



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 356 626**

51 Int. Cl.:  
**H04L 1/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03734030 .4**

96 Fecha de presentación : **13.05.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1504559**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.02.2005**

54 Título: **Suministro de datos en un mecanismo híbrido de retransmisión automática en sistemas de comunicación CDMA.**

30 Prioridad: **13.05.2002 US 380408 P**  
**19.06.2002 US 176353**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**11.04.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**11.04.2011**

73 Titular/es: **QUALCOMM Incorporated**  
**5775 Morehouse Drive**  
**San Diego, California 92121, US**

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

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

**ES 2 356 626 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

## ANTECEDENTES

5 **Campo**

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

10 **Antecedentes**

15 Los sistemas de comunicación inalámbrica están ampliamente desplegados para proporcionar diversos tipos de servicios, tales como la voz, los datos en paquetes, etc. Estos sistemas pueden ser sistemas de acceso múltiple capaces de dar soporte a la comunicación para múltiples usuarios, y puede 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 CDMA pueden proporcionar ciertas ventajas sobre otros tipos de sistemas, incluyendo una mayor capacidad de sistema.

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

30 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 de radio, algunos de los paquetes pueden no descodificarse correctamente (es decir, se borran). Cuando esto ocurre, un acuse negativo de recibo (NAK) se envía desde el receptor de vuelta al transmisor para iniciar una retransmisión de cada paquete borrado.

35 La entidad HARQ receptora también está encargada de proporcionar los paquetes recuperados (es decir, aquellos descodificados correctamente) a las capas superiores. En el W-CDMA, las capas superiores esperan datos en el orden adecuado, según lo determinado por los TSN de los paquetes. Sin embargo, con el mecanismo HARQ, los paquetes pueden ser recuperados desordenados 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 entonces los paquetes en el  
40 orden adecuado, según estén disponibles, a las capas superiores.

45 Si los paquetes son recuperados desordenados por la entidad HARQ receptora, entonces la entidad reordenadora puede "demorar" o retardar su entrega de los paquetes recuperados a las capas superiores. En particular, la entidad reordenadora demoraría la entrega de datos a las capas superiores toda vez que se detecten paquetes faltantes, hasta que (1) bien los paquetes faltantes sean recuperados por el HARQ receptor o (2) bien 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 apelarse a otro mecanismo de retransmisión en las capas superiores para que retransmita los datos perdidos.

50 Surge un reto al determinar la magnitud adecuada del tiempo a esperar por parte de la entidad reordenadora antes de declarar que los paquetes faltantes están perdidos y proporcionar los paquetes ya recuperados a las capas superiores. Un objetivo es evitar demorar la entrega de datos a las capas superiores, dado que es indeseable esperar un largo tiempo, o indefinidamente, por paquetes perdidos que no se recuperarán. Un breve tiempo de espera sería mejor para este objetivo. Un objetivo conflictivo es minimizar las declaraciones erróneas de paquetes perdidos, de  
55 forma que se minimicen las retransmisiones innecesarias con largos retardos por parte de las capas superiores (si disponen de soporte) o la pérdida de paquetes (si no se realiza ninguna retransmisión por parte de las capas superiores). Un largo tiempo de espera brindaría mejor garantía de que los paquetes están efectivamente perdidos. Este problema se denomina habitualmente en la tecnología "evitación de demora".

60 Hay, por lo tanto, una necesidad en la tecnología de técnicas para mejorar las prestaciones de la evitación de demora en un sistema CDMA.

Una especificación técnica publicada, titulada "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification

Group Radio Access Network, MAC protocol specification (Release 5) ["Proyecto de Asociación de 3ª Generación; Red de Acceso por Radio del Grupo de Especificación Técnica; especificación del protocolo MAC (Versión 5)"], publicado en 2002, páginas 47 a 51, XP-002960551, revela diversas entidades funcionales en una red de telecomunicación como soporte de un protocolo de HARQ usado en el canal HS-DSCH.

5

Otra especificación técnica publicada, titulada "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network, Ultra High Speed Downlink Packet Access (HSPDA); Overall Description: Stage 2 (Release 5)" ["Proyecto de Asociación de 3ª Generación; Red de Acceso por Radio del Grupo de Especificación Técnica; Acceso de Paquetes del Enlace Descendente de Velocidad Ultra Alta (HSPDA); Descripción global; Etapa 2 (Versión 5)"], páginas 15 a 18, XP-002960552, revela un protocolo de HARQ basado en un enlace descendente asíncrono y un esquema síncrono del enlace ascendente para su uso en un sistema de telecomunicación.

10

La Publicación de Patente Estadounidense Número 5.754.754, cedida a International Business Machines Corporation, revela un Sistema de Recuperación de Errores y un procedimiento para su uso en un sistema de comunicación de datos, en el cual una estación remitente transmite paquetes de información con información numerada secuencialmente a una estación receptora.

15

## RESUMEN

Se proporcionan en el presente documentos técnicas para mitigar los efectos de los paquetes faltantes y mejorar las prestaciones de la evitación de demora, según lo expuesto en las reivindicaciones adjuntas. En particular, estas técnicas pueden usarse para abordar más efectivamente situaciones en las cuales la entrega de datos a las capas superiores está demorada debido a cargas útiles faltantes. Estas técnicas hacen uso de información disponible a partir de los procesos HARQ, a fin de decidir mejor si se envían o no datos a las capas superiores.

20

25

Se proporcionan en el presente documento diversos mecanismos que pueden usarse individualmente, o en combinación, para mejorar las prestaciones de la evitación de demora. Estos mecanismos incluyen (1) transmisión de la prioridad de cada paquete por un canal de control, en lugar de con el paquete, (2) mantenimiento de un temporizador de inactividad para cada canal HARQ, (3) transmisión de una indicación de despeje para "despejar" uno o más canales HARQ, lo cual, a su vez, puede dar como resultado que los datos sean despejados por la entidad reordenadora hacia las capas superiores, (4) formación de un conjunto de canales HARQ candidatos para cada paquete faltante, que son canales que pueden usarse para el paquete faltante, y (5) 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.

30

35

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 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 un orden secuencial basado en 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 los paquetes recibidos después de los paquetes faltantes se demora debido a que las capas superiores esperan los datos en orden. Se toma a continuación una determinación en cuanto a si cada paquete faltante (1) es recibido posteriormente desde la entidad HARQ o bien (2) está perdido, eliminando sucesivamente canales HARQ que puedan usarse para enviar el paquete faltante. Los paquetes recibidos, previamente demorados por cada paquete faltante, se entregan después de que se determine que el paquete faltante está perdido o recibido.

40

45

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 poco tiempo después de) el momento en que se detecta el paquete como faltante. Un canal HARQ puede eliminarse del conjunto si (1) está inactivo durante un periodo específico de tiempo, (2) se recupera un paquete del canal HARQ, (3) se detecta un nuevo paquete para enviar por el canal HARQ, o bien (4) se recibe una indicación para despejar el canal HARQ. Puede usarse un temporizador de inactividad para cada canal HARQ, a fin de determinar si el canal está o no inactivo, y puede reiniciarse toda vez que se recibe una transmisión de paquetes por el canal.

50

55

Estas técnicas pueden usarse para diversos sistemas CDMA, tales como un sistema de W-CDMA que implemente la Versión 5, o versiones 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

60

más adelante.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- 5 Las características, naturaleza y 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 identifican de forma correspondiente por toda su extensión, y en los cuales:
- 10 la FIG. 1 es un diagrama de un sistema de comunicación 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 realizada por un Nodo B para la transmisión por el canal HS-DSCH, para el acceso de paquetes de datos de alta velocidad (HSDPA);  
 las FIGS. 4A y 4B son diagramas de una entidad MAC-hs definida por el estándar W-CDMA, Versión 5, para el sector de la UTRAN (Red Terrestre de Acceso por Radio al Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles) y el sector del UE (Equipo de Usuario), respectivamente;
- 15 la FIG. 5 es un diagrama que ilustra la relación de temporización entre diversos canales físicos del enlace descendente y del enlace ascendente usados para implementar el HSDPA;  
 las FIGS. 6A y 6B son diagramas que ilustran gráficamente una ventana mantenida para una cola de prioridad específica y una ventana mantenida por la entidad reordenadora receptora, respectivamente;
- 20 las FIGS. 7A a 7D ilustran cuatro escenarios de transmisión de datos según los cuales se cuenta con diversos mecanismos para despejar datos de la cola de reordenamiento hacia las capas superiores;  
 la FIG. 8 es un diagrama de flujo de un proceso realizado 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 realizado por la entidad HARQ receptora para recibir un paquete por un canal HARQ específico;
- 25 la FIG. 9C es un diagrama de flujo de un proceso llevado a cabo 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 llevado a cabo por la entidad HARQ receptora tras recibir una indicación de despeje en un mensaje de control;
- 30 la FIG. 10 es un diagrama de flujo de un proceso llevado a cabo por la entidad reordenadora transmisora para una cola de prioridad específica;  
 las FIGS. 11A y 11B muestran un diagrama de flujo de un proceso llevado a cabo 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 llevado a cabo por la entidad reordenadora receptora toda vez que se recibe una indicación de que ha expirado un temporizador de retardo.
- 35 la FIG. 11D muestra un diagrama de flujo de una realización de un proceso llevado a cabo por la entidad reordenadora receptora para una transacción completada en un canal HARQ específico.  
 la FIG. 12 muestra un diagrama de flujo de un proceso global llevado a cabo por la entidad reordenadora receptora para recibir paquetes de 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 un UE.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA

- 45 **La FIG. 1** es un diagrama de un sistema 100 de comunicación CDMA que puede implementar las técnicas descritas en el presente documento para mejorar la evitación de demora. El sistema 100 incluye un cierto número de estaciones base 104 que se comunican con un cierto número de terminales 106 (sólo una estación base y dos terminales se muestran 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 al UMTS (UTRAN). Una estación base y / o su área de cobertura también se denominan a menudo una célula, según el contexto en el que se use el término.
- 50

- 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 o no soporte para la transmisión de datos, y que el terminal esté o no en un 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.
- 55

- 60 Las técnicas descritas en el presente documento para mejorar las prestaciones de la evitación de demora pueden implementarse en diversos sistemas de comunicación CDMA. Así, el sistema 100 CDMA puede implementar uno o más estándares CDMA conocidos habitualmente, 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 la evitación de demora se describen más adelante para un sistema CDMA que da soporte al W-CDMA, Versión 5. Usando la terminología del W-CDMA, la estación base, el terminal y el controlador del sistema se denominan respectivamente Nodo B, UE y RNC (Controlador de Red de Radio) en la siguiente descripción.

5 El W-CDMA da soporte a diversos tipos de servicios tales como la voz, los 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 luego a uno o más canales físicos (en la capa física) asignados al UE. Un canal físico está definido por diversos parámetros (p. ej., frecuencia de portadora, código de cifrado, código(s) de canalización, etc.).

10 El W-CDMA, Versión 5, da soporte adicional al acceso de paquetes del enlace descendente de alta velocidad (HSDPA), que es un conjunto de canales de transporte, o físicos, y de procedimientos definidos como parte de la UTRAN, que permiten la transmisión a alta velocidad de datos en el enlace descendente. Para el HSDPA, los datos se procesan en bloques que se multiplexan luego sobre un canal compartido de alta velocidad del enlace descendente (HS-DSCH), que es un canal de transporte del enlace descendente. El HS-DSCH se asocia luego a un canal compartido físico de alta velocidad del enlace descendente (HS-PDSCH) que puede compartirse entre 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).

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

- \* DPCH – canal físico dedicado
- 25 \* HS-DSCH – canal compartido de alta velocidad del enlace descendente
- \* HS-SCCH – canal físico compartido de control para el HS-DSCH
- \* HS-PDSCH – canal compartido físico de alta velocidad del enlace descendente
- \* HS-DPCCH – canal físico dedicado de control de alta velocidad (en el enlace ascendente)

30 El HS-PDSCH puede usarse para transmitir datos de manera multiplexada por división de tiempo y 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 recibidos correcta e incorrectamente (es decir, borrados).

35 **La FIG. 2** es un diagrama de una estructura 200 de capas definida por el W-CDMA, Versión 5. La estructura 200 de 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 se asocia habitualmente a largos retardos, debido al largo tiempo de ida y vuelta entre el RNC y el UE. En la capa de RLC, los datos se procesan como pertenecientes a canales lógicos.

40 Para el W-CDMA, Versión 5, la capa de MAC se divide adicionalmente 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.

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

50 La capa física proporciona el mecanismo para transmitir datos, para la capa de MAC, y de señalización, para las capas superiores.

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

60 **La FIG. 3** es un diagrama que ilustra la encapsulación de datos realizada por un Nodo B para la transmisión por el HS-DSCH. En el W-CDMA, los datos a transmitir por el enlace descendente son proporcionados por la capa de RLC en unidades de datos del 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 las PDU de RLC para uno o más canales lógicos y, para cada PDU de 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 de RLC.

5 La subcapa de 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 de 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 extraen de la cola de prioridad adecuada, según se necesiten, y se procesan adicionalmente para su transmisión por el HS-DSCH.

10 Para formar una PDU de MAC-hs, la subcapa de MAC-hs recibe primero y concatena en serie una o más PDU de MAC-d provenientes de una cola de prioridad específica, para formar la carga útil para la PDU de MAC-hs. Pueden añadirse bits de relleno, según se necesiten 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.

15 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 y usado para identificar unívocamente la PDU de MAC-hs y (4) un campo de Identificador de Cola (QID) que indica la cola de prioridad específica desde la cual se extrajeron 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 de RLC, que espera que se le entreguen los datos en la secuencia correcta. El W-CDMA también proporciona un mecanismo para permitir la transmisión de las PDU de MAC-hs de distintos tamaños dentro del mismo paquete, pero esto no se describe en el presente documento, para simplificar.

20 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 en el HS-DSCH. Para simplificar, una PDU de MAC-hs se denomina un "paquete" en el presente documento.

25 La información de control se transmite de manera concurrente por el HS-SCCH compartido, junto con cada transmisión de paquetes. Esta información de control incluye (1) un Identificador de proceso HARQ (HID), (2) un indicador de Nuevos Datos, (3) información que identifica el UE específico para el cual están destinadas la información de control y la correspondiente transmisión de datos y (4) otra información no descrita en el presente documento. El HID indica el proceso HARQ específico 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 está asociado a un proceso HARQ específico, que es un ejemplo de un protocolo de detención y espera (SAW) usado para controlar la transmisión / retransmisión de ese paquete. Dado que se definen tres bits para el HID, pueden estar pendientes hasta ocho transacciones de paquetes en cualquier momento dado. Los ocho procesos HARQ pueden verse así como ocho "canales HARQ" que pueden usarse para transmitir paquetes, estando cada canal HARQ asociado a, e identificado por, un valor de HID específico.

30 El indicador de Nuevos Datos se usa para indicar la transmisión de un nuevo paquete por un canal HARQ específico. Para mejorar las prestaciones de descodificación, el UE combina habitualmente (por software) todas las transmisiones recibidas para el mismo paquete antes de la descodificación. El indicador de Nuevos Datos 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 Nuevos Datos es un valor de bit único que alterna entre "0" y "1" para paquetes consecutivos transmitidos por el mismo canal HARQ, y es efectivamente un número de secuencia de 1 bit para los paquetes transmitidos por el canal HARQ. El UE puede así detectar un nuevo paquete observando las alternaciones del indicador de Nuevos Datos. El indicador de Nuevos Datos también se denomina en el presente documento el bit de "color".

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

40 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 TFRC (Formato de Transporte y Combinación de Recursos). La entidad de gestión de planificación / prioridad gestiona los flujos de datos desde la entidad MAC-d según sus prioridades, determina el TSN y la cola de prioridad para cada paquete procesado, y determina la transmisión / retransmisión de paquetes. Los flujos de datos desde la entidad MAC-d pueden incluir datos con distintas prioridades, que se colocarán luego en distintas colas de prioridad. Los datos se extraerán a continuación de la cola de prioridad adecuada, en base a la prioridad y la disponibilidad de recursos, y se procesarán adicionalmente para su transmisión / retransmisión por el HS-DSCH.

5 Se proporciona una entidad HARQ para gestionar la funcionalidad 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 realizan en base a la retroalimentación desde el UE. Esta retroalimentación está en forma de un acuse de recibo (ACK) para indicar la descodificación exitosa de un paquete, o un acuse negativo de recibo (NAK) para indicar una descodificación fallida del paquete.

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

10 **La FIG. 4B** es un diagrama de una entidad 224b de MAC-hs definida por el W-CDMA, Versión 5, para el sector 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 esta manera, se proporciona un almacén temporal de reordenamiento, y se asocia a cada cola de prioridad usada para el UE.

15 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 al Identificador de Cola enviado para el paquete.

20 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 está asociada a su propia secuencia de TSN. La entidad de reordenamiento 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 “demoran”) si faltan paquetes con TSN inferiores.

25 La entidad de desensamblaje asociada a cada almacén temporal de reordenamiento desensambla los paquetes que se le proporcionan. El desensamblaje se lleva a cabo 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.

30 El W-CDMA, Versión 5, permite que un cierto número de entidades de reordenamiento y un cierto número de procesos HARQ (o canales HARQ) estén funcionando de manera concurrente. 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 de detención y espera, y cada canal HARQ puede llevar datos destinados a cualquiera de las colas de prioridad (o almacenes temporales de reordenamiento).

35 **La FIG. 5** es un diagrama que ilustra la relación de temporización entre diversos canales físicos del enlace descendente y del 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.

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

45 Como 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 comienzo de la subtrama 512 tiene lugar un cierto periodo de tiempo después del momento  $T_1$ , que es el comienzo de una ranura en el DPCCH del enlace ascendente. El paquete se transmite al UE indicado, que recibe e intenta recuperar el paquete. En base al resultado del proceso de descodificación, el UE devuelve uno de los siguientes informes: (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 logró detectar (perdió) el correspondiente HS-SCCH. Esta información de respuesta se transmite desde el UE en una subtrama designada 514 por el HS-DPCCH del enlace ascendente. La subtrama 514 comienza en el momento  $T_2$ , que se define como 7,5 ranuras más un retardo de  $\tau_x$  (que es un valor entre 0 y 255 segmentos) a partir del final de la correspondiente subtrama 512. El retardo  $\tau_x$  se define de forma tal que el tiempo transcurrido,  $\tau_y$ , entre el comienzo de la ranura en el DPCCH del enlace ascendente ( $T_1$ ) y el comienzo de la subtrama 514 en el HS-DPCCH del enlace ascendente ( $T_2$ ) sea  $256 \times m$ , donde  $m$  es un entero.

60 Las hipótesis de diseño del HSDPA para la transmisión de información de control por el HS-SCCH del enlace

descendente y el HS-DPCCH del enlace ascendente son las siguientes:

HS-SCCH (enlace descendente)

- 5 \* Probabilidad {Pérdida de HS-SCCH}  $\leq 10^{-2}$   
 \* Probabilidad {Falsa alarma}  $\leq 10^{-4}$

HS-DPCCH (enlace ascendente)

- 10 \* Probabilidad {ACK -> NAK}  $\leq 10^{-2}$   
 \* Probabilidad {NAK -> ACK}  $\leq 10^{-4}$   
 \* Probabilidad {DTX -> ACK}  $\leq 10^{-2}$

- 15 Lo anterior establece que para el HS-SCCH en el enlace descendente, (1) la probabilidad de perder un mensaje de control que acompaña una transacción de paquetes debe ser menor que, 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 que, o igual a,  $10^{-4}$ . 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 que, 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 que, o igual a,  $10^{-4}$  y (3) la probabilidad de que un bit de DTX transmitido por el UE sea recibido como un ACK por el Nodo B debe ser menor que, o igual a,  $10^{-2}$ .

- 20 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, ya que el traspaso desde un Nodo B a otro es lento para el HSDPA), puede ser difícil lograr la probabilidad de ACK / NAK de error indicada anteriormente.

- 25 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 perdidos en la capa de MAC. Esto, a su vez, lleva a una mayor probabilidad de demora por parte de la entidad reordenadora y de más retransmisiones requeridas en la capa de RLC.

- 30 La capa 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 parte del UE, se añadió una subcapa de reordenamiento en la capa MAC en el 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 brechas o agujeros en los TSN de los paquetes recuperados, entonces aplaza (es decir, demora) la entrega de todos los paquetes con valores de TSN posteriores al TSN del paquete faltante más antiguo. Cuando los paquetes faltantes son recuperados finalmente, la subcapa de reordenamiento proporcionará entonces estos paquetes recientemente recuperados, así como todo paquete anterior recuperado que haya sido demorado.

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

- \* Esquema basado en ventanas  
 50 \* Esquema basado en temporizador  
 \* Esquema de actividad de HARQ

- 55 Cada uno de estos esquemas se describe brevemente más adelante.

**Esquema Basado en Ventanas**

- 60 Dado que cada paquete está etiquetado 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, porque 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 son identificados por un TSN de 6 bits. El espacio de números TSN abarca  $2^6 = 64$  (es decir, desde 0 a 63). Para resolver la ambigüedad en el espacio de números TSN, causada por el hecho de que el campo 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 de números TSN (es decir,  $< 32$ ) y puede fijarse en valores tan pequeños como entre 8 y 16. Dado que el tamaño de la ventana es más pequeño que el espacio de números TSN, el orden de los paquetes dentro de la ventana no es ambiguo. Al determinar el tamaño de la ventana, hay una compensación. Si la ventana es pequeña, aumenta el rendimiento de la evitación de demora en el receptor y se reduce el requisito del tamaño del almacén temporal receptor. Sin embargo, aumenta la probabilidad de demora 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 principal de la ventana puede fijarse igual al “más reciente” TSN de todos los paquetes recuperados. Los paquetes hacia la izquierda de la ventana tienen valores de TSN sucesivamente “más antiguos”. Dado que el valor de TSN puede reiniciarse circularmente, el valor más reciente de TSN puede ser efectivamente más pequeño que un TSN anterior, toda vez que el TSN se reinicia circularmente. Los paquetes faltantes con TSN anteriores al borde trasero de la ventana se pueden suponer perdidos (es decir, no retransmitidos). Así, según la ventana se adelanta, los paquetes más antiguos que el borde trasero de la ventana son “despejados” y enviados a capas superiores.

Este mecanismo de ventana, por lo tanto, puede ser usado por el transmisor para despejar los paquetes faltantes en el receptor. Sin embargo, dado que el tamaño de la ventana debería ser grande para permitir un gran número de retransmisiones, se necesitaría una gran cantidad de datos para despejar 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 de bucle cerrado con ráfagas abundantes, tal como el que se genera al explorar la red.

#### **Esquema Basado en Temporizador**

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

Para garantizar el funcionamiento adecuado del HARQ, el temporizador largo debe configurarse en un valor mayor que el más largo periodo de tiempo que lleva completar todas las retransmisiones para un paquete dado. Puede ser necesario efectuar un gran número de retransmisiones para recuperar el paquete faltante. Además, en un sistema que planifica asíncronamente las retransmisiones, y en donde la cantidad de recursos (p. ej., según lo cuantificado por los códigos de canalización y la potencia de transmisión) disponibles para el HSDPA puede cambiar dinámicamente, la cantidad de tiempo que lleva completar todas las retransmisiones para un paquete faltante puede variar enormemente. En consecuencia, el valor de este temporizador debería ser largo. En caso contrario, las retransmisiones para el paquete faltante pueden terminarse prematuramente por la expiración del temporizador, en cuyo caso el paquete faltante debería ser retransmitido por las capas superiores, lo que es sumamente indeseable. La entidad de reordenamiento puede necesitar esperar una cantidad de tiempo significativa para que expire el temporizador largo, o hasta que se completen todas las retransmisiones para la carga útil faltante.

Además del gran valor para el temporizador largo, si se detectan como faltantes varios paquetes dentro de la ventana, entonces los temporizadores para estos paquetes faltantes se activan 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 más largos para entregar las cargas útiles faltantes a las capas superiores (siendo el retardo posible más largo el doble del valor del temporizador largo en el peor caso).

#### **Esquema de Actividad HARQ**

El tercer esquema para evitar demorar la entrega de paquetes recuperados a las capas superiores es detectar actividad en los canales HARQ. Cuando no se espera ningún paquete en ninguno de los canales HARQ (es decir, están completadas todas las transacciones anteriores de paquetes), entonces los datos en todas las colas de reordenamiento pueden ser entregados por las entidades de reordenamiento a las capas superiores. Este mecanismo tiene unos pocos inconvenientes. En primer lugar, este esquema requiere que ninguna transacción de paquetes esté

pendiente en ninguno de los canales HARQ, a fin de poder despejar los paquetes hacia las capas superiores. En segundo lugar, el receptor “tacha” un canal HARQ sólo si se completa la transacción de paquetes en ese canal. Dado que el receptor puede esperar indefinidamente que se recupere un paquete en un canal HARQ dado (p. ej., si el transmisor abandona la transacción de paquetes), las colas de reordenamiento pueden no despejarse 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 de reordenamiento, si se recupera posteriormente. Este sería el caso si se recupera otro paquete con un TSN posterior y se proporciona a la entidad de reordenamiento antes de que se retransmita el paquete con el mensaje de control faltante y se descodifique exitosamente el canal de control.

Se proporcionan en el presente documento técnicas para mitigar los efectos de los paquetes faltantes y para mejorar las prestaciones de la evitación de demora. En particular, estas técnicas pueden usarse para abordar más efectivamente las situaciones en las cuales la entrega de datos por parte de la subcapa MAC-hs a las capas superiores está demorada 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 los datos a las capas superiores.

Pueden usarse los siguientes mecanismos para mejorar las prestaciones de la evitación de demora:

- \* Transmisión del Identificador de Cola por el HS-SCCH, en lugar de junto a la carga útil.
- \* Mantenimiento de un temporizador de inactividad para cada canal HARQ.
- \* Transmisión de una indicación de despeje para “despejar” uno o más canales HARQ, lo que, a su vez, puede dar como resultado que sean despejados datos por la entidad de reordenamiento hacia las capas superiores.
- \* Formación de un conjunto de canales 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 de conjuntos candidatos.
- \* Detección de actividad en los canales HARQ para determinar si están perdidos o no los paquetes faltantes.

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

Se usa la siguiente terminología en la siguiente descripción:

- \* Transacción de paquetes – una transmisión y cero o más transmisiones de un paquete específico por un canal HARQ específico.
- \* Transacción pendiente – una transacción de paquetes en la cual se esperan una o más retransmisiones adicionales para el paquete.
- \* Transacción completada – una transacción de paquetes en la cual no se espera ninguna retransmisión adicional para el paquete.
- \* Paquete faltante – un paquete que no está recuperado por el receptor y que tiene un TSN anterior al de otro paquete que ha sido recuperado (un paquete faltante puede estar aún 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 qué entidad se hace referencia. Para la entidad HARQ: una transmisión de paquete recibida por un canal HARQ específico, que puede o no ser correctamente descodificada. 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 HARQ activo – un canal HARQ en el cual la transacción de paquetes está pendiente y la próxima transmisión recibida por el canal debería ser para una retransmisión del paquete actual.
- \* Canal HARQ inactivo – un canal HARQ en el cual la transacción de paquetes está completada y la próxima transmisión recibida por el canal debería ser para un nuevo paquete.
- \* Canal HARQ candidato – un canal HARQ que puede usarse para enviar un paquete detectado como faltante.

#### **Transmisión del Identificador de Cola por el Canal de Control**

En W-CDMA, Versión 5, el Identificador de Cola que identifica a 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 determinarse sólo después de que el paquete ha sido recuperado. Como consecuencia, no es posible determinar la cola de prioridad asociada a cada paquete faltante, ya que el paquete no ha sido recuperado.

Si está faltando un paquete y la cola de prioridad a la cual pertenece no puede ser determinada, entonces la entrega de datos puede demorarse para todas las entidades de reordenamiento. Esto puede degradar el rendimiento.

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 está correctamente descodificado, o con errores. La información que identifica la cola de prioridad para cada paquete así puede usarse conjuntamente con otros mecanismos, descritos más adelante, para mejorar adicionalmente las prestaciones de la evitación de demora. Por ejemplo, cuando se usa conjuntamente con un mecanismo descrito más adelante, identificando las colas de prioridad para cada paquete así, es posible determinar las colas de prioridad que pueden despejarse hacia las capas superiores. De esta manera, cada paquete así sólo afecta a la entidad de reordenamiento asociada a la cola de prioridad para ese paquete, y no a las otras entidades de reordenamiento. Las prestaciones de la evitación de demora, por lo tanto, pueden mejorarse.

#### **Temporizador de Inactividad para el Canal HARQ**

Cada canal 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 HARQ hasta que (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 HARQ, e indicará esto alternando el indicador de Nuevos Datos.

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

En el receptor, los nuevos datos “despejarán” los datos pendientes en la ventana del receptor, 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 el mismo canal HARQ usado anteriormente para la cola de prioridad A. En este caso, los datos para la cola de prioridad B efectivamente “sobrescribirían” los datos para la cola de prioridad A. La alternación del indicador de Nuevos Datos para cada canal HARQ permite al receptor determinar cuándo el paquete anterior está siendo descartado por el transmisor.

Sin embargo, si no hay más datos para transmitir, entonces no puede haber ninguna actividad en cualquiera de los canales HARQ. Sin nueva actividad, no es posible para el UE determinar si un paquete dado ha sido descartado por la red, o que una retransmisión para el paquete está por llegar. Para cada canal 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 de reordenamiento asociada a este canal HARQ tendrá que esperar hasta que el temporizador largo mantenido para la cola de reordenamiento expire, antes de que pueda entregar los datos disponibles a las capas superiores. El proceso HARQ mismo esperará indefinidamente la transmisión de un nuevo paquete o una retransmisión del paquete actual por el canal HARQ.

En otro aspecto, un temporizador de “inactividad” puede mantenerse para cada canal HARQ activo, a fin de 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 HARQ en base a mensajes de control recibidos por el canal de control para ese canal HARQ. En una implementación, cada vez que se recibe un nuevo mensaje de control por el canal de control para un canal HARQ activo específico, se reinicia el temporizador de inactividad para ese canal. Si el temporizador de inactividad expira antes de que se reciba otro nuevo mensaje de control para el canal HARQ, entonces se considera que el canal está inactivo.

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

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

## 10 **Indicación de Despeje para canales HARQ**

En otro aspecto más, puede transmitirse una indicación de despeje por el canal de control, y usarse para indicar a la entidad HARQ en el UE que despeje uno o más canales HARQ. Un canal HARQ despejado indica que la transacción pendiente por el canal está completada. La entidad de reordenamiento que espera en este canal HARQ puede entonces efectuar las acciones adecuadas en base a esta información, según se describe más adelante.

Diversas indicaciones de despeje pueden enviarse al UE de diversas maneras. Por ejemplo, la indicación de despeje puede enviarse en un mensaje de control usando un valor reservado en un campo usado para indicar el código fijado, o un campo usado para indicar el tamaño del bloque de transporte. Si el UE recibe una indicación de despeje, no intentará descodificar un paquete. La razón para esto se describe más adelante. Cada canal HARQ despejado puede ponerse luego en un estado Inactivo para indicar que no se espera recibir ninguna retransmisión adicional por el canal.

Uno o más canales HARQ pueden despejarse en base a una única indicación de despeje. En una primera realización, la indicación de despeje sólo despeja el canal 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 despeje si han de despejarse múltiples canales HARQ. En una segunda realización, la indicación de despeje despeja todos los canales HARQ. Esta realización reduce el número de transmisiones para indicaciones de despeje. Sin embargo, la aplicabilidad de la indicación de despeje también se reduciría al caso en que no se necesita enviar ningún dato por ninguno de los canales HARQ para ninguna de las colas de reordenamiento. En una tercera realización, la indicación de despeje despeja todos los canales HARQ que esperan datos para una cola de prioridad específica, que puede estar indicada en el campo de Identificador de Cola incluido en el mismo mensaje de control usado para enviar la indicación de despeje. Esta realización puede usarse para despejar todos los canales HARQ para una cola de prioridad específica después de que se ha completado la transmisión de todos los datos en la ráfaga de tráfico destinada para esa cola de prioridad.

La transmisión de una indicación de despeje no requiere recursos significativos y puede usarse para terminar pronto el temporizador de inactividad mantenido para un canal HARQ específico. Habitualmente, el sistema conoce cuáles UE tienen riesgo aumentado de paquetes faltantes en sus almacenes temporales de reordenamiento. Por ejemplo, es más probable que los UE con mejor enlace ascendente a una célula que no sea la célula servidora, o con altas tasas de errores de trama (FER) en el DPCH, tengan paquetes faltantes. Para estos UE, puede enviarse una indicación de despeje al completar la transmisión de la ráfaga de tráfico para cada cola de prioridad.

## **Detección de Actividad en Canal HARQ / Temporizador de Retardo para Paquete Faltante**

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 se recupera primero otro paquete con un TSN posterior. (Un TSN posterior puede ser más pequeño en 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.

En el momento en que se detecta un paquete como faltante, puede identificarse un conjunto de canales HARQ candidatos por los cuales puede enviarse el paquete faltante. A continuación, las actividades en los canales HARQ candidatos pueden monitorizarse para determinar si alguno de estos canales ha sido o no el usado para enviar el paquete faltante. Los canales HARQ candidatos pueden, de esta manera, retirarse sucesivamente del conjunto, según se describe más adelante. Un paquete faltante se considera perdido si todos los canales HARQ candidatos se han retirado y el conjunto está vacío. Puede luego tomarse una acción adecuada por parte de la entidad de reordenamiento.

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

5 En una segunda realización, el conjunto de candidatos para un paquete faltante se define para incluir todos los canales HARQ activos en el momento en que se detecta el paquete faltante. La instantánea de los canales HARQ candidatos en este momento sería precisa si se recibe al menos un mensaje de control para el paquete faltante, dado que el mensaje de control pondría al canal HARQ correspondiente al paquete faltante en el estado activo, y el canal se incluiría entonces en el conjunto de candidatos para el paquete faltante.

10 Sin embargo, esta instantánea no sería precisa si todos los mensajes de control para el canal 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 HARQ H1, entonces este canal permanecería en el estado inactivo. A continuación, si se envía otro paquete P2 para la misma cola de prioridad por otro canal HARQ y se descodifica correctamente (antes de que el paquete P1 se retransmita por el canal HARQ H1), entonces se detectaría el paquete P1 como faltante. Sin embargo, el conjunto de candidatos no incluiría el canal HARQ H1, dado que está inactivo cuando se toma la instantánea del conjunto después de que el paquete P2 se recuperara. La probabilidad de que ocurran estos sucesos puede ser baja, y el impacto sería que el paquete P1 sería descartado por la entidad de reordenamiento cuando se recupere finalmente.

15 En una tercera realización, que evita el problema descrito anteriormente, el conjunto de candidatos para un paquete faltante se forma cierto tiempo después de que se detecte el paquete faltante. Este retardo se selecciona para que sea lo bastante largo a fin de garantizar que al menos un mensaje de control se recibirá 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 mantener el control del tiempo a esperar antes de tomar la instantánea del conjunto de candidatos.

20 En base a la fiabilidad especificada para el canal de control, que es  $10^{-2}$ , el temporizador de retardo sólo necesitaría ser lo bastante largo como para recibir una transmisión adicional de un mensaje de control. Si se usa el temporizador de retardo, entonces el receptor necesitaría, en efecto, perder dos transmisiones consecutivas de mensajes de control a fin de formar un conjunto impreciso 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 más largo para el temporizador de retardo puede degradar el rendimiento en lugar de afectar al esquema subyacente.

25 En una cuarta realización, se forma inicialmente un conjunto de candidatos para cada paquete faltante en el momento en que se detecta el paquete faltante, e incluirá todos los canales HARQ excepto el canal 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 HARQ candidatos en el conjunto pueden retirarse 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 HARQ que no estén activos en este momento se retiran del conjunto. El conjunto modificado de candidatos es un subconjunto del conjunto inicial de candidatos. Para la cuarta realización, se usa el temporizador de retardo para capturar canales 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 HARQ del conjunto inicial de candidatos formado (p. ej., canales HARQ para los cuales se han recuperado paquetes con TSN posteriores).

30 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.

35 Si el Identificador de Cola también se envía por el canal de control y se recibe al menos un mensaje de control para el paquete faltante, entonces el conjunto de candidatos para el paquete faltante sólo necesitaría incluir los canales HARQ usados para esta cola de prioridad. El rendimiento puede mejorarse, puesto que puede reducirse el número de canales HARQ candidatos.

40 El temporizador de retardo y los mecanismos de indicación de despeje pueden ayudar a poner los canales 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 HARQ dado puede expirar durante el tiempo en que está activo el temporizador de retardo, en cuyo caso este canal HARQ no sería incluido en el conjunto de candidatos. Estos mecanismos pueden restringir por ello el conjunto de canales HARQ candidatos, lo que puede mejorar el rendimiento del mecanismo de evitación de demora.

45 Para todas las realizaciones usadas para formar el conjunto de candidatos para un paquete faltante, los canales HARQ candidatos se retiran a continuación del conjunto si se determina posteriormente que no pueden usarse para enviar el paquete faltante. En particular, un canal HARQ candidato se retira del conjunto si la transacción

pendiente en el canal se completa.

5 En una realización, una transacción de paquetes por un canal HARQ se considera completada si ocurre cualquiera de las siguientes condiciones: (1) el paquete se recupera del canal HARQ, (2) el canal HARQ está activo y se detecta que un nuevo paquete ha sido enviado por el canal, (3) expira el temporizador de inactividad para el canal HARQ o (4) se recibe una indicación de despeje para el canal 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 Nuevos Datos y puede ocurrir, por ejemplo, si el transmisor decide abandonar el paquete anterior y enviar en cambio un nuevo paquete por el canal HARQ. Las condiciones (1) y 10 (2) también suponen que las transmisiones iniciales siempre se realizan en secuencia y que no se transmite un nuevo paquete por el mismo canal HARQ hasta que se complete la transacción pendiente.

15 Para un paquete faltante dado, cada canal HARQ en el conjunto asociado de candidatos puede retirarse 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 llevarse a cabo entonces la acción adecuada. Por ejemplo, todos los paquetes recuperados demorados debido al paquete faltante pueden entregarse ahora a las capas superiores.

20 Como se ha observado 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 HARQ candidatos para un paquete faltante, (2) admitir la posible adaptación del temporizador de inactividad a la cola de prioridad y (3) permitir el uso de la indicación de despeje incluso cuando otras entidades de reordenamiento están en medio de transmisiones.

25 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.

### **Transmisiones Ejemplares**

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

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

La FIG. 7A ilustra un caso en que es recibido el canal de control y se confía en el indicador de Nuevos Datos en el mensaje de control para despejar los datos de la cola de reordenamiento hacia capas superiores.

45 En el momento  $T_1$ , se recibió un paquete por el canal HARQ H1, pero no fue descodificado 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 HARQ H1 se fija en Activo y la entidad HARQ reinicia el temporizador de inactividad (TM1) para este canal.

50 En el momento  $T_2$ , se recibió un paquete con TSN<sub>x</sub> por el canal HARQ H2 y fue descodificado correctamente, y se envía una respuesta ACK para esta transmisión de paquete. El estado del canal HARQ H2 se fija en Inactivo. El paquete recuperado se envía entonces a la entidad de reordenamiento para la cola de prioridad de este paquete. La entidad de reordenamiento es capaz de detectar que falta un paquete con TSN<sub>x</sub>-1, en base al TSN<sub>x</sub> del paquete que acaba de recibir. Se inicia entonces un temporizador de retardo (TM2) para el paquete faltante. El paquete recuperado con TSN<sub>x</sub> está demorado debido al paquete faltante.

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

60 En el momento  $T_4$ , expira el temporizador de retardo para el paquete faltante, y se determina el conjunto de canales HARQ candidatos para el paquete faltante. El conjunto de candidatos para el paquete faltante incluye todos los

canales HARQ que están en el estado Activo al expirar el temporizador de retardo y que pueden usarse para enviar el paquete faltante. El conjunto de candidatos, por ello, incluye H1 y H3.

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

10 En el momento  $T_6$ , se recibió un nuevo paquete por el canal HARQ H1, con el indicador de Nuevos Datos alternado desde D0 a D1. El nuevo paquete fue enviado por el transmisor por este canal porque recibe erróneamente un ACK para la transmisión del paquete anterior en el momento  $T_1$ . Este cambio en el indicador de Nuevos Datos significa que la transacción del paquete pendiente por el canal HARQ H1 está completada, y que el paquete faltante no se enviará por este canal. H1 se retira por ello del conjunto de candidatos, que está ahora vacío. Los dos paquetes demorados con TSNx y TSNx+1 se entregan luego a las capas superiores.

15 **La FIG. 7B** ilustra un caso en que se recibe el canal de control y se confía en el temporizador de inactividad (TM1) para despejar datos de la cola de reordenamiento hacia capas superiores. Las transmisiones de paquetes en la FIG. 7B son similares a las mostradas en la FIG. 7A, excepto en que no se recibió una transmisión de paquete en el momento  $T_6$ . En el momento  $T_7$ , el temporizador de inactividad para el canal HARQ H1 expira. Esto indica que no se espera recibir el paquete faltante por este canal. H1 se retira por ello del conjunto de candidatos, que se queda entonces vacío. Los dos paquetes demorados con TSNx y TSNx+1 se entregan entonces a las capas superiores.

20 **La FIG. 7C** ilustra un caso en que se recibe el canal de control y se confía en una indicación de despeje enviada por el canal de control para despejar datos de la cola de reordenamiento hacia capas superiores. Las transmisiones de paquetes en la FIG. 7C son similares a las mostradas en la FIG. 7A, excepto en que una indicación de despeje (en lugar de una transmisión de paquete) fue recibida en el momento  $T_6$ . Para este ejemplo, la indicación de despeje cubre todos los canales HARQ usados para la cola de prioridad identificada en el mensaje de control. H1 y H3 se despejarán entonces porque se usan para la cola de prioridad identificada. El conjunto de candidatos para el paquete faltante quedará entonces vacío. Los paquetes demorados con TSNx y TSNx+1 se entregan luego a las capas superiores.

25 **La FIG. 7D** ilustra un caso en que no se recibe el canal de control y un error de DTX a NAK es recibido por el transmisor. La FIG. 7D también muestra una situación en que 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.

30 En el momento  $T_1$ , se envió un paquete por el canal 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 HARQ H1 permanece fijado como Inactivo y no se reinicia el temporizador de inactividad para este canal.

35 En el momento  $T_2$ , fue recibido un paquete con TSNx por el canal HARQ H2 y fue correctamente descodificado, y se envía una respuesta ACK para esta transmisión de paquete. El estado del canal 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 de reordenamiento para la cola de prioridad de este paquete. La entidad de reordenamiento 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.

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

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

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

Como se muestra en este ejemplo, el uso del temporizador de retardo admite la determinación del conjunto correcto de candidatos para el paquete faltante. Sin el temporizador de retardo, el conjunto de candidatos sería un conjunto vacío, dado 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 HARQ H1 sea incluido en el conjunto de candidatos.

En el momento  $T_6$ , el paquete faltante con TSNx-1 fue recibido por el canal HARQ H1 y correctamente descodificado, 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 HARQ H2 para el paquete con TSNx+1, que fue respondido con un NAK en el momento  $T_4$ . Este paquete fue correctamente descodificado y entregado por la entidad de reordenamiento 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 HARQ y las entidades de reordenamiento en el transmisor y el receptor. Esta implementación mantiene un temporizador de retardo para un paquete faltante, para permitir que se forme más precisamente un conjunto de candidatos para el paquete faltante. Sin embargo, 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 el valor del temporizador de retardo en 0.

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 por la entidad HARQ hasta que el paquete es correctamente descodificado. En este caso, cuando se completa una transacción de paquete, la entidad HARQ notifica a todas las entidades de reordenamiento, dado que el paquete perdido podría haber sido para cualquier cola de prioridad. Además, cuando expira el temporizador de retardo, la entidad de reordenamiento no sabe qué canales HARQ llevan datos para ella y, por lo tanto, incluirá todos los canales 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 realizado por la entidad HARQ transmisora para enviar un paquete por un canal HARQ específico. Para esta realización, se mantiene una variable local NuevosDatos para cada canal HARQ. Esta variable alterna para la primera transmisión de un nuevo paquete cuando cambia la carga útil a transmitir. Esta variable se inicializa en "1".

Inicialmente, se toma una determinación en cuanto a si hay o no un paquete a transmitir (etapa 812). Si la respuesta es no, entonces el proceso 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 la variable NuevosDatos (es decir, se fija en "0" para el primer paquete nuevo), y el indicador de Nuevos Datos en el mensaje de control para el paquete también se alterna, dado que está fijado en el valor de NuevosDatos (etapa 816). En caso contrario, si el paquete está siendo retransmitido, entonces se omite la etapa 816 y no se alterna la variable NuevosDatos. El Identificador de Cola en el mensaje de control para el paquete (si se envía allí) se fija en 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 Nuevos Datos, 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 actual de paquete (si la hubiera) por el canal HARQ. Si la respuesta es sí, entonces se descarta el paquete que se está transmitiendo por este canal (etapa 824), y se informa al planificador de que este canal 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 proceso vuelve a la etapa 812.

### **HARQ Receptor**

Las FIGS. 9A y 9B muestran un diagrama de flujo de una realización de un proceso 900 realizado por la entidad HARQ receptora para recibir un paquete por un canal HARQ específico. Se mantienen tres variables locales, NuevosDatosAct, IdentificadorColaAct y EstadoAct, para cada canal HARQ. La variable NuevosDatosAct contiene el valor del indicador de Nuevos Datos para la transmisión actual por el canal HARQ, y la variable IdentificadorColaAct

contiene el valor del Identificador de Cola para la transmisión actual. La variable EstadoAct indica el estado actual del canal HARQ y es bien Inactivo o bien Activo.

5 También se mantiene un temporizador de inactividad para cada canal HARQ. En una realización, el temporizador de inactividad se fija en un valor lo bastante largo como para que haya una alta probabilidad de dos transmisiones de paquete ocurriendo por el canal 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.

10 Las variables para cada canal HARQ se inicializan fijando NuevosDatosAct 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 proceso 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 despeje (etapa 914). Si la respuesta es sí, entonces se despejan uno o más canales HARQ, según el esquema específico de despeje que se implemente (etapa 916). El despeje puede realizarse según lo descrito más adelante en la FIG. 9D. Como parte del procesamiento de despeje, la entidad de reordenamiento para cada canal HARQ despejado es informada de que la transacción de paquete está completada en ese canal. Dado que se envía un mensaje de control con la indicación de despeje sólo para despejar canales HARQ, y que no se transmite ningún paquete concurrente con el mensaje de control, el proceso vuelve a continuación a la etapa 912 para esperar el siguiente mensaje de control.

20 Si el mensaje de control recibido no se envió para despejar los canales 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 canal HARQ específico usado para la transmisión actual de paquete se determina a partir del campo HID en el mensaje de control (etapa 922). El temporizador de inactividad para este canal HARQ se reinicia luego (etapa 924). Como se ha descrito anteriormente, el temporizador de inactividad para el canal 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 que pueden llevarse a cabo las acciones adecuadas. El temporizador de inactividad se usa para evitar la situación por la cual la entidad HARQ espera indefinidamente una transmisión de paquete por un canal HARQ específico, que no se envía por diversas razones. El procesamiento a realizar tras la expiración del temporizador de inactividad se describe más adelante.

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

30 Si el canal HARQ está en el estado Inactivo, indicando que la transacción de paquete anterior está completada, 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 NuevosDatosAct es o no igual al indicador de Nuevos Datos en el mensaje de control para esta transacción de paquete (etapa 930). Si son el mismo, indicando 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 proceso vuelve a la etapa 912 a esperar el siguiente mensaje de control. El paquete anterior puede haber sido enviado, por ejemplo, si el receptor envía un ACK para la transmisión de paquete anterior, pero el transmisor recibe erróneamente un NAK, en cambio, y retransmite el paquete anterior.

35 En caso contrario, si el valor de NuevosDatosAct no es igual al indicador de Nuevos Datos, indicando que la transmisión actual es para un nuevo paquete, entonces las variables para el canal HARQ se actualizan fijando EstadoAct como Activo (etapa 942), NuevosDatosAct con el valor del indicador Nuevos Datos en el mensaje de control (etapa 944) y el IdentificadorColaAct 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 entonces en un almacén temporal de software usado para la cola de prioridad identificada por el valor de IdentificadorColaAct (etapa 948). El proceso avanza entonces a la etapa 958.

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

45 En caso contrario, si el valor de NuevosDatosAct no es igual al indicador de Nuevos Datos, 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 complete, o recibe erróneamente un ACK para un NAK transmitido. En ese caso, se purga el paquete anterior en el almacén

temporal de software (etapa 954). Si se conoce la cola de prioridad para el paquete anterior (p. ej., según lo identificado por el valor del IdentificadorColaAct, que puede obtenerse a partir del Identificador de Cola incluido en el mensaje de control), entonces la entidad de reordenamiento para esta cola de prioridad es informada de que la transacción para el paquete anterior está completada (etapa 956). Si la cola de prioridad del paquete anterior no se conoce (p. ej., no está enviada en el mensaje de control), entonces puede informarse a todas las entidades de reordenamiento de la transacción completada en este canal HARQ. Las variables para el canal HARQ se actualizan luego fijando el valor de NuevosDatosAct con el indicador de Nuevos Datos en el mensaje de control (etapa 944) y fijando el IdentificadorColaAct en 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 proceso avanza luego a la etapa 958.

En la etapa 958, el paquete recién recibido, que puede haber sido combinado con transmisiones anteriores (si las hubiera) recibidas para el paquete, se descodifica entonces 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 proceso vuelve a la etapa 912. En caso contrario, si el paquete fue recuperado con éxito, entonces se envía una respuesta ACK (etapa 964), el estado actual del canal HARQ se fija como Inactivo, para indicar que la transacción de paquete actual está completada y que no se espera ninguna transmisión adicional por este canal HARQ (etapa 966), y el paquete recuperado se envía a la entidad de reordenamiento para la cola de prioridad identificada por el valor del IdentificadorColaAct (etapa 968). El proceso vuelve a continuación a la etapa 912 para esperar el siguiente mensaje de control.

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

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

**La FIG. 9D** es un diagrama de flujo de una realización de un proceso realizado por la entidad HARQ receptora tras recibir una indicación de despeje en un mensaje de control. Este proceso puede realizarse para la etapa 916 en la FIG. 9A. Inicialmente, se identifican los canales HARQ a despejar (etapa 982). En una realización, estos canales HARQ se identifican como aquellos 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 despeje puede despejar un canal HARQ específico, todos los canales HARQ, o algún conjunto de canales HARQ determinables. En cualquier caso, se descartan los datos en el almacén temporal de software para cada canal HARQ identificado (etapa 984). El estado de cada canal HARQ identificado se fija entonces como Inactivo (etapa 986). La entidad de reordenamiento que gestiona cada canal HARQ identificado es informada luego de que la transacción de paquete en este canal está completada (etapa 988). El proceso termina luego.

#### **Entidad de Reordenamiento Transmisora**

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 despejar los datos viejos que no se transmitirán porque el receptor descartaría los datos en cualquier caso, 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 principal de la ventana puede fijarse en el TSN más reciente de los paquetes enviados. A continuación, según se transmite cada paquete, el borde principal de la ventana se desplaza al TSN de este paquete. Según la ventana se desliza hacia adelante para cada nueva transmisión de paquete, se descartan todos los paquetes con valores de TSN más antiguos que el borde trasero de la ventana.

En el transmisor, una “entidad de reordenamiento transmisora” es responsable de determinar los paquetes a transmitir por el HS-DSCH para cada cola de prioridad. La entidad de reordenamiento transmisora es el par protocolario de la entidad de reordenamiento en el transmisor. La entidad de reordenamiento transmisora mantiene la ventana para la cola de prioridad asociada. Una variable local BordePrinVenTr se usa para indicar el borde principal 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 proceso 1000 realizado por la entidad de reordenamiento transmisora para una cola de prioridad específica. Las etapas mostradas en la FIG. 10 se realizan toda vez que se planifica transmitir un nuevo paquete para esta cola de prioridad.

5 Para el nuevo paquete a enviar, la entidad de reordenamiento transmisora desliza primero la ventana hacia adelante incrementando la variable BordePrinVenTr (etapa 1012). El TSN para el nuevo paquete se fija entonces en el valor actualizado de BordePrinVenTr (etapa 1014). Se descartan entonces todos los paquetes pendientes con valores de TSN fuera de la ventana (etapa 1016). En particular, los paquetes con  $TSN \leq (\text{BordePrinVenTr} - \text{TamañoVentana})$  caerán fuera de la ventana, y se descartan. (Se realizan operaciones en Módulo TamañoVentana, para tener en cuenta el reinicio circular en el espacio de números TSN). La razón para descartar estos paquetes es porque caerán fuera de la ventana en el receptor y se descartarán si se reciben. El nuevo paquete se envía entonces a la entidad HARQ designada para procesar el paquete (etapa 1018). El proceso termina luego.

10 Si las condiciones de canal para el receptor son malas, entonces puede enviarse una indicación de despeje 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 despeje puede usarse para despejar todos los canales HARQ usados para la cola de prioridad, según se ha descrito anteriormente. La indicación de despeje 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.

### 20 Entidad de Reordenamiento Receptora

En el receptor, una entidad de reordenamiento receptora es responsable de procesar los datos para cada cola de prioridad. La entidad de reordenamiento receptora recibe paquetes recuperados por la entidad HARQ para la cola de prioridad asociada, reordena estos paquetes y entrega aquellos paquetes que estén en secuencia a las capas superiores. La entidad de reordenamiento mantiene una ventana con un tamaño que se replica en el transmisor. Una variable local BordePrinVenRc 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 valores de TSN fuera de la gama  $\{(\text{BordePrinVenRc} - \text{TamañoVentana} + 1) \dots \text{BordePrinVenRc}\}$  están dentro de la ventana receptora.

En una realización, cada entidad de reordenamiento receptora es capaz de iniciar múltiples temporizadores de retardo, uno para cada agujero detectado dentro de la ventana. El temporizador de retardo se fija en un valor lo bastante largo como para que haya una alta probabilidad de que se envíe al menos una transmisión de mensaje de control para el canal HARQ usado para enviar el paquete faltante, antes de que expire el temporizador. Cada temporizador de retardo está asociado a un paquete Faltante específico.

La FIG. 6B es un diagrama que ilustra una ventana mantenida por la entidad de reordenamiento receptora. Los paquetes se identifican y se mencionan por sus TSN. En una realización, desde la perspectiva de la entidad de reordenamiento receptora, cada paquete dentro del espacio de números TSN está asociado a uno entre cuatro estados posibles: Entregado, Recibido, Faltante y Esperado. Un paquete se considera (1) Entregado si ha sido recibido desde la entidad HARQ y enviado a capas superiores, (2) Recibido si ha sido recibido desde la entidad HARQ pero no entregado aún a capas superiores, (3) Faltante si es parte de un agujero 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. Aparece un agujero toda vez que hay uno o más paquetes Faltantes consecutivos en la ventana. Puede haber cero, uno o múltiples agujeros en la ventana en cualquier momento dado. Inicialmente, el estado de todos los paquetes dentro de la ventana se fija en Entregado y aquellos fuera de la ventana se fijan en Esperado.

En una realización, para cada paquete en el estado Faltante (es decir, un paquete Faltante), la entidad de reordenamiento receptora mantiene un VectorMáscara para marcar los canales HARQ candidatos para el paquete Faltante. El VectorMáscara se usa por ello para indicar si puede o no usarse cada uno de los canales HARQ para enviar el paquete Faltante. El VectorMáscara tiene un tamaño igual al número de todos los canales HARQ que pueden usarse para la transmisión para todas las colas de prioridad, e incluye un elemento para cada posible canal HARQ.

El VectorMáscara para cada paquete Faltante se "inicializa" cuando se detecta por primera vez el paquete faltante. El conjunto inicial de candidatos tendrá el elemento para cada canal HARQ fijado en "1", excepto el elemento para el canal HARQ para el paquete recibido que se usó para detectar el paquete faltante, que está fijado en "0". Un valor de "1" indica que el canal 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 inicial de candidatos incluye todos los canales HARQ excepto el canal HARQ conocido que no podría usarse para enviar el paquete faltante. A continuación, el elemento para cada canal 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 HARQ, según lo determinado por un cambio en el indicador de Nuevos Datos para el canal, (2) el temporizador de inactividad para el

canal expira o (3) se recibe una indicación de despeje para el canal.

5 El Vector Máscara para cada paquete Faltante también se “modifica” cuando expira el temporizador de retardo aplicable para el paquete Faltante. El conjunto modificado de candidatos se purgará de todos los canales HARQ que no estén activos cuando expira el temporizador de retardo (fijando los elementos en el VectorMáscara para estos canales HARQ en “0”). El proceso para eliminar los restantes canales HARQ del conjunto de candidatos continuará entonces como antes.

10 **Las FIGS. 11A y 11B** muestran un diagrama de flujo de una realización de un proceso 1100 realizado por la entidad de reordenamiento receptora para una cola de prioridad específica. Inicialmente, la entidad de reordenamiento receptora recibe un paquete con un TSNr por el canal HARQ Hx desde la entidad 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). El paquete actual se considera un nuevo paquete si TSNr cae fuera de la ventana, y se considera una retransmisión de un paquete pendiente si TSNr cae dentro de la ventana. Si el paquete actual es un nuevo paquete, entonces el proceso avanza a la etapa 1140.

15 En caso contrario, si el TSNr cae fuera de la ventana, entonces el paquete actual es bien (1) un duplicado de un paquete anterior recibido o bien (2) uno para un paquete Faltante que llenará parcial o completamente un agujero dentro de la ventana. Se toma entonces una determinación en cuanto a si el paquete actual es o no uno que ha sido ya recibido o entregado (etapa 1116). Si la respuesta es sí, entonces el paquete actual es un duplicado y se descarta (etapa 1118), y el proceso termina.

20 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 un TSN anterior al TSNr) se actualiza fijando el elemento correspondiente al canal HARQ Hx en “0” (etapa 1120). Esto es porque un paquete posterior con TSNr fue recibido 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 demorados por este paquete Faltante se entregan a capas superiores, y todos los paquetes anteriores a este paquete se fijan como Entregados.

25 El estado del paquete actual se fija luego como Recibido (etapa 1122). Todos los paquetes Recibidos (si los hubiera) no actualmente demorados por un agujero se entregan a las capas superiores (1124). En particular, se detectan e identifican los paquetes Recibidos consecutivos, a partir del lado izquierdo de la ventana, y continuando hasta el primer agujero (o un paquete Faltante), y se envían a las capas superiores. El estado de estos paquetes entregados también se fija como Entregado.

30 En una realización, se mantiene un temporizador de retardo para el último paquete en cada agujero “original”, que es un agujero que ocurre toda vez que un nuevo paquete es recibido por la entidad de reordenamiento y hay uno o más paquetes Esperados anteriores a (o a la izquierda de) el nuevo paquete. El estado de los paquetes Esperados en el agujero se cambia a Faltante. Esto se describe en mayor detalle más adelante. A continuación, un paquete puede ser recibido por la entidad de reordenamiento para un paquete Faltante en este agujero. Si el agujero tiene un ancho de un paquete, entonces el paquete recibido cubrirá completamente el agujero y se cancela el temporizador de retardo. En caso contrario, si el agujero cubre múltiples paquetes y el paquete actual es el último paquete Faltante en este agujero, entonces el temporizador de retardo se desplaza hasta el último paquete Faltante (nuevo) en el agujero parcialmente cubierto. Y si el agujero cubre múltiples paquetes y el paquete actual no es el último paquete Faltante en el agujero, entonces el temporizador de retardo no es afectado. Con esta implementación, sólo se necesita mantener un temporizador de retardo para todos los paquetes faltantes dentro de un agujero original (dado que fueron detectados a la vez), incluso si este agujero es posteriormente desmenuzado en múltiples agujeros por paquetes recibidos más tarde por la entidad de reordenamiento.

35 Así, se toma una determinación en cuanto a si un temporizador de retardo ha sido o no iniciado para el paquete actual (etapa 1126). Si la respuesta es no, entonces el proceso termina. En caso contrario, se toma una determinación en cuanto a si hay o no un agujero a la izquierda del paquete actual (etapa 1128). Si la respuesta es no, entonces se cancela el temporizador de retardo para el paquete actual, dado que esto indicaría que el paquete actual llena completamente el agujero, en cuyo caso no es necesario mantener el temporizador de retardo (etapa 1130). En caso contrario, si el paquete actual no llena un agujero, entonces no se toma ninguna acción con respecto al temporizador de retardo. En cualquier caso, el proceso termina luego.

60 De vuelta en la etapa 1114, si el paquete actual es un paquete nuevo, 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, como resultado, los paquetes pueden ser despejados por la entidad de reordenamiento hacia capas superiores, según lo descrito anteriormente para la etapa 1120 (etapa 1142). La ventana se desplaza luego hacia adelante fijando el borde principal de la ventana, o BordePrinVenRc, con el valor de TSNr (etapa 1144). Todos los paquetes Recibidos fuera de la ventana se entregan luego a las capas superiores (etapa 1146), el estado de todos los paquetes fuera de la ventana se fija como Esperado (etapa 1148), y todos los temporizadores de retardo que han sido establecidos para paquetes fuera de la ventana se detienen (etapa 1150). Los paquetes recibidos (si los hubiera) no actualmente demorados por un agujero se entregan a las capas superiores (1152). Esto puede realizarse según lo descrito anteriormente para la etapa 1124.

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

Para la realización descrita anteriormente, se usa un temporizador de retardo para todos los paquetes Faltantes en cada agujero original (es decir, un agujero detectado con un nuevo paquete que desplaza la ventana hacia delante). Este temporizador está asociado al último paquete Faltante en el agujero, pero es aplicable a (o mencionado por) todos los paquetes Faltantes en el agujero. En una implementación, se usa un indicador temporizador\_agotado para cada paquete Faltante, a fin de indicar si ha expirado o no su temporizador de retardo aplicable (es decir, el primer temporizador de retardo a la derecha del paquete). Cuando se detecta el agujero original, el indicador temporizador\_agotado para cada paquete Faltante en el agujero puede reiniciarse en "0" para indicar que el temporizador de retardo aplicable no ha expirado (etapa 1158). Y cuando expira el temporizador de retardo, los indicadores temporizador\_agotado para todos los 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 retirar los canales HARQ que no estén activos en este momento o que se usen 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 HARQ indica que está completada una transacción de paquete en un canal HARQ dado y (2) cuando expira cada temporizador de retardo mantenido para un paquete Faltante asociado.

**La FIG. 11C** muestra un diagrama de flujo de una realización de un proceso 1160 realizado por la entidad de reordenamiento receptora toda vez que se recibe una indicación de que ha expirado un temporizador de retardo. Inicialmente, se toma una determinación en cuanto a si ha expirado o no un temporizador de retardo (etapa 1162). Si la respuesta es no, entonces el proceso 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 TSNe (etapa 1164). Múltiples paquetes Faltantes pueden confiar en este temporizador de retardo, dado que sólo se mantiene uno para todos los paquetes faltantes en cada agujero original, según lo descrito anteriormente. El indicador temporizador\_agotado para cada paquete Faltante cubierto por este temporizador de retardo expirado se fija entonces en "1" para indicar que ha expirado el temporizador para el paquete (etapa 1166). Los paquetes Faltantes cubiertos por este temporizador de retardo expirado incluyen aquellos con valores de TSN anteriores al TSNe. El VectorMáscara para cada 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 modificar el VectorMáscara para un paquete Faltante, se considera cada canal 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 HARQ correspondientes a los elementos en el VectorMáscara que aún están fijados en "1" son los restantes canales HARQ candidatos en este momento. Si se revisa un VectorMáscara, entonces se comprueba para determinar si deberían o no despejarse paquetes hacia capas superiores. El proceso termina luego.

**La FIG. 11D** muestra un diagrama de flujo de una realización de un proceso 1170 realizado por la entidad de reordenamiento receptora para una transacción completada por un canal HARQ específico. Inicialmente, se toma una determinación en cuanto a si se ha recibido o no una indicación desde la entidad HARQ receptora de que se ha completado una transacción de paquete en un canal HARQ (etapa 1172). Si la respuesta es sí, entonces, para cada paquete Faltante para el cual ha expirado el temporizador de retardo aplicable (es decir, con el indicador temporizador\_agotado reiniciado en "0"), el elemento en el VectorMáscara correspondiente al canal HARQ se fija en "0" (etapa 1174). Nuevamente, si se actualiza un VectorMáscara, entonces se comprueba para determinar si deberían o no despejarse paquetes hacia capas superiores. El procesamiento a realizar para una transacción completada en un canal HARQ se describe en mayor detalle en el pseudocódigo más adelante. El proceso termina luego.

5 En la realización descrita anteriormente, cada entidad de reordenamiento receptora es capaz de iniciar múltiples temporizadores de retardo, uno para cada agujero original detectado dentro de la ventana. En otra realización, cada entidad de reordenamiento puede tener un temporizador de retardo en marcha en cualquier momento dado. Toda vez que se detecta un agujero original, el temporizador de retardo para la entidad de reordenamiento puede iniciarse, si no está funcionando actualmente. Si se detecta posteriormente otro agujero original mientras está en marcha el temporizador de retardo, entonces no se inicia ningún temporizador de retardo en ese momento para los paquetes Faltantes en el segundo agujero 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 valores de TSN anteriores al TSN del paquete Faltante asociado al temporizador de retardo) se actualizan según lo mostrado 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 valores de TSN posteriores a TSN. Si la respuesta es sí, entonces el temporizador de retardo se inicia nuevamente y se asocia al paquete Faltante más reciente.

15 Esta realización alternativa reduce a uno el número de temporizadores de retardo que necesitan ser mantenidos por cada entidad de reordenamiento. Sin embargo, esta realización puede duplicar el valor del temporizador de retardo para un 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 siguiente 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 en mayor detalle en los seudocódigos mostrados más adelante.

25 **La FIG. 12** muestra un diagrama de flujo de un proceso global 1200 realizado por una entidad de reordenamiento para recibir paquetes desde la entidad HARQ y entregar paquetes a capas superiores. Inicialmente, los paquetes que han sido correctamente descodificados son recibidos desde la entidad HARQ (etapa 1212). Se detectan luego los paquetes faltantes entre los paquetes recibidos (etapa 1214). Esto puede lograrse en base a los valores de TSN de los paquetes recibidos, según lo descrito anteriormente. Si se detectan paquetes faltantes, entonces se demora la entrega a las capas superiores de los paquetes recibidos después de los paquetes faltantes detectados (etapa 1216). Se toma entonces una determinación, para cada paquete faltante, en cuanto a si es bien (1) recibido posteriormente desde la entidad HARQ o bien (2) está perdido, eliminando sucesivamente canales HARQ que puedan usarse para enviar el paquete faltante, como también se ha descrito anteriormente (etapa 1218). Los paquetes recibidos que han sido demorados por cada paquete faltante se entregan a continuación a las capas superiores después de que se determine si el paquete faltante está perdido o recibido desde la entidad HARQ (etapa 1220).

35 Se muestran a continuación seudocódigos para una implementación específica de los procesos descritos anteriormente en las FIGS. 8 a 11C.

#### **Entidad HARQ Transmisora**

40 Cuando está programado para una (re)transmisión para una cola de prioridad específica, el transmisor:

- 1- si esta es la primera transmisión para el paquete;
- 2 – alternar el indicador de Nuevos Datos;

45 1- fijar el campo IdentificadorCola en la cola de prioridad del paquete en transmisión;  
1- finalizar el procedimiento.

#### Al recibir un ACK:

50 1- descartar el paquete actual en transmisión;  
1- indicar al planificador que esta entidad HARQ está disponible;  
1- finalizar el procedimiento.

#### Entidad HARQ Receptora

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

60 1- si el mensaje de control contiene una indicación de despeje;  
2- gestionar la indicación de despeje para la cola de prioridad indicada en el campo IdentificadorCola (véase más adelante);  
2- finalizar el procedimiento.  
1- iniciar / reiniciar el temporizador de inactividad (TM1) para el canal HARQ identificado

- por el mensaje de control;
- 5 1- si el canal HARQ identificado está en estado Inactivo:  
 2- si NuevosDatosAct tiene el mismo valor que el indicador de Nuevos Datos:  
 3- descartar el paquete recibido;  
 3- enviar un ACK por el enlace ascendente;  
 3- finalizar el procedimiento.
- 10 2- en caso contrario:  
 3- fijar el canal HARQ en el estado Activo;  
 3- fijar NuevosDatosAct en el valor del indicador de Nuevos Datos;  
 3- fijar IdentificadorColaAct en el valor del campo Identificador de Cola;  
 3- almacenar la transmisión del paquete recibido en un almacén temporal de software;
- 15 1- en caso contrario (si el canal HARQ está en el estado Activo):  
 2- si NuevosDatosAct = indicador de Nuevos Datos:  
 3- combinar por software el paquete recibido con las transmisiones anteriores acumuladas en el almacén temporal de software;
- 20 2- en caso contrario:  
 3- descartar los datos actualmente en el almacén temporal de software;  
 3- indicar a la entidad de reordenamiento correspondiente al IdentificadorColaAct que la transacción de paquete está completada (véase más adelante);  
 3- fijar NuevosDatosAct en el valor del indicador de Nuevos Datos;  
 3- fijar IdentificadorColaAct en el valor del campo Identificador de Cola;  
 3- almacenar la transmisión de paquete recibida en el almacén temporal de software;
- 25 1- intentar descodificar el paquete en el almacén temporal de software;
- 30 1- si la descodificación tiene éxito:  
 2- enviar un ACK por el enlace ascendente;  
 2- fijar el canal HARQ en el estado Inactivo;  
 2- entregar el paquete recuperado a la entidad de reordenamiento correspondiente al IdentificadorColaAct (véase más adelante);
- 1- en caso contrario:  
 2- enviar un NAK por el enlace ascendente;
- 35 1- finalizar el procedimiento.

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

- 40 1- descartar los datos actualmente en el almacén temporal de software;  
 1- indicar a la entidad de reordenamiento correspondiente al IdentificadorColaAct que la transacción de paquete ha acabado (véase más adelante);  
 1- fijar el canal HARQ en el estado Inactivo;  
 1- finalizar el procedimiento.

45 Al recibir una indicación de despeje para una cola de prioridad dada:

- 1- para cada canal HARQ con IdentificadorColaAct igual al valor del Identificador de Cola en el mensaje de control para la indicación de despeje:  
 2- no intentar recibir datos;  
 50 2- descartar los datos en el almacén temporal de software;  
 2- fijar el canal HARQ en el estado Inactivo;  
 2- indicar a la entidad de reordenamiento correspondiente al IdentificadorColaAct que la transacción de paquete ha acabado;
- 1- finalizar el procedimiento.

55

**Entidad de Reordenamiento Transmisora**

Cuando la cola de prioridad asociada está programada para la transmisión, la entidad de reordenamiento transmisora:

60

- 1- incrementar BordePrinVenTr;  
 1- fijar el TSN para el nuevo paquete en BordePrinVenTr;

- 1- descartar todo paquete pendiente con  $TSN \leq \text{BordePrinVenTr} - \text{TamañoVentana}$ ;
- 1- despachar el nuevo paquete a la entidad HARQ designada por el planificador;
- 1- finalizar el procedimiento.

## 5 Entidad de Reordenamiento Receptora

**Para la realización en la cual se mantiene un temporizador de retardo para cada agujero original.**  
Cuando un nuevo paquete con TSNr es entregado por la entidad HARQ, la entidad de reordenamiento receptora:

- 10 1- si el paquete recibido está dentro de la ventana receptora  
 (BordePrinVenRc – TamañoVentana  $\leq$  TSNr < BordePrinVenRc):  
 2- para cada TSNi en estado Faltante:  
 3- si TSNi < TSNr:  
 15 4- fijar el elemento en VectorMáscara correspondiente a este canal HARQ en "0";  
 4- si todos los elementos en VectorMáscara son iguales a 0:  
 5- realizar el procedimiento de despeje (véase más adelante) para TSNi
- 20 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):  
 3- si el estado de todos los paquetes dentro de la ventana receptora con  
 TSN < TSNr es Entregado, entonces:  
 25 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 en Entregado;  
 4- para cada TSNj dentro de la ventana receptora, a partir de TSNr + 1:  
 30 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 una capa superior;  
 6- fijar el estado de TSNj como Entregado;  
 6- si un temporizador de retardo está asociado a TSNj,  
 35 entonces detener el temporizador;  
 6- ir al siguiente TSNj;
- 3- en caso contrario:  
 4- fijar el estado de TSNr como Recibido;
- 40 1- en caso contrario (el paquete recibido está fuera de la ventana receptora):  
 2- para cada TSNi en el estado Faltante:  
 3- fijar el elemento en VectorMáscara correspondiente a este canal HARQ  
 en "0";  
 3- si todos los elementos en VectorMáscara son iguales a "0":  
 4- realizar procedimiento de despeje para TSNi
- 45 2- fijar BordePrinVenRc 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 todos los temporizadores de retardo TM2 asociados con los TSN fuera de  
 la ventana receptora;
- 50 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 como Entregado;
- 55 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:  
 60 4- fijar el estado de TSNj en Faltante;  
 4- reiniciar el indicador temporizador\_agotado en "0";  
 4- en el VectorMáscara asociado a TSNj:

5- fijar el elemento correspondiente a este canal HARQ en "0";  
 5- fijar los elementos correspondientes a otros canales HARQ en "1";

1- finalizar el procedimiento;

5 Quando la entidad HARQ indica que una transacción de paquete ha acabado para un canal HARQ específico:

1- para cada TSNi en estado Faltante para el cual el indicador temporizador\_agotado está fijado en 1: 2- fijar el elemento en VectorMáscara correspondiente a este canal HARQ en "0";

10 2- si todos los elementos en VectorMáscara son iguales a "0":  
 3- realizar procedimiento de despeje para TSNi

1- finalizar el procedimiento

15 Quando 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\_agotado en "1";

20 2- considerar la variable VectorMáscara para este TSN;  
 2- para cada entidad HARQ:

3- si la entidad HARQ no está en el estado Activo, o IdentificadorColaAct es distinto a la cola de prioridad de esta entidad de reordenamiento:  
 4- fijar el elemento del VectorMáscara correspondiente a este canal HARQ en "0";

25 1- finalizar el procedimiento;

Procedimiento de Despeje – 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 en Entregado;

30 1- para cada TSNj dentro de la ventana receptora, a partir de TSNi+1:  
 2- si el estado de TSNj es Esperado o Faltante:

35 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;  
 3- fijar el estado de TSNj en Entregado;  
 3- ir al próximo TSNj;

40 1- volver;

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

Quando un nuevo paquete con TSNr es entregado por la entidad HARQ, la entidad de reordenamiento receptora:

45 1- si el paquete recibido está dentro de la ventana receptora  
 (BordePrinVenRc – TamañoVentana  $\leq$  TSNr < BordePrinVenRc):

2- para cada TSNi en estado Faltante:

50 3- si  $TSNi < TSNr$ :  
 4- fijar el elemento en VectorMáscara correspondiente a este canal HARQ en "0";  
 4- si todos los elementos en VectorMáscara son iguales a 0:  
 5- realizar procedimiento de despeje (véase más adelante) para TSNi

55 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):

60 3- si el estado de todos los paquetes dentro de la ventana receptora con  $TSN < TSNr$  es Entregado, entonces:  
 4- si un temporizador de retardo (TM2) asociado a TSNr está iniciado, entonces detener el temporizador;  
 4- entregar el paquete a las capas superiores;

- 5
- 4- fijar el estado de TSNr en 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:
      - 6- entregar los datos para TSNj a la capa superior;
      - 6- fijar el estado de TSNj en Entregado;
      - 6- si un temporizador de retardo está asociado al TSNj, entonces detener el temporizador;
- 10
- 6- ir al próximo TSNj;
  - 3- en caso contrario:
    - 4- fijar el estado de TSNr en Recibido;
- 15
- 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 HARQ en "0";
      - 3- si todos los elementos en VectorMáscara son iguales a "0":
        - 4- realizar procedimiento de despeje para TSNi
- 20
- 2- fijar BordePrinVenRc 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;
- 25
- 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;
- 30
- 2- en caso contrario:
    - 3- fijar el estado de TSNr en Recibido;
    - 3- si el temporizador de retardo TM2 para esta entidad de reordenamiento no está en marcha, entonces:
      - 4- iniciar un temporizador de retardo TM2 asociado a TSNr-1;
- 35
- 3- para cada TSNj dentro de la ventana receptora con TSNj < TSNr, con estado Esperado:
    - 4- fijar el estado de TSNj en Faltante;
    - 4- reiniciar el indicador temporizador\_agotado en "0";
    - 4- en el VectorMáscara asociado a TSNj:
      - 5- fijar el elemento correspondiente a este canal HARQ en "0";
      - 5- fijar los elementos correspondientes a otros canales HARQ en "1";
- 40
- 1- finalizar el procedimiento;

Quando la entidad HARQ indica que una transacción de paquete ha acabado para un canal HARQ específico:

- 45
- 1- para cada TSNi en estado Faltante para el cual el indicador temporizador\_agotado está fijado en 1:
    - 2- fijar el elemento en VectorMáscara correspondiente a este canal HARQ en "0";
  - 2- si todos los elementos en VectorMáscara son iguales a "0":
    - 3- realizar procedimiento de despeje para TSNi
- 50
- 1- finalizar el procedimiento

Quando expira un temporizador de retardo (TM2):

- 55
- 1- considerar cada TSN en estado Faltante, con TSN <= el TSN asociado al temporizador:
    - 2- fijar el indicador temporizador\_agotado en "1";
    - 2- considerar la variable VectorMáscara para este TSN;
    - 2- para cada entidad HARQ:
      - 3- si la entidad HARQ no está en estado Activo o el IdentificadorColaAct es distinto a la cola de prioridad de esta entidad de reordenamiento:
        - 4- fijar el elemento del VectorMáscara correspondiente a este canal HARQ en "0";
- 60

- 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- finalizar el procedimiento;

5

Procedimiento de despeje – cuando todos los elementos en el 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 en Entregado;

10

- 1- para cada TSNj dentro de la ventana receptora, a partir de TSNi+1:
  - 2- si el estado de TSNj es Esperado o Faltante:

15

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

20

- 1- volver;

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. Pueden contemplarse también otras implementaciones, como reconocería alguien versado en la tecnología, en base a las revelaciones descritas en el presente documento, y estas otras diversas implementaciones también están dentro del alcance de la invención.

25

Las técnicas descritas en el presente documento pueden usarse para proporcionar prestaciones mejoradas de evitación de demora para sistemas con 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 W-CDMA, sistemas cdma2000, etc. Estas técnicas también pueden usarse para otros tipos de sistemas de comunicación (p. ej., sistemas de TDMA y FDMA).

30

**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., dotados de formato, 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 de estándares aplicables para el W-CDMA Versión 5, incluyendo TS.25-321 V5.0.0, TS.25-308 V5.2.0 y TS.25-212 V5.0.0, todos los cuales se incorporan al presente documento por referencia. Estos y otros documentos para el W-CDMA, Versión 5, están públicamente disponibles.

35

40

Los datos procesados se proporcionan luego a un modulador (MOD) 1314 y se procesan adicionalmente (p. ej., se canalizan, se ensanchan, etc.) para proporcionar datos modulados. Una unidad transmisora (TRMR) 1316 convierte luego los datos modulados en una o más señales analógicas, que son acondicionadas adicionalmente (p. ej., amplificadas, filtradas y aumentadas en frecuencia) para proporcionar una señal del enlace descendente. La señal del enlace descendente se encamina a través de un duplexador (D) 1322 y se transmite mediante una antena 1324 al UE designado.

45

En el UE, la señal del enlace descendente es recibida por una antena 1352, encaminada a través de un duplexador 1354 y suministrada a una unidad receptora (RCPR) 1356. La unidad receptora 1356 acondiciona (p. ej., filtra, amplifica y reduce 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 puede procesar múltiples instancias (o componentes 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 RX es complementario al procesamiento por el modulador 1314 y el procesador 1312 de datos TX, respectivamente.

55

En una realización, el procesador 1360 de datos RX realiza el procesamiento para la capa física y parte de la capa MAC (p. ej., la entidad HARQ), y un controlador 1370 realiza algo del procesamiento para la capa MAC (p. ej., la entidad de reordenamiento) e implementa adicionalmente parte del HARQ. Para esta realización, el procesador 1360 de datos RX puede proporcionar (1) los datos descodificados para cada paquete correctamente descodificado, (2) el

60

estado de cada transmisión de paquete (p. ej., ACK o NAK), (3) indicaciones de temporizadores expirados de inactividad y retardo, etc. El controlador 1370 puede detectar luego 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 TX la respuesta adecuada ACK / NAK para la operación de HARQ.

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

10 En el Nodo B, la señal del enlace ascendente es recibida por la antena 1324, encaminada a través del duplexador 1322 y proporcionada 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 RX 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.

15 Un controlador 1330 recibe la respuesta ACK / NAK desde el procesador 1346 de datos RX 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 de HARQ. Los códigos y datos de programa requeridos por los controladores 1330 y 1370 pueden almacenarse en las unidades 1332 y 1372 de memoria, respectivamente.

20 Las técnicas descritas en el presente documento para mejorar las prestaciones de la evitación de demora 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) pueden implementarse dentro de uno o más circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC), procesadores de señales digitales (DSP), dispositivos de procesamiento de señales digitales (DSPD), dispositivos lógicos programables (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.

25 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 ejecutadas 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 tecnología.

30 La anterior descripción de las realizaciones reveladas se proporciona para permitir a cualquier persona versada en la tecnología hacer o usar la presente invención. Diversas modificaciones a estas realizaciones serán inmediatamente evidentes a aquellos versados en la tecnología, y los principios genéricos definidos en el presente documento pueden aplicarse a otras realizaciones. Así, la presente invención no está concebida para limitarse a las realizaciones mostradas en el presente documento, sino que debe concedérsele el más amplio alcance coherente con los principios y características novedosas reveladas en el presente documento.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Un procedimiento para suministrar datos recuperados por una entidad híbrida de retransmisión automática (HARQ) en el orden adecuado a las capas superiores en un sistema de comunicación CDMA, que comprende:
- recibir paquetes de la entidad HARQ, **caracterizado por** las etapas de:
- 10 detectar paquetes faltantes entre los paquetes recibidos;  
demorar la entrega de los paquetes recibidos después de los paquetes faltantes detectados;  
determinar si cada paquete faltante está o recibido posteriormente desde la entidad HARQ o perdido, eliminando sucesivamente los canales HARQ que puedan usarse para enviar el paquete faltante; y  
entregar los paquetes recibidos, demorados por cada paquete faltante, después de que se determina que el paquete faltante está perdido o ha sido recibido desde la entidad HARQ.
- 15 2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el cual un canal HARQ es eliminado si está inactivo durante un periodo temporal específico.
- 20 3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el cual un canal HARQ es eliminado si se recupera un paquete enviado por el canal HARQ.
- 25 4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el cual un canal HARQ es eliminado si se detecta un nuevo paquete como enviado por el canal HARQ.
5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el cual un canal HARQ es eliminado si se recibe una indicación para despejar el canal HARQ.
- 30 6. El procedimiento de la reivindicación 1, en el cual cada canal HARQ está identificado por un campo en un mensaje de control.
7. El procedimiento de la reivindicación 1, en el cual el sistema de comunicación CDMA es un sistema W-CDMA.
8. El procedimiento de la reivindicación 1, en el cual, para cada paquete faltante, el procedimiento comprende adicionalmente las etapas de:
- 35 determinar un conjunto de canales HARQ candidatos que pueden usarse para enviar el paquete faltante, retirar cada canal HARQ candidato en el conjunto tras completar una transacción pendiente en el canal HARQ, declarar que el paquete faltante está perdido si todos los canales HARQ candidatos son retirados del conjunto, y suministrar los paquetes recibidos, demorados por el paquete faltante, si se declara que el paquete faltante está perdido, o es posteriormente recibido desde la entidad HARQ.
- 40 9. El procedimiento de la reivindicación 8, en el cual los paquetes se transmiten en orden secuencial en base a los números de secuencia de transmisión (TSN) asignados a los paquetes.
- 45 10. El procedimiento de la reivindicación 9, en el cual los paquetes faltantes se detectan en base a los TSN de los paquetes recibidos.
11. El procedimiento de la reivindicación 8, en el cual el conjunto de canales HARQ candidatos para cada paquete faltante incluye canales HARQ que están activos en el momento en que se detecta el paquete faltante.
- 50 12. El procedimiento de la reivindicación 11, en el cual un canal HARQ se considera activo si al menos una transmisión de paquete ha sido recibida por el canal HARQ.
- 55 13. El procedimiento de la reivindicación 8, en el cual el conjunto de canales HARQ candidatos para cada paquete faltante incluye canales HARQ que están activos en un instante que es un retardo específico del momento en que se detecta el paquete faltante.
14. El procedimiento de la reivindicación 13, en el cual el retardo específico está determinado por un temporizador que se inicia cuando se detecta el paquete faltante.
- 60 15. El procedimiento de la reivindicación 14, en el cual se mantiene un temporizador para todos los paquetes faltantes detectados en cualquier momento dado.

16. El procedimiento de la reivindicación 13, en el cual el retardo específico se selecciona para garantizar una alta probabilidad de recibir al menos una transmisión de paquete por un canal HARQ.
- 5 17. El procedimiento de la reivindicación 8, en el cual el conjunto de canales HARQ candidatos para cada paquete faltante se indica por un vector máscara con un elemento para cada canal HARQ que pueda usarse para la transmisión de datos en paquetes.
- 10 18. El procedimiento de la reivindicación 8, en el cual una transacción pendiente en un canal HARQ se considera completada si el canal HARQ está inactivo durante un periodo temporal específico.
- 15 19. El procedimiento de la reivindicación 18, que comprende adicionalmente:  
mantener un temporizador de inactividad para cada canal HARQ con una transacción pendiente, en el que la transacción pendiente en el canal HARQ se considera completada si expira el temporizador de inactividad.
- 20 20. El procedimiento de la reivindicación 19, en el cual el temporizador de inactividad para cada canal HARQ se reinicializa siempre que se recibe una transmisión de paquete por el canal HARQ.
- 25 21. El procedimiento de la reivindicación 18, en el cual el periodo temporal específico se selecciona para garantizar una alta probabilidad de recibir al menos dos transmisiones de paquete por el canal HARQ.
- 30 22. El procedimiento de la reivindicación 8, en el cual una transacción pendiente en un canal HARQ se considera completada si se recupera un paquete del canal HARQ.
- 35 23. El procedimiento de la reivindicación 8, en el cual una transacción pendiente en un canal HARQ se considera completada si se detecta un nuevo paquete a enviar por el canal HARQ.
- 40 24. El procedimiento de la reivindicación 23, en el cual se detecta el nuevo paquete en base a un cambio en un indicador de Nuevos Datos enviado con cada transacción de paquete.
- 45 25. El procedimiento de la reivindicación 8, en el cual una transacción pendiente en un canal HARQ se considera completada si se recibe una indicación para despejar el canal HARQ.
- 50 26. El procedimiento de la reivindicación 8, en el cual el sistema de comunicación CDMA es un sistema W-CDMA.
- 55 27. El procedimiento de la reivindicación 8, en el cual el sistema de comunicación CDMA es un sistema cdma2000.
- 60 28. El procedimiento de la Reivindicación 1, en el cual la etapa de recibir paquetes comprende adicionalmente:  
mantener un temporizador de inactividad para cada uno entre una pluralidad de canales HARQ que pueden usarse para la transmisión de datos; y  
en el que la etapa de suministrar los paquetes recibidos demorados por cada paquete faltante después de que el paquete faltante es o recibido, o determinado como perdido, se basa en los temporizadores de inactividad para canales HARQ.
29. El procedimiento de la reivindicación 28, en el cual el temporizador de inactividad para cada canal HARQ se reinicia siempre que se recibe una transmisión de paquete por el canal HARQ.
30. El procedimiento de la reivindicación 28, en el cual la duración de cada temporizador de inactividad se selecciona para garantizar una alta probabilidad de recibir al menos dos transacciones de paquetes por el canal HARQ.
31. Una memoria acoplada comunicativamente con un dispositivo de procesamiento de señales digitales (DSPD) y que comprende información digital que, al ser ejecutada en el dispositivo de procesamiento, realiza todas las etapas del procedimiento de cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 30.
32. Un aparato para su uso en un sistema de comunicación CDMA, con un mecanismo híbrido de retransmisión automática (HARQ), que comprende:  
medios para recibir (1212) paquetes desde una entidad HARQ;  
medios para detectar (1214) paquetes faltantes entre los paquetes recibidos;  
medios para demorar la entrega (1216) de paquetes recibidos después de los paquetes faltantes detectados;  
medios para determinar (1218) si cada paquete faltante está perdido o ha sido recibido posteriormente desde la

entidad HARQ, eliminando sucesivamente los canales HARQ que pueden usarse para enviar el paquete faltante; y medios para suministrar (1220) los paquetes recibidos, demorados por cada paquete faltante después de que se determina que el paquete faltante está perdido o ha sido recibido desde la entidad HARQ.

- 5 33. El aparato de la reivindicación 32, adaptado adicionalmente para eliminar un canal HARQ si está inactivo durante un periodo temporal específico.
- 10 34. El aparato de la reivindicación 32, adaptado adicionalmente para eliminar un canal HARQ si se recupera un paquete enviado por el canal HARQ.
- 15 35. El aparato de la reivindicación 32, adaptado adicionalmente para eliminar un canal HARQ si se detecta un nuevo paquete a enviar por el canal HARQ.
- 20 36. El aparato de la reivindicación 32, adaptado adicionalmente para eliminar un canal HARQ si se recibe una indicación para despejar el canal HARQ.
- 25 37. El aparato de la reivindicación 23 en el cual dicho medio para recibir comprende adicionalmente medios para mantener un temporizador de inactividad para cada uno entre una pluralidad de canales HARQ que pueden usarse para la transmisión de datos; y en el cual dicho medio para suministrar paquetes recibidos, demorados por cada paquete faltante, después de que el paquete faltante es o recibido o determinado como perdido, se basa en los temporizadores de inactividad para canales HARQ.
38. Un receptor para su uso en un sistema de comunicación CDMA con un mecanismo híbrido de retransmisión automática (HARQ), que comprende el aparato de cualquiera de las reivindicaciones 32 a 37.
39. Un terminal para su uso en un sistema de comunicación CDMA con un mecanismo híbrido de retransmisión automática (HARQ), que comprende el aparato de cualquiera de las Reivindicaciones 32 a 37.

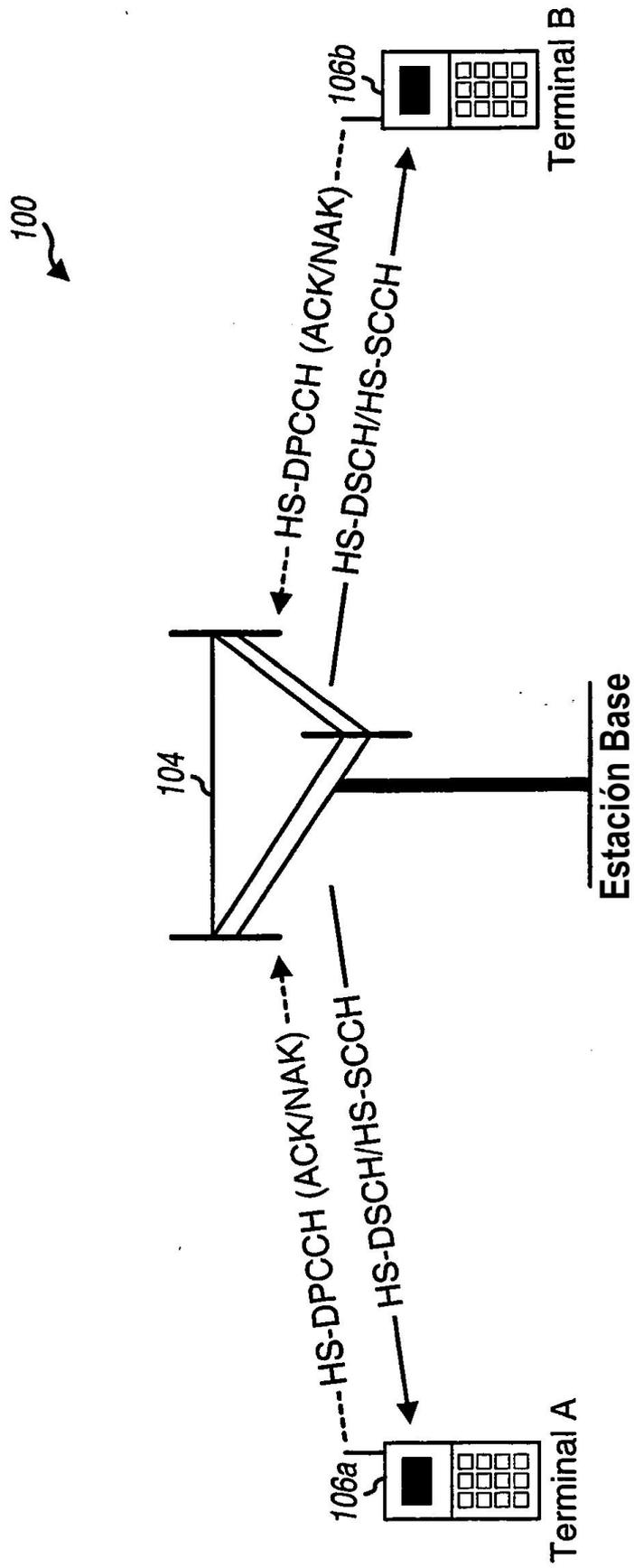


FIG. 1

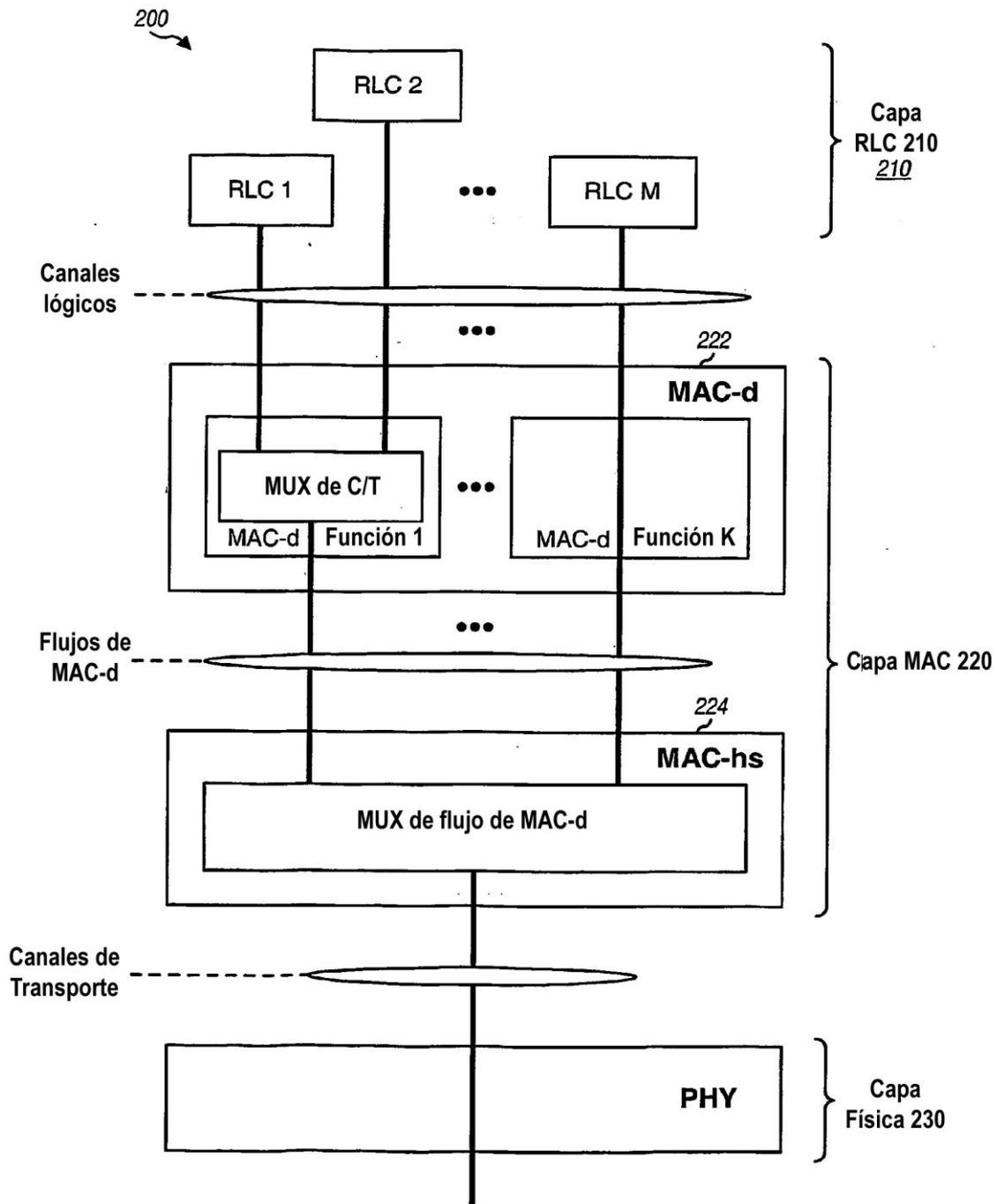


FIG. 2

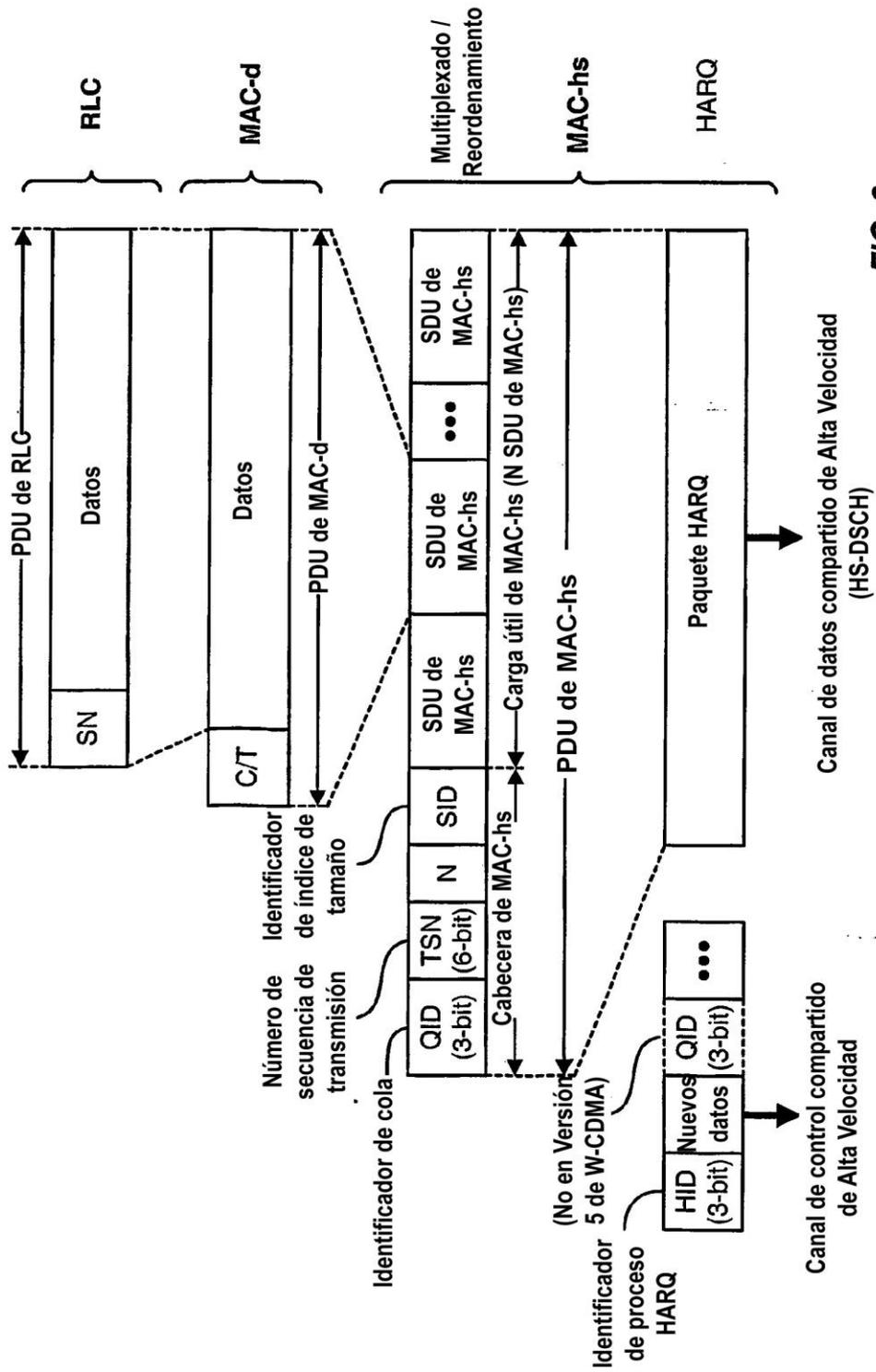


FIG. 3

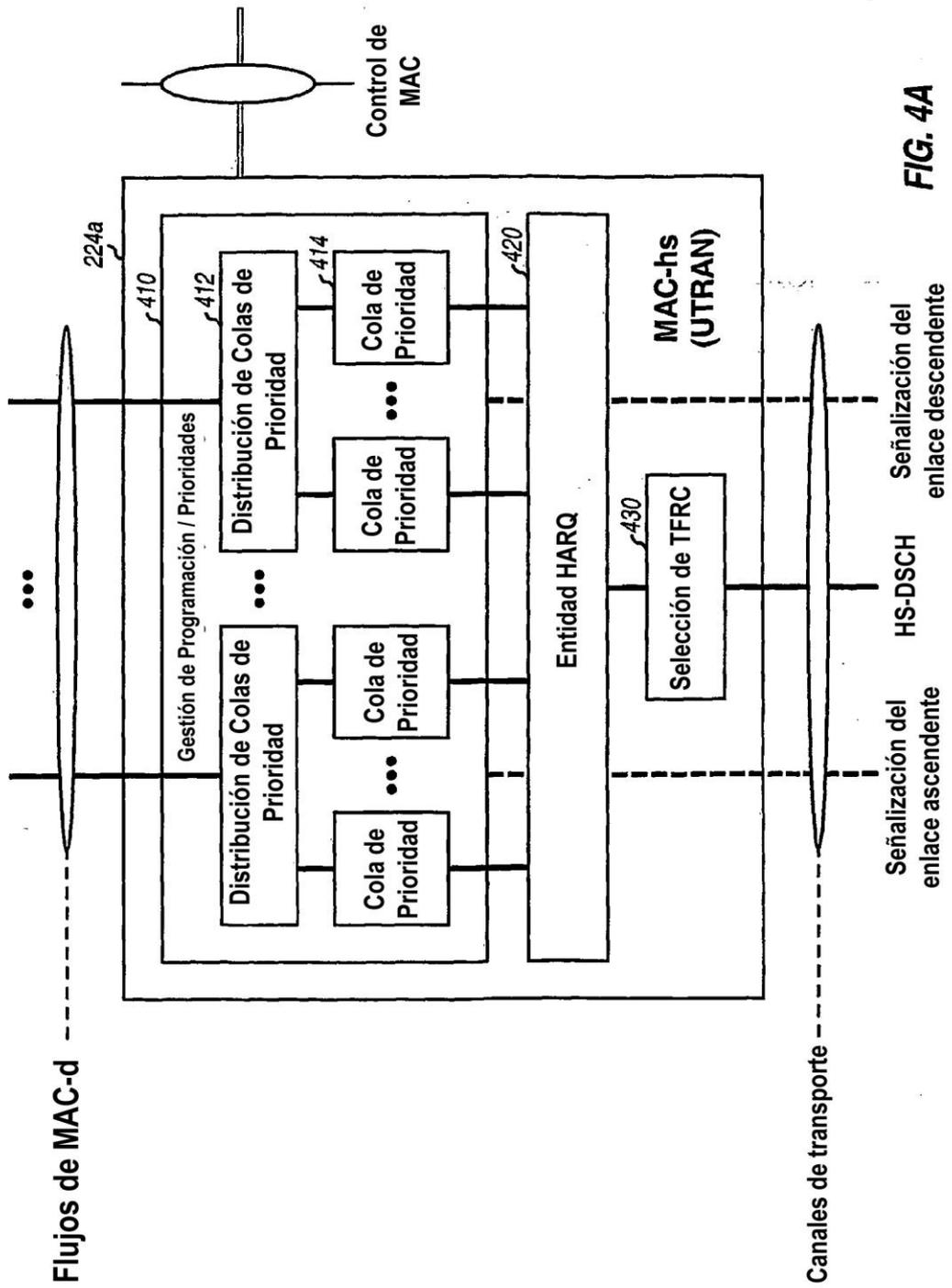


FIG. 4A

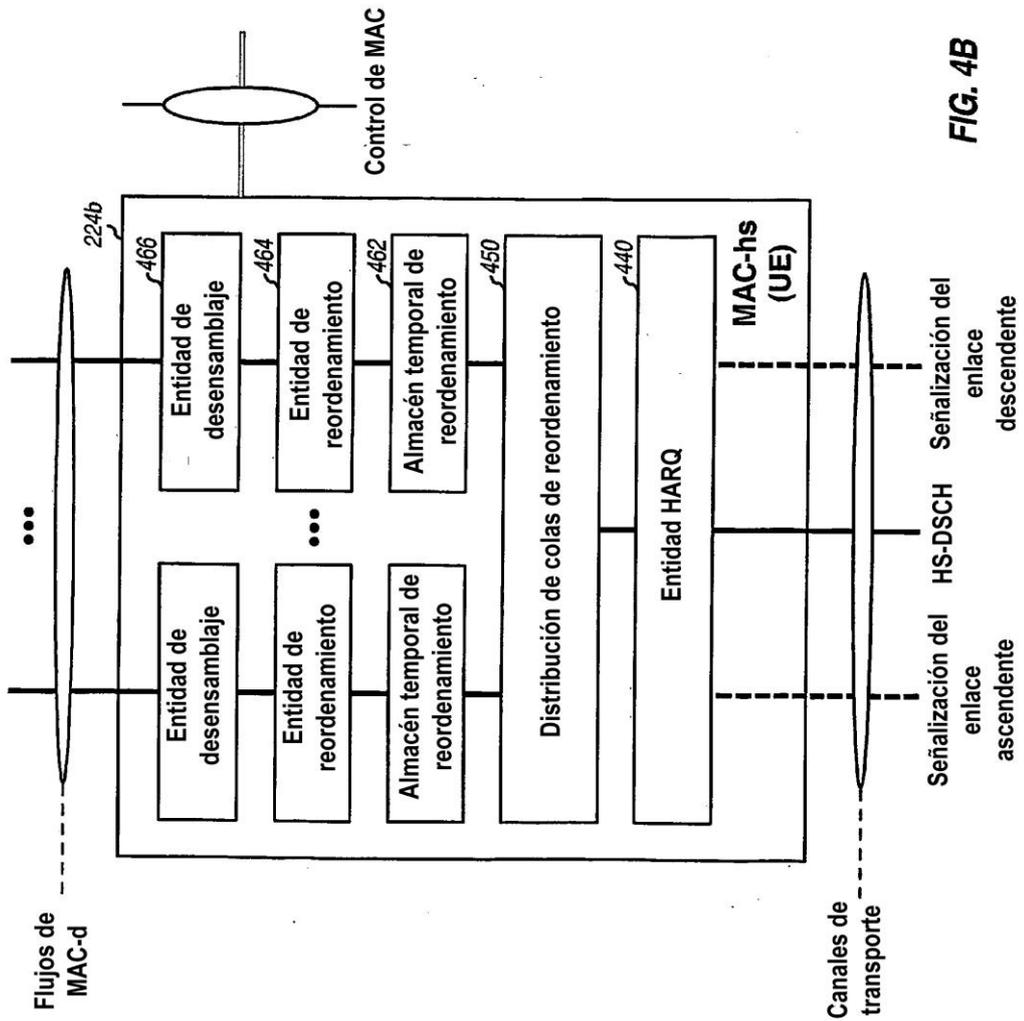


FIG. 4B

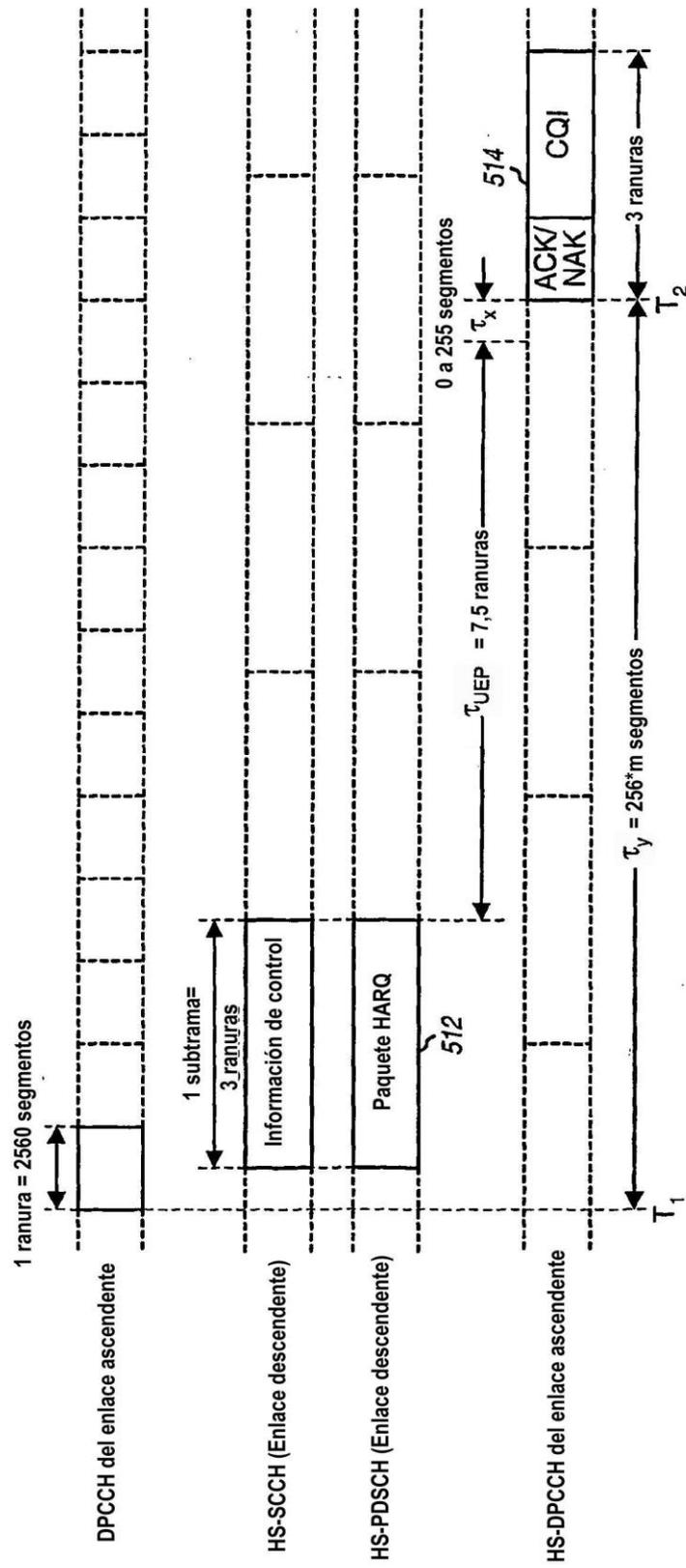
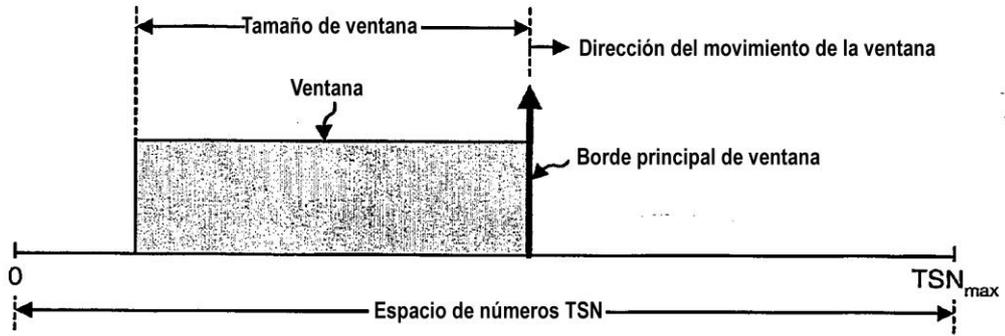
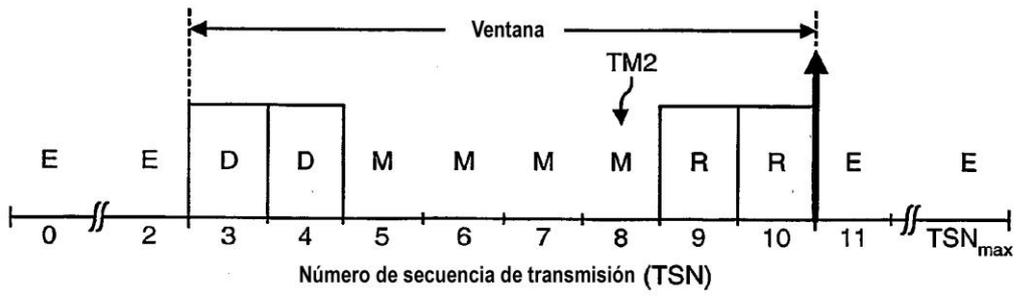


FIG. 5

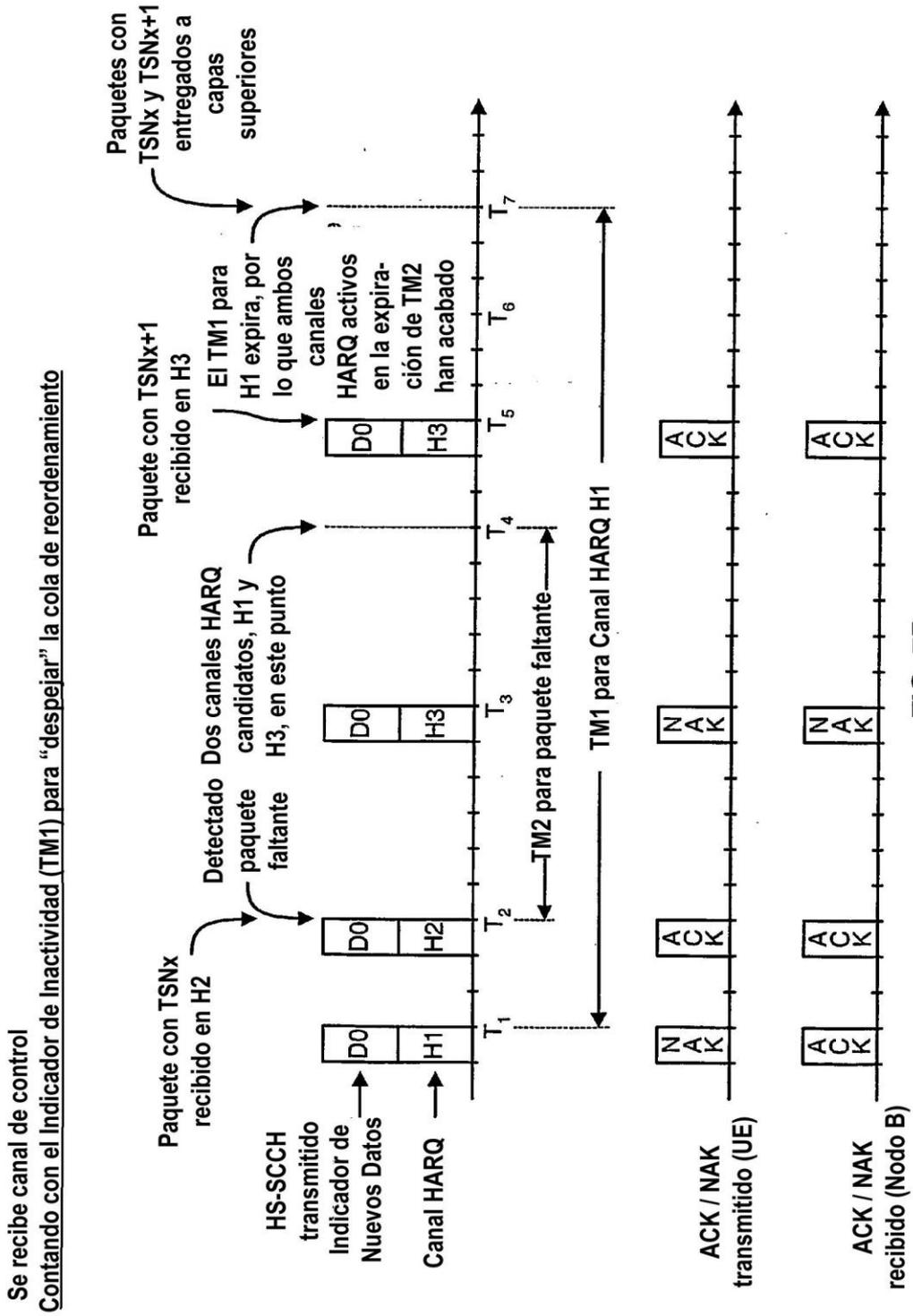


**FIG. 6A**

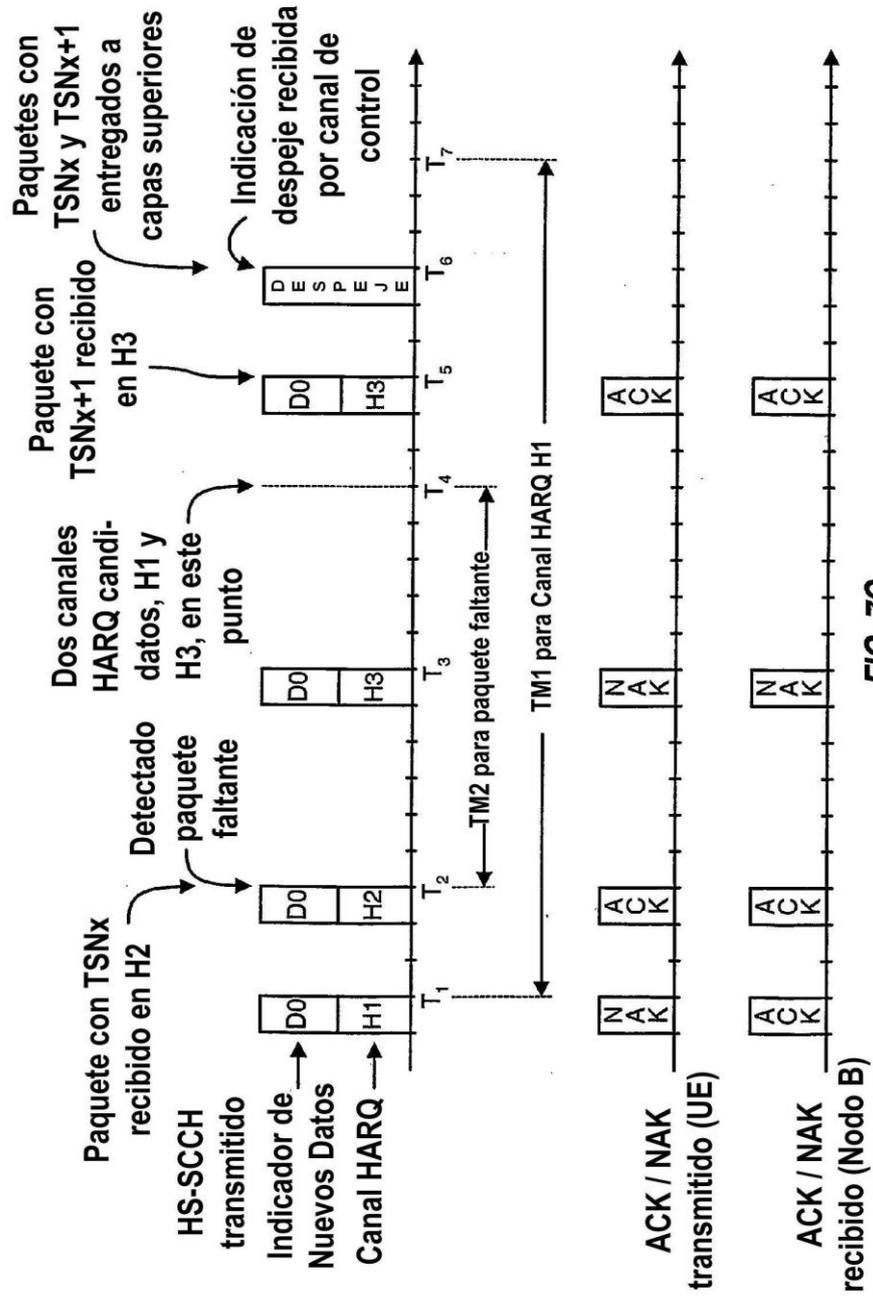


**FIG. 6B**





**Se recibe canal de control  
Usando el Indicador de Despeje para "despejar" los canales HARQ**



**FIG. 7C**

Canal de control NO es recibido  
DTX para error de NAK en el enlace ascendente

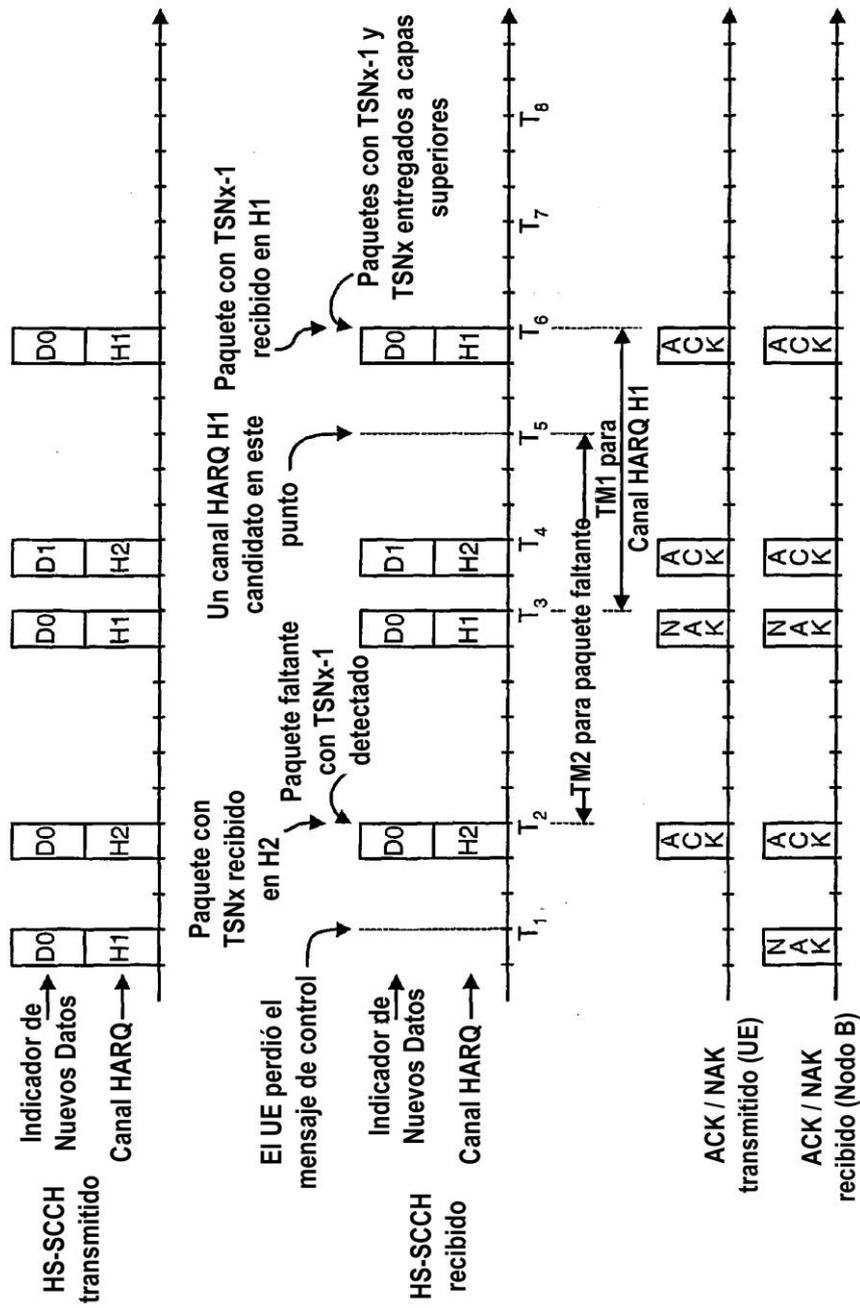


FIG. 7D

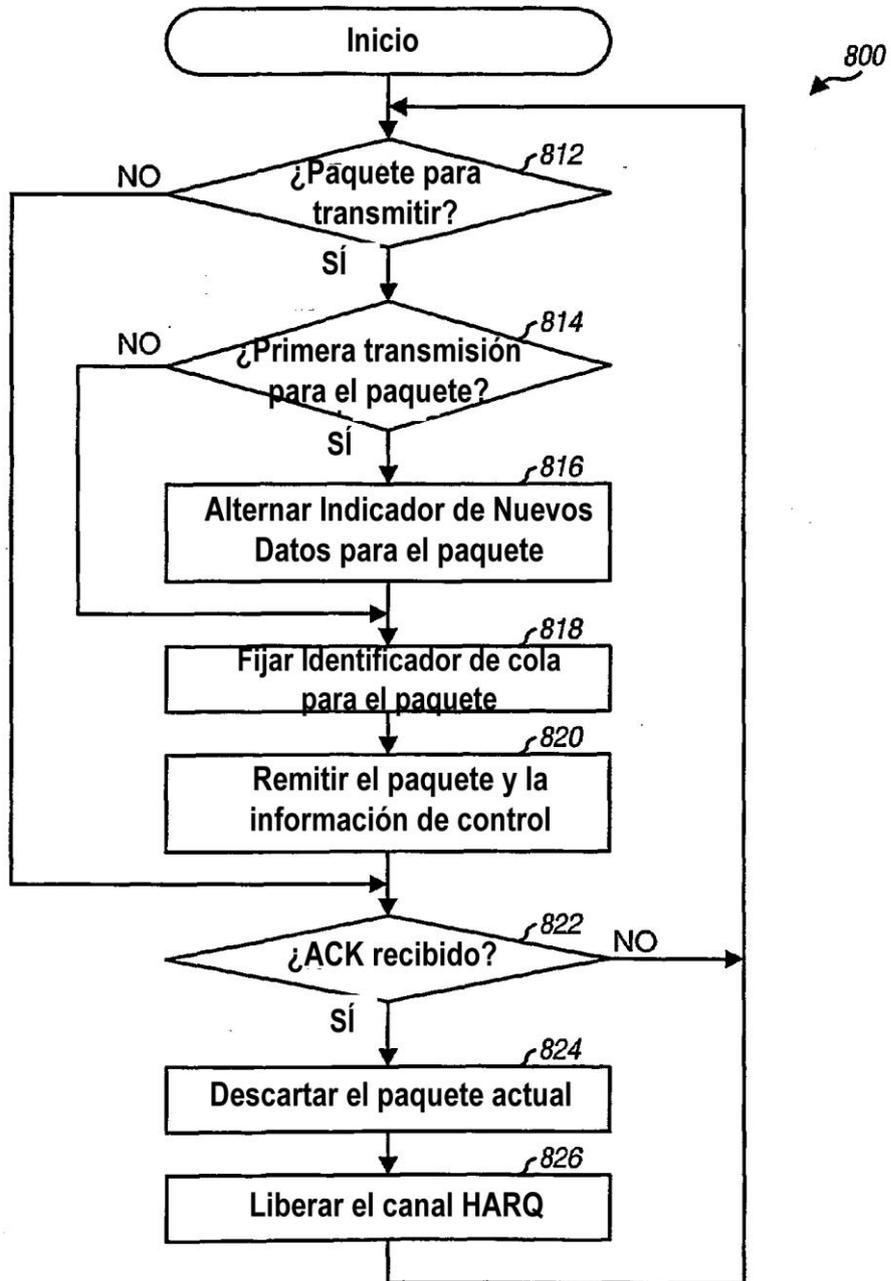


FIG. 8

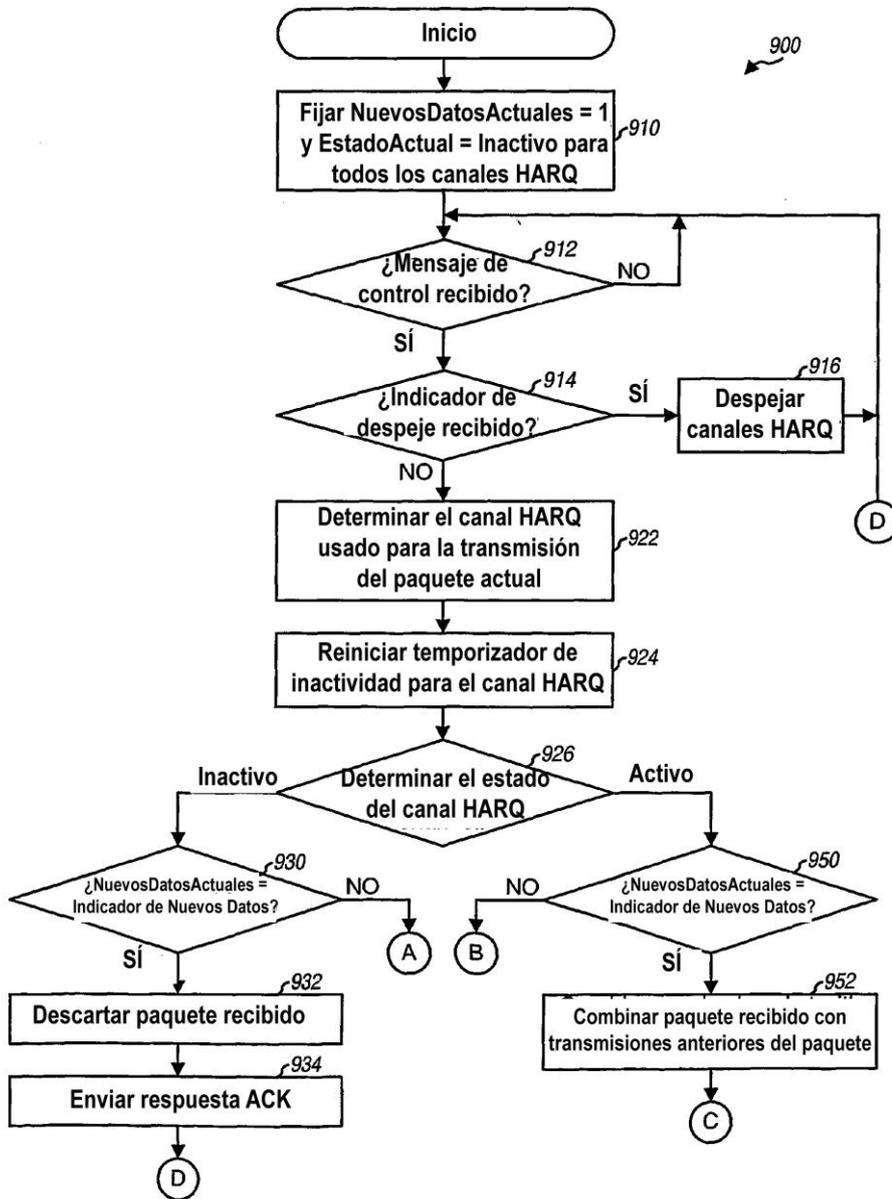


FIG. 9A

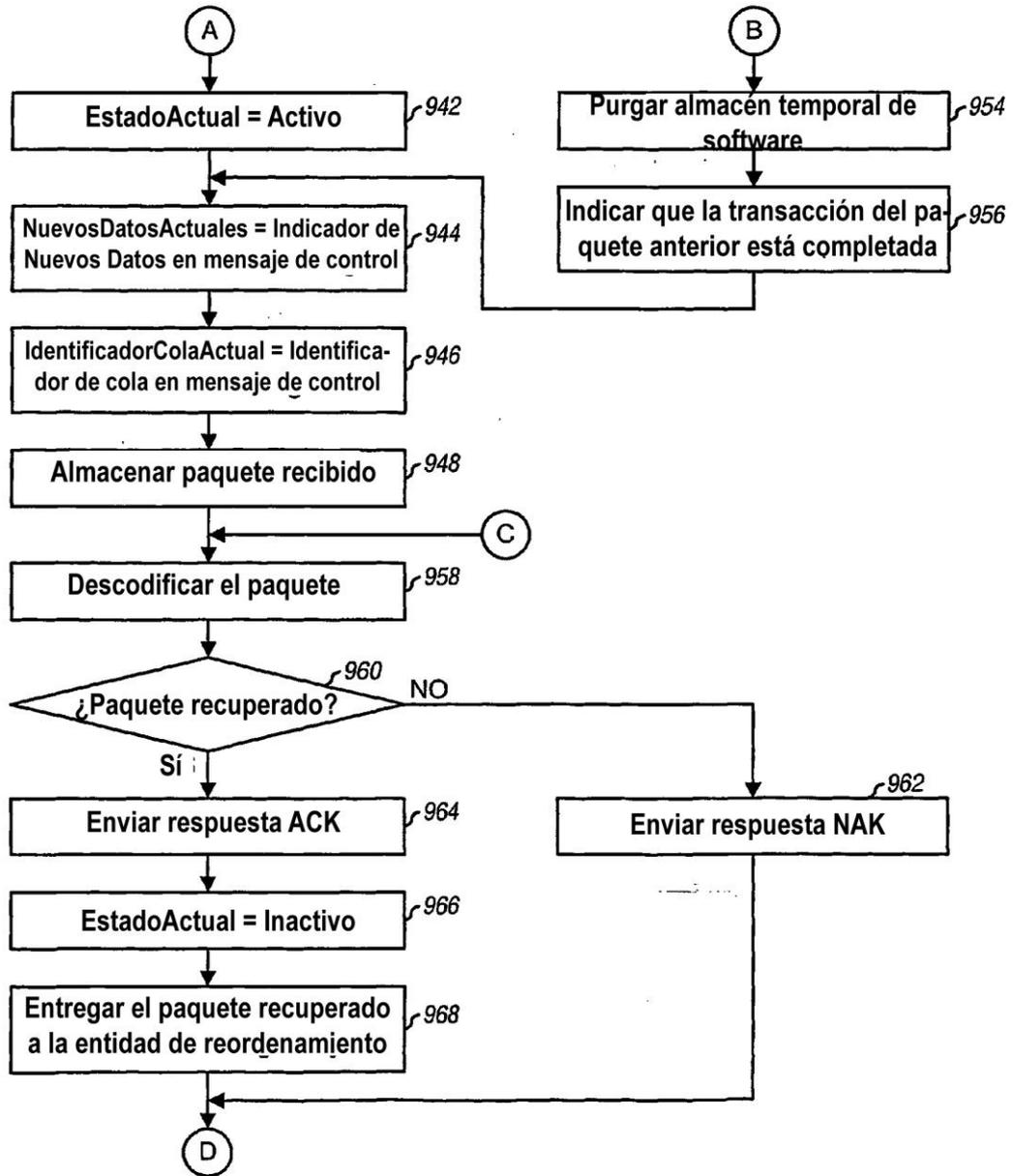
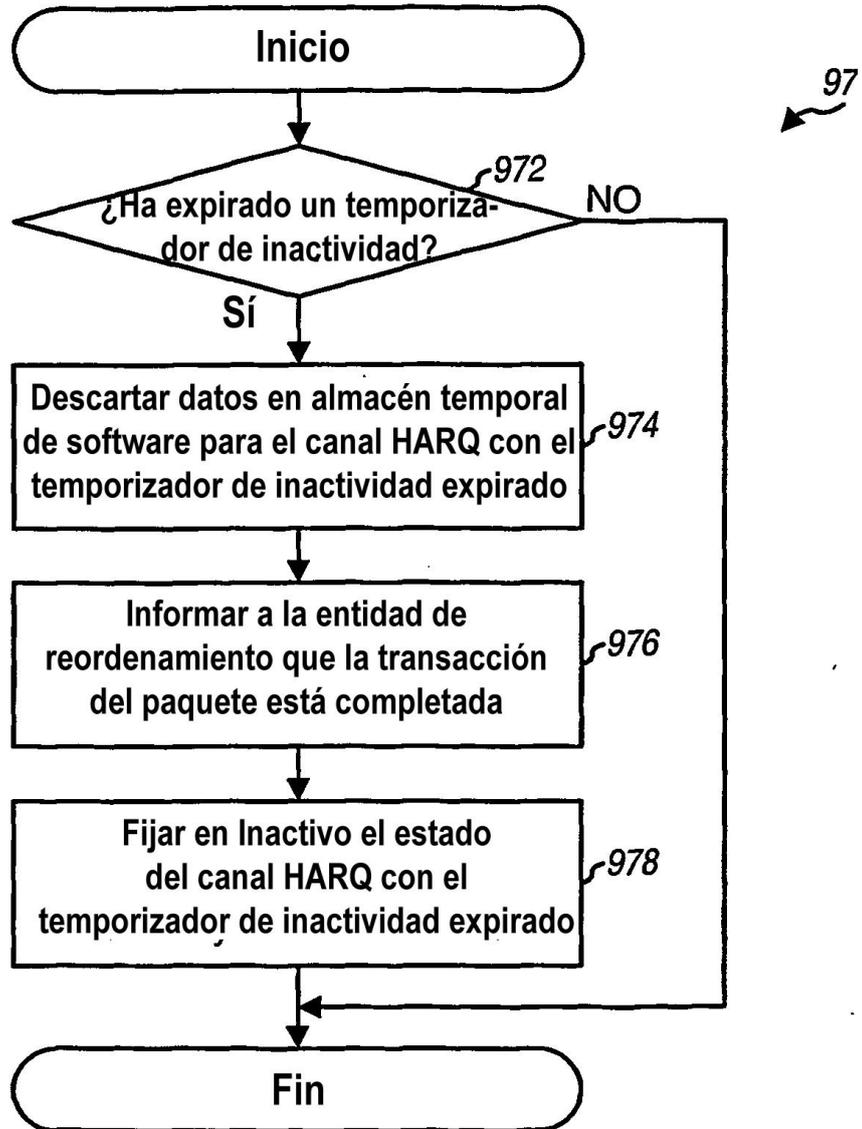


FIG. 9B



**FIG. 9C**

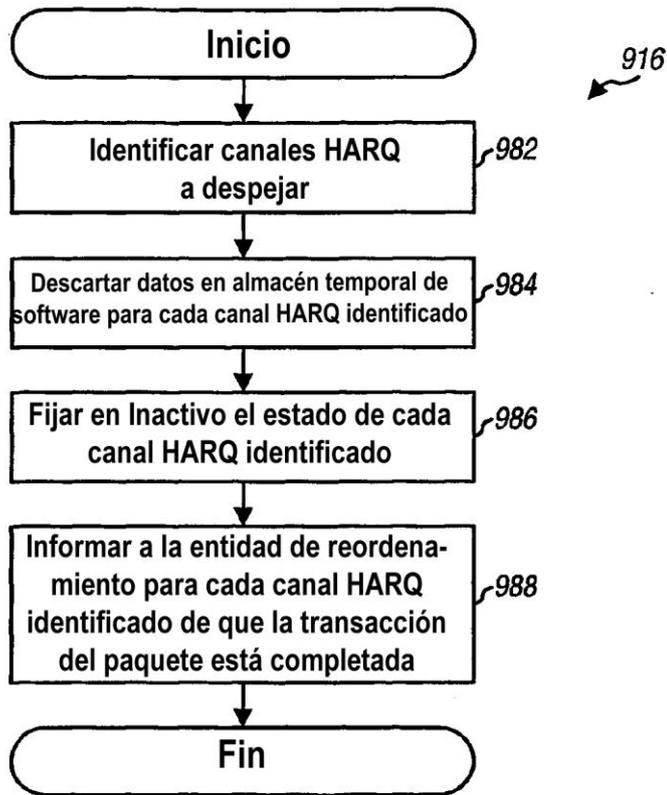


FIG. 9D

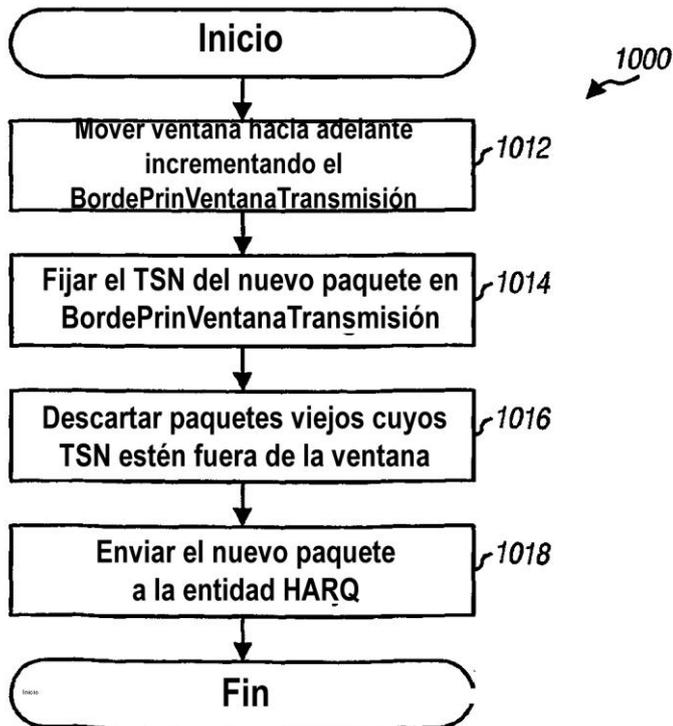


FIG. 10

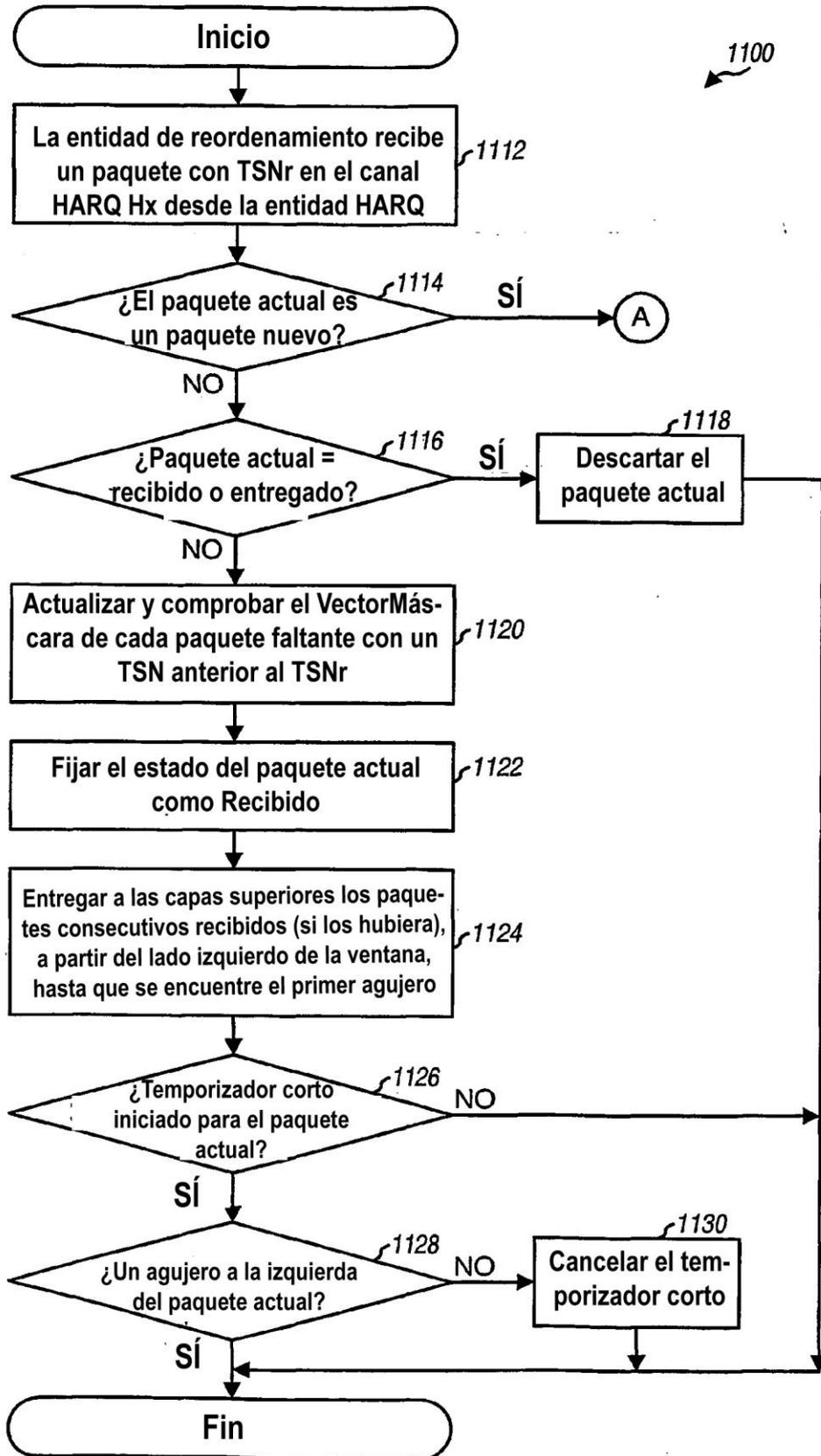


FIG. 11A

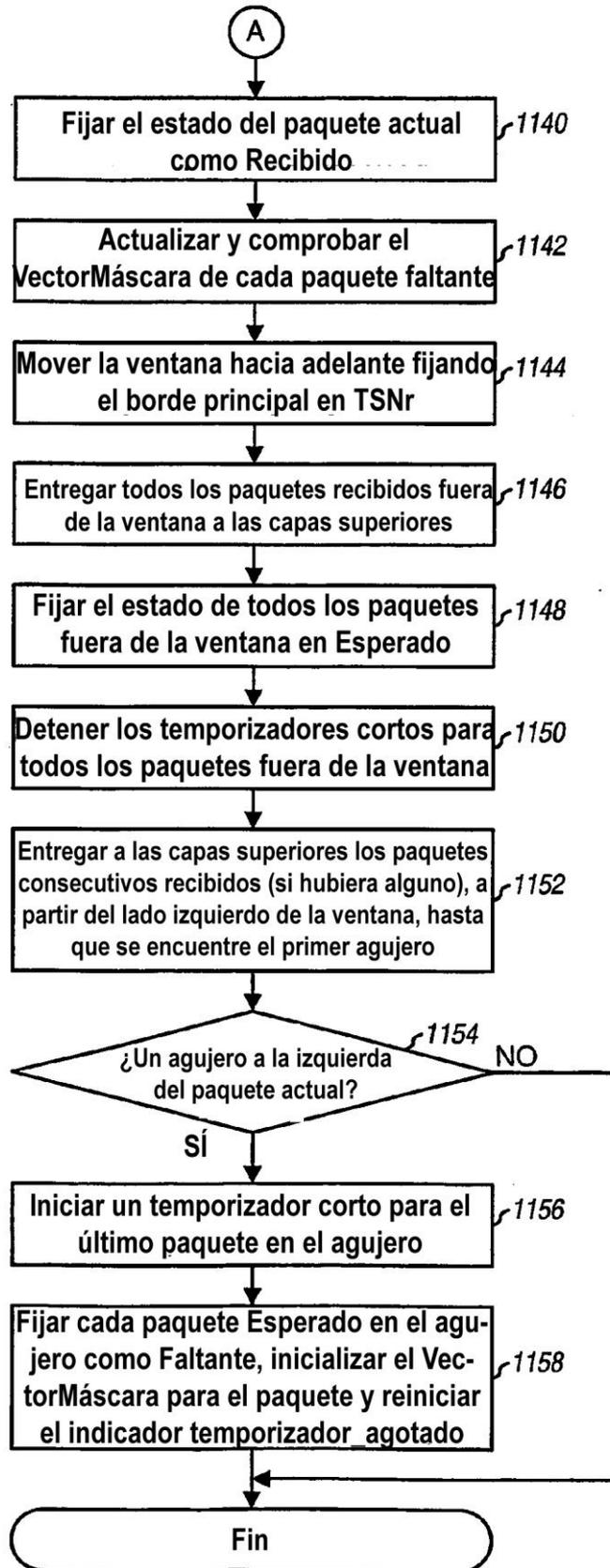
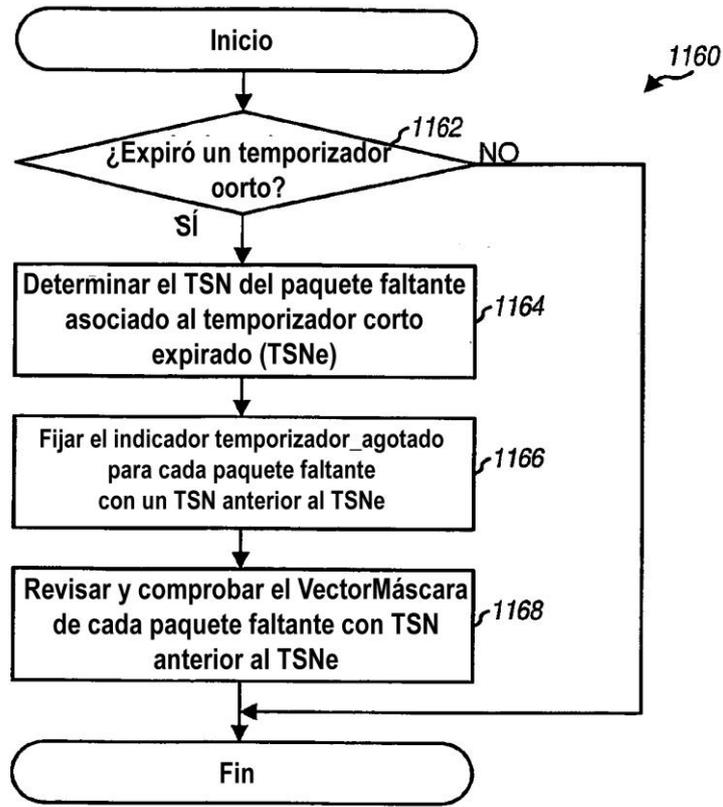
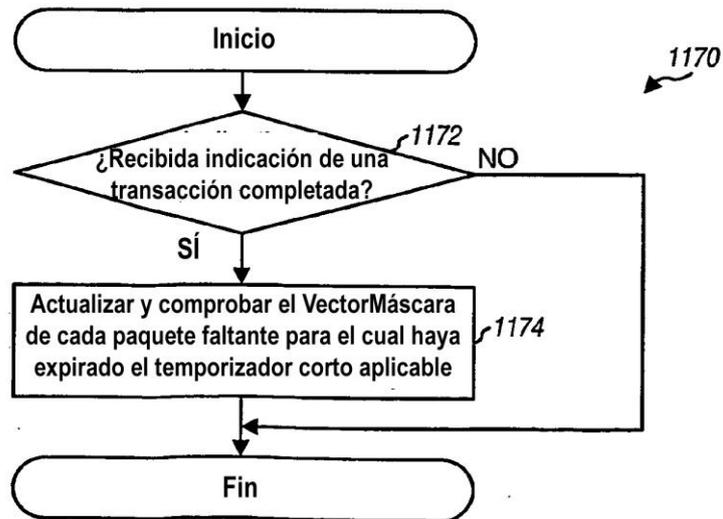


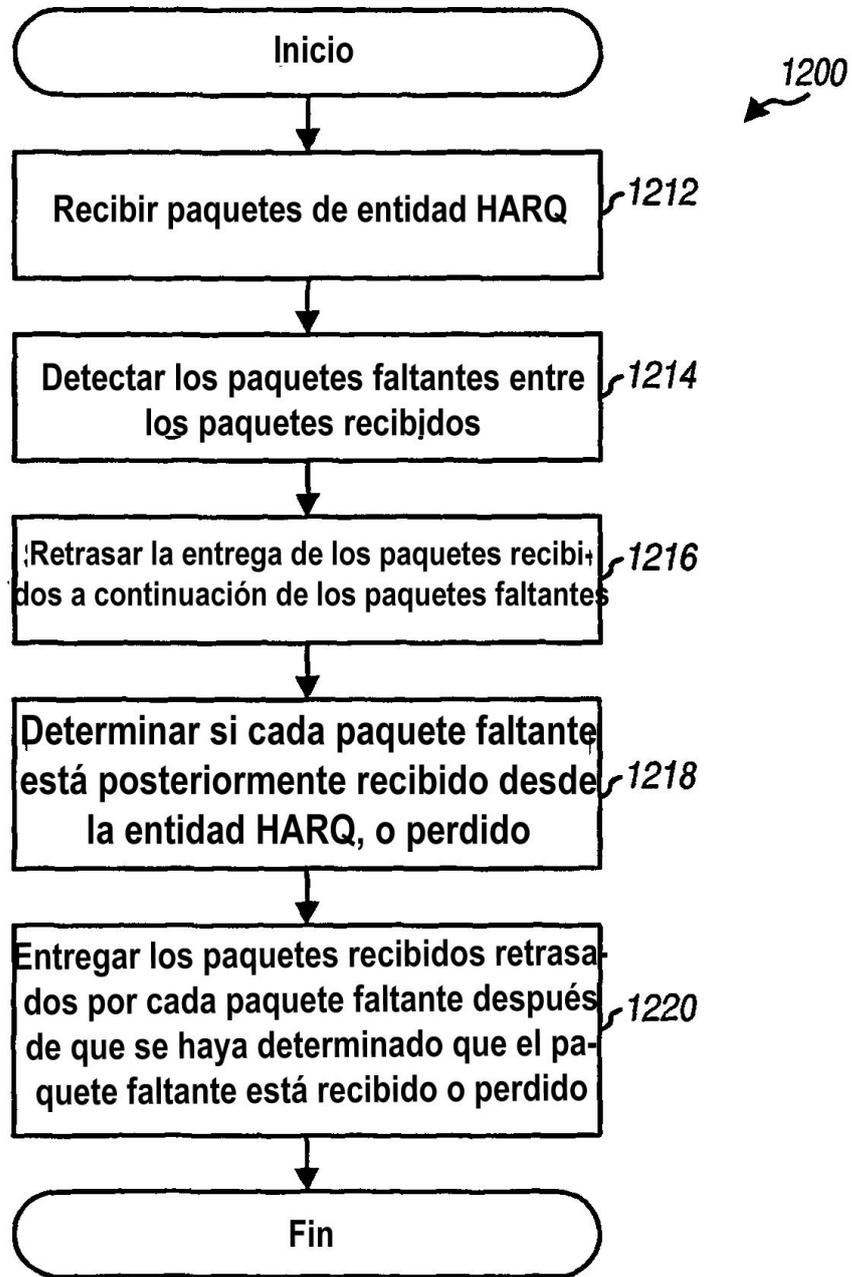
FIG. 11B



**FIG. 11C**



**FIG. 11D**



**FIG. 12**

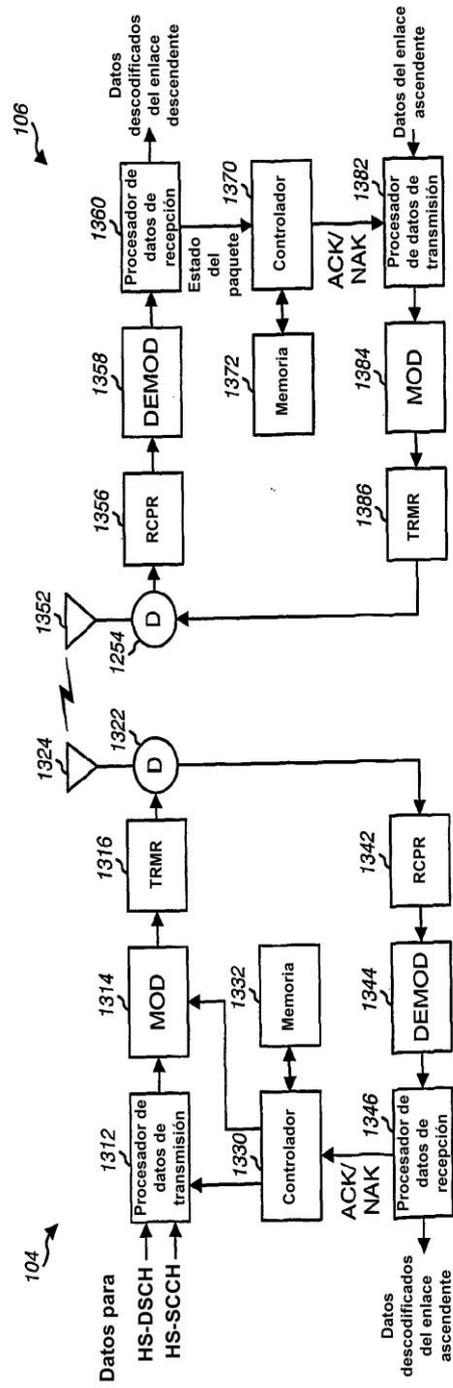


FIG. 13