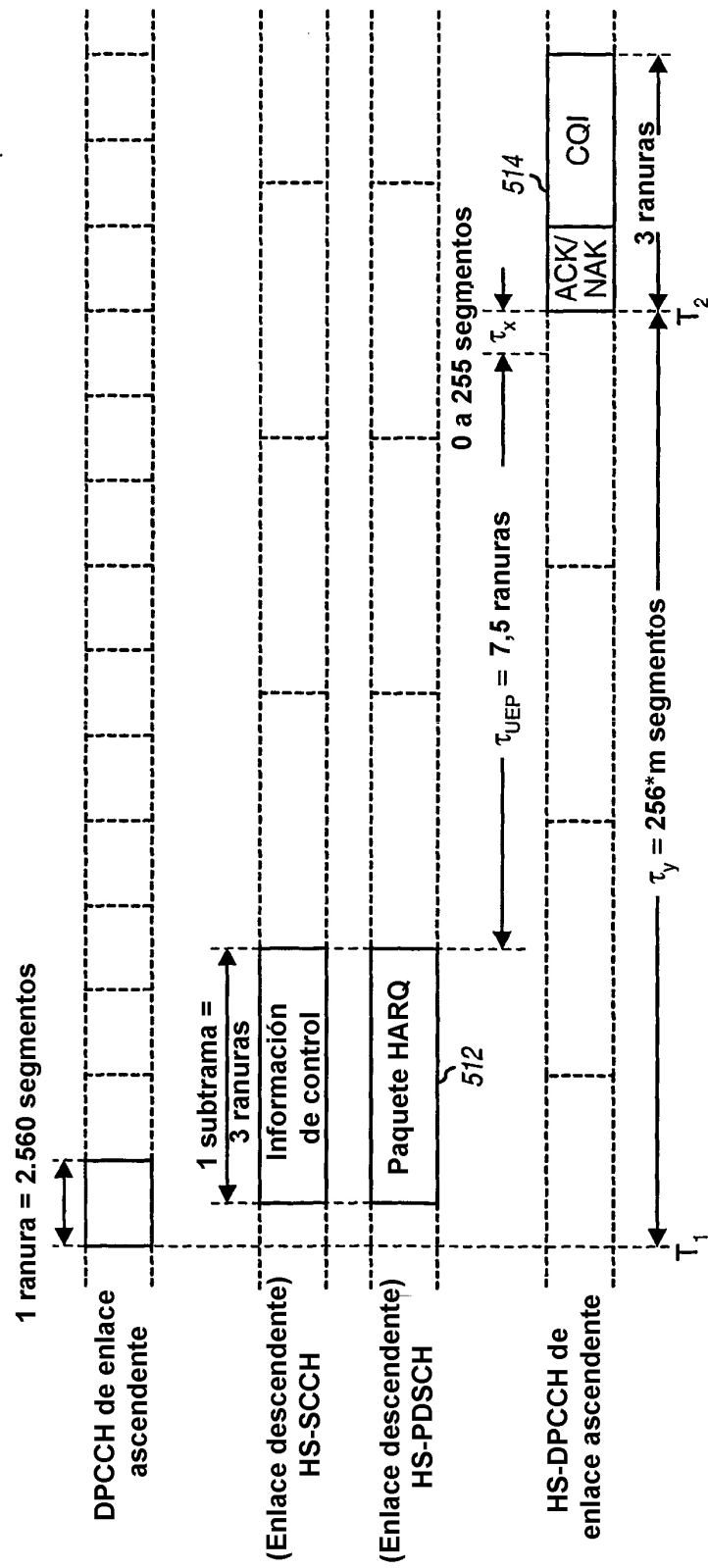


FIG. 5

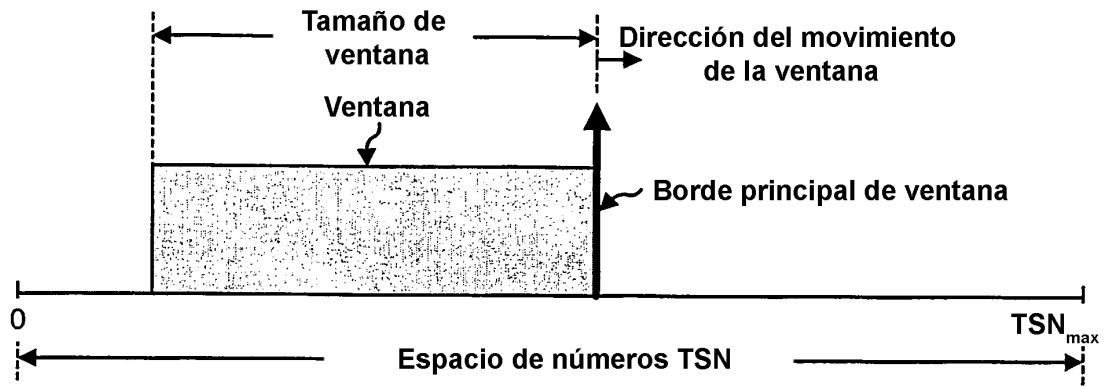


FIG. 6A

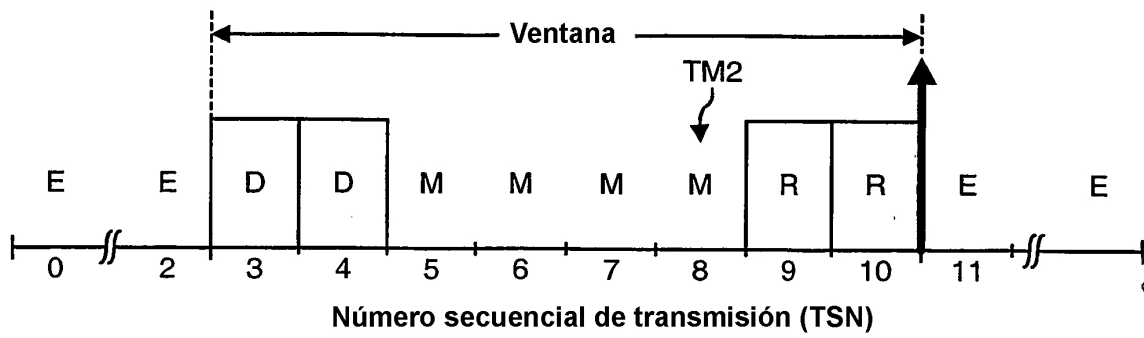


FIG. 6B

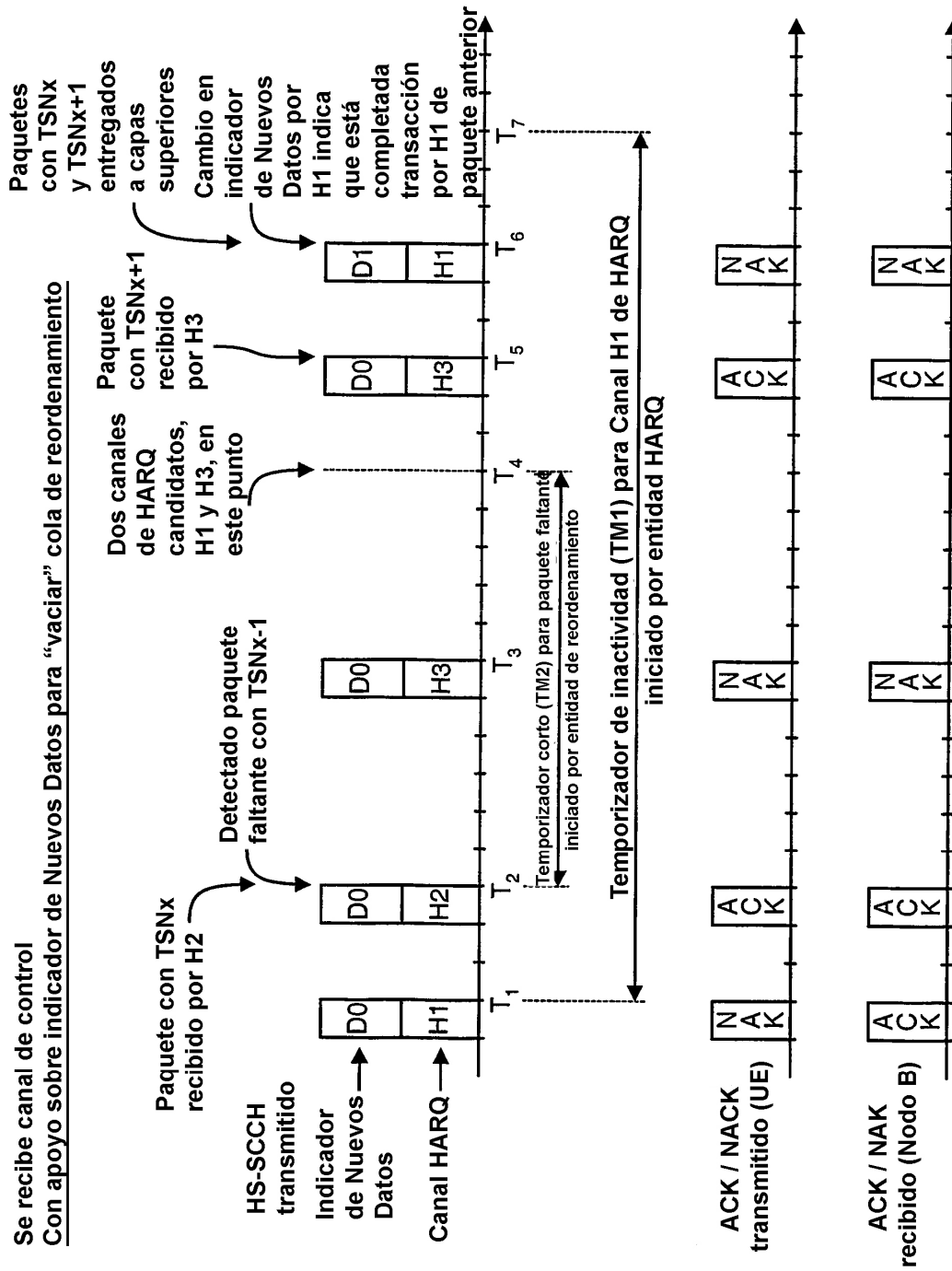


FIG. 7A

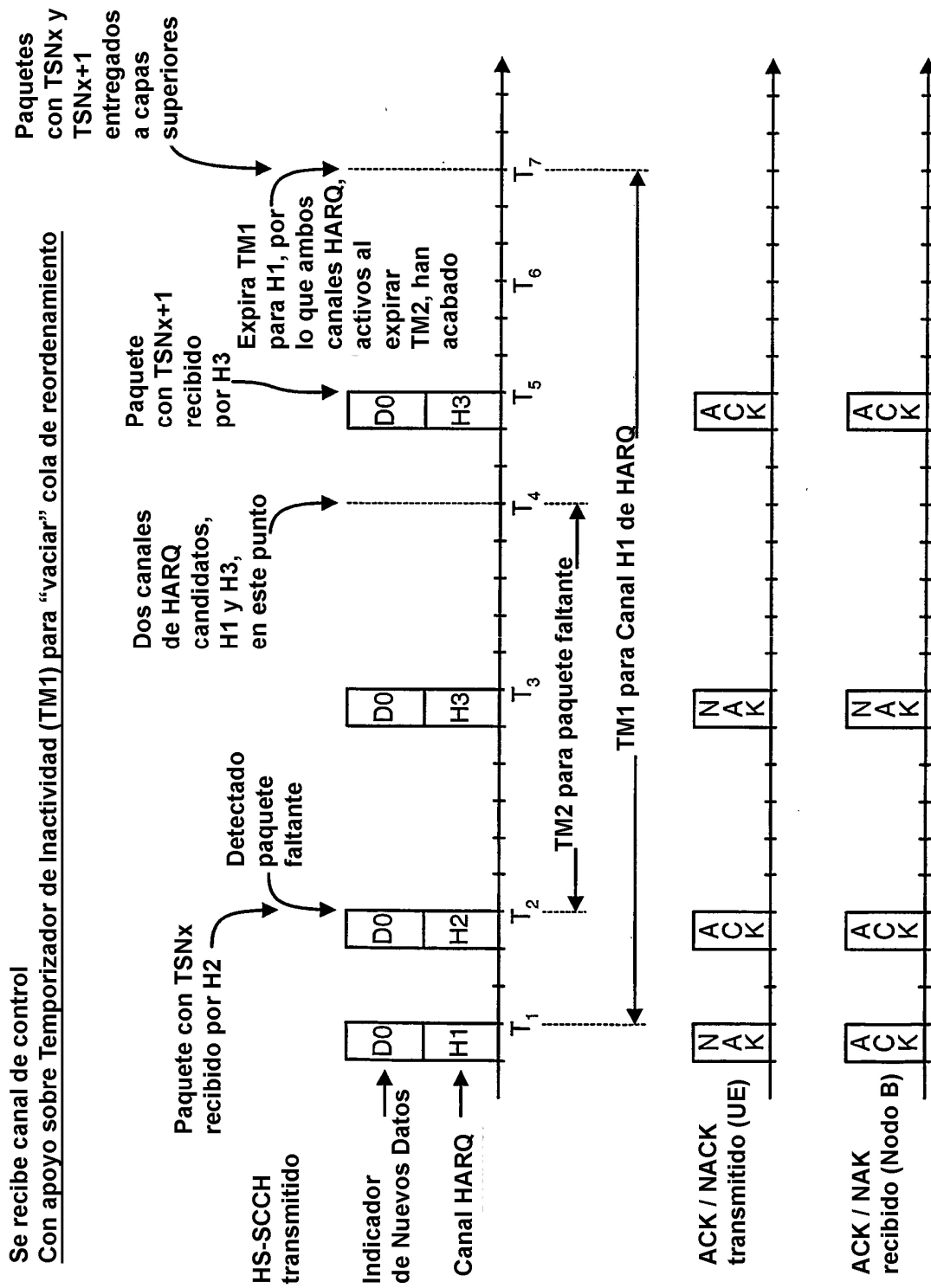


FIG. 7B

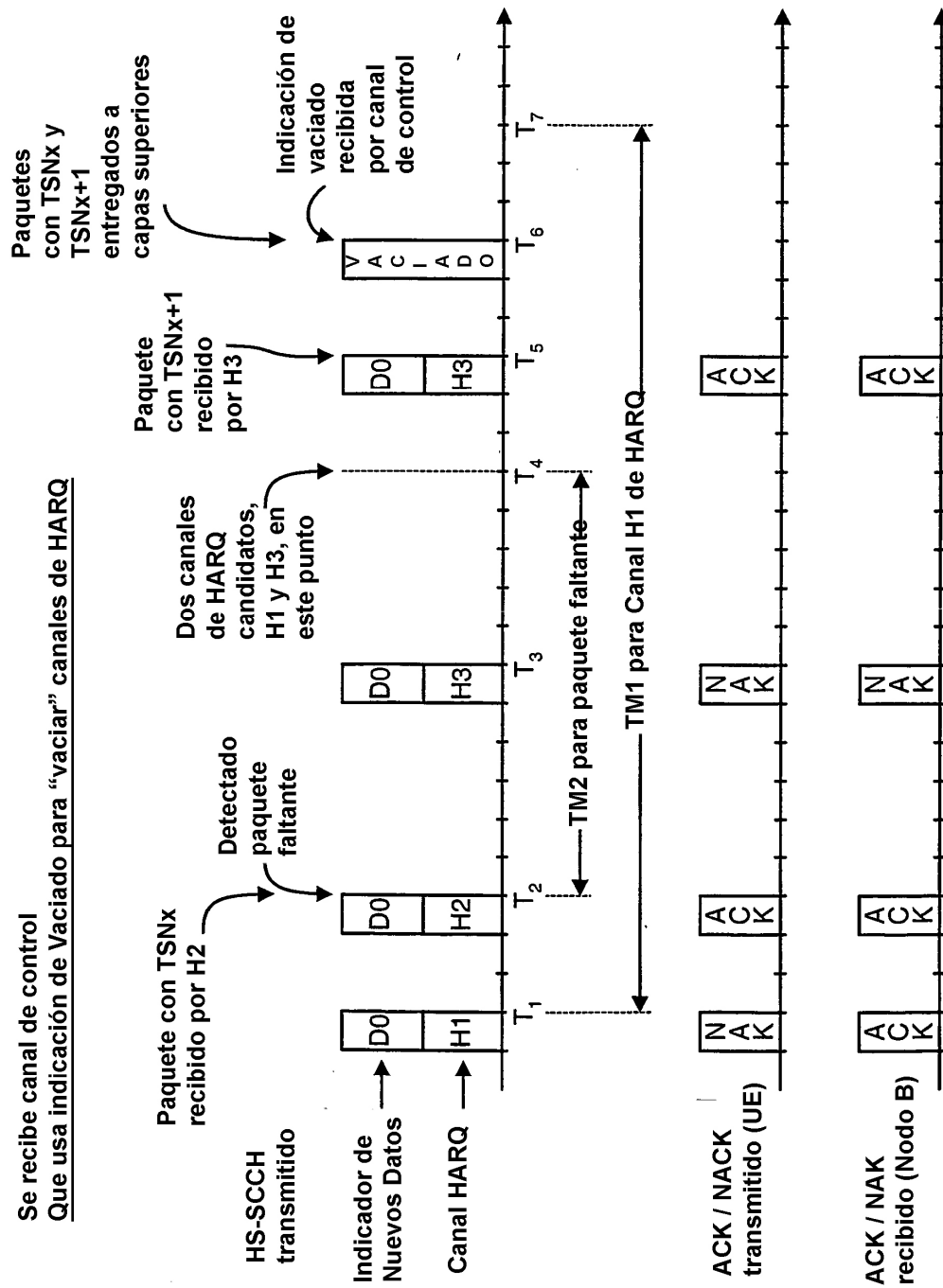
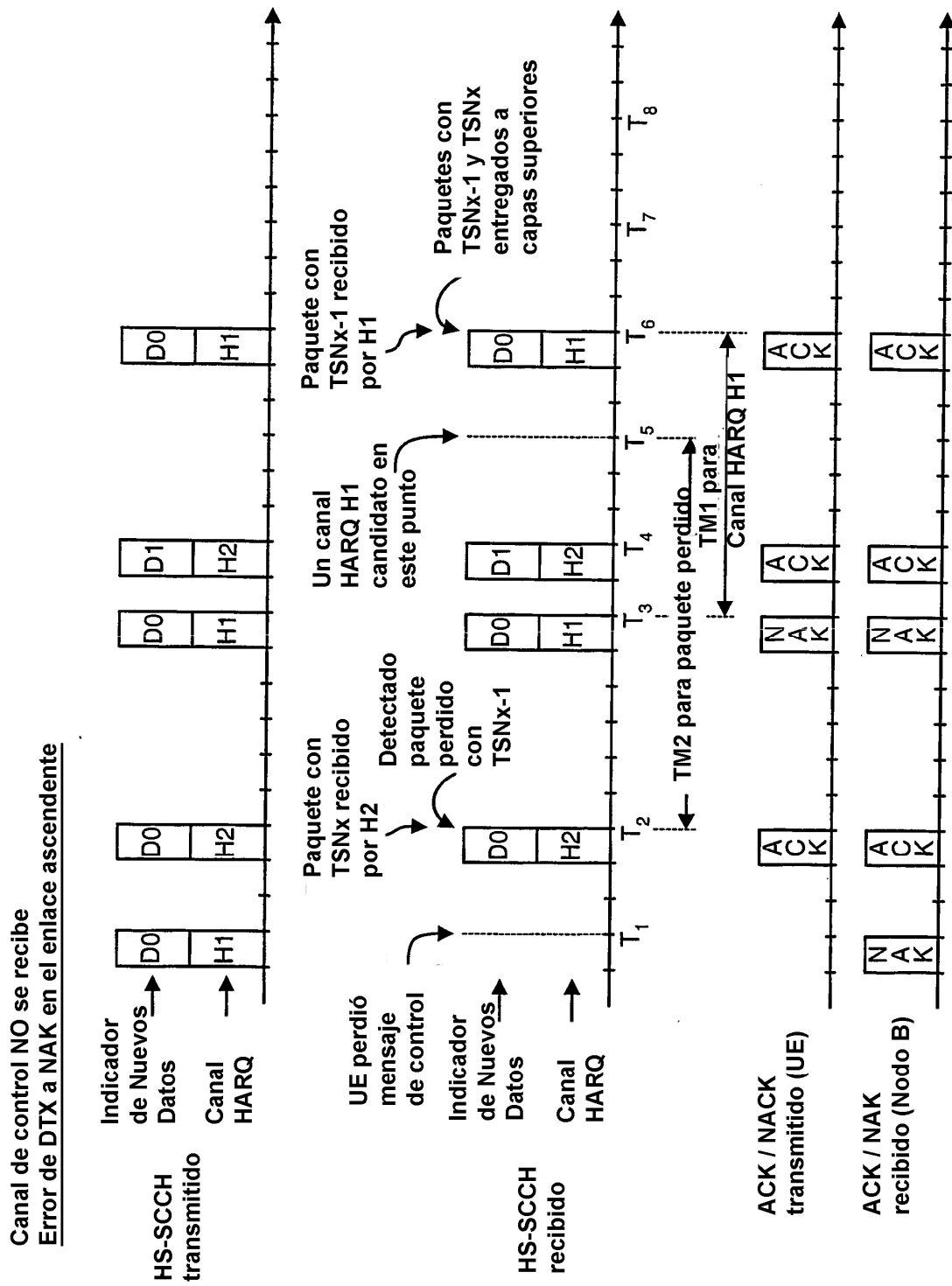


FIG. 7C



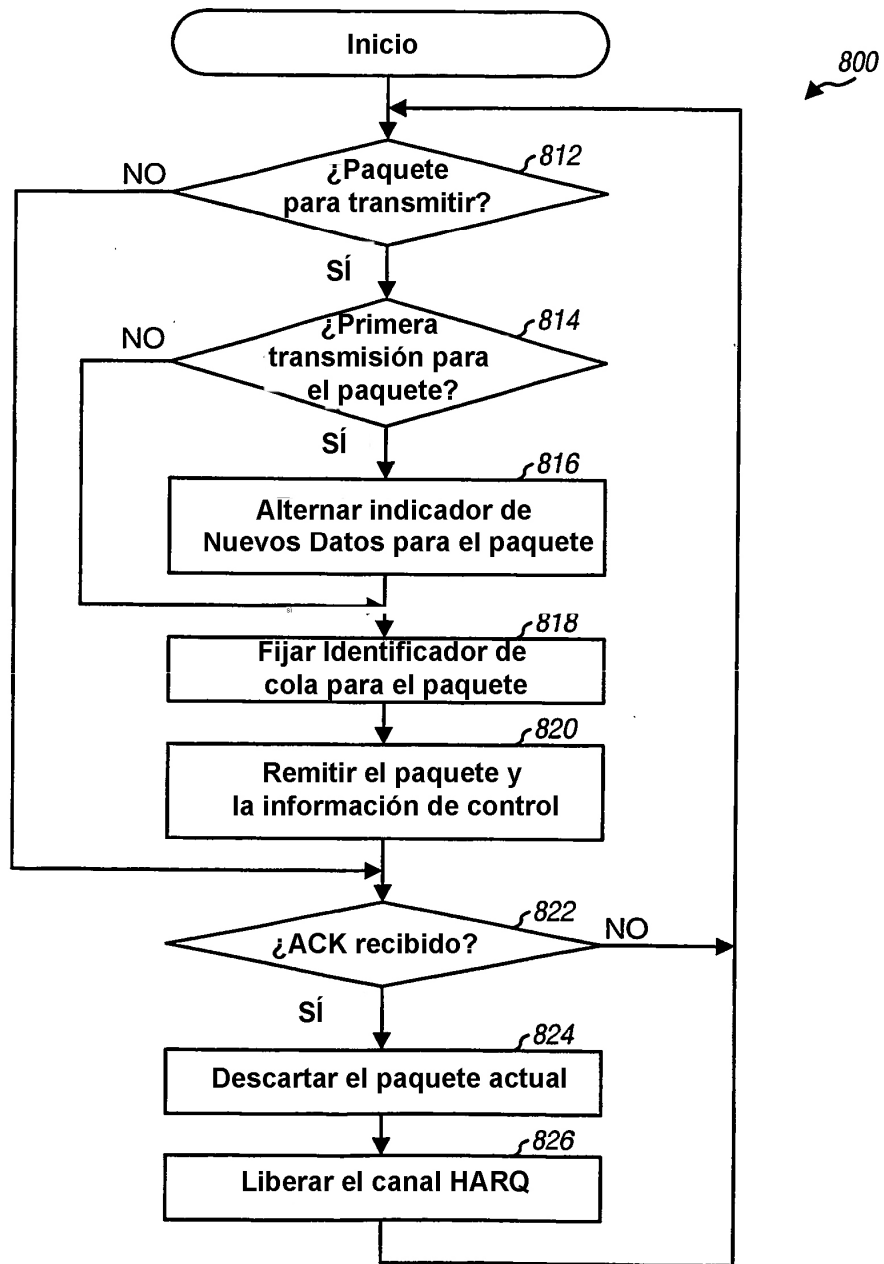


FIG. 8

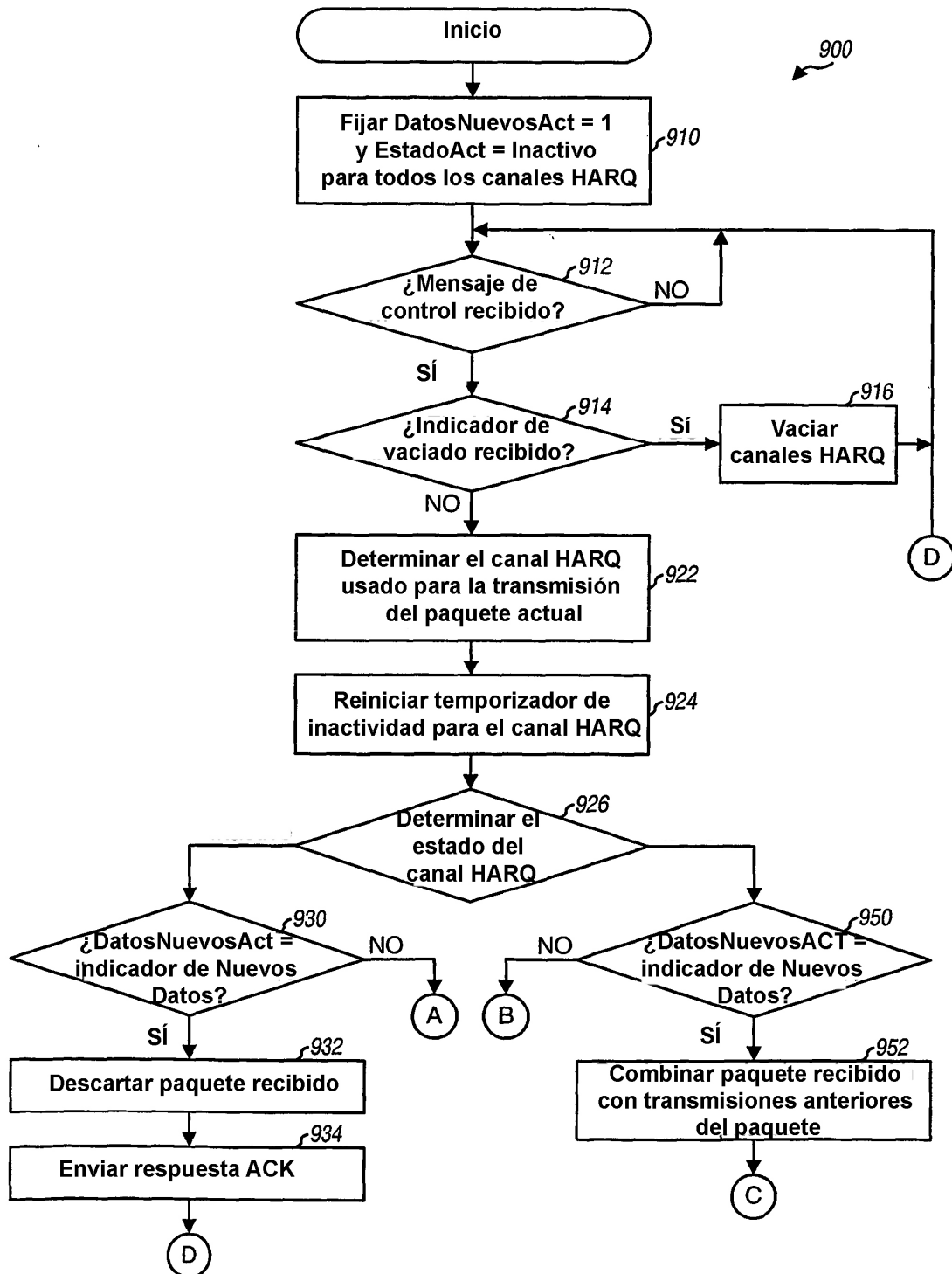


FIG. 9A

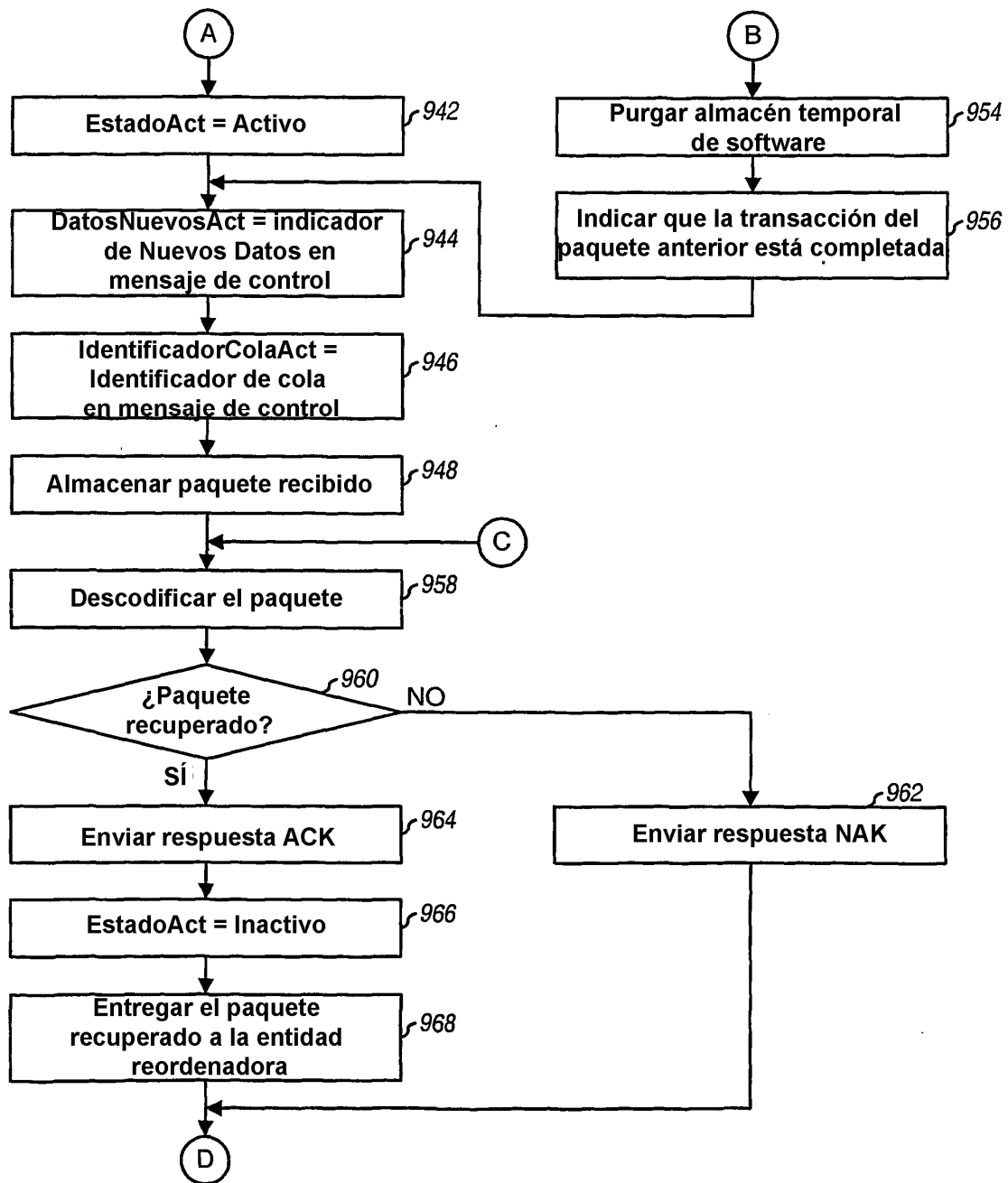
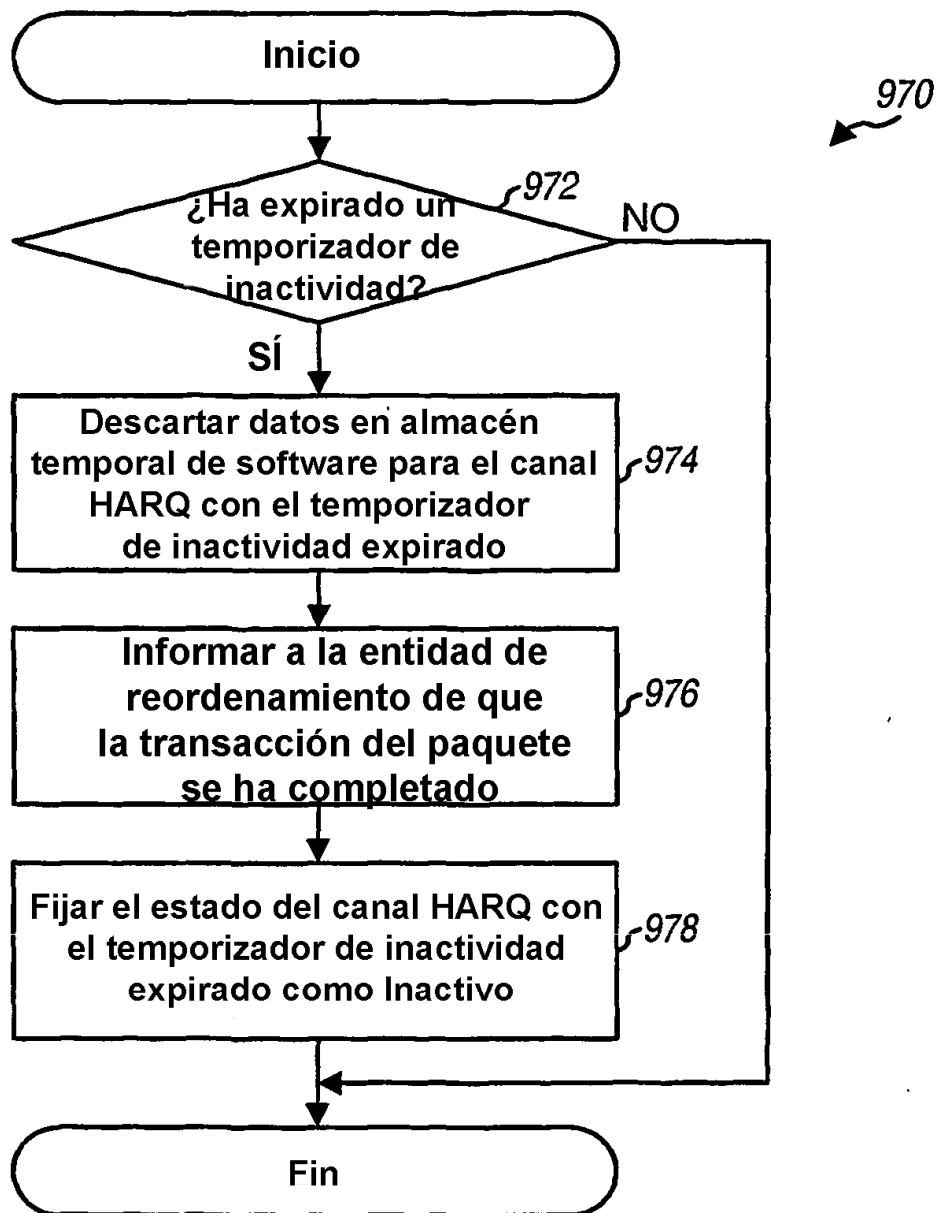


FIG. 9B

**FIG. 9C**

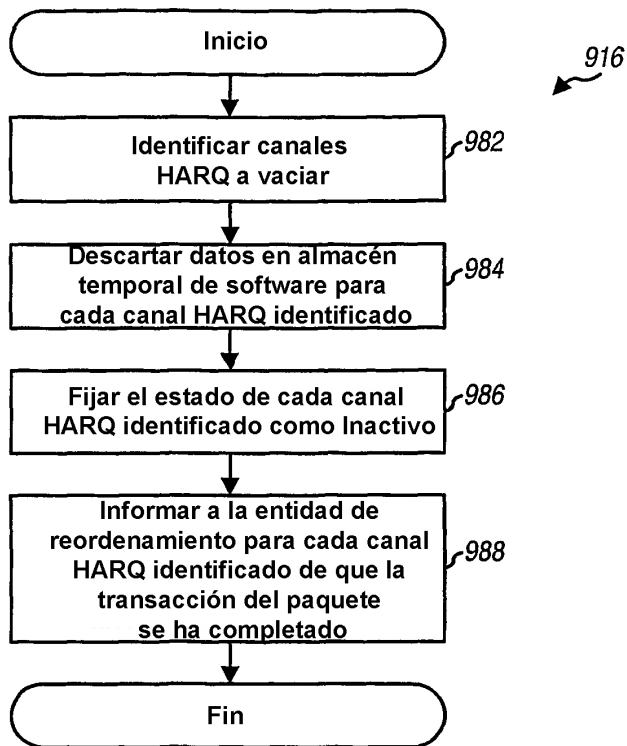


FIG. 9D

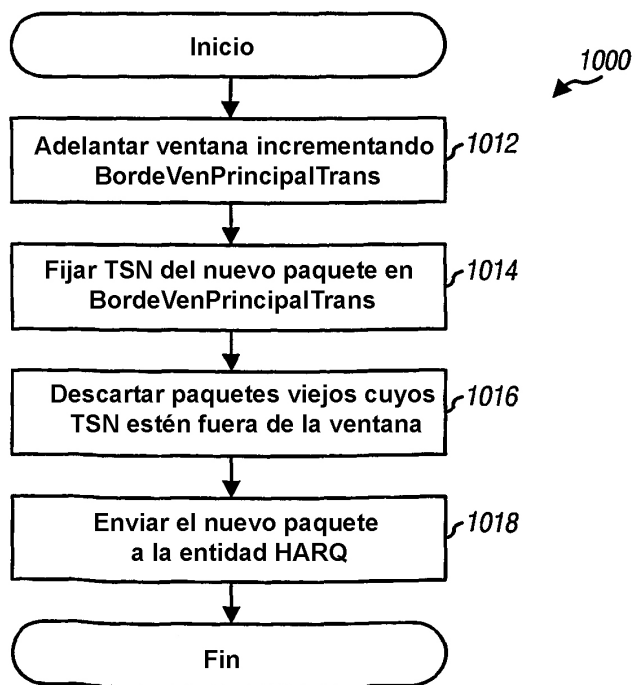


FIG. 10

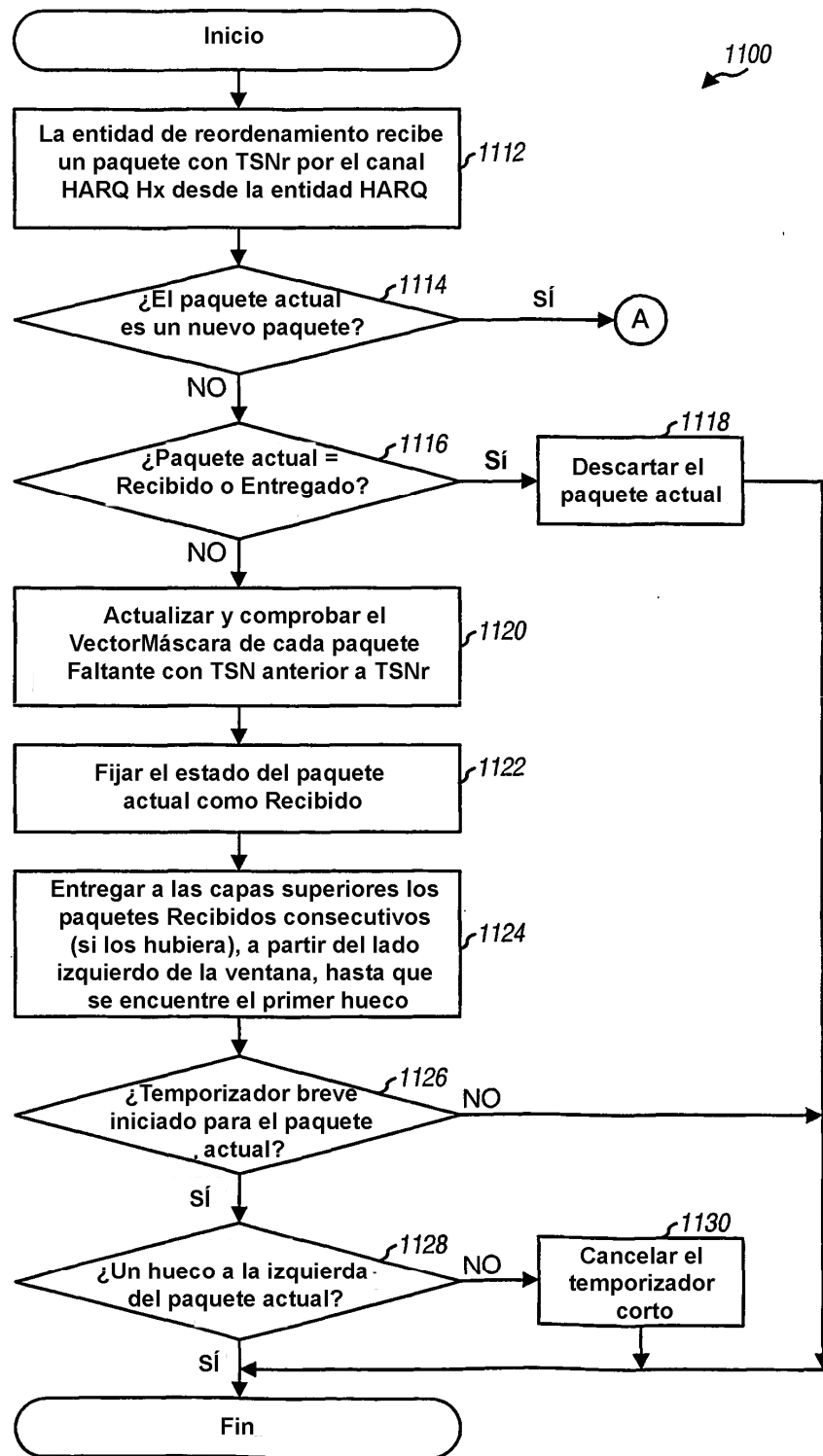


FIG. 11A

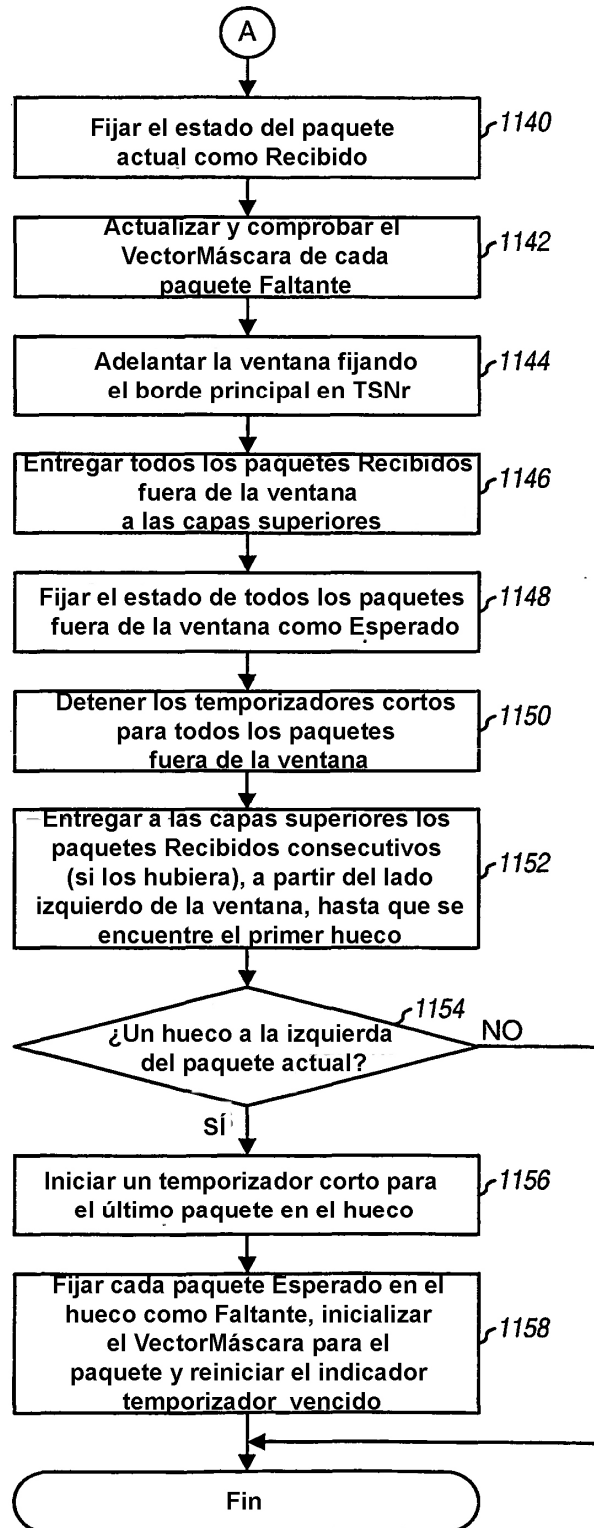


FIG. 11B

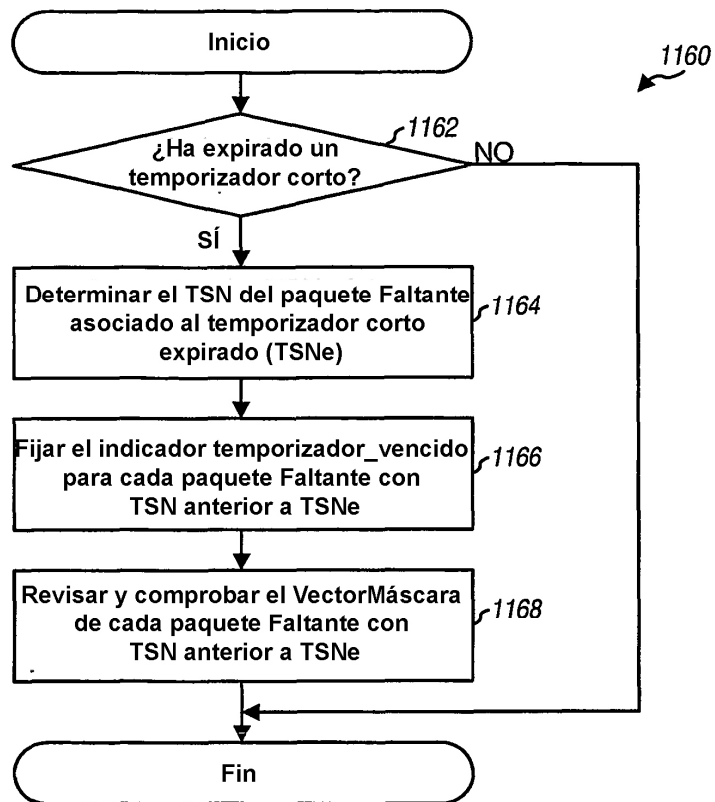


FIG. 11C

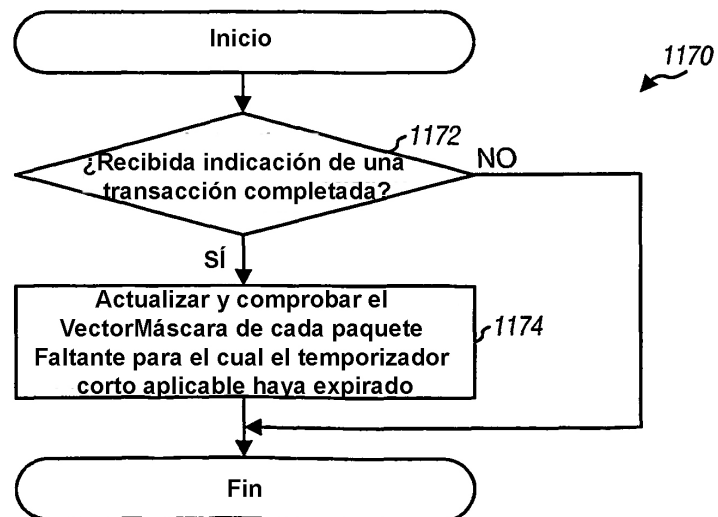


FIG. 11D

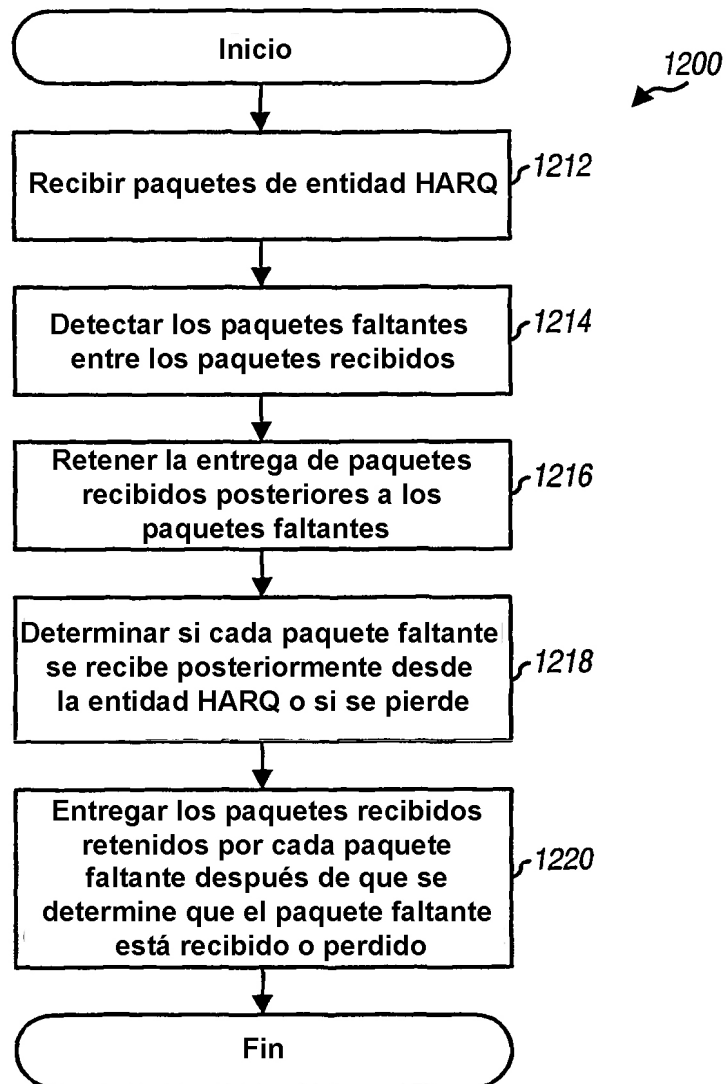


FIG. 12

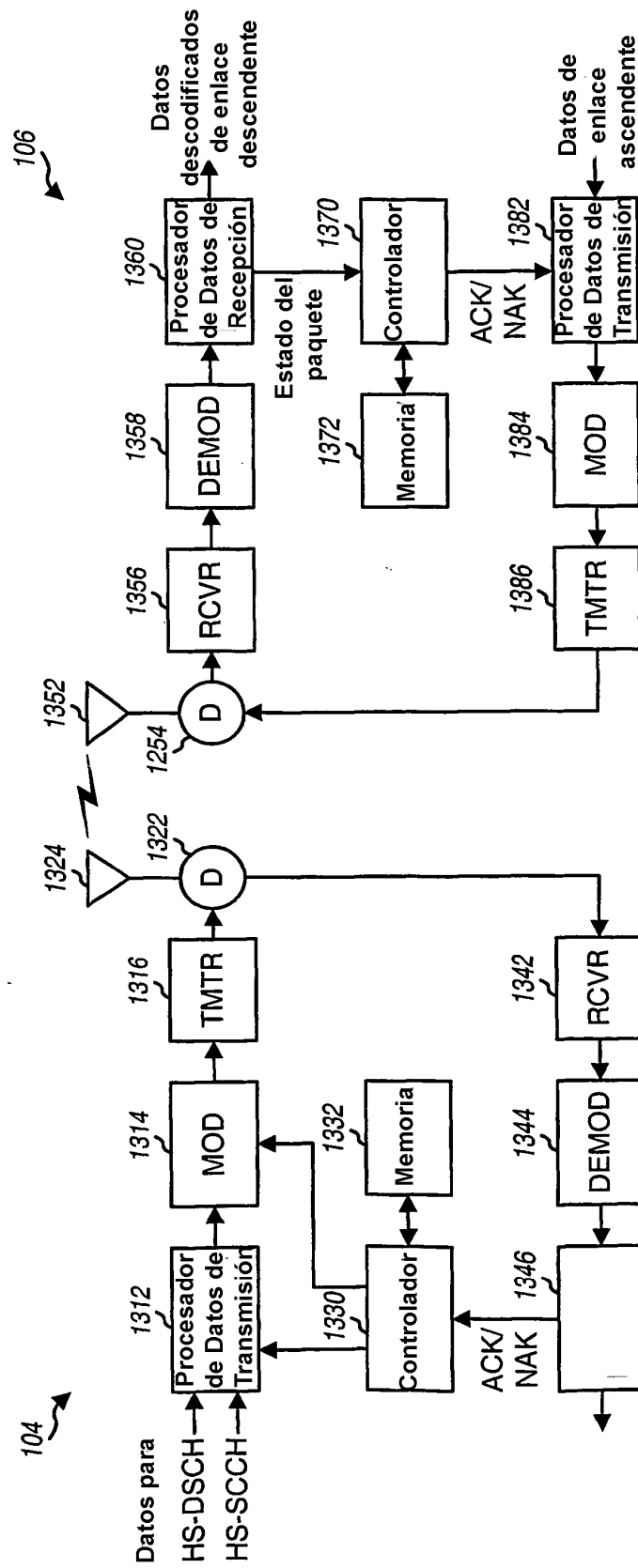


FIG. 13