



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 361 426**

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06124204 .6**

96 Fecha de presentación : **08.10.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1758286**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.02.2007**

54

Título: **Evitación de condiciones dilatorias y de ambigüedad del número de secuencia en un protocolo de petición de repetición automática.**

30

Prioridad: **19.10.2001 SE 0103506**
23.05.2002 US 152986

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.06.2011

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.06.2011

73

Titular/es: **Telefonaktiebolaget LM Ericsson (publ)**
164 83 Stockholm, SE

72

Inventor/es: **Peisa, Janne y**
Torsner, Johan

74

Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 361 426 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

Evitación de condiciones dilatorias y de ambigüedad del número de secuencia en un protocolo de petición de repetición automática

Campo de la invención

- 5 La presente invención está relacionada con comunicaciones de datos y, en particular, con protocolos de Petición de Repetición Automática (ARQ) utilizados en las comunicaciones de datos.

Antecedentes y sumario de la invención

10 En los sistemas digitales de comunicaciones de datos, es común que los paquetes de datos transmitidos por un canal de comunicaciones se corrompan con errores, por ejemplo cuando se comunica en un entorno hostil. Las comunicaciones inalámbricas por radio se llevan a cabo a menudo en un entorno especialmente hostil. El canal de radio está sometido a una andanada de factores de corrupción que incluyen el ruido, las características rápidamente cambiantes del canal de comunicaciones, el desvanecimiento por caminos múltiples y la dispersión de tiempo que puede originar la interferencia entre símbolos y la interferencia de las comunicaciones por canales contiguos.

15 Hay numerosas técnicas que pueden emplearse por un receptor para detectar tales errores. Un ejemplo de una técnica de detección de errores es la bien conocida comprobación de redundancia cíclica (CRC). Otras técnicas utilizadas en las comunicaciones de datos por paquetes emplean tipos más avanzados de códigos de bloques o códigos de convolución para conseguir tanto la detección de errores como la corrección de errores. Tanto para la detección de errores como para la corrección de errores, se aplica la codificación del canal que añade redundancia a los datos. Cuando se recibe la información por el canal de comunicaciones, los datos recibidos se descodifican utilizando la redundancia para detectar si los datos se han corrompido por los errores. Cuanta más redundancia se construye en una unidad de datos, más probable es que los errores se detecten con precisión y, en algunos ejemplos, se corrijan utilizando un esquema de corrección de errores hacia delante (FEC). En un esquema FEC puro, el flujo de información es unidireccional, y el receptor no devuelve información al transmisor si ocurre un error de descodificación del paquete.

25 En muchos sistemas de comunicaciones, incluyendo las comunicaciones inalámbricas, es deseable (si fuera posible) disponer de un servicio de distribución de datos fiable. La mayoría de los protocolos de distribución de datos utilizan una técnica de retransmisión fundamental donde el receptor de los datos responde al remitente de los datos con acuses (ACK) y/o acuses negativos (NACK). Esta técnica es comúnmente conocida como proceso de transacciones de Petición de Repetición Automática (ARQ). Los paquetes de datos codificados son transmitidos desde un remitente a un receptor sobre un canal de comunicaciones. Utilizando bits de detección de errores (la redundancia) incluida en el paquete de datos codificados, cada paquete de datos recibido es procesado por el receptor para determinar si el paquete de datos fue recibido correctamente o corrompido por los errores. Si el paquete se recibió correctamente, el receptor transmite una señal de acuse (ACK) de vuelta al remitente. Si el receptor detecta errores en el paquete, puede enviar también un acuse negativo explícito (NACK) al remitente. Cuando se recibe el NACK, el remitente puede retransmitir el paquete. En un sistema ARQ puro, el código del canal se utiliza solamente para la detección de errores.

40 En una ARQ híbrida (HARQ), las características de un esquema FEC puro y un esquema ARQ puro se combinan. Las funciones de corrección de errores y detección de errores se realizan junto con la señalización realimentada de ACK/NACK. El código del canal en un esquema de ARQ híbrida, puede ser utilizado tanto para la corrección de errores como para la detección de errores. Alternativamente, se pueden utilizar dos códigos independientes: uno para la corrección de errores y otro para la detección de errores. Se devuelve un NACK al transmisor si se detecta un error tras la corrección de errores. El paquete de datos recibido erróneamente en este primer tipo de sistema de ARQ híbrida se descarta. Un esquema de ARQ híbrida más eficiente es salvar el paquete de datos recibidos erróneamente y acusados negativamente, y después combinarlo de alguna manera con la retransmisión. Los esquemas de ARQ híbrida que utilizan la combinación de paquetes se denominan ARQ híbrida con combinación. En un esquema de combinación de ARQ híbrida, la "retransmisión" puede ser una copia idéntica del paquete original. Si la retransmisión es idéntica a la transmisión original, los símbolos individuales de múltiples paquetes se combinan para formar un nuevo paquete consistente en símbolos más fiables. Alternativamente, la retransmisión puede utilizar la redundancia incremental (IR). En la combinación de paquetes IR, se transmiten bits de paridad adicionales que hacen el código de corrección de errores más potente que la combinación de paquetes idénticos y es generalmente superior.

50 Igual de importante que la distribución de datos fiable es la distribución de datos rápida. Para distribuir datos rápidamente muchos sistemas de comunicaciones luchan por aumentar la velocidad pico de transmisión disponible y para reducir el retardo. Reducir el retardo es particularmente importante con el fin de soportar altas velocidades de datos eficientemente.

55

Un área de ejemplos donde la velocidad es importante está en los canales de Acceso de Paquetes por Enlace Descendente de Alta velocidad (HSDPA) que han de emplearse en algunas redes de comunicaciones móviles por radio. Actualmente, se propone que los canales HSDPA empleen un protocolo HARQ como se especifica en la Especificación Técnica (TS) del 3GPP 25.308 v0.1.0 "Acceso de Paquetes por Enlace Descendente de Alta Velocidad de UTRA", publicado por el 3GPP (Proyecto de Asociación de 3ª Generación) en Septiembre de 2001. El esquema de retransmisión del protocolo HARQ especificado se implementa utilizando entidades de retransmisión en una extensión de la capa de protocolos de control de acceso al medio (MAC) en una estación base (algunas veces denominada "Nodo B") y un equipo móvil de usuario (UE). La entidad de retransmisión almacena los bloques de datos recibidos erróneamente, por ejemplo en el UE, y los combina con las correspondientes retransmisiones recibidas últimamente de los mismos bloques de datos. Se pueden combinar dos (o más) copias del bloque de datos erróneamente recibido en el receptor del UE, en un bloque de datos correcto. La entidad de retransmisión MAC-HSDPA entrega los bloques de datos correctamente recibidos a una capa más alta de protocolos de control del radio enlace (RLC), como unidades de datos en paquetes RLC (las PDU).

El protocolo HARQ definido en esa especificación incluye una entidad de reordenamiento que consigue una entrega en secuencia de las unidades de datos recibidas, a una capa más alta de protocolos RLC. Esta función es necesaria porque las unidades de datos transmitidas numeradas como 0, 1, 2, 3, ... experimentan retardos de transmisión variables originados por el interfaz aéreo, y principalmente como resultado de un número de retransmisiones diferentes necesarias para cada unidad de datos. Así, si la unidad de datos 2 se ha recibido correctamente antes que la unidad de datos 1, la unidad de datos 2 se almacena hasta que la unidad de datos 1 se reciba correctamente antes de que ambas unidades de datos 1 y 2 sean proporcionadas a la capa superior de protocolos.

Desafortunadamente, el protocolo HARQ especificado y los protocolos ARQ en general se "detendrán" en ciertas situaciones. En el simple ejemplo que se acaba de dar, ocurriría una situación de detención cuando la entidad de reordenamiento espera durante mucho tiempo (o puede esperar incluso indefinidamente) para que la unidad de datos 1 se reciba correctamente. Esto puede ocurrir cuando un mensaje NACK para el bloque de datos se ha corrompido o en otro caso se ha identificado erróneamente cuando se recibe como un ACK. Como resultado de este error, no habrá retransmisión de la unidad de datos, aun cuando deba ser retransmitida. Otra situación de detención ocurre cuando la retransmisión de una unidad de datos se interrumpe debido a que el número de retransmisiones excede un límite, o debido a que se deben enviar datos de prioridad más alta. La retransmisión puede ser cancelada o reanudada en un momento posterior. En general, ocurre una detención cuando se pierde una unidad de datos o no se recibe satisfactoriamente en un tiempo previsible, razonablemente corto.

El documento US 2001/0007137 describe un mecanismo de ventanas deslizantes para el control del flujo y la recuperación de errores.

Es un objeto de la presente invención evitar tales situaciones de detención, con el fin de disminuir los retardos de los datos y, finalmente, aumentar las velocidades del flujo de datos.

Es un objeto de la presente invención proporcionar un método y un aparato para evitar la detención de un protocolo ARQ que es relativamente fácil de implementar.

Además de los problemas de detención, los protocolos ARQ sufren también ambigüedades en el número de secuencia si el esquema de numeración de las unidades de datos se repite en forma de módulo, por ejemplo, la secuencia de numeración de módulo 8 sigue esta clase de modelo de repetición: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 0, 1, 2.... Supóngase por ejemplo que una unidad de datos cuyo número de secuencia (SN) 6 es enviado en un intervalo por primera vez como parte de un primer conjunto de unidades de datos numeradas 0-7, pero que la unidad de datos de SN 6 no se recibe satisfactoriamente en el receptor. Se devuelve al transmisor una solicitud de retransmisión de la unidad de datos SN 6. Sin embargo, antes de que el transmisor retransmita la unidad de datos SN 6 desde el primer conjunto, el transmisor transmite otra unidad de datos SN 6 desde un segundo conjunto de unidades de datos numeradas 0-7 por primera vez. El receptor detecta la unidad de datos SN 6 recién-transmitida-por-primera-vez, en lugar de la unidad de datos SN 6 como se ha solicitado. El receptor no puede detectar o resolver esta ambigüedad, lo que da como resultado los errores.

Es un objeto de la presente invención proporcionar un mecanismo que evite tales ambigüedades en el transmisor, en el receptor, o en ambos.

La presente invención proporciona un mecanismo de evitación de la detención que puede ser utilizado solo o conjuntamente con un mecanismo de evitación de la ambigüedad. Ambos disminuyen el retardo de los datos y aumentan las velocidades de flujo de los datos.

La evitación de la detención se consigue determinando si existe una condición de detención con respecto a la recepción de una unidad de datos perdida. El término "unidad de datos perdida" incluye una unidad de datos que no ha sido recibida, una unidad de datos que se ha recibido incorrectamente, o una unidad de datos incorrectamente recibida que no puede ser corregida. Alternativamente, una unidad de datos perdida puede ser vista como una unidad de datos que el receptor solicita que retransmita el transmisor por alguna razón.

5 En un ejemplo no limitativo de un modo de realización, se inicia un temporizador si se recibe una unidad de datos que tiene un número de secuencia mayor que el número de secuencia de la unidad de datos perdida. Si el temporizador expira antes de que se reciba la unidad de datos perdida, indicando con ello que existe una condición de detención, las unidades de datos recibidas con números de secuencia inferiores al número de secuencia de la unidad de datos perdida, se eliminan de la memoria intermedia del receptor y se proporcionan a la capa de protocolo más alta para su proceso adicional. Por otra parte, si la unidad de datos perdida se recibe antes de que expire el temporizador, el temporizador se detiene y las unidades de datos recibidas con números de secuencia inferiores a los de la unidad de datos perdida son eliminadas de la memoria intermedia y enviadas a una capa de protocolos más alta.

10 En los esquemas de transmisión ARQ, donde las unidades de datos se transmiten en secuencia de módulo N, siendo N un número de secuencia mayor, se pueden evitar las ambigüedades de la retransmisión utilizando una ventana de retransmisión en el transmisor y/o una ventana de recepción en el receptor. El tamaño de la ventana de retransmisión se corresponde preferiblemente con un número de unidades de datos inferior a N, por ejemplo, N/2. La ventana de retransmisión se posiciona con respecto a una memoria intermedia de retransmisión, para evitar la ambigüedad en el receptor cuando se reciben unidades de datos con número de secuencia de las unidades de datos originalmente transmitidas y las unidades de datos retransmitidas. Más específicamente, la retransmisión de una unidad de datos solamente se permite cuando su número de secuencia está dentro de una posición actual de la ventana de retransmisión en la numeración de la secuencia. El extremo superior de la ventana se posiciona en la memoria intermedia de retransmisión en un número de secuencia que es inferior o igual a la diferencia entre el número de secuencia más alto transmitido más recientemente y el tamaño de la ventana. La ventana de retransmisión se desplaza a la siguiente posición del número de secuencia en la secuencia de módulo N, después de haber transmitido cada unidad de datos.

15 El receptor puede utilizar también una ventana de recepción como otra manera de evitar la ambigüedad entre las unidades de datos originalmente transmitidas y las unidades de datos retransmitidas. El tamaño de la ventana de recepción se corresponde preferiblemente con un número de unidades de datos inferior a N, por ejemplo N/2. El extremo superior de la ventana de recepción se posiciona en un número de secuencia de unidades de datos inferior o igual a la diferencia entre el número de secuencia más alto recibido más recientemente y el tamaño de la ventana. Una unidad de datos recibida que tenga un número de secuencia recibida dentro de una posición actual de la ventana de recepción, es almacenada en un lugar de la memoria intermedia correspondiente a su número de secuencia. Sin embargo, si una unidad de datos recibida dentro de la ventana se había recibido previamente, se descarta. Si está fuera de la ventana de recepción, la unidad de datos se almacena también en la memoria intermedia en su posición correspondiente del número de secuencia y la ventana del receptor avanza de manera que el número de secuencia de esa unidad de datos forme el extremo superior de la ventana. Tras desplazar la ventana de recepción, las unidades de datos que tiene un número de secuencia inferior al del extremo inferior de la ventana, son eliminadas de la memoria intermedia.

25 Aunque cada mecanismo puede ser utilizado independientemente uno del otro, un ejemplo de modo de realización preferido utiliza un temporizador de evitación de la detención, una ventana de retransmisión en el transmisor y una ventana de recepción en el receptor.

30 Breve descripción de los dibujos

40 Los anteriores y otros objetos, características y ventajas de la presente invención pueden comprenderse más fácilmente con referencia a la siguiente descripción tomada en su conjunto con los dibujos que se acompañan. Para una mejor comprensión, se hace referencia a los dibujos siguientes y modos de realización preferidos de la invención.

La figura 1 ilustra un sistema de comunicaciones entre un transmisor y un receptor que emplean un protocolo de tipo ARQ;

45 La figura 2 ilustra un ejemplo de una memoria intermedia de reordenación empleada en un receptor utilizado para entregar unidades de datos recibidas en secuencia a capas de protocolo más altas;

La figura 3 es un diagrama de bloques funcionales que ilustra un transmisor y un receptor de acuerdo con un ejemplo de modo de realización de la presente invención;

La figura 4 ilustra una rutina de Temporizador que bosqueja los procedimientos de acuerdo con un ejemplo de modo de realización de un mecanismo de evitación de la detención;

50 Las figuras 5A y 5B ilustran un ejemplo de ambigüedad de unidades recibidas en el receptor, cuando se utiliza un protocolo ARQ de repetición del número de secuencia;

La figura 6 ilustra una rutina de Ventana de Transmisión de acuerdo con un ejemplo de modo de realización de un mecanismo de prevención de la ambigüedad;

La figura 7 ilustra una rutina de Ventana de Recepción de acuerdo con otro ejemplo de modo de realización de un mecanismo de prevención de la ambigüedad;

Las figuras 8A y 8B ilustran los mecanismos de prevención de la ambigüedad de acuerdo con las figuras 6 y 7, en un simple ejemplo;

5 La figura 9 ilustra un ejemplo de sistema de comunicaciones en el cual se puede emplear la presente invención;

La figura 10 ilustra un transmisor de ARQ híbrida que puede ser empleado en el ejemplo de sistema ilustrado en la figura 9; y

La figura 11 es un diagrama de bloques funcionales de un receptor de ARQ híbrida que puede ser utilizado en el ejemplo de sistema de comunicaciones ilustrado en la figura 9.

10 Descripción detallada

En la descripción siguiente, para fines de explicación y no de limitación, se establecen detalles específicos, tales como modos de realización particulares, procedimientos, técnicas, etc., con el fin de proporcionar una comprensión completa de la presente invención. Sin embargo, será evidente para un experto en la técnica que la presente invención puede ser puesta en práctica en otros modos de realización que se apartan de estos detalles específicos. En algunos casos, las descripciones detalladas de métodos bien conocidos, así como de interfaces, dispositivos y técnicas de señalización, se han omitido para no oscurecer la descripción de la presente invención con detalles innecesarios. Más aún, los bloques funcionales individuales están ilustrados en algunas de las figuras. Los expertos en la técnica apreciarán que se pueden implementar funciones utilizando circuitos de hardware individuales, utilizando un software que funciona en conjunción con un microprocesador digital programado o un ordenador de propósito general, utilizando un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC) y/o utilizando uno o más procesadores de señales digitales (DSP).

La figura 1 ilustra un sencillo sistema 10 de comunicaciones en el cual un transmisor 12 transmite unidades de datos a un receptor 14. Cada una de las unidades de datos tiene un correspondiente número de secuencia, y el transmisor 12 las envía por un canal de comunicaciones en secuencia. Debido a diversos factores, algunas de las unidades de datos pueden no ser recibidas o bien recibidas con precisión por el receptor 14. Como resultado, el receptor envía un acuse al transmisor (ACK) para cada unidad de datos recibida correctamente. Para una unidad de datos que se determina que falta, que tiene errores o que es incorregible, se envía una petición de retransmisión para que el transmisor reenvíe la unidad de datos identificada por su número de secuencia. Se puede enviar una petición de retransmisión en forma de acuse negativo (NACK).

Como se ha descrito en los antecedentes, hay situaciones en las que una unidad de datos transmitida no se recibe o se recibe impropriadamente y, por alguna razón, necesita ser retransmitida. De ahí en adelante, tal unidad de datos se denomina generalmente unidad de datos perdida, como se ha definido anteriormente. La figura 2 ilustra un ejemplo de memoria intermedia de reordenación en el receptor 14. Las unidades de datos 0, 1, 2, 4, 6 y 7 se han recibido correctamente y son almacenadas en lugares correspondientes de la memoria intermedia de reordenación para su entrega subsiguiente en secuencia, a una capa de protocolos más alta. Las unidades de datos consecutivas 0, 1 y 2 son entregadas a la capa de protocolos más alta. Las unidades de datos consecutivas 0, 1 y 2 son entregadas a la capa de protocolo más alta. La entrega de las unidades de datos 4, 6 y 7 a la capa más alta queda impedida porque faltan las unidades de datos intermedias 3 y 5. Si una unidad de datos que falta se ha perdido de manera permanente, o no se va a recibir en un tiempo previsible, entonces existe una condición de detención. La presente solicitud evita la evitación de detención utilizando un temporizador de evitación.

La figura 3 muestra el transmisor 12 y el receptor 14 ilustrados con detalles adicionales e incluyendo, entre otras cosas, un temporizador 30 de evitación de la detención. El transmisor 12 incluye un controlador 16 acoplado a una memoria intermedia 18 de transmisión, una memoria intermedia 20 de retransmisión y una ventana 21 del transmisor. La memoria intermedia 18 de transmisión almacena unidades de datos de capas de protocolo más altas para ser inicialmente transmitidas a través de un canal de comunicaciones al receptor 14. Cuando se transmiten las unidades de datos, también son almacenadas en la memoria intermedia 20 de retransmisión hasta que se recibe un acuse o una petición de retransmisión desde el receptor 14. La ventana 21 del transmisor se describe a continuación conjuntamente con la evitación de ambigüedad.

El receptor 14 incluye un controlador 22 acoplado a una memoria intermedia 24 de reordenación, un detector 26 de errores, una ventana receptora 28, un temporizador 30 de evitación de la detención, y capas 32 de protocolo más altas. La memoria intermedia 24 de reordenación almacena correctamente las unidades de datos recibidas por número de secuencia. En la figura 2 se ilustra un ejemplo de memoria intermedia de reordenación. El detector 26 de errores detecta errores en las unidades de datos recibidas y puede incluir también la funcionalidad que corrige ciertos tipos de errores. Solamente las unidades de datos correctas (o corregidas) son almacenadas en la memoria intermedia 26 de reordenación. El controlador envía un acuse (ACK) para las unidades de datos recibidas correctamente, y una petición de retransmisión para las unidades de datos que faltan. La ventana receptora 28 se describe a

continuación en el contexto de la prevención de la ambigüedad. El temporizador 30 de evitación de la detención evita las situaciones de detención en las que una PDU perdida impide la entrega de las PDU correctamente recibidas a capas de protocolo más altas, tras un cierto periodo de tiempo.

5 A este respecto, se hace referencia a los procedimientos del Temporizador (bloque 40) ilustrado en forma de diagrama de flujo en la figura 4. A partir de las unidades de datos almacenadas en la memoria intermedia 24 de reordenación del receptor, el controlador 22 detecta una unidad de datos perdida con un número de secuencia (SN) más bajo, denominado como "el SN perdido" (bloque 42). En el bloque 44, se hace una comprobación de la condición de detención. Si se recibe una unidad de datos con número de secuencia igual a X, que es mayor que el número de secuencia perdido, se inicia un temporizador (suponiendo que el temporizador se detenga o expire en otro caso) para la unidad de datos X. La unidad del temporizador se fija para que expire en un momento prefijado. El tiempo prefijado puede ser cualquier momento pero es típicamente un compromiso entre un retardo aceptable de la unidad de datos y una pérdida aceptable de la unidad de datos. Debido a que estos parámetros del compromiso son a menudo una función de los requisitos de la calidad del servicio, el valor del temporizador puede ser fijado cuando se conocen los requisitos de calidad del servicio.

10 En el bloque 46 se toma una decisión sobre si se ha recibido la unidad de datos X. Si es así, se detiene el temporizador de la condición de detención. La unidad de datos X, junto con cualquier unidad de datos recibida y almacenada en la memoria intermedia de reordenación con números de secuencia que lleguen hasta X, son eliminados de la memoria intermedia y enviados hasta una capa de protocolos más alta (bloque 148), y el proceso se repite en el bloque 42. Si no se ha recibido todavía la unidad de datos X, en el bloque 50 se toma una decisión sobre si ha expirado el temporizador. Si no lo ha hecho, el control vuelve al bloque 46. Si el temporizador de la condición de detención ha expirado, todas las unidades de datos son eliminadas de la memoria intermedia de reordenación hasta la unidad de datos X y enviadas a la capa más alta (bloque 52), y el proceso se repite en el bloque 42.

15 Así, el mecanismo basado en un temporizador, de acuerdo con el modo de realización del ejemplo preferido, impide que ocurran detenciones en los protocolos ARQ cuando una unidad de datos perdida no se recibe dentro de un marco de tiempo razonable. Cuando no se recibe una unidad de datos perdida en el periodo de expiración, se supone que está perdida de manera permanente, y las unidades de datos correctamente recibidas son entregadas sin retardo adicional. Debido a que este mecanismo de evitación de la condición de detención solamente requiere un solo temporizador, se implementa y controla fácilmente. Sin embargo, se puede utilizar otros mecanismos de evitación de la condición de detención.

20 Aun evitando las condiciones de detención con respecto a las unidades de datos perdidas, sigue existiendo el problema de ambigüedad entre las unidades de datos transmitidas y las unidades de datos retransmitidas que tienen el mismo número de secuencia. Las figuras 5A y 5B muestran un ejemplo de este problema de ambigüedad. En este ejemplo, el esquema de numeración de la secuencia de unidades de datos va de 0 a 7 y después se repite, con módulo 8. En la figura 5A, el transmisor transmite un primer conjunto de ocho unidades de datos que tienen los números de secuencia 0 - 7 en el instante T0. En el instante T1, el transmisor ha transmitido un segundo conjunto de ocho unidades de datos que tienen los números de secuencia 0 - 7. En la figura 5B, el receptor ha recibido solamente las unidades de datos 1, 2, 3 y 5 en el instante T0 y le faltan las unidades de datos 0, 4, 6 y 7. Consecuentemente, el receptor envía una petición de retransmisión de las unidades 0, 4, 6 y 7 al transmisor, que no es recibida y procesada en el transmisor hasta el instante T1. Tras el instante T1, el receptor puede recibir tanto las unidades retransmitidas 0, 4, 6 y 7 del primer conjunto de unidades de datos, como las unidades de datos originalmente transmitidas 0, 1, 2, 3 y 4 del segundo conjunto. Este ejemplo utiliza un mecanismo de evitación de la condición de detención, de manera que en el instante T1, se estima que la unidad de datos 0 se ha perdido permanentemente y se elimina. Las unidades de datos 1, 2 y 3 correctamente recibidas se eliminan también y son entregadas a la siguiente capa más alta de protocolos. Pero permanece una ambigüedad. ¿Cómo sabe el receptor si la unidad de datos 4 recibida es la unidad de datos 4 del primer conjunto o del segundo conjunto? El receptor no sabe dónde poner la unidad de datos 4 que se acaba de recibir en la memoria intermedia de reordenación. La ambigüedad es incluso más problemática si no se utiliza la evitación de la condición de detención, porque si la unidad de datos recién recibida tiene un SN = 0, el receptor no sabrá si es retransmitida (del segundo conjunto) o transmitida originalmente (del segundo conjunto).

25 Se describe un primer mecanismo de prevención de la ambigüedad implementado en el transmisor, conjuntamente con los procedimientos de la Ventana de Retransmisión (bloque 60) ilustrados en forma de diagrama de flujo en la figura 6. En este caso, el transmisor emplea una ventana de retransmisión para especificar un conjunto de unidades de datos que pueden ser retransmitidas durante ciertos marcos de tiempo. Retransmitiendo solamente unidades de datos dentro de la ventana de retransmisión, se evitan las ambigüedades del número de secuencia en el receptor, entre las unidades de datos transmitidas y retransmitidas.

30 Inicialmente, el tamaño de la ventana de retransmisión se fija en el transmisor (bloque 62). Suponiendo que la numeración de la secuencia se repite con módulo N, el tamaño de la ventana es inferior a N. En un ejemplo preferido, el tamaño de la ventana es igual a N/2. Para fines de ilustración, supóngase que N = 8. El tamaño de la ventana de retransmisión corresponde entonces a cuatro unidades de datos. La ventana está posicionada en la secuencia de unidades de datos de la memoria intermedia de retransmisión como sigue: [SN - ventana], donde SN es el número

de secuencia transmitido más recientemente. Tras la transmisión de cada unidad de datos, el lugar de la ventana se incrementa en un número de secuencia siguiendo la secuencia de módulo N.

5 En el instante = T0, el transmisor transmite una unidad de datos con el número de secuencia más alto igual a 4 (bloque 64). La ventana de retransmisión está por tanto colocada de manera que permite la retransmisión de unidades de datos solamente entre los números de secuencia 1 - 4. En el instante T1, el transmisor transmite una unidad de datos con el número de secuencia más alto igual a 5. Consecuentemente, la ventana de retransmisión es desplazada de manera que solamente permite la retransmisión de unidades de datos entre los números de secuencia 2 - 5 (bloque 66). Por ejemplo, el transmisor no puede retransmitir las unidades de datos 0 o 1. En el instante = T2, la ventana de retransmisión se desliza a SN = 6 y permite la retransmisión de las unidades de datos solamente entre los números de secuencia 3 - 6 (bloque 66).

10 Otro mecanismo para evitar ambigüedades entre las unidades de datos originalmente transmitidas y las unidades de datos retransmitidas es emplear una ventana de recepción en el receptor. A este respecto, se hace referencia a los procedimientos de la Ventana de Recepción (bloque 80), ilustrados en forma de diagrama de flujo en la figura 7. Se determina el tamaño de la ventana de recepción (Rx) (bloque 82). Al igual que con la ventana de retransmisión, es preferible que la ventana de recepción sea inferior al número de secuencia más alto N de una secuencia de numeración de módulo N. Por ejemplo, la ventana de recepción es preferiblemente N/2. Cuando el receptor recibe una unidad de datos, detecta su número de secuencia, representado en este caso por la variable X (bloque 84). En el bloque 86 se toma una decisión sobre si el número de secuencia X está dentro de la ventana de recepción. Si lo está, se hace una determinación sobre si la unidad de datos X se había recibido previamente (bloque 90). Si es así, la unidad de datos se descarta (bloque 92). Si no es así, la unidad de datos X se coloca en la memoria intermedia de reordenación en una posición correspondiente al número de secuencia X (bloque 94).

15 Por otra parte, si la unidad de datos con número de secuencia X está fuera de la ventana de recepción, es almacenada en la memoria intermedia de reordenación por encima del número de secuencia más alto recibido, en una posición correspondiente al número de secuencia X (bloque 88). La ventana de recepción es avanzada después de manera que el borde superior de la ventana de recepción está en el número de secuencia X (bloque 96). Las unidades de datos son eliminadas después de la memoria intermedia de reordenación con número de secuencia inferior o igual al número de secuencia X menos el tamaño de la ventana (bloque 98). Después de los bloques 94 y 98, cualquier unidad de datos recibida en la memoria intermedia de reordenación con números de secuencia consecutivos hasta el número de secuencia más bajo de una unidad de datos no recibida todavía, es eliminada de la memoria intermedia de reordenación y entregada a una capa de protocolo más alta (bloque 100).

20 La ventana de retransmisión evita la ambigüedad en el receptor controlando qué unidades de datos del número de secuencia pueden ser transmitidas. Aunque la ventana de recepción no restringe qué unidades de datos pueden ser recibidas, evita la ambigüedad en el receptor al eliminar unidades de datos de la memoria intermedia de reordenación que ya no están dentro de la ventana de recepción y colocando la unidad de datos recibida en su lugar apropiado de la memoria intermedia de reordenación.

25 La figura 8A ilustra un ejemplo de la ventana de retransmisión con respecto a la memoria intermedia de reordenación en dos instantes diferentes T0 y T1. En el instante T0, la ventana de retransmisión que tiene un tamaño de 4 en este ejemplo, está situada de manera que abarca los bloques de datos transmitidos 0, 1, 2 y 3. Cualquier petición para retransmitir unidades de datos en el instante 0, solamente será atendida si identifica una unidad de datos con un número de secuencia 0, 1, 2 o 3. Una petición para retransmitir una unidad de datos 4, 5, 6 o 7 en este ejemplo, no será atendida. Sin embargo, en el instante T1, la ventana se ha desplazado para abarcar las unidades de datos 2, 3, 4 y 5. En ese momento, una petición para retransmitir las unidades de datos 0, 1, 6 o 7 no sería atendida.

30 La figura 8B ilustra un ejemplo de una ventana de recepción relativa a la memoria intermedia de reordenación. En el instante T0, la ventana está situada sobre las unidades de datos 0, 1, 2 y 3. Las unidades de datos 1, 2 y 3 han sido recibidas, pero la unidad de datos 0 no ha sido recibida todavía. En el instante T1, las unidades de datos 0 y 1 están debajo de la ventana y son eliminadas de la memoria intermedia. La ventana Rx abarca ahora las unidades de datos 2, 3, 4 y 5, pero solamente la unidad de datos 5 ha sido recibida. Las unidades de datos 6 y 7, aunque se han transmitido, no se han recibido todavía. Cualquier bloque de datos recibido mayor que la unidad de datos 1, es colocado por el receptor en la posición correcta de la memoria intermedia de reordenación.

35 Aunque la presente invención puede ser empleada en cualquier comunicación entre un transmisor y un receptor que emplee el protocolo del tipo ARQ, se describe ahora un ejemplo no limitativo de aplicación a un Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS), tal como el ilustrado con la referencia numérica 100 en la figura 9. Una red básica representativa de conmutación de circuitos, ilustrada como una nube con 120, puede ser, por ejemplo, la Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC) o la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI). Una red básica representativa de conmutación de paquetes, ilustrada como una nube con 140, puede ser, por ejemplo, una red IP como Internet. Ambas redes básicas están acopladas a los correspondientes nodos 160 de servicio de la red básica. La red RTPC/RDSI 120 de conmutación de circuitos está conectada a un nodo de servicio de conmutación de circuitos ilustrado como un centro de conmutación de móviles (MSC) 180 que proporciona servicios de conmutación de circuitos. La red 140 de conmutación de paquetes está conectada a un nodo 200 de Servicio General de Radio por Pa-

quetes (GPRS) adaptado para proporcionar servicios del tipo de conmutación de paquetes. Cada uno de los nodos 180 y 200 de servicio de la red básica se conecta a la Red de Acceso Radio Terrestre (UTRAN) 240 del UMTS, que incluye uno o más controladores de la red radio (RNC) 260. Cada RNC está conectado a una pluralidad de estaciones base (BS) 280 y a otros RNC de la UTRAN 220. Las comunicaciones por radio entre una o más estaciones base en un terminal móvil (MT) 300, que es un tipo de equipo inalámbrico de usuario (UE), se hacen por medio de un interfaz de radio.

El acceso por radio en este ejemplo no limitativo está basado en un CDMA de banda ancha (WCDMA) donde los canales de radio individuales se distinguen utilizando códigos de dispersión. El CDMA de banda ancha proporciona una amplia anchura de banda de radio para servicios multimedia que incluyen aplicaciones de datos en paquetes y tienen requisitos de alta velocidad de datos/anchura de banda. Un escenario en el cual se necesita transmitir con una alta velocidad de datos por enlace descendente a la UTRAN por un interfaz de radio con un terminal móvil, es aquel en el que el terminal móvil solicita información desde un ordenador unido a Internet, por ejemplo un sitio web. En este ejemplo de situación, la estación base es el transmisor, el terminal móvil UE es el receptor, y se puede emplear un canal de Acceso por Paquetes en Enlace Descendente a Alta Velocidad (HSDPA). Las figuras 10 y 11, respectivamente, muestran en formato de bloques funcionales, un transmisor 310 de ARQ híbrida (HARQ) y un receptor 500 de ARQ híbrida, que pueden ser utilizados para implementar la presente invención en el sistema ilustrado en la figura 9. El canal HSDPA puede emplear un protocolo HARQ como se especifica en la Especificación Técnica (TS) del 3GPP 25.308 v0.1.0 "Acceso por Paquetes en Enlace Descendente de Alta Velocidad de UTRA", publicado por el 3GPP (Proyecto de Asociación de 3ª Generación) en Septiembre de 2001.

El transmisor 310 de ARQ híbrida de la figura 10 incluye el codificador 320 de canales, que realiza las funciones de codificación del canal que incluyen datos originales de codificación de capas de protocolo más altas, con corrección de errores hacia delante y bits de detección de errores. Las unidades de datos que incluyen unidades de datos de protocolo (PDU) de control de acceso al medio (MAC) son proporcionadas a una memoria intermedia 340 de transmisión, así como a una memoria intermedia 360 de retransmisión. El controlador 420 controla el funcionamiento del codificador 320 de canales, las memorias intermedias 340 y 360 y la parte frontal 400 del transmisor. Inicialmente, las PDU almacenadas en la memoria intermedia 340 de transmisión son enviadas a través de la parte frontal del transmisor como señal transmitida. Dependiendo de la retroinformación recibida que proporciona el receptor 440 de ACK/RETX, el controlador 420 que utiliza la ventana 340 de retransmisión, controla selectivamente la retransmisión de las PDU que salen de la memoria intermedia 360 de retransmisión a través de la parte frontal 400 del transmisor.

El receptor 500 de ARQ híbrida de la figura 11 incluye una parte frontal 520 del receptor que recibe la señal transmitida por el canal de comunicaciones desde el transmisor. La información de la señal recibida es almacenada en una memoria intermedia combinadora 540 y es proporcionada también a un combinador 560. La salida del combinador 560 es procesada en un descodificador 580 de corrección de errores hacia delante (FEC). La salida descodificada es procesada en el bloque 600 de detección de errores para detectar errores en la salida descodificada. Si no se detectan errores, las PDU son almacenadas en una memoria intermedia 610 de reordenación. Si se detectan errores en la salida del descodificador, el controlador 620 puede transmitir una solicitud de retransmisión (ReTx) a través del transmisor 640 de ACK/ReTx. El controlador 620 determina cuándo no se ha recibido un paquete utilizando la información de la numeración de la secuencia de los paquetes recibidos y la memoria intermedia 610 de reordenación. Esta información del número de secuencia se utiliza también por el combinador 560 para realizar una combinación de redundancia incremental. Más aún, si el controlador 620 recibe una señal desde los bloques 600 de detección de errores que indica que hay demasiados errores entregados por el descodificador 580 de FEC, haciendo muy difícil o improbable la corrección de errores, el controlador 620 envía peticiones de retransmisión.

El controlador 620 incluye un temporizador 625 de detención y una ventana 630 de recepción. El temporizador 625 de detención, como se ha descrito anteriormente, se utiliza para detectar e interrumpir una condición de detención y enviar las PDU de la memoria intermedia 620 de reordenación a una capa de proceso más alta, cuando el temporizador de detención expira. Además, la ventana 630 de recepción se utiliza por el controlador 620 para evitar ambigüedades con las PDU que se han transmitido originalmente y con aquellas que son retransmitidas.

El equipo de usuario (UE) proporciona una entrega secuencial a capas más altas almacenando los bloques de datos recibidos correctamente en memorias intermedias de reordenación. Lógicamente, se necesita una memoria intermedia por clase de prioridad para proporcionar una entrega secuencial por clase de prioridad. Las PDU hasta un primer número de secuencia que falte, son entregadas a capas más altas en secuencia. Cuando falta un bloque de datos, todos los bloques de datos recibidos con un SN más alto se mantienen en la memoria intermedia de reordenación, véase por ejemplo la figura 1.

Aunque la presente invención ha sido descrita con respecto a modos de realización particulares, los expertos en la técnica reconocerán que la presente invención no está limitada a estos ejemplos específicos de modos de realización. Aunque es preferible utilizar el temporizador de evitación de la detención, la ventana de retransmisión y la ventana de recepción conjuntamente para evitar detenciones y ambigüedades, no es necesario. Puede utilizarse ventajosamente cualquiera de ellos o dos cualesquiera de ellos. Se pueden utilizar también diferentes formatos, modos de realización y adaptaciones además de las ilustradas y descritas, así como muchas variantes, modificacio-

nes y configuraciones equivalentes para implementar la invención. Por tanto, aunque la presente invención ha sido descrita con relación a sus modos de realización preferidos, debe entenderse que esta divulgación es solamente ilustrativa y ejemplar de la presente invención. Consecuentemente, se pretende que la invención esté limitada solamente por el alcance de las reivindicaciones anexas en esta memoria.

5

REIVINDICACIONES

1. Un método en un transmisor (310) para utilizar en transmisiones de unidades de datos entre un transmisor (310) y un receptor (500), donde cada unidad de datos incluye un correspondiente número de secuencia y se transmite en secuencia de módulo N, siendo N el número mayor de la secuencia, incluyendo el paso de establecer una ventana (430) de retransmisión que tiene un tamaño correspondiente a un número de unidades de datos inferior a N; y
- 5 caracterizado por
- utilizar dicha ventana (430) de retransmisión para evitar la ambigüedad del número de secuencia en el receptor, entre las unidades de datos originalmente transmitidas y las unidades de datos retransmitidas, permitiendo solamente (64, 66, 68) la retransmisión de una o más unidades de datos que tienen un número de secuencia dentro de una posición actual de la ventana (430) de retransmisión en la secuencia;
- 10 posicionar el extremo superior de la ventana (430) de retransmisión en un número de secuencia que es menor o igual a una diferencia entre el número de secuencia más alto transmitido más recientemente y el tamaño de la ventana; y
- 15 desplazar la ventana (430) de retransmisión a la siguiente posición del número de secuencia en la secuencia de módulo N, después de haber transmitido cada unidad de datos.
2. Un método en un receptor (500) para uso en las transmisiones de unidades de datos, entre un transmisor (310) y un receptor (500), donde cada unidad de datos incluye un correspondiente número de secuencia y es transmitida por el transmisor en una secuencia de módulo N, siendo N el mayor número de la secuencia, comprendiendo el receptor una ventana (630) de recepción correspondiente a un número de unidades de datos inferior a N, con el fin de evitar la ambigüedad del número de secuencia en el receptor (500), entre las unidades de datos originalmente transmitidas y las unidades de datos retransmitidas,
- 20 caracterizado por
- descartar (92) una unidad de datos recibida recientemente dentro de la ventana (630) de recepción, si dicha unidad de datos ha sido recibida previamente (90 Si);
- 25 almacenar (94) una unidad de datos recibida recientemente en una memoria intermedia (610) de reordenación en una posición correspondiente al número de secuencia de la unidad de datos recibida recientemente, si dicha unidad de datos no ha sido recibida previamente (90 No); y
- 30 si una unidad de datos recientemente recibida está fuera de la ventana de recepción (80 No), avanzar (96) la ventana (630) del receptor, de manera que el número de secuencia de la unidad de datos recientemente recibida forme el extremo superior, y eliminar (98) de la memoria intermedia (610) cualquier unidad de datos que tenga un número de secuencia inferior al extremo inferior de la ventana de recepción.
3. El método según la reivindicación 2, por el que las unidades de datos eliminadas son suministradas (100) a una capa de protocolo más alta.
- 35 4. El método según la reivindicación 2, que comprende además los pasos de
- identificar una unidad de datos perdida en la secuencia;
- iniciar un temporizador si una unidad de datos es recibida con un número de secuencia mayor que el número de secuencia de la unidad de datos perdida, y
- 40 si el temporizador expira antes de que se reciba la unidad de datos perdida, eliminar de la memoria intermedia las unidades de datos recibidas con número de secuencia inferior al número de secuencia de la unidad de datos perdida.
5. Un transmisor (310) para transmitir unidades de datos en secuencia de módulo N, siendo N el número de secuencia mayor, a un receptor (500), donde cada unidad de datos incluye un correspondiente número de secuencia, incluyendo dicho transmisor (310)
- 45 una ventana (430) de retransmisión que tiene un tamaño correspondiente a un número de unidades de datos inferior a N, y
- un controlador (420) configurado para utilizar la ventana (430) de retransmisión para evitar la ambigüedad del número de secuencia en el receptor (500), entre las unidades de datos originalmente transmitidas y las unidades de datos retransmitidas, caracterizado por que

- dicho controlador (420) está configurado para
- 5 permitir solamente la retransmisión de una o más unidades de datos con número de secuencia dentro de una posición actual de la ventana (430) de retransmisión en la secuencia;
- posicionar el extremo superior de la ventana (430) en un número de secuencia que es inferior o igual a la diferencia entre el número de secuencia más alto transmitido más recientemente y el tamaño de la ventana;
- desplazar la ventana (430) de retransmisión a la siguiente posición del número de secuencia en la secuencia de módulo N, después de haber transmitido cada unidad de datos.
6. Un receptor (500) para recibir unidades de datos desde un transmisor (310), donde cada unidad de datos incluye un correspondiente número de secuencia y es transmitida por el transmisor (310) en una secuencia de módulo N, siendo N el número de secuencia mayor, incluyendo dicho receptor
- 10 una memoria intermedia (610) de reordenación
- una ventana (630) de recepción correspondiente a un número de unidades de datos inferior a N,
- un controlador (620) configurado para utilizar la ventana (630) de recepción para evitar la ambigüedad del número de secuencia en el receptor (500), entre las unidades de datos originalmente transmitidas y las unidades de datos retransmitidas, caracterizado por que
- 15 dicho controlador (620) está configurado para
- descartar una unidad de datos recientemente recibida dentro de la ventana (630) de recepción, si dicha unidad de datos ha sido recibida previamente;
- 20 almacenar una unidad de datos recientemente recibida en la memoria intermedia (610) de reordenación, en una posición correspondiente al número de secuencia de la unidad de datos recientemente recibida, si dicha unidad de datos no ha sido recibida previamente;
- si la unidad de datos recientemente recibida está fuera de la ventana de recepción, avanzar la ventana (630) de recepción de manera que el número de secuencia de la unidad de datos recientemente recibida forme el extremo superior, y eliminar de la memoria intermedia (610) cualquier unidad de datos que tenga un número de secuencia inferior al extremo inferior de la ventana (630) de recepción.
- 25 7. El receptor según la reivindicación 6, que comprende además:
- un temporizador, y
- donde el controlador está configurado para:
- identificar una unidad de datos perdida en la secuencia;
- 30 iniciar el temporizador si se recibe una unidad de datos con un número de secuencia mayor que el número de secuencia de la unidad de datos perdida; y
- si el temporizador expira antes de que se reciba la unidad de datos perdida, eliminar de la memoria intermedia las unidades de datos recibidas con números de secuencia inferiores al número de secuencia de la unidad de datos perdida.

35

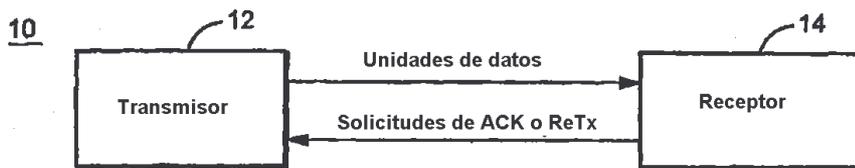


Fig. 1

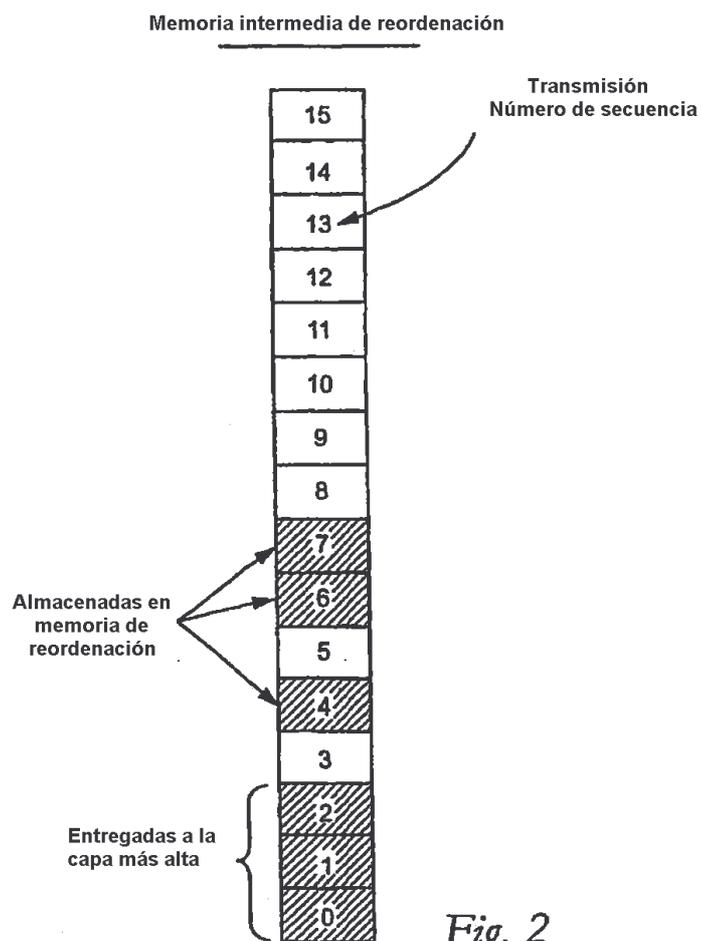


Fig. 2

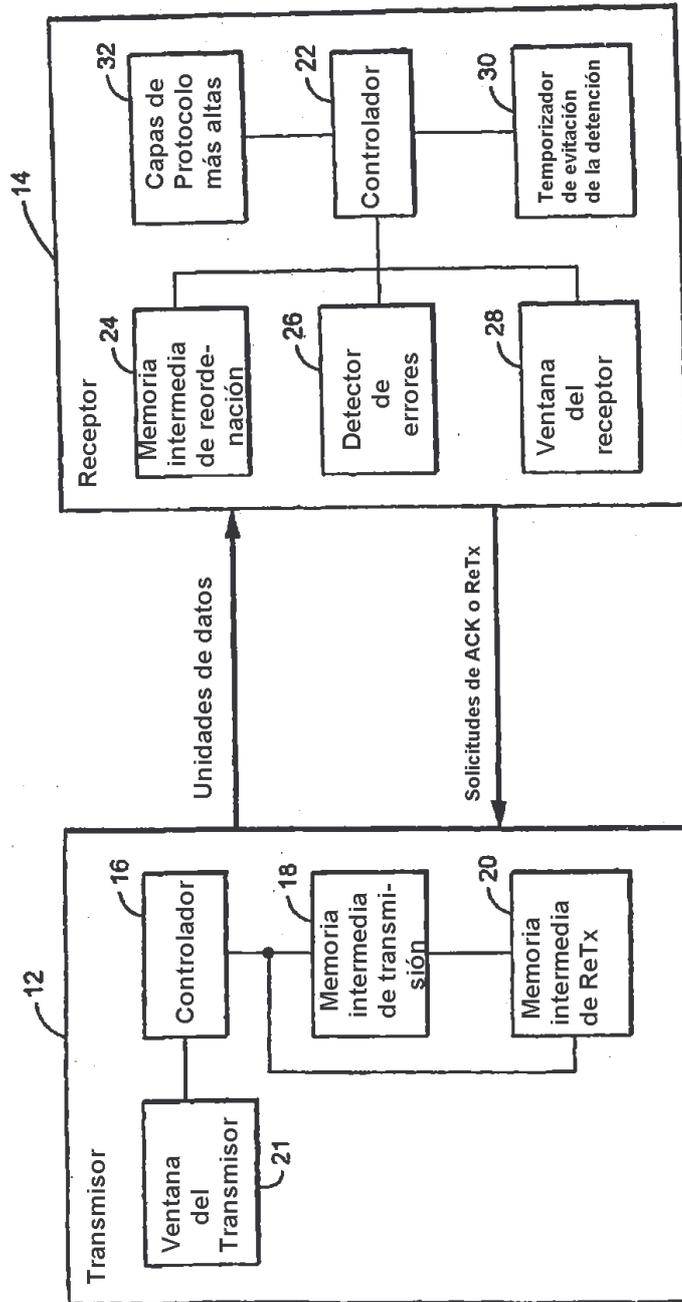


Fig. 3

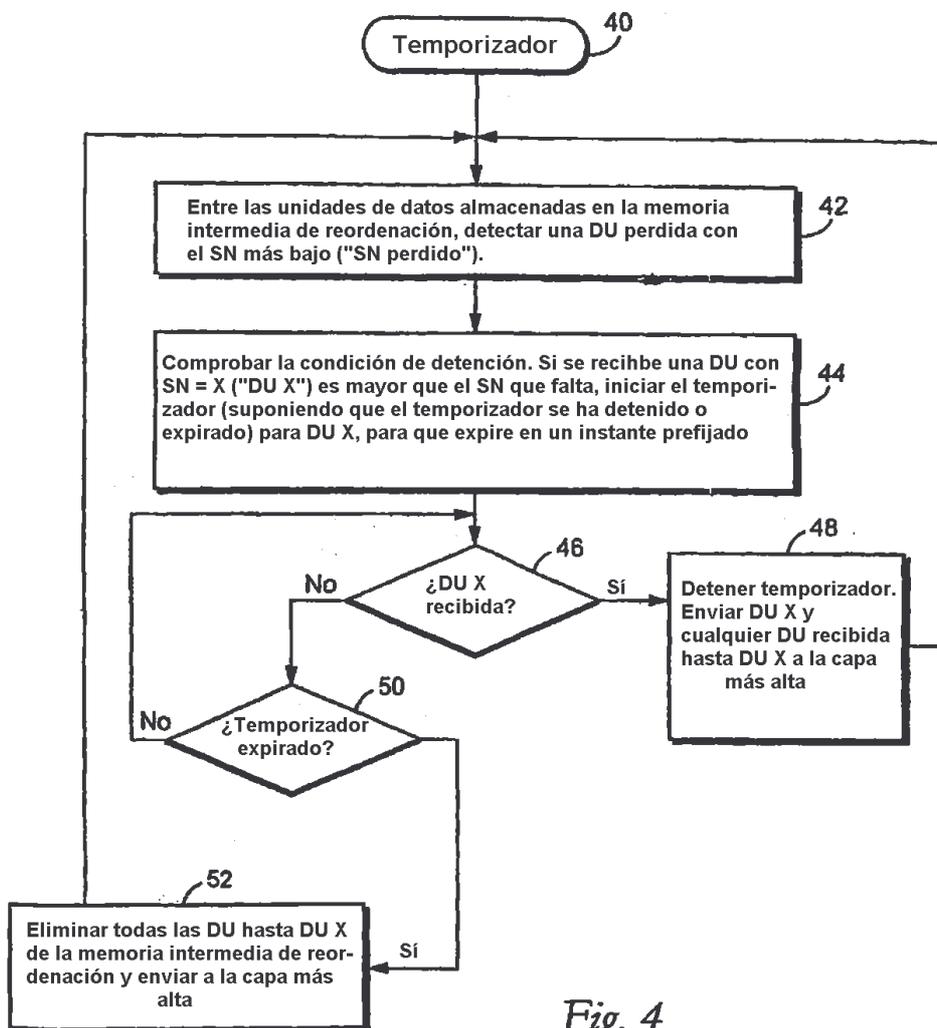


Fig. 4

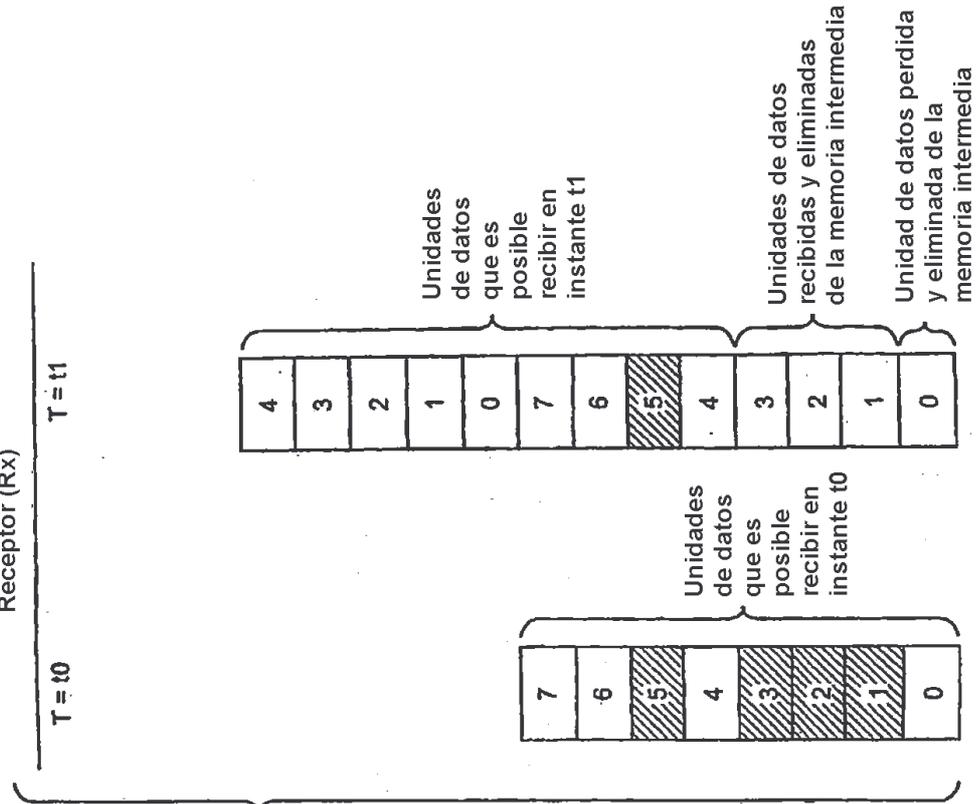


Fig. 5B

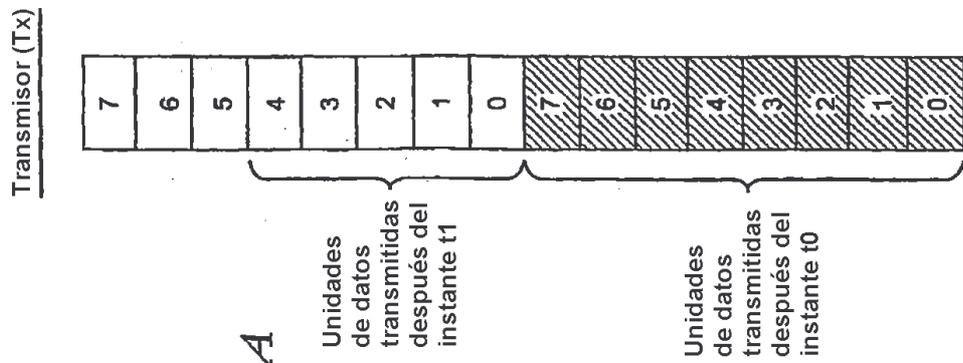


Fig. 5A

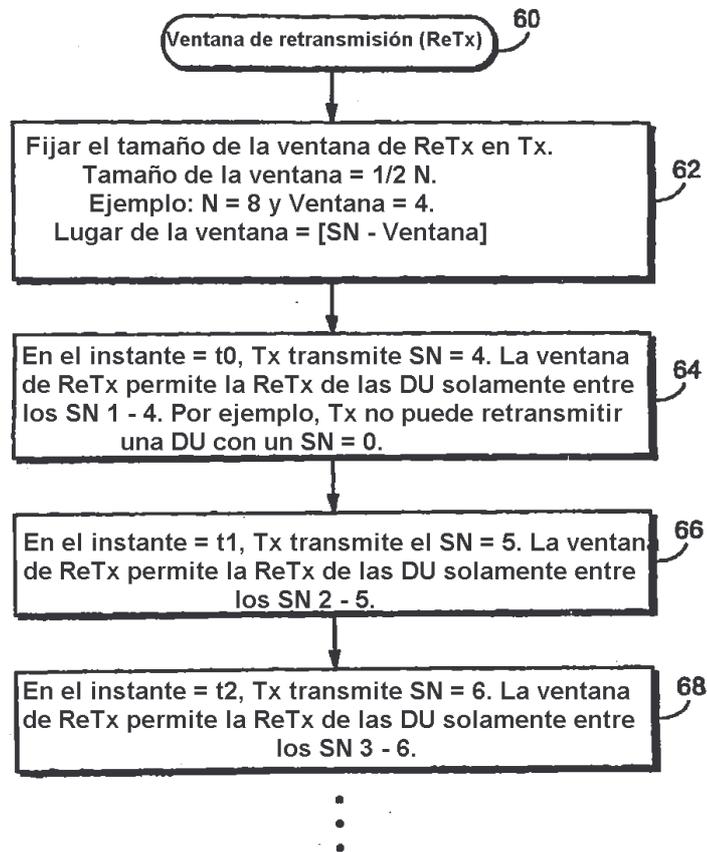


Fig. 6

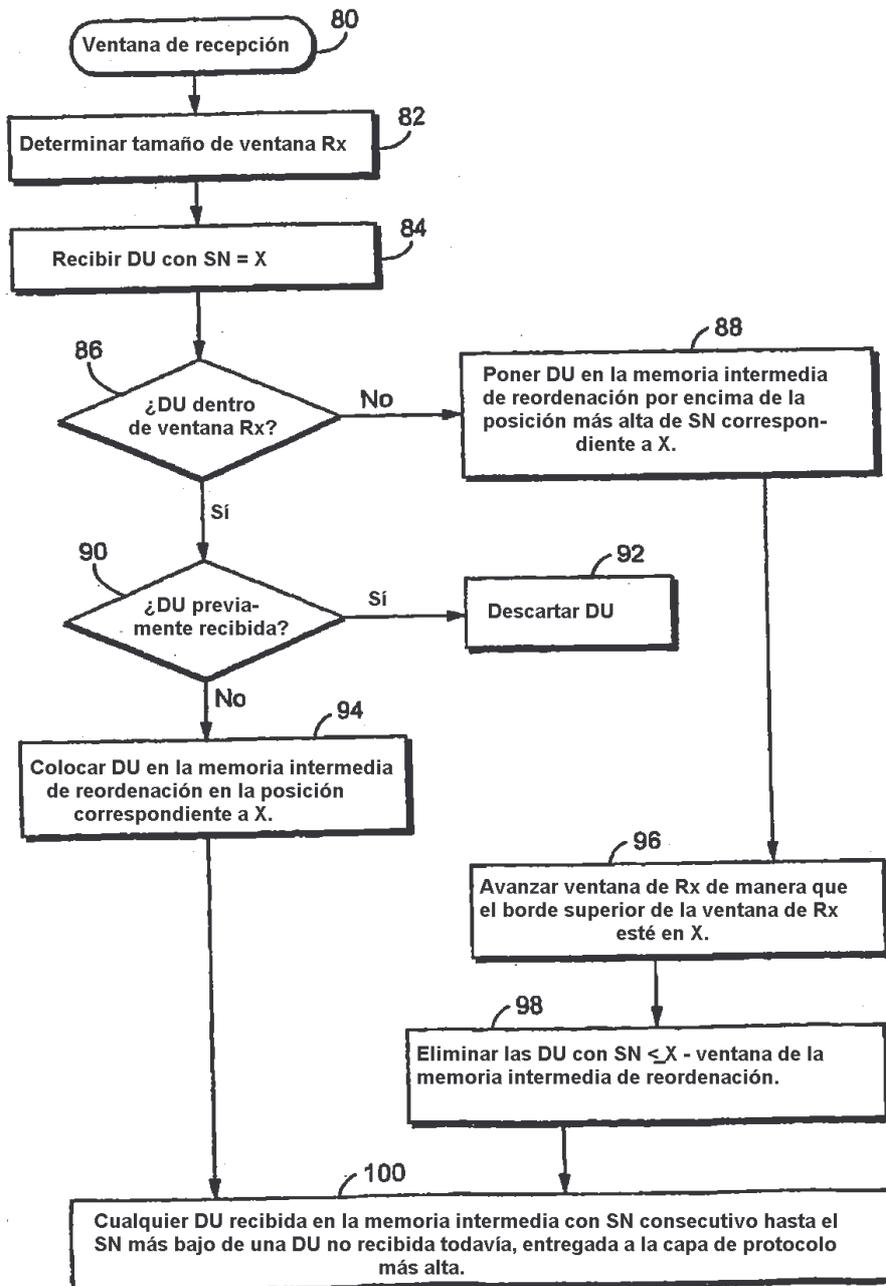


Fig. 7

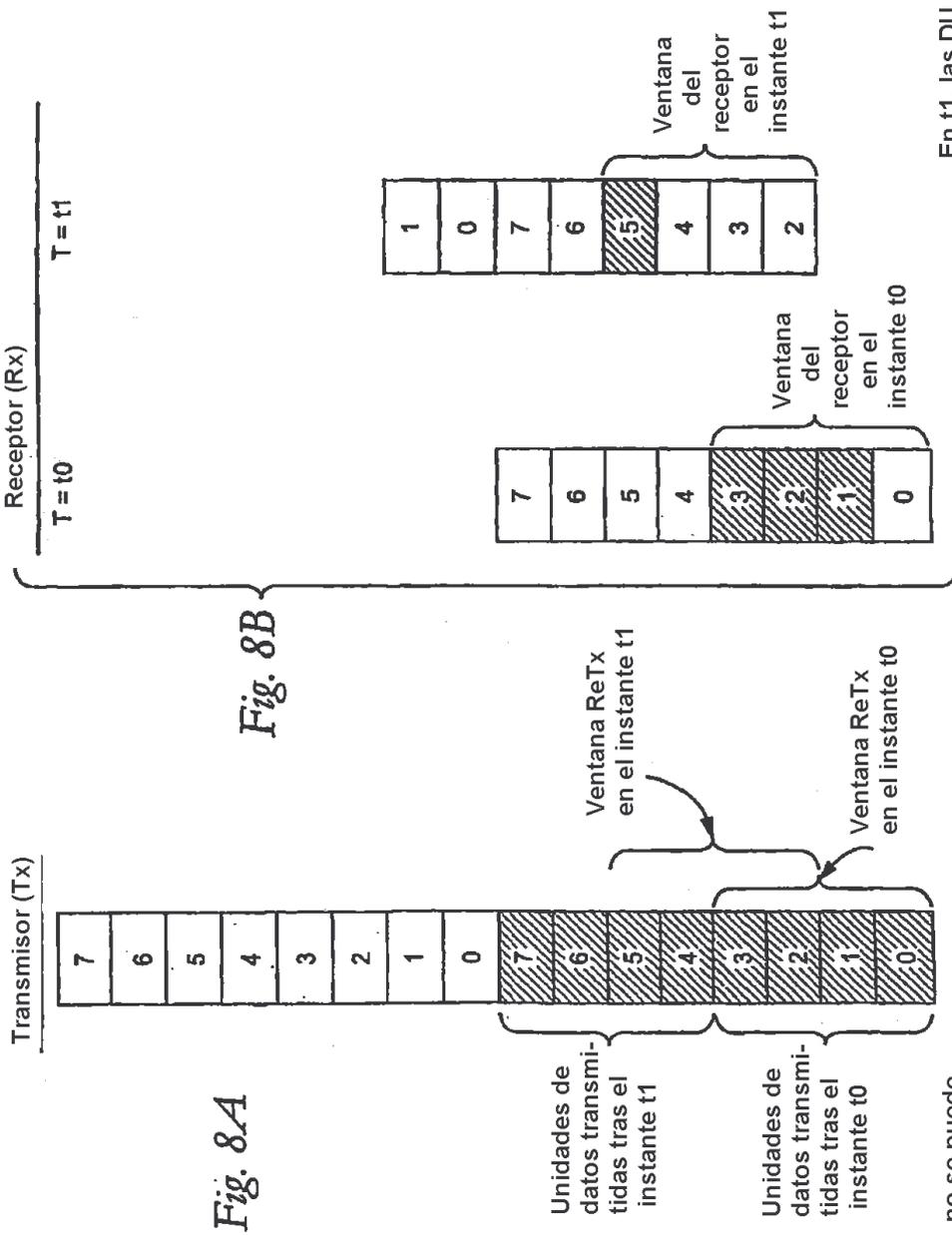


Fig. 8B

En t_1 , las DU 0 - 3 son eliminadas de la memoria intermedia. La ventana Rx define dónde almacenar las DU recibidas en la memoria intermedia

En t_1 , no se puede retransmitir las DU 0 o 1 porque están fuera de la ventana de ReTx

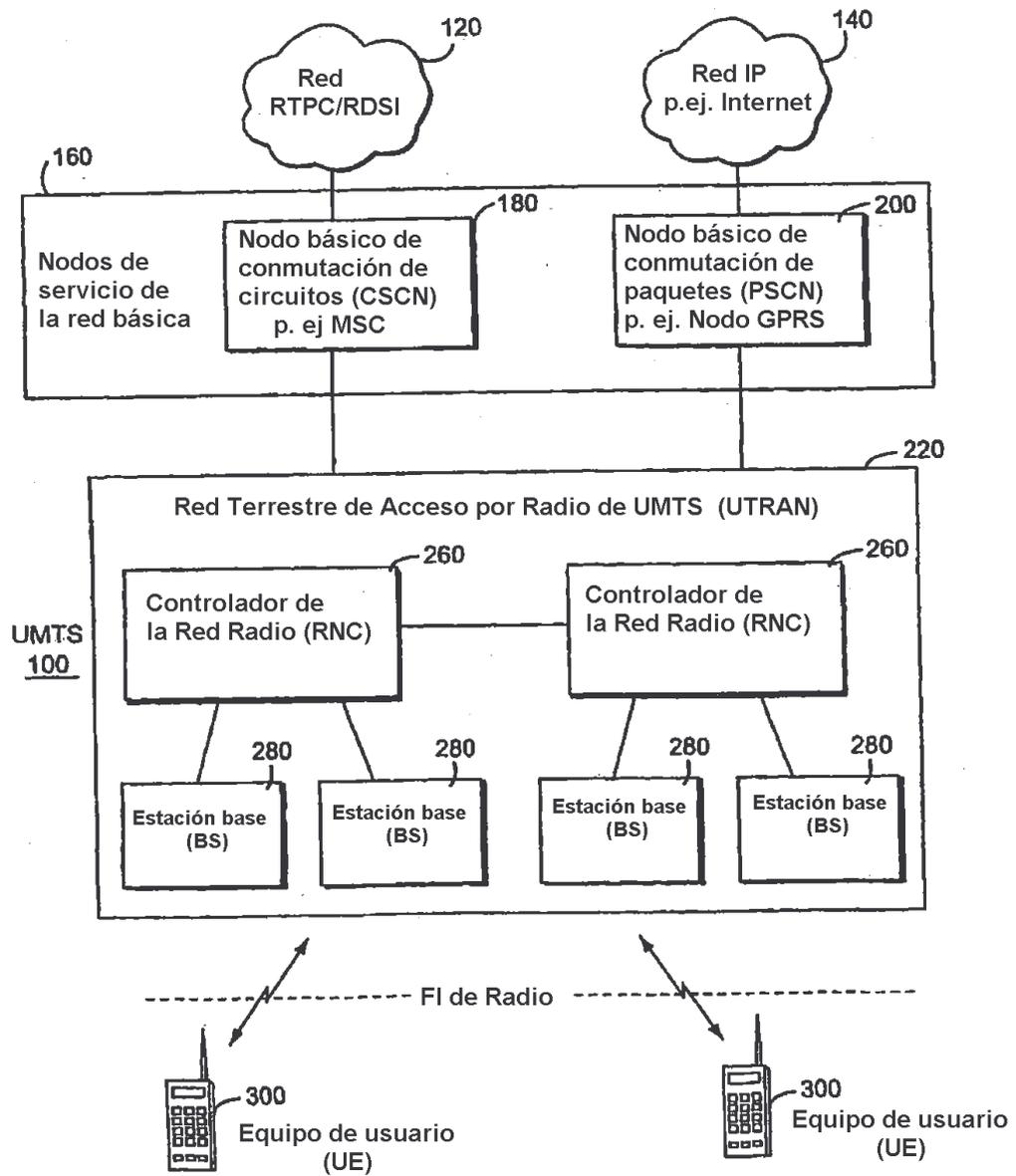


Fig. 9

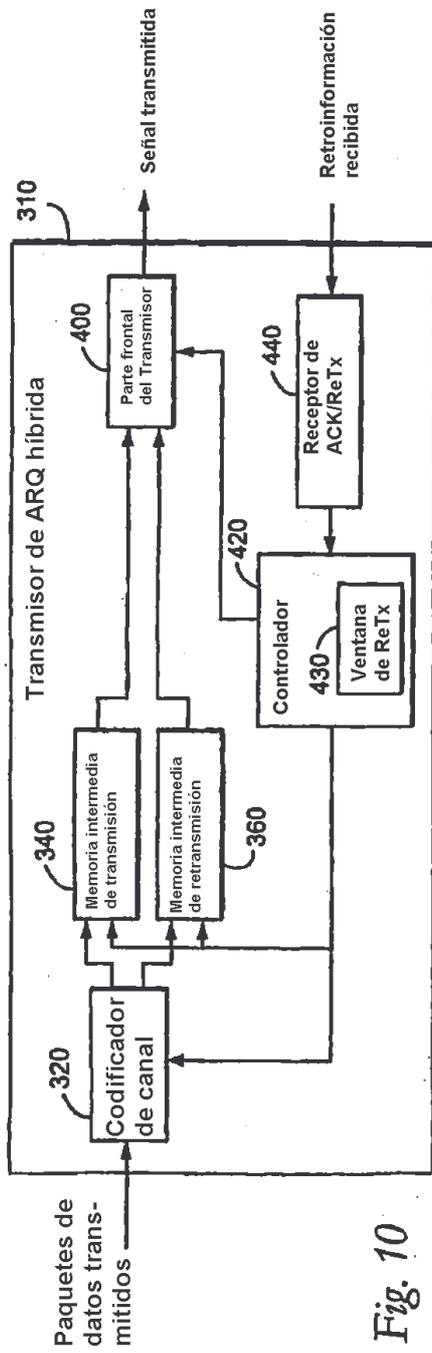


Fig. 10

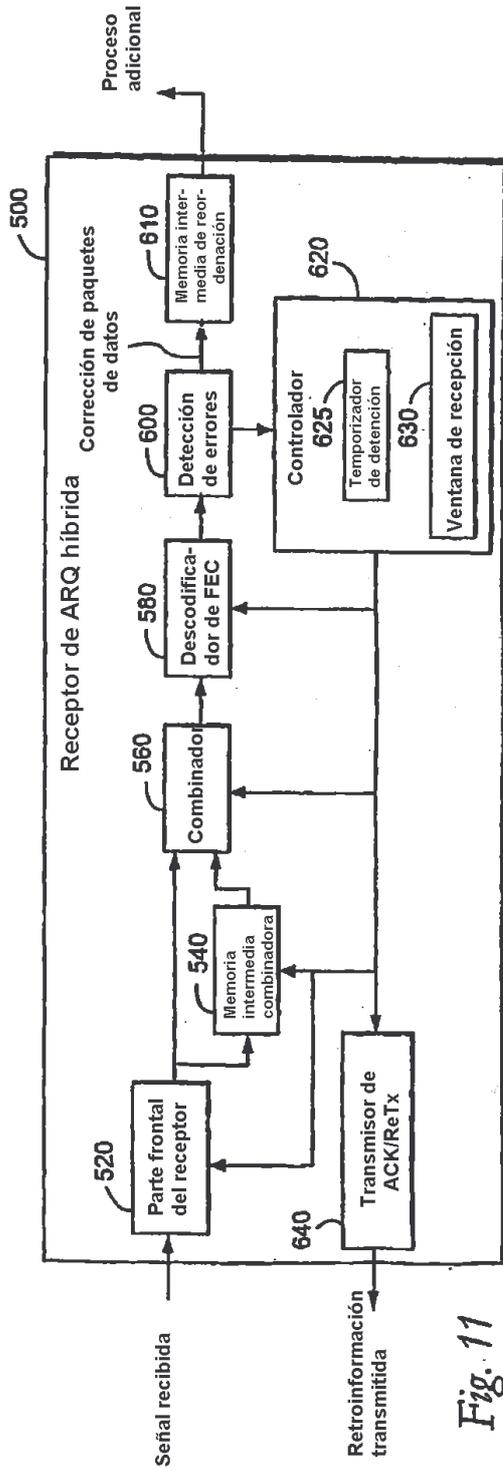


Fig. 11