

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 394 672**

51 Int. Cl.:

H04L 1/18

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.07.2009** **E 09164942 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **02.02.2011** **EP 2280505**

54 Título: **Método y disposición de procesamiento de un paquete de un sistema HARQ**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
04.02.2013

73 Titular/es:

TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)
(100.0%)
164 83 Stockholm, SE

72 Inventor/es:

KAMUF, MATTIAS y
LINCOLN, BO

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 394 672 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

Método y disposición de procesamiento de un paquete de un sistema HARQ.

5 Campo técnico

La presente invención se refiere de manera general al campo del procesamiento con sistemas HARQ (*Hybrid Automatic Repeat reQuest*, sistemas Híbridos con Petición Automática de Repetición). Más en particular, se refiere a la optimización del tamaño de la memoria intermedia de un HARQ.

10 Antecedentes

Muchos sistemas de comunicación incluyen la funcionalidad de retransmisión HARQ (combinada usualmente con un esquema de demodulación y decodificación) que es bien conocida en la técnica.

Por ejemplo, la funcionalidad HARQ puede aplicarse en un sistema en el que la adaptación de enlace pretende situar el BLER (*block error rate*, tasa de error de bloque) de una transmisión en un determinado punto de funcionamiento. Si, por ejemplo, el punto de funcionamiento del BLER corresponde a un BLER del 10%, (como es el caso habitual en sistemas de telefonía móvil), la decodificación del 10% de los paquetes recibidos en la transmisión inicial de un paquete falla y la decodificación del 90% de los paquetes es exitosa. Esto indica que muchos de los paquetes cuya decodificación falló probablemente están relativamente cerca de ser decodificables, y que todavía puede valer la pena utilizar la información que se recibió en la transmisión inicial de un paquete fallido. Esto es utilizado por el sistema HARQ, en el que se almacena la información (como valores de bits blandos) y se realiza una petición de una retransmisión del paquete. Una retransmisión de un paquete puede incluir, por ejemplo, la misma información de la transmisión previa o bien puede incluir información diferente o adicional. Cuando llega el paquete retransmitido, se combina con la información almacenada y se lleva a cabo un nuevo intento de decodificación. En un sistema HARQ a modo de ejemplo, este proceso es iterativo hasta que el paquete es decodificado de manera exitosa o bien hasta que han tenido lugar un número máximo de retransmisiones. Un sistema HARQ puede proporcionar robustez frente a inexactitudes y/o retrasos en el algoritmo de adaptación de enlace. Un sistema HARQ puede proporcionar una base para una comunicación eficiente de baja latencia, y una de las razones es que sólo la capa física (que generalmente tiene unos tiempos de respuesta más rápidos en las capas más altas) está implicada en el protocolo HARQ.

Los esquemas HARQ están diseñados para mejorar el rendimiento de un receptor y para optimizar la utilización de la capacidad de los canales. Sin embargo, una desventaja de los sistemas HARQ es que un receptor que soporta HARQ debe ser capaz de almacenar valores de bits blandos mientras espera a una retransmisión.

En muchos sistemas HARQ, existe el requerimiento de que el receptor debe ser capaz de almacenar paquetes de un tamaño particular (por ejemplo, en relación con un formato de transporte en comunicaciones UMTS – *Universal Mobile Telecommunication Standard*, Estándar Universal de Telecomunicaciones Móviles - o en comunicaciones UMTS LTE – *Long Term Evolution*, Evolución de Largo Plazo). En algunos sistemas HARQ también puede existir un requerimiento referido a la resolución para cada valor de bit blando almacenado. Más aún, algunos sistemas HARQ pueden tener requerimientos según los cuales un receptor debe ser capaz de soportar un número particular de procesos HARQ simultáneos. Unos requerimientos tales y otros adicionales pueden hacer que el espacio de memoria que necesita reservarse para el procesamiento HARQ (por ejemplo, una memoria intermedia de HARQ) pueda ser bastante extenso y esto puede, por ejemplo, afectar de manera severa al tamaño de las implementaciones de hardware. Esto puede ser particularmente problemático en el lado del terminal de un sistema de comunicaciones, ya que un terminal habitualmente tiene requerimientos severos de superficie y de consumo de potencia. Por lo tanto, la implementación física de memorias intermedias HARQ puede ser problemática. El documento US-A-2002/0075841 describe de esta manera la retransmisión de paquetes individuales de un símbolo OFDM.

Esto puede ser particularmente importante en sistemas con elevado rendimiento específico y latencia relativamente larga (por ejemplo, sistemas UMTS LTE), en los que el tamaño de la memoria intermedia de HARQ puede necesitar ser muy extenso en comparación con el tamaño ocupado por otras funcionalidades de un sistema en banda base. Los sistemas UMTS LTE soportan generalmente tamaños de bloque de información grandes, lo que conduce a paquetes a transmitir aún más grandes ya que el bloque de información está codificado generalmente mediante un código de corrección de error que introduce símbolos redundantes (habitualmente un múltiplo del tamaño de bloque de información) antes de la transmisión, lo que aumenta de manera adicional el tamaño requerido para la memoria intermedia de HARQ.

En sistemas UMTS LTE, así como en sistemas UMTS (HSPA – *High Speed Packet Access*, Acceso a Paquetes de Alta Velocidad), se han introducido métodos para limitar el tamaño de la memoria intermedia de HARQ. En sistemas UMTS LTE, se hace referencia a este concepto como Adaptación de Velocidad de Memoria Interna Limitada (*Limited-buffer Rate Matching*), y en sistemas HSPA se le denomina Adaptación de Velocidad de Dos Pasos (*Two-stage Rate Matching*). Estos conceptos fueron introducidos a expensas de un aumento en la tasa de código efectiva. Sin embargo, incluso con estos métodos estandarizados, el tamaño de las memorias intermedias HARQ es todavía un gran contribuyente al tamaño global del chip (en particular para sistemas UMTS LTE, independientemente de la categoría UE).

Por consiguiente, existe una necesidad de métodos y disposiciones que disminuyan el tamaño requerido de la memoria intermedia de HARQ.

5 Sumario

Debe enfatizarse que los términos "incluye / incluyendo", cuando se usan en esta especificación, se utilizan para especificar la presencia de características propias, enteros, pasos o componentes indicados, pero no excluyen la presencia o la adición de una o más características propias, enteros, pasos, componentes, o grupos adicionales de los mismos.

Es un propósito de la presente invención obviar al menos algunas de las desventajas mencionadas anteriormente y proporcionar métodos y disposiciones que disminuyan el tamaño requerido de la memoria intermedia de HARQ.

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, esto se consigue mediante un método de procesamiento de paquetes de un sistema híbrido con petición automática de repetición (HARQ) para un receptor electrónico. El método incluye recibir una primera transmisión del paquete, de manera que la primera transmisión incluye una primera pluralidad de valores de símbolos blandos que constituyen un subconjunto del número total de símbolos en el paquete, e incluye determinar si la primera pluralidad de valores de símbolos blandos cumple un criterio de parada. El método incluye adicionalmente - si se determina que la primera pluralidad de valores de símbolos blandos no cumple el criterio de parada - determinar un subconjunto de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos, de manera que el subconjunto incluye un número de valores de símbolos blandos de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos, de modo que el número es mayor que cero y menor que la primera pluralidad, e incluye almacenar el subconjunto de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos en una memoria intermedia de HARQ; incluye además recibir una segunda transmisión del paquete, de manera que la segunda transmisión incluye una segunda pluralidad de valores de símbolos blandos que constituyen un subconjunto adicional del número total de símbolos en el paquete, de modo que la segunda pluralidad incluye algunos de los símbolos de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos junto con algunos símbolos del paquete que no están incluidos en la primera pluralidad de valores de símbolos blandos, e incluye combinar la segunda pluralidad en de valores de símbolos blandos con el subconjunto almacenado de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos para generar una tercera pluralidad de valores de símbolos blandos combinados.

La primera transmisión puede ser una transmisión inicial del paquete y la segunda transmisión puede ser una retransmisión del paquete. De manera alternativa o de manera adicional, la primera transmisión puede ser una primera retransmisión del paquete y la segunda transmisión puede ser una segunda retransmisión del paquete.

En algunas realizaciones, en las que el paquete se ha codificado mediante un primer código de corrección de error y un primera código de detección de error en relación con la primera transmisión del paquete, el método puede incluir adicionalmente la decodificación de paquetes basada en el primer código de corrección de error y la primera pluralidad de valores de símbolos blandos después del paso de recepción de la primera transmisión del paquete. En tales realizaciones, el paso de determinar si la primera pluralidad de valores de símbolos blandos cumple un criterio de parada puede incluir determinar si el paso de decodificación del paquete basado en la primera pluralidad de valores de símbolos blandos fue exitosa basándose en el primer código de detección de error, por lo cual se determina que la primera pluralidad de valores de símbolos blandos no cumple el criterio de parada si se determina que el paso de decodificación del paquete basado en la primera pluralidad de valores de símbolos blandos no tuvo éxito.

El código de corrección de errores puede ser un código de corrección de error sistemático y el subconjunto de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos puede incluir o consistir en todos los valores de símbolos blandos que corresponden a símbolos sistemáticos del código de corrección de error sistemático de acuerdo con algunas realizaciones de la invención. El código de detección de error puede incluir una suma de comprobación. Almacenar sólo los valores de símbolos blandos correspondientes a los símbolos sistemáticos puede tener la ventaja de no necesitar ninguna (o muy poca) sobrecarga de procesamiento en comparación a cuando el subconjunto incluye otros valores de símbolos blandos.

En algunas realizaciones, el paso de combinar la segunda pluralidad de valores de símbolos blandos con el subconjunto almacenado de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos puede incluir la sustitución de valores de símbolos blandos pertenecientes a la primera pluralidad de valores de símbolos blandos y no pertenecientes al subconjunto de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos con un valor de símbolo blando que corresponde a una razón de verosimilitud logarítmica de cero, y combinar la segunda pluralidad de valores de símbolos blandos con el subconjunto almacenado de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos y con los valores de símbolos blandos sustituidos que corresponden a una razón de verosimilitud logarítmica de cero para generar la tercera pluralidad de valores de símbolos blandos combinados.

El paso de determinar el subconjunto de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos puede, en algunas realizaciones, llevarse a cabo de forma dinámica en instantes de tiempo que correspondan a uno o más de uno entre los siguientes: una primera transmisión de cada una de una pluralidad de paquetes del sistema HARQ, una

retransmisión de cada una de la pluralidad de paquetes del sistema HARQ, intervalos regulares de tiempo, un cambio de formato de transmisión de paquetes, y un cambio en el ancho de banda del sistema.

5 En algunas realizaciones, la determinación del subconjunto de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos puede estar basada en uno o más de entre los siguientes: un objetivo para el punto de funcionamiento de la relación señal-ruido, un objetivo para el punto de funcionamiento de la tasa de error de bloque, un tamaño de memoria intermedia de HARQ disponible, un estado actual de llenado de la memoria, un ancho de banda actual del sistema, un modo de transmisión de paquetes actual, y un valor máximo posible de la tasa de bits del sistema.

10 El método puede incluir adicionalmente determinar si la tercera pluralidad de valores de símbolos blandos cumple el criterio de parada, y - si se determina que la tercera pluralidad de valores de símbolos blandos no cumple el criterio de parada - determinar un segundo subconjunto de la tercera pluralidad valores de símbolos blandos combinados, donde el segundo subconjunto incluye un segundo número de valores de símbolos blandos de la tercera pluralidad de valores de símbolos blandos combinados, donde el segundo número es mayor que cero y menor que la tercera pluralidad, almacenar el segundo subconjunto de la tercera pluralidad de valores de símbolos blandos combinados en la memoria intermedia de HARQ, recibir una tercera transmisión del paquete, en el que la tercera transmisión incluye una cuarta pluralidad de valores de símbolos blandos, y combinar la cuarta pluralidad de valores de símbolos blandos con el segundo subconjunto almacenado de la tercera pluralidad de valores de símbolos blandos combinados para generar una quinta pluralidad de valores de símbolos blandos combinados.

20 Un segundo aspecto de la invención es un producto consistente en un programa de ordenador que incluye un medio legible por ordenador, que posee por consiguiente un programa de ordenador que incluye instrucciones de programa, donde el programa de ordenador es susceptible de ser cargado en una unidad de procesamiento de datos de un receptor electrónico y está adaptado para hacer que la unidad de procesamiento de datos ejecute al menos los siguientes pasos para procesar un paquete de un sistema HARQ, cuando el programa informático es ejecutado por la unidad de procesamiento de datos: determinar si una pluralidad de valores de símbolos blandos, incluidos en una primera transmisión del paquete recibido por el receptor electrónico, cumple un criterio de parada, y - si se determina que la primera pluralidad de valores de símbolos blandos no cumple el criterio de parada - determinar un subconjunto de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos, en el que el subconjunto incluye un número de valores de símbolos blandos de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos, donde el número es mayor que cero y menor que la primera pluralidad, almacenar el subconjunto de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos en una memoria intermedia de HARQ, y combinar una segunda pluralidad de valores de símbolos blandos que constituyen un subconjunto adicional del número total de símbolos en el paquete, donde la segunda pluralidad incluye algunos de los símbolos de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos junto con algunos símbolos del paquete que no se incluía en la primera pluralidad de valores de símbolos blandos, incluidos en una segunda transmisión del paquete recibido por el receptor electrónico, con el subconjunto almacenado de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos para generar una tercera pluralidad de valores de símbolos blandos combinados.

40 Un tercer aspecto de la invención es una disposición para un receptor electrónico, adaptado para procesar un paquete de un sistema HARQ. La disposición incluye una unidad de determinación, un combinador, una unidad de memoria, y una unidad de control de la memoria intermedia de HARQ. La unidad de determinación está adaptada para determinar si una pluralidad de valores de símbolos blandos, que constituye un subconjunto del número total de símbolos en el paquete, incluida en una primera transmisión del paquete recibido por el receptor electrónico, cumple un criterio de parada. La unidad de control de la memoria intermedia de HARQ está adaptada para determinar un subconjunto de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos en respuesta a una determinación por parte de la unidad de determinación de que la primera pluralidad de valores de símbolos blandos no cumple el criterio de parada, en el que el subconjunto incluye un número de valores de símbolos blandos de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos, donde el número es mayor que cero y menor que la primera pluralidad. La unidad de memoria está adaptada para almacenar el subconjunto de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos en una memoria intermedia de HARQ. El combinador está adaptado para combinar una segunda pluralidad de valores de símbolos blandos que constituyen un subconjunto adicional del número total de símbolos en el paquete, donde la segunda pluralidad incluye algunos de los símbolos de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos junto con algunos símbolos del paquete que no se incluían en la primera pluralidad de valores de símbolos blandos, incluida en una segunda transmisión del paquete recibido por el receptor electrónico, con el subconjunto almacenado de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos para generar una tercera pluralidad de valores de símbolos blandos combinados.

60 En algunas realizaciones, cuando el paquete será codificado mediante un primer código de corrección de error y un primer código de detección de error en relación con la primera transmisión del paquete, la disposición puede incluir adicionalmente un decodificador adaptado para decodificar el paquete basado en el primer código de corrección de error y la primera pluralidad de valores de símbolos blandos, y determinar si la decodificación de paquetes basada en la primera pluralidad de valores de símbolos blandos fue exitosa sobre la base del primer código de detección de error, mediante lo cual se determina que la primera pluralidad de valores de símbolos blandos no cumple el criterio de parada si se determina que la decodificación de paquetes basada en la primera pluralidad de valores de símbolos blandos no tuvo éxito.

En algunas realizaciones, la disposición puede incluir adicionalmente una unidad de recepción adaptada para recibir las transmisiones primera y segunda del paquete.

5 El paquete puede estar incluido en al menos uno de entre los siguientes: una señal obtenida mediante División de Código de Banda Ancha de Acceso Múltiple (WCDMA, *Wideband Code Division Multiple Access*), y una señal obtenida mediante Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal (OFDM, *Orthogonal Frequency Division Multiplexing*).

10 Un cuarto aspecto de la invención es un receptor electrónico que incluye una disposición de acuerdo con el tercer aspecto.

Un quinto aspecto de la invención es un dispositivo de comunicación que incluye un receptor de acuerdo con el cuarto aspecto. En algunas realizaciones, el dispositivo de comunicación puede ser compatible con al menos uno de entre los siguientes: un Estándar Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS) y un estándar UMTS de Largo Plazo (UMTS LTE).

Se enfatiza que las realizaciones de la invención son igualmente aplicables en relación con cualquier norma de comunicación que implique a un sistema HARQ, tales como UMTS, LTE UMTS y WiMAX.

20 En algunas realizaciones, los aspectos segundo, tercero, cuarto y quinto de la invención pueden adicionalmente tener características propias idénticas a o correspondientes a cualquiera de las diversas características propias tal como se ha explicado anteriormente para el primer aspecto de la invención.

25 Una ventaja de algunas realizaciones de la invención es que puede reducirse la cantidad de memoria requerida para la memoria intermedia de HARQ.

Otra ventaja de algunas realizaciones de la invención es que la reducción de la memoria se puede lograr sin ninguna o con poca pérdida en términos de rendimiento (por ejemplo, rendimiento específico, tasa de error de bit o de bloque, etc.).

Otra ventaja de algunas realizaciones de la invención es que el coste de la implementación y/o de la producción de dispositivos que incluyen realizaciones de la invención puede reducirse.

35 Otra ventaja de algunas realizaciones de la invención es que la cantidad de datos almacenados para cada paquete se puede variar dinámicamente.

Otra ventaja de algunas realizaciones de la invención es que pueden diferenciarse diferentes clases de terminales (por ejemplo, en términos de rendimiento) a través de la explotación del comportamiento dinámico de las realizaciones de la invención. Por ejemplo, en sistemas UMTS LTE, una categoría UE alta (equipo de usuario) puede tener que soportar todos los formatos de transporte (o muchos) (es decir, también los que tienen bloques relativamente largos), mientras que una categoría UE baja puede tener que soportar sólo los formatos de transporte con bloques relativamente cortos. Utilizando las realizaciones de la invención (por ejemplo, permitiendo que la categoría UE alta almacene una cantidad de valores de bits blandos más baja que la media), ambas categorías UE pueden ser construidas a partir de la misma plataforma, de manera que tengan el mismo tamaño de memoria disponible para las funciones de la memoria intermedia de HARQ.

Otra ventaja de algunas realizaciones de la invención es que se proporciona un mecanismo de control para satisfacer un objetivo de punto de funcionamiento (por ejemplo, en términos de rendimiento BLER).

50 Breve descripción de los dibujos

Otros propósitos, características y ventajas de la invención se apreciarán a partir de la siguiente descripción detallada de realizaciones de la invención, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

55 Las Figuras 1A y 1B son diagramas de flujo que ilustran pasos de ejemplo del método de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;

Las Figuras 2A y 2B son diagramas de bloques que ilustran disposiciones de ejemplo de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;

60 La Figura 3 es un gráfico que ilustra resultados de ejemplo logrados cuando se emplean algunas realizaciones de la invención; y

La Figura 4 es un dibujo esquemático que ilustra un terminal móvil conectado, a través de un enlace de radio, a un emplazamiento de estación base, en el que el terminal móvil puede incluir una disposición de acuerdo con algunas realizaciones de la invención.

Descripción detallada

A partir de aquí, se describirán realizaciones de la invención en las que sólo se almacenan en la memoria intermedia de HARQ un subconjunto de los valores de los valores de bits blandos disponibles. Esto reduce de manera efectiva la cantidad de memoria necesaria para la memoria intermedia de HARQ. Nos referiremos en esta descripción a valores de bits blandos. Debe entenderse, sin embargo, que las realizaciones de la invención son igualmente utilizables para cualesquiera valores de símbolos blandos.

El almacenamiento de sólo un subconjunto de los valores de bits blandos puede emplearse si la transmisión inicial de un paquete no cumple un criterio de parada y se solicita una primera retransmisión. El almacenamiento de sólo un subconjunto de los valores de bits blandos también puede emplearse si cualquier retransmisión del paquete no cumple el criterio de parada y se solicita otra retransmisión. En algunas realizaciones, todos los valores de bits blandos disponibles se almacenan si la transmisión inicial de un paquete no cumple un criterio de parada y el almacenamiento de sólo un subconjunto de los valores de bits blandos sólo se emplea si una retransmisión del paquete no cumple el criterio de parada. Pueden concebirse fácilmente otras variaciones.

En algunas realizaciones se decide de forma dinámica si almacenar todos los valores de bits blandos disponibles o sólo un subconjunto de los mismos. La determinación dinámica puede, por ejemplo, estar basada en uno o más de entre los siguientes: un objetivo de punto de funcionamiento de relación señal-ruido, un objetivo de punto de funcionamiento de tasa de error de bloque, un tamaño de memoria intermedia de HARQ disponible, un estado actual de llenado de la memoria, un ancho de banda actual del sistema, un modo actual de transmisión de paquetes, y una tasa de bits de sistema máxima posible.

El tamaño del subconjunto (es decir, el número de valores de bits blandos que deben ser incluidos en el subconjunto) también puede ser determinado dinámicamente, por ejemplo sobre la base de uno o más de entre los siguientes: un objetivo de punto de funcionamiento de relación señal-ruido, un objetivo de punto de funcionamiento de tasa de error de bloque, un tamaño de memoria intermedia de HARQ disponible, un estado actual de llenado de la memoria, un ancho de banda actual del sistema, un modo actual de transmisión de paquetes, y una tasa de bits de sistema máxima posible.

Por ejemplo, el estado de llenado de la memoria intermedia de HARQ puede monitorizarse y si el estado de llenado está por encima de un umbral de llenado de memoria se puede decidir almacenar sólo un subconjunto de los valores de bits blandos, mientras que pueden almacenarse todos los valores de bits blandos si el estado de llenado está por debajo del umbral de llenado de memoria. Pueden concebirse también soluciones con varios umbrales y diferentes tamaños de los subconjuntos correspondientes.

Otro ejemplo puede ser que se almacene sólo un subconjunto de los valores de bits blandos si el modo de transmisión actual define un tamaño de paquete relativamente grande, mientras que pueden almacenarse todos los valores de bits blandos si el modo de transmisión actual define un tamaño de paquete relativamente pequeño. También en este caso, pueden concebirse soluciones con varios umbrales y diferentes tamaños de los subconjuntos correspondientes.

Otro ejemplo más puede ser, en un sistema sin ninguna adaptación de enlace, o con una adaptación de enlace pobre, o con una adaptación de enlace lenta, que se almacenen todos los valores de bits blandos si la tasa de error está por encima de un umbral de tasa de error (punto de funcionamiento) para asegurarse de que no hay pérdida de rendimiento debido al almacenamiento parcial, y que se almacene sólo un subconjunto si la tasa de error está por debajo del umbral de tasa de error. En algunas realizaciones, el tamaño del subconjunto puede estar relacionado con la tasa de error (por ejemplo, de una manera continua o por pasos).

Cualquier combinación de los ejemplos anteriores y otros son igualmente aplicables. Por ejemplo, algunas realizaciones pueden considerar almacenar sólo un subconjunto si el estado de llenado está por encima de un umbral de llenado de memoria o si el modo de transmisión actual define un tamaño de paquete relativamente grande, mientras que algunas realizaciones pueden considerar almacenar solamente un subconjunto sólo cuando el estado de llenado está por encima de un umbral de llenado de memoria y el modo de transmisión actual define un tamaño de paquete relativamente grande.

En un ejemplo de sistema UMTS LTE UE, donde los requisitos de escalabilidad típicamente fuerzan que el tamaño de la memoria deba ser determinada por un escenario de caso más desfavorable (por ejemplo, un ancho de banda de sistema de 20 MHz), hay usualmente una gran cantidad de memoria disponible cuando el UE está funcionando con un ancho de banda de sistema más pequeño. Para tales UEs, las realizaciones de la invención proporcionan una manera de disminuir el tamaño máximo de memoria requerida (mediante el almacenamiento de sólo un subconjunto de valores de bits blandos en el funcionamiento del sistema con un ancho de banda grande) consiguiendo mantener sin embargo un rendimiento pleno en el funcionamiento del sistema con un ancho de banda menor (mediante el almacenamiento de todos los valores de bits blandos).

Por lo tanto, las realizaciones de la invención sólo almacenan un subconjunto de los valores de bit blandos disponibles en la memoria intermedia de HARQ. Una decisión sobre si almacenar todos los bits blandos o sólo un

subconjunto y/o una determinación del tamaño del subconjunto puede basarse en cualquier requerimiento adecuado, como por ejemplo un requerimiento que impulsa la aplicación (rendimiento, tamaño de la memoria, etc).

La Figura 1A es un diagrama de flujo que ilustra un método 100a de ejemplo de acuerdo con algunas realizaciones de la invención. En el paso 110a, se recibe una primera transmisión de un paquete de un sistema HARQ. La primera transmisión puede ser, por ejemplo, una transmisión inicial del paquete de acuerdo con el esquema HARQ. De manera alternativa, la primera transmisión puede ser cualquier retransmisión del paquete de acuerdo con el esquema HARQ. La primera transmisión del paquete recibida incluye un número de valores de bits blandos. El número de valores de bits blandos depende de la carga útil del paquete, la tasa de código de cualquier código de corrección de errores, la tasa de código de cualquier código de detección de error, el esquema de perforación (adaptación de velocidad) si es que existe, el tamaño de la sobrecarga de proceso posible del paquete, etc.

En el paso 120a, el paquete se decodifica sobre la base de los valores de bits blandos y sobre la base del código de corrección de error de acuerdo con cualquier método adecuado de decodificación. En el paso 130a, se determina si la decodificación en el paso 120a fue o no fue exitosa. Esta determinación puede estar basada en un código de detección de error (por ejemplo, una suma de control tal como un CRC - Comprobación de Redundancia Cíclica, *Cycling Redundancy Check* - como se ilustra en el paso 130a). De manera alternativa, la determinación puede estar basada en cualquier medio para determinar si la decodificación tuvo o no éxito. Por ejemplo, puede calcularse un valor de probabilidad (por ejemplo, un valor de distancia euclídea, una razón de verosimilitud logarítmica, un valor de convergencia, o un parámetro similar) para cada símbolo decodificado o puede determinarse un valor de probabilidad conjunta (por ejemplo, un valor de varianza estadística, un valor promedio, o un parámetro similar) para el paquete decodificado, y testado frente a algunos criterios. Por ejemplo, puede determinarse que la decodificación ha tenido éxito si un número mínimo de símbolos decodificados tienen un valor de probabilidad que es mayor que un umbral de probabilidad.

Si se determina que la decodificación en el paso 120a tuvo éxito (SÍ - camino de salida del paso 130a), entonces el proceso HARQ termina en el paso 180a.

Si se determina que la decodificación en el paso 120a no fue exitosa (NO - camino de salida del paso 130a), entonces el proceso continúa hacia el paso 140a, donde se selecciona un subconjunto de los valores de bits blandos disponibles.

En algunas realizaciones, el paso 140a puede incluir la determinación en primer lugar del tamaño del subconjunto (es decir, el número K de valores de bit blandos que se desea almacenar) en el subpaso 141a, y determinar a continuación qué K valores de bits blandos deben incluirse en el subconjunto en el subpaso 142a.

En otras realizaciones, puede que no haya ningún grado de libertad en relación a qué K valores de bits blandos deben incluirse en el subconjunto, en cuyo caso el subpaso 142a no se lleva a cabo. Un ejemplo de realizaciones tales pueden ser aquellas en las que está predeterminado que, por ejemplo, se van a almacenar los K primeros valores blandos (o los últimos o cualquier otro conjunto de valores consecutivos). Un enfoque tal tiene la ventaja de que no tiene que reservarse ningún espacio de memoria (o un espacio muy pequeño de memoria) para el almacenamiento de los patrones o de las direcciones relativas a los valores de bits blandos que se almacenan.

En algunas realizaciones, el valor de K puede estar predeterminado (por ejemplo, el subconjunto puede incluir siempre un tercio de los valores de bits blandos), en cuyo caso el subpaso 141a no se lleva a cabo.

En algunas realizaciones, no se llevan a cabo los subpasos 141a y 142a (por ejemplo, si está predeterminado que el subconjunto siempre debe incluir un tercio de los valores de bits blandos, en concreto los correspondientes a los bits sistemáticos de una tasa de un tercio de código sistemático). En este último caso, el paso 140a incluye simplemente la selección de los valores de bits blandos a cenar de acuerdo con la regla predeterminada.

En el paso 150a, el subconjunto de valores de bits blandos seleccionado se almacena en la memoria intermedia de HARQ (por ejemplo, reservando primero memoria de HARQ para el tamaño de subconjunto y almacenando a continuación los valores de bits blandos del subconjunto), y en el paso 160a se recibe una retransmisión del paquete de acuerdo con el esquema HARQ. El esquema HARQ y el esquema de combinación blando correspondiente determinan qué símbolos se incluyen en la retransmisión en comparación con la primera transmisión. Pueden ser los mismos símbolos, o pueden ser diferentes. Si son diferentes, puede tratarse de menos símbolos, o la misma cantidad, o bien más símbolos en la retransmisión que en la primera transmisión. Algunos símbolos que estaban incluidos en la primera transmisión pueden estar también incluidos en la retransmisión, mientras que otros símbolos pueden ser excluidos. Algunos símbolos que no estaban incluidos en la primera transmisión (por ejemplo, debido a la perforación) pueden incluirse en la retransmisión.

En el paso 170a, los valores de bits blandos almacenados del subconjunto determinado en el paso 140a se combinan con los valores de bits blandos recibidos en el paso 160a para generar un conjunto de valores de bits blandos combinados.

En la combinación, puede utilizarse cualquier método de combinación blando. Por ejemplo, dos valores de bit blandos correspondientes al mismo bit de información pueden combinarse utilizando una función de promediado o una función de promediado ponderado. Valores de bits blandos que fueron incluidos en la primera transmisión del paquete, pero que no se almacenaron en el paso 150a, pueden reemplazarse por un valor de bit blando que no tiene ningún contenido de información (por ejemplo, un valor que corresponde a una razón de verosimilitud logarítmica nula) en el sub paso 171a antes de producirse la combinación con los valores de bits blandos de la retransmisión en el subpaso 172a.

A continuación, el proceso vuelve al paso 120a (en algunas realizaciones, después de liberar la memoria HARQ que ya no se utiliza) y se lleva a cabo un nuevo intento de decodificación sobre la base de los valores de bits blandos combinados. La iteración continúa hasta que se alcanza el paso 180a, o (en algunas realizaciones) hasta que se alcanza un número máximo de iteraciones (correspondiente a un número máximo de retransmisiones).

En la segunda iteración y en adelante, las realizaciones de la invención puede almacenar preferiblemente (subconjuntos de) valores de bits blandos combinados. Sin embargo, algunas realizaciones de la invención pueden almacenar (subconjuntos de) valores blandos para cada transmisión / retransmisión, y adaptar en consecuencia la combinación. Esto, sin embargo, requiere más memoria y por lo tanto no es preferible.

La Figura 1B es un diagrama de flujo que ilustra un método de ejemplo 100b de acuerdo con algunas realizaciones de la invención. Los pasos 110b, 140b (141b, 142b), 150b, 160b, 170b (171b, 172b) y 180b son similares a los pasos 110a, 140a (141a, 142a), 150a, 160a, 170a (171a, 172a) y 180a y su explicación no será ampliada adicionalmente.

En el método 100b de ejemplo, no existe ningún paso de decodificación (por ejemplo, si el paquete se envía no codificado, si todos los bits salvo los bits sistemáticos son perforados en la adaptación de velocidad, etc.).

En el paso 130b, se determina si los valores de bits blandos recibidos en el paso 110b cumplen o no un criterio de parada. La determinación puede estar basada en cualquier criterio de parada adecuado. Por ejemplo, puede calcularse un valor de probabilidad (por ejemplo, un valor de distancia euclídea, una razón de verosimilitud logarítmica, un valor de convergencia, o un parámetro similar) para cada valor de bit blando (de hecho, el valor de bit blando corresponde en sí mismo a un valor de probabilidad). De manera alternativa o de manera adicional, puede determinarse un valor de probabilidad conjunta (por ejemplo, un valor de varianza estadística, un valor medio, o un parámetro similar) para el paquete recibido. Uno o más de dichos valores de probabilidad pueden esperarse frente a los criterios de parada para determinar el modo de proceder. Por ejemplo, se puede determinar que el criterio de parada se cumple si una distancia euclídea mínima promedio (de los valores de bits blandos del paquete) hasta un valor de símbolo está por debajo de un umbral de distancia. En algunas realizaciones, puede determinarse que el criterio de parada se cumple si un número mínimo de valores de bits blandos tienen un valor de probabilidad correspondiente mayor que un umbral de probabilidad.

Después de realizarse la combinación en el paso 170b, el proceso vuelve al paso 130b en el que se determina si el conjunto de valores de bits blandos combinados cumple el criterio de parada. La iteración continúa hasta que se alcanza el paso 180b, o (en algunas realizaciones) hasta que se llevan a cabo un número máximo de iteraciones (correspondiente a un número máximo de retransmisiones).

La Figura 2A ilustra una disposición 200a de ejemplo de acuerdo con algunas realizaciones de la invención. La disposición 200a incluye un combinador 260a, un decodificador 230a [que a su vez incluye un interruptor 231a, un decodificador 232a con corrección anticipada de errores (decodificador FEC, *Forward Error Correcting*), y una unidad 232a de comprobación de redundancia cíclica (CRC, *Cyclic Redundancy Check*)], una unidad 240a de control (CU), y una memoria 250a (MEM). La disposición 200a puede, por ejemplo, estar adaptado para llevar a cabo los pasos del método tal como se describe en relación a la Figura 1A.

En la Figura 2A, la disposición 200a se ilustra incorporado en una cadena del receptor. La cadena de receptor incluye una o más antenas 210a y una unidad 220a de recepción (RU), que puede, por ejemplo, incluir un conjunto de circuitos eléctricos y electrónicos de etapa de entrada convencionales. La unidad receptora emite una señal (por ejemplo, una señal en banda de base), que es recibida por la disposición 200a.

Si la señal recibida por la disposición 200a es una transmisión inicial de un paquete de un esquema HARQ, el interruptor 231a se dispone en su posición superior y la señal recibida se aplica directamente en la entrada del decodificador 232a FEC, donde se lleva a cabo un intento de decodificar el paquete (compárese con el paso 120a en la Figura 1A). La salida de la señal presumiblemente decodificada en la salida del decodificador 232a FEC se aplica a continuación a la entrada de la unidad 233a CRC, donde se determina si la decodificación FEC fue o no fue exitosa (compárese con el paso 130a en la Figura 1A). Si la decodificación tuvo éxito, la señal decodificada se emite desde la disposición en el punto 234a y posiblemente se somete a un procesamiento adicional.

Sin embargo, si la decodificación no tuvo éxito, la unidad 240a de control se activa mediante una señal de control. La señal de control puede estar generada, por ejemplo, por la unidad 233a CRC tal como se ilustra en la Figura 2A.

Cuando se activa, la unidad de control está adaptada para controlar el almacenamiento de valores de bits blandos en la memoria intermedia de HARQ de la memoria 250a. Por ejemplo, la unidad 240a de control puede estar adaptada para determinar las situaciones en las que se deben almacenar todos los valores de bits blandos disponibles y las situaciones en las que se debe almacenar sólo un subconjunto de ellos. La unidad 240a de control también puede estar adaptada para determinar el tamaño de un subconjunto y/o qué valores de bits blandos deben incluirse en el subconjunto (compárense los pasos 140a, 141a, 142a en la Figura 1A). La unidad de control puede también recibir los valores de bits blandos para almacenar (bien los valores de bits blandos recibidos para cada transmisión / retransmisión tal como se discutió anteriormente, o bien los valores de bits blandos aplicados al decodificador FEC tal como se ilustra en la Figura 2A). En otras realizaciones, los valores de bits blandos no se transmiten a través de la unidad de control, sino que se introducen directamente en la memoria.

La unidad 240a de control puede ser una unidad de control de la memoria intermedia de HARQ especializada o puede también llevar a cabo otras tareas de control. Del mismo modo, la memoria 250a puede ser una memoria intermedia de HARQ especializada solamente, o puede también desempeñar otras funciones de memoria.

Si la señal recibida por la disposición 200a es una retransmisión de un paquete de un esquema HARQ, la señal recibida se introduce en el combinador 260a, donde se combina con los valores de bits blandos del paquete que estaba almacenado en la memoria 250a (compárense con los pasos 170a, 171a, 172a de la Figura 1A). El combinador 260a puede utilizar cualquier método de combinación adecuado, como por ejemplo un método de combinación blando.

El interruptor 231a dispone de su posición inferior y, por tanto, la salida del combinador 260a se aplica entonces a la entrada del decodificador 232a FEC, donde se lleva a cabo otro intento para decodificar el paquete.

La Figura 2B ilustra una disposición de ejemplo 200b de acuerdo con algunas realizaciones de la invención. La disposición 200b incluye un combinador 260b, un interruptor 231b, una unidad de determinación 230b, una unidad de control 240b (CU), y una memoria 250b (MEM). La disposición 200b puede estar adaptada, por ejemplo, para llevar a cabo los pasos del método tal como se describe en relación a la Figura 1B.

En la Figura 2B, la disposición 200b se ilustra incorporada en una cadena de un receptor. La cadena del receptor incluye una o más antenas 210b y una unidad 220b receptora (RU), que puede, por ejemplo, incluir un conjunto de circuitos eléctricos y electrónicos de etapa de entrada convencionales. La unidad receptora emite una señal (por ejemplo, una señal en banda de base), que es recibida por la disposición 200b.

El funcionamiento de la disposición 200b es similar al de la disposición 200a de la Figura 2A y por tanto no se describe en detalle.

La disposición 200b difiere de la disposición 200a en que se sustituye el decodificador 230a de la disposición 200a por el interruptor 231b y la unidad 230b de determinación. El funcionamiento de la unidad 230b de determinación incluye determinar si los valores de bits blandos bajo consideración (recibidos o emitidos por el combinador) cumplen o no un criterio de parada, es decir, si cumplen los requisitos establecidos para la señal que debe emitirse en 234b (compárense con el paso 130b de la Figura 1B).

Para ilustrar aún más las ventajas con algunas realizaciones de la invención, se presentará a continuación un ejemplo relativo a un sistema UMTS LTE. En este ejemplo, un receptor recibe valores blandos para un paquete, donde el paquete tiene P bits de carga útil. El número de bits en el paquete después de la codificación se denota como $N = P/R$, donde $R = 1/3$ es la tasa de código del código FEC (un código sistemático turbo en sistemas UMTS LTE). El número M de bits realmente transmitidos puede ser igual a N o menor que N dependiendo de la adaptación de velocidad. En algunas realizaciones, M también puede ser mayor que N (por ejemplo, si un esquema de adaptación de velocidad utilizado se adapta para conseguir una tasa menor que R). En realizaciones en las que el esquema de combinación lleva a cabo una combinación blanda de valores repetidos, puede ser suficiente con almacenar sólo hasta N valores incluso si M es mayor que N . Los valores de P , N y M dependen del formato de transporte utilizado en este momento. Si la decodificación de un paquete falla en este sistema, se almacenan K valores de bits blandos en la memoria intermedia de HARQ y posteriormente se combinan con valores de bits blandos de la siguiente retransmisión del paquete. El número K está limitado por la condición $0 < K \leq \min\{M, N\} \leq \max\{M, N\}$.

Por lo tanto, si no se utilizan realizaciones de la invención ($K = \min\{M, N\}$), el escenario más desfavorable (para el cual tendría que diseñarse la memoria intermedia de HARQ) requiere espacio de memoria para guardar un número de valores de bits blandos igual a $3 P_{WC}$ para cada proceso HARQ activo (deberían soportarse hasta 9 procesos HARQ simultáneos para sistemas UMTS LTE en TDD y hasta 8 en FDD), donde el tamaño de paquete del caso más desfavorable $P = P_{WC}$ depende de los formatos de transporte soportados por el receptor. La categoría UE específica qué formatos de transporte deben ser soportados, lo que a su vez se traduce en un valor de P_{WC} (por ejemplo, para una categoría UE 3: $P_{WC} = 75.376$ para cadena simple y $P_{WC1} + P_{WC2} \leq 102.048$ para cadena doble, consúltense la especificación 3GPP TS 36.306, Tabla 4.1-1).

Sin embargo, en la especificación UMTS LTE no hay ningún requisito en relación al número de bits por valor de bit blando (es decir, en la resolución de los valores de bits blandos). Este último hecho puede ser utilizado para reducir el tamaño de la memoria intermedia de HARQ requerida mediante la reducción de la resolución de los valores de bits blandos antes de su almacenamiento en algunas situaciones o en todas.

Por otro lado, si las realizaciones de la invención se emplean en este sistema, puede reducirse el tamaño de la memoria intermedia de HARQ. Por ejemplo, en la situación del caso más desfavorable (por ejemplo, cuando el número máximo de procesos HARQ están activos de manera simultánea, cuando $P = P_{wc}$, y el ratio de llenado de memoria se aproxima al 100%) sólo los bits sistemáticos pueden almacenarse después de una decodificación fallida ($K = P = N / 3$). Por lo tanto, puede reducirse a un tercio el tamaño de la memoria intermedia de HARQ en comparación con un sistema que no utilice realizaciones de la invención.

En el caso general, el tamaño de la memoria intermedia de HARQ se puede reducir por un factor $(1 - R)$ si se almacenan solamente los bits sistemáticos. Almacenar sólo los bits sistemáticos tiene la ventaja de que no se requiere sobrecarga de procesamiento ni en el *hardware* ni en el *software* para implementar esta realización.

La Figura 3 ilustra los resultados obtenidos cuando se emplea una realización similar a la descrita anteriormente, donde $K = P$ (solo se almacenan los bits sistemáticos) para todas las situaciones. Los casos de simulación incluyen un conjunto de casos de ensayo 3GPP 36,101 en los que el punto de ensayo se establece en un valor del 70% de rendimiento específico; es decir, una BLER de aproximadamente un 30%. Se puede observar que la degradación de rendimiento específico debido al guardado de sólo un subconjunto de los valores de bits blandos es muy pequeña (incluso nula para algunos casos de ensayo). Esta menor degradación puede ser considerada como un coste pequeño en comparación con la ventaja de reducir el tamaño de la memoria de HARQ en una proporción de 2/3.

En algunas realizaciones sólo se almacenan los bits sistemáticos ($K = P$) cuando puede recibirse la tasa de bits máxima de diseño del sistema (por ejemplo, con buenas condiciones del canal y de ancho de banda máximo del sistema utilizado en sistemas UMTS LTE), y se almacenan más bits que los bits sistemáticos ($K > P$), cuando la configuración del sistema es tal que no puede recibirse la tasa de bits máxima de diseño del sistema (por ejemplo, para un ancho de banda más estrecho del sistema utilizado en UMTS LTE). Este enfoque ofrece la posibilidad de reducir el tamaño de la memoria de HARQ, pero proporcionando sin embargo un rendimiento pleno para la mayoría de las configuraciones del sistema. En algunas realizaciones, K puede incrementarse gradualmente, por ejemplo en relación a la tasa de bits, al ancho de banda del sistema, o a otros parámetros relevantes.

En general, la determinación del valor de K (y de qué valores de bits blandos deben ser miembros de un subconjunto; es decir, cuáles deben ser incluidos en el subconjunto) puede basarse en uno o más de entre un número de parámetros adecuados tal como se mencionó anteriormente. Tales parámetros incluyen, pero no están limitados a: un punto de funcionamiento o un valor objetivo de la SNR (relación señal-ruido) o BLER, una BLER esperada, una configuración del sistema (por ejemplo el ancho de banda del sistema en un sistema UMTS LTE, o una tasa de bits máxima posible del sistema), un modo actual de transmisión de paquetes (por ejemplo, el formato de transporte actual), y/o un estado de la memoria de HARQ (por ejemplo, un ratio de llenado de memoria, un tamaño de memoria intermedia de HARQ, o un tamaño de memoria intermedia de HARQ disponible). Las simulaciones pueden proporcionar una herramienta útil en la selección de los parámetros adecuados y su relación con K y/o los miembros de subconjuntos.

El siguiente escenario ilustra la posibilidad de basar la selección del valor del parámetro K en diversos parámetros en un sistema UMTS LTE. Considérese una situación en la que se reciben una primera pluralidad de valores de bits blandos ligados a una primera transmisión de paquetes.

Si la BLER instantánea esperada (que puede predecirse, por ejemplo, utilizando una medida interna de la SNR y el esquema del proceso de modulación- codificación a mano) está por encima de un umbral predefinido de BLER y la memoria intermedia de HARQ estado está relajada (por ejemplo, un ratio de llenado entre bajo y medio), entonces los valores de bits blandos que deben almacenarse pueden incluir tanto los bits sistemáticos como los bits de paridad de los valores de bits blandos (por ejemplo, todos los valores de bits blandos disponibles, $K = M$, o un subconjunto de los mismos que incluya los bits de paridad, $P < K < M$).

Si el bucle de CQI (Indicación de Calidad de Canal, *Channel Quality Indication*) entre UE y eNodeB es funcional, una BLER de alrededor del 10% se toma como objetivo para una transmisión inicial del paquete. En un caso tal, los valores de bits blandos que deben almacenarse podrían incluir solamente los valores sistemáticos de los bits blandos, $K = M$.

Los principios de mapeo explicados anteriormente también pueden emplearse en las retransmisiones posteriores del mismo paquete. Para las retransmisiones, sin embargo, debe tenerse en cuenta la BLER acumulada esperada (que se logra a través de la combinación de ganancia de HARQ). Es decir, la BLER esperada se basa en transmisiones actuales y anteriores vinculadas a este paquete.

Si se imponen restricciones fuertes en el diseño de la memoria intermedia de HARQ, esto podría implicar mayores restricciones en la cantidad de valores de bits blandos que deberían almacenarse para un paquete en situaciones diferentes. Por ejemplo, el umbral de la BLER anteriormente mencionado puede variar en función de las restricciones en el tamaño de la memoria intermedia de HARQ. De manera adicional o de manera alternativa, el umbral de BLER puede variarse dinámicamente en función del ratio de llenado de memoria actual, de tal manera que el umbral se fija en un valor más alto cuando el estado de la memoria intermedia de HARQ se aproxima a un estado de llenado crítico.

La determinación del valor del parámetro K (y/o de qué valores de bits blandos deben ser miembros de un subconjunto; es decir, incluidos en el subconjunto) puede realizarse para cada paquete (por ejemplo, en relación con la transmisión inicial del paquete), para cada retransmisión del paquete, o para algunas de las retransmisiones del paquete. En algunas realizaciones, la determinación se hace de manera más infrecuente, como por ejemplo en algunos intervalos de tiempo predeterminados regulares o cuando ocurre un cambio que supuestamente afecta al funcionamiento del sistema HARQ (por ejemplo, un cambio de formato de transmisión, un cambio en el ancho de banda del sistema, o en un traspaso de una célula).

La Figura 4 ilustra un ejemplo de terminal 400 de telefonía móvil. El terminal 400 de telefonía móvil puede estar conectado, a través de un enlace de radio, a un emplazamiento de estación base. El terminal móvil puede incluir una disposición de HARQ de acuerdo con realizaciones de la invención. El terminal 400 de telefonía móvil puede incluir, por ejemplo, una disposición como el que se describió en relación con cualesquiera de las Figuras 2A y 2B.

El terminal 400 de telefonía móvil de ejemplo está adaptado para conectarse a una red de telecomunicaciones móviles a través del enlace inalámbrico a la estación base de radio. Por lo tanto, un usuario del terminal de telefonía móvil puede utilizar servicios de telecomunicación por conmutación de circuitos convencionales tales como llamadas de voz, llamadas de datos, llamadas de video y transmisiones de fax, y/o servicios basados en paquetes, tales como mensajería electrónica, comunicaciones VoIP, navegación por Internet, comercio electrónico, etc. Con este fin, el terminal 400 de telefonía móvil y la estación base puede ser compatibles con al menos un estándar de telecomunicaciones móviles, por ejemplo UMTS y/o LTE UMTS.

Debe entenderse que, aunque las realizaciones de la invención descritas se han centrado en sistemas UMTS (que utilizan HARQ en señales WCDMA) y sistemas UMTS LTE (que utilizan HARQ en señales OFDM), las realizaciones de la invención son igualmente utilizables en cualquier sistema que emplea HARQ.

Las realizaciones descritas de la invención y sus equivalentes pueden llevarse a cabo en software o en hardware o en una combinación de los mismos. Las realizaciones pueden llevarse a cabo mediante circuitos de propósito general asociados con o integrales a un dispositivo de comunicación, tales como procesadores de señal digital (DSP), unidades centrales de procesamiento (CPU), unidades de co-procesador, matrices de puertas programables por campo (FPGA) u otros equipos programable de hardware, o mediante circuitos especializados tales como por ejemplo circuitos integrados específicos de aplicación (ASIC). Todas estas formas están contempladas dentro del alcance de la invención.

La invención puede ser realizada en el seno de un aparato electrónico que incluya conjuntos de circuitos / lógica o que lleve a cabo métodos de realización de acuerdo con cualquiera de las realizaciones de la invención. El aparato electrónico puede, por ejemplo, ser un equipo portátil o de mano de comunicación por radio, un terminal de radio móvil, un teléfono móvil, una estación base, un comunicador, una agenda electrónica, un teléfono inteligente, un ordenador, un ordenador portátil, un disco embebido, un dispositivo de juegos móvil, o un reloj (de muñeca).

De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, un producto consistente en un programa de ordenador incluye un medio legible por ordenador tal como, por ejemplo, un disquete, un lápiz de memoria USB o un disco CD-ROM. El medio legible por ordenador puede tener almacenado en su seno un programa de ordenador que incluya instrucciones de programa. El programa de ordenador es susceptible de ser cargado en una unidad de procesamiento de datos que puede, por ejemplo, estar incluida en un terminal móvil. Cuando esté cargado en la unidad de procesamiento de datos, el programa de ordenador puede almacenarse en una memoria asociada con o integral de la unidad de procesamiento de datos. De acuerdo con algunas realizaciones, el programa de ordenador puede, cuando se carga en y es ejecutado por la unidad de procesamiento de datos, hacer que la unidad de procesamiento de datos ejecuten los pasos del método de acuerdo con, por ejemplo, cualquiera de los métodos mostrados en cualesquiera de las Figuras 1A y 1B.

La invención se ha descrito en la presente memoria con referencia a varias realizaciones. Sin embargo, un experto en la técnica reconocerá numerosas variaciones a las realizaciones descritas que todavía entran dentro del alcance de la invención reivindicada. Por ejemplo, las realizaciones del método descrito en la presente memoria describen métodos de ejemplo mediante pasos del método que se realizan en un orden determinado. Sin embargo, debe reconocerse que estas secuencias de eventos pueden tener lugar en otro orden sin apartarse del alcance de la invención. Además, algunos pasos del método pueden llevarse a cabo en paralelo aunque se hayan descrito como llevados a cabo en secuencia.

5 De la misma manera, debe señalarse que en la descripción de las realizaciones de la invención, la partición de los bloques funcionales en unidades particulares no es de ninguna manera limitante de la invención. Por el contrario, estas particiones no son más que ejemplos. Los bloques funcionales descritos en la presente memoria como una unidad pueden dividirse en dos o más unidades. De la misma manera, los bloques funcionales que se describen en la presente memoria como implementados como dos o más unidades pueden incrementarse como una sola unidad sin apartarse del alcance de la invención.

10 Por lo tanto, debe entenderse que las limitaciones de las realizaciones descritas son meramente para fines ilustrativos y de ninguna manera limitantes. En su lugar, el alcance de la invención está definido por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1.- Un método para un receptor electrónico para procesar un paquete de un sistema híbrido con petición automática de repetición – HARQ - **caracterizado por:**

recibir (pasos 110a, 110b) una primera transmisión del paquete, donde la primera transmisión incluye una primera pluralidad de valores de símbolos blandos que constituyen un subconjunto del número total de símbolos en el paquete;
 determinar (pasos 130a, 130b) si la primera pluralidad de valores de símbolos blandos cumple un criterio de parada; y
 si se determina que la primera pluralidad de valores de símbolos blandos no cumple el criterio de parada:
 determinar (pasos 140a, 140b) un subconjunto de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos, donde el subconjunto incluye un número de valores de símbolos blandos de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos, donde ese número es mayor que cero y menor que la primera pluralidad;
 almacenar (pasos 150a, 150b) el subconjunto de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos en una memoria intermedia de HARQ;
 recibir (pasos 160a, 160b) una segunda transmisión del paquete, donde la segunda transmisión incluye una segunda pluralidad de valores de símbolos blandos que constituyen un subconjunto adicional del número total de símbolos en el paquete, donde la segunda pluralidad incluye algunos de los símbolos de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos junto con algunos símbolos del paquete que no se incluyeron en la primera pluralidad de valores de símbolos blandos; y
 combinar (pasos 170a, 170b) la segunda pluralidad de valores de símbolos blandos con el subconjunto almacenado de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos para generar una tercera pluralidad de valores de símbolos blandos combinados.

2.- El método de la reivindicación 1, en el que la primera transmisión es una transmisión inicial del paquete y la segunda transmisión es una nueva transmisión del paquete.

3.- El método de la reivindicación 1, en el que la primera transmisión es una primera retransmisión del paquete y la segunda transmisión es una segunda retransmisión del paquete.

4.- El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde el paquete se codifica por un primer código de corrección de error y un primer código de detección de error en relación con la primera transmisión del paquete, donde el método incluye adicionalmente decodificar (paso 120a) el paquete basándose en el primer código de corrección de error y en la primera pluralidad de valores de símbolos blandos después del paso de recibir la primera transmisión del paquete, y
 donde el paso de determinar si la primera pluralidad de valores de símbolos blandos cumple un criterio de parada incluye determinar (paso 130a) si el paso de decodificar el paquete basándose en la primera pluralidad de valores de símbolos blandos fue exitosa basada en el primer código de detección de error, por lo cual se determina que la primera pluralidad de valores de símbolos blandos no cumple el criterio de parada si se determina que el paso de decodificar el paquete basándose en la primera pluralidad de valores de símbolos blandos no tuvo éxito.

5.- El método de la reivindicación 4, en el que el código de corrección de error es un código de corrección de error sistemático y el subconjunto de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos incluye todos los valores de símbolos blandos que corresponden a símbolos sistemáticos del código de corrección de error sistemático.

6.- El método de la reivindicación 5, en el que el subconjunto de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos incluye todos los valores de símbolos blandos correspondientes a símbolos sistemáticos del código de corrección de error sistemático.

7.- El método de una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en el que el código de detección de error incluye una suma de control.

8.- El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el paso de combinar la segunda pluralidad de valores de símbolos blandos con el subconjunto almacenado de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos incluye:

sustituir (pasos 171a, 171b) valores de símbolos blandos que pertenecen a la primera pluralidad de valores de símbolos blandos y que no pertenecen al subconjunto de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos, por un valor del símbolo blando correspondiente a una razón de verosimilitud logarítmico nula; y
 combinar (pasos 172a, 172b) la segunda pluralidad de valores de símbolos blandos con el subconjunto almacenado de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos y los valores de símbolos blandos sustituidos correspondientes a una razón de verosimilitud logarítmico nula para generar la tercera pluralidad de valores de símbolos blandos combinados.

9.- El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el paso de determinar el subconjunto de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos se lleva a cabo de manera dinámica en los instantes de tiempo que corresponden a uno o más de entre los siguientes:

- 5 una primera transmisión de cada paquete de una pluralidad de paquetes del sistema HARQ;
- una retransmisión de cada paquete de la pluralidad de paquetes del sistema HARQ;
- intervalos de tiempo regulares;
- un cambio de formato de transmisión de paquetes; y
- un cambio en el ancho de banda del sistema.

10.- El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la determinación del subconjunto de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos se basa en uno o más de entre los siguientes:

- un objetivo de punto de funcionamiento de la relación señal-ruido;
- 15 un objetivo de punto de funcionamiento de la tasa de error de bloque;
- un tamaño disponible de memoria intermedia de HARQ;
- un estado actual de llenado de memoria;
- un ancho de banda actual del sistema;
- un modo de transmisión actual del paquete, y
- 20 una tasa de bits máxima posible del sistema.

11.- El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, que incluye adicionalmente:

- 25 determinar (pasos 130a, 130b) si la tercera pluralidad de valores de símbolos blandos cumple el criterio de parada; y
- si se determina que la tercera pluralidad de valores de símbolos blandos no cumple el criterio de parada:

- determinar (pasos 140a, 140b) un segundo subconjunto de la tercera pluralidad de valores de símbolos blandos combinados, donde el segundo subconjunto incluye un segundo número de valores de
- 30 símbolos blandos de la tercera pluralidad de valores de símbolos blandos combinados, donde el segundo número es mayor que cero y menor que la tercera pluralidad;
- almacenar (pasos 150a, 150b) el segundo subconjunto de la tercera pluralidad de valores de símbolos blandos combinados en la memoria intermedia de HARQ;
- recibir (pasos 160a, 160b) una tercera transmisión del paquete, donde la tercera transmisión incluye
- 35 una cuarta pluralidad de valores de símbolos blandos; y
- combinar (pasos 170a, 170b) la cuarta pluralidad de valores de símbolos blandos con el segundo subconjunto almacenado de la tercera pluralidad de valores de símbolos blandos combinados para generar una quinta pluralidad de valores de símbolos blandos combinados.

12.- Un producto consistente en un programa de ordenador que incluye un medio legible por ordenador, que tiene en su seno un programa de ordenador que incluye instrucciones de programa, donde el programa de ordenador es susceptible de ser cargado en una unidad de procesamiento de datos de un receptor electrónico y está adaptado para hacer que la unidad de procesamiento de datos ejecute al menos las siguientes pasos **caracterizadores** para procesar un paquete de un sistema híbrido con petición automática de repetición – HARQ -, cuando el programa informático es ejecutado por la unidad de procesamiento de datos:

- determinar si una pluralidad de valores de símbolos blandos, incluida en una primera transmisión del paquete recibido por el receptor electrónico, cumple un criterio de parada; y
- 50 si se determina que la primera pluralidad de valores de símbolos blandos no cumple el criterio de parada:

- determinar un subconjunto de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos, donde el subconjunto incluye un número de valores de símbolos blandos de la primera pluralidad de valores de
- símbolos blandos, donde el número es mayor que cero y menor que la primera pluralidad;
- 55 almacenar el subconjunto de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos en una memoria intermedia de HARQ, y
- combinar una segunda pluralidad de valores de símbolos blandos, incluidos en una segunda transmisión del paquete recibido por el receptor electrónico, y que forman un subconjunto adicional del número total de símbolos en el paquete donde la segunda pluralidad incluye algunos de los símbolos
- 60 de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos junto con algunos símbolos del paquete que no están incluidos en la primera pluralidad de valores de símbolos blandos, con el subconjunto almacenado de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos para generar una tercera pluralidad de valores de símbolos blandos combinados.

13.- Una disposición para un receptor electrónico, adaptado para procesar un paquete de un sistema híbrido con petición automática de repetición – HARQ, **caracterizado por:**

una unidad (230b, 233a) de determinación;

un combinador (260a, 260b);

una unidad (250a, 250b) de memoria; y

una unidad (240a, 240b) de control de la memoria intermedia de HARQ, en el que

la unidad de determinación está adaptado para determinar si una pluralidad de valores de símbolos blandos, incluida en una primera transmisión del paquete recibido por el receptor electrónico, cumple un criterio de parada;

la unidad de control de la memoria intermedia de HARQ está adaptado para determinar un subconjunto de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos en respuesta a una determinación por la unidad de determinación de que la primera pluralidad de valores de símbolos blandos no cumple el criterio de parada, donde el subconjunto incluye un número de valores de símbolos blandos de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos, donde el número es mayor que cero y menor que la primera pluralidad;

la unidad de memoria está adaptada para almacenar el subconjunto de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos en una memoria intermedia de HARQ; y

el combinador está adaptado para combinar una segunda pluralidad de valores de símbolos blandos, incluida en una segunda transmisión del paquete recibido por el receptor electrónico, que constituye un subconjunto adicional del número total de símbolos en el paquete, donde la segunda pluralidad incluye algunos de los símbolos de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos junto con algunos símbolos del paquete que no estaban incluidos en la primera pluralidad de valores de símbolos blandos, con el subconjunto almacenado de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos para generar una tercera pluralidad de valores de símbolos blandos combinados.

14.- La disposición de la reivindicación 13, donde el paquete se codifica mediante un primer código de corrección y un primer código de detección de error en relación con la primera transmisión del paquete, donde la disposición incluye adicionalmente un decodificador (230a) adaptado para:

decodificar el paquete basándose en el primer código de detección de error y la primera pluralidad de valores de símbolos blandos; y

determinar si la decodificación del paquete basándose en la primera pluralidad de valores de símbolos blandos fue exitosa basada en el primer código de detección de error, por lo cual se determina que la primera pluralidad de valores de símbolos blandos no cumple el criterio de parada si se determina que la decodificación del paquete sobre la base de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos no tuvo éxito.

15.- La disposición de una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 14, en el que el combinador está adaptado adicionalmente para:

sustituir los valores de símbolos blandos pertenecientes a la primera pluralidad de valores de símbolos blandos y que no pertenecen al subconjunto de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos, por un valor de símbolo blando que corresponde a una razón de verosimilitud logarítmico anula; y

combinar la segunda pluralidad de valores de símbolos blandos con el subconjunto almacenado de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos y los valores de símbolos blandos sustituidos correspondientes a una razón de verosimilitud logarítmico anula para generar la tercera pluralidad de valores de símbolos blandos combinados.

16.- La disposición de una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 15, en el que la unidad de control de la memoria intermedia de HARQ está adaptada para determinar de manera dinámica el subconjunto de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos en instantes de tiempo correspondientes a uno o más de entre los siguientes:

una primera transmisión de cada paquete de una pluralidad de paquetes del sistema HARQ;

una retransmisión de cada paquete de la pluralidad de paquetes del sistema HARQ;

intervalos regulares de tiempo;

un cambio de formato de transmisión de paquetes; y

un cambio en el ancho de banda del sistema.

17.- La disposición de una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 16, en el que la unidad de control de la memoria intermedia de HARQ está adaptada para determinar el subconjunto de la primera pluralidad de valores de símbolos blandos basándose en uno o más de entre los siguientes:

un objetivo de punto de funcionamiento de la relación señal-ruido;

un objetivo de punto de funcionamiento de la tasa de error de bloque;

un tamaño disponible de memoria intermedia de HARQ;

un estado actual de llenado de memoria;

un ancho de banda actual del sistema;

un modo de transmisión actual del paquete, y

una tasa de bits máxima posible del sistema.

- 18.- La disposición de una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 17, que incluye adicionalmente una unidad (220a, 220b) de recepción adaptada para recibir la primera y la segunda transmisión del paquete.
- 5 19.- La disposición de una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 18, en el que el paquete está compuesto por al menos uno de entre los siguientes:
- 10 una señal obtenida mediante División de Código de Banda Ancha de Acceso Múltiple (WCDMA, *Wideband Code Division Multiple Access*); y
una señal obtenida mediante Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal (OFDM, *Orthogonal Frequency Division Multiplexing*).
- 20.- Un receptor electrónico que incluye la disposición de una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 19.
- 15 21.- Un dispositivo (400) de comunicación que incluye el receptor de acuerdo con la reivindicación 20.
- 22.- El dispositivo de comunicación de la reivindicación 21, en el que el dispositivo de comunicación es compatible con al menos uno de entre los siguientes:
- 20 un Estándar Universal de Telecomunicaciones Móviles – UMTS -; y
un estándar UMTS de Largo Plazo - UMTS LTE -.

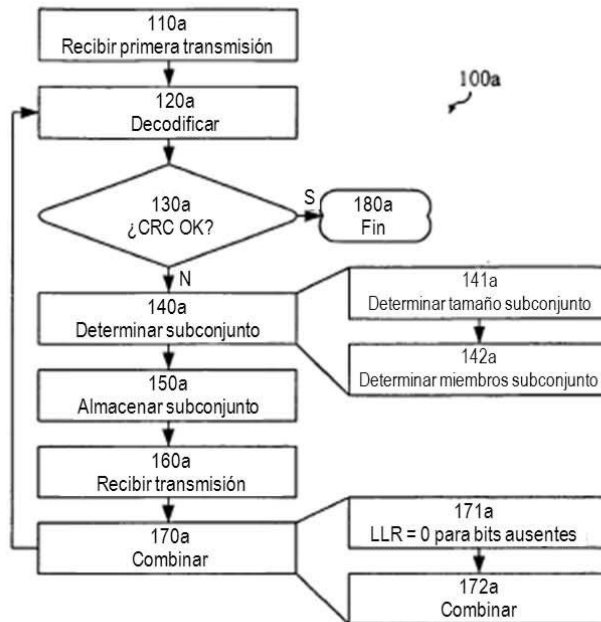


Fig. 1A

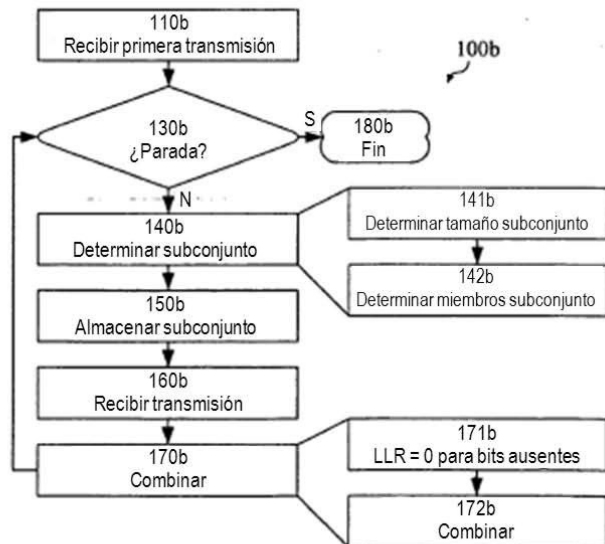
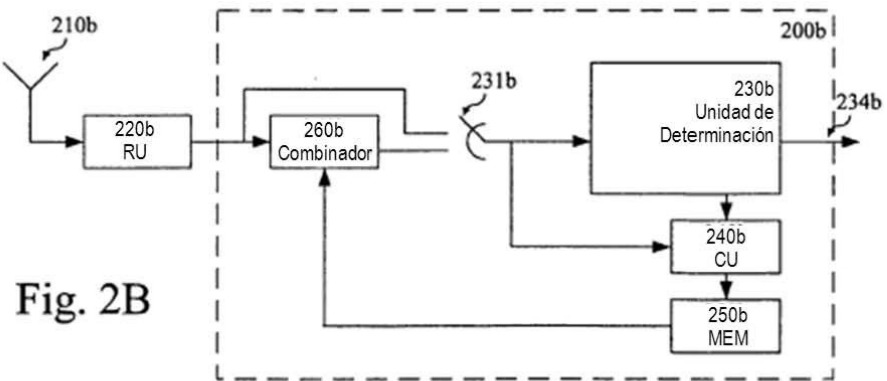
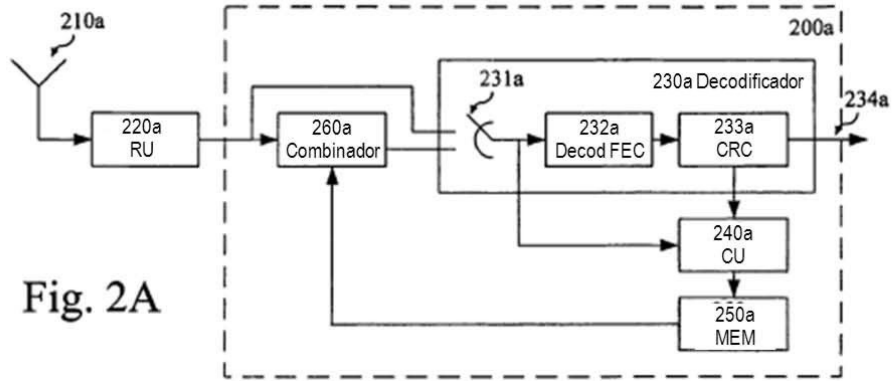


Fig. 1B



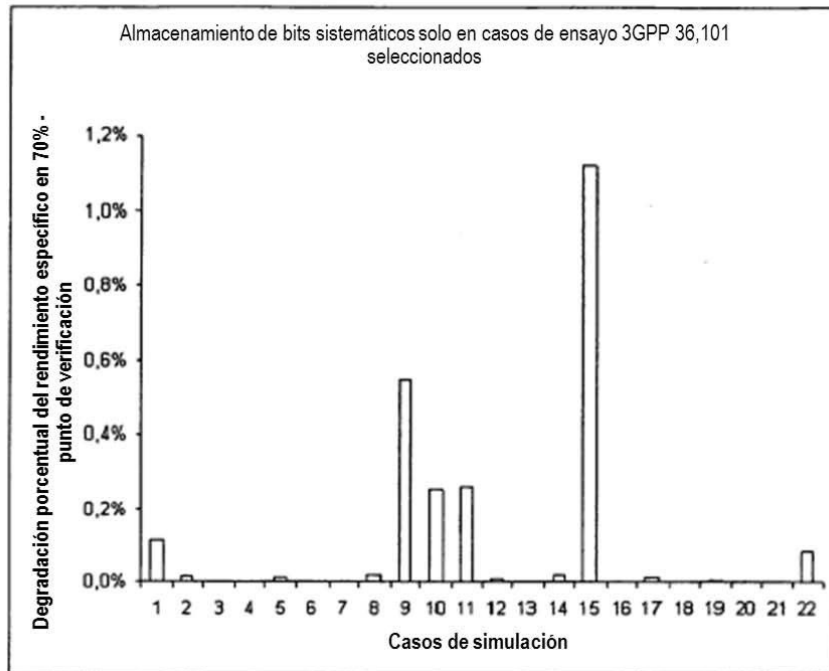


Fig. 3

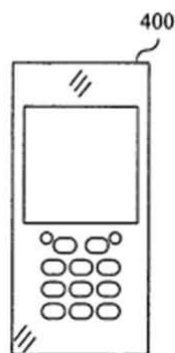


Fig. 4