

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 373 988**

51 Int. Cl.:

H04L 1/18

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07705886 .5**

96 Fecha de presentación: **15.02.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **1994669**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.11.2008**

54 Título: **MÉTODO Y APARATO PARA TRANSMITIR Y RECIBIR UN BLOQUE DE DATOS EN UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA.**

30 Prioridad:
03.03.2006 CN 200610059422

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
10.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
10.02.2012

73 Titular/es:
**KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.
GROENEWOUDSEWEG 1
5621 BA EINDHOVEN, NL**

72 Inventor/es:
**ZHANG, Xiaobo;
ZHOU, Qi;
MA, Ni y
TOLHUIZEN, Ludovicus Marinus Gerardus Maria**

74 Agente: **Zuazo Araluze, Alexander**

ES 2 373 988 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 aparato para transmitir y recibir un bloque de datos en un sistema de comunicación inalámbrica

5 Campo de la invención

La invención se refiere a comunicaciones inalámbricas, particularmente se refiere a un método y a un aparato para transmitir paquetes de datos usando un protocolo de ARQ híbrida (HARQ: petición de retransmisión automática híbrida) en un sistema de comunicación inalámbrica.

10

Antecedentes de la invención

Los protocolos de ARQ híbrida combinan una corrección de errores sin canal de retorno (FEC) con un mecanismo de retransmisión para proporcionar una comunicación fiable sobre canales ruidosos. Un paquete se retransmite sólo si el código de corrección de errores no puede decodificar correctamente el paquete. Para reducir la cantidad transmitida promedio de información de redundancia, se han introducido protocolos de ARQ híbrida tipo II. Para la transmisión inicial, sólo se transmite una pequeña cantidad de información de paridad con los datos fuente reales. Si la decodificación falla, se transmite información de paridad adicional de manera creciente (redundancia incremental, IR) para formar códigos de tasa inferior. Con este fin a menudo se usan códigos de tasa compatible para permitir la construcción de un código de tasa alta a partir de un código de tasa baja perforando pares de la información de paridad. En este esquema pueden usarse diferentes códigos de corrección de errores como códigos de Reed-Solomon, códigos convolucionales, códigos de producto turbo o un código de comprobación de paridad de baja densidad (LDPC).

15

20

25

Un enfoque general para construir códigos LDPC de tasa compatible se da a conocer en "A Data Puncturing IR-scheme for Type-II Hybrid ARQ Protocols Using LDPC Codes" in IEEE Communications Society Globecom 2004, páginas 3012 a 3016, por Uwe Dammer etc. Según el esquema dado a conocer, se crea redundancia incremental a partir de versiones perforadas de los datos originales usando el mismo hardware de codificador/decodificador. Si la redundancia inicial no es suficiente, sólo deben transmitirse paquetes de paridad adicionales en vez de paquetes enteros y pueden mejorarse gradualmente partes de los datos inicialmente recibidos hasta que sea posible una decodificación satisfactoria del código entero. De esta manera, el LDPC de perforación de datos obtiene un mejor rendimiento en comparación con otros códigos de tasa compatible candidatos.

30

35

Sin embargo, la perforación de datos presenta una gran pérdida de rendimiento y su impacto adverso es más evidente a medida que la tasa de perforación aumenta, y en los peores casos, un porcentaje grande de bits perforados puede paralizar el decodificador de decisión flexible iterativa. Y además, como otros esquemas de transmisión típicos que usan HARQ tipo II, el uso de códigos de tasa compatible hace que el esquema de decodificación sea más complicado. Todo esto reduce el rendimiento de transmisión de sistema y por tanto hace que el decodificador no funcione eficazmente como se esperaba al principio.

40

Por tanto existe la necesidad de proporcionar un esquema de transmisión más eficaz para su uso en un sistema de comunicación inalámbrica usando el protocolo de ARQ híbrida.

Sumario de la invención

45

Entre otros, un objeto de la invención es proporcionar un esquema de transmisión eficaz para su uso en un sistema de comunicación inalámbrica usando el protocolo de ARQ híbrida. El esquema de transmisión proporcionado por la invención tiene la misma tasa de código y solución de codificación/decodificación optimizada y por tanto mejora eficazmente el rendimiento de transmisión de sistema.

50

Con este fin, la invención proporciona un método para transmitir un bloque de datos fuente a un receptor en un sistema de comunicación inalámbrica usando un protocolo de petición de retransmisión automática híbrida según la reivindicación 1.

55

La invención proporciona además un método de recepción para restaurar un bloque de datos fuente en un sistema de comunicación inalámbrica usando un protocolo de petición de retransmisión automática híbrida según la reivindicación 8.

60

En una realización preferida, cuando uno cualquiera de la pluralidad de segmentos de datos no se decodifica correctamente durante la fase que corresponde a la retransmisión, el método comprende además las siguientes etapas: componer la pluralidad de segmentos de información de redundancia para que sea un segmento de información de redundancia lineal; extraer un segmento de información de redundancia de un segmento de información de redundancia almacenado en memoria intermedia que corresponde al segmento de datos extraído; generar un segmento de información de redundancia optimizado basándose en el segmento de información de redundancia lineal y el segmento de información de redundancia extraído; y realizar la decodificación de canales basándose en el segmento de información de redundancia optimizado y el segmento de datos extraído para

65

restaurar un segmento de datos fuente. Puesto que el método puede proporcionar una segunda oportunidad para realizar una decodificación basándose en optimización de la información de redundancia, mejora la probabilidad de decodificar correctamente el segmento de datos erróneos y por tanto mejora la eficacia de transmisión del sistema.

5 En la descripción de la invención aquí y más adelante en el presente documento, la información de redundancia podría ser información de comprobación de paridad o cualquier otra información que pueda usarse para corrección de errores durante la decodificación.

10 Otro objeto de la invención es proporcionar aparatos eficaces para la transmisión de datos para su uso en un sistema de comunicación inalámbrica usando el protocolo de ARQ híbrida. Los aparatos de transmisión de datos adoptan un esquema de codificación que tiene la misma tasa de código y una decodificación optimizada y puede mejorar la transmisión eficazmente.

15 Con este fin la invención proporciona un aparato para transmitir un bloque de datos fuente a un receptor en un sistema de comunicación inalámbrica usando un protocolo de petición de retransmisión automática híbrida según la reivindicación 6.

20 La invención proporciona además un aparato de recepción para restaurar un bloque de datos fuente en un sistema de comunicación inalámbrica usando un protocolo de petición de retransmisión automática híbrida según la reivindicación 12.

25 Puesto que se usa código lineal y la misma tasa de código para la codificación, la pluralidad de decodificadores en el aparato de recepción puede adoptar la misma estructura, y también funcionar de la misma manera durante diferentes fases de decodificación, y por tanto simplifica mayormente la implementación de decodificadores.

30 En una realización preferida, el aparato que comprende además: una segunda unidad de extracción para extraer un segmento de información de redundancia de un segmento de información de redundancia almacenado en memoria intermedia que corresponde al segmento de datos extraído por la primera unidad de extracción; una unidad de procesamiento para componer la pluralidad de segmentos de información de redundancia para que sea un segmento de información de redundancia lineal; y una unidad de generación para generar un segmento de información de redundancia optimizado basándose en el segmento de información de redundancia lineal y el segmento de información de redundancia extraído. Puesto que el aparato puede proporcionar una segunda oportunidad para realizar la decodificación basándose en la optimización de la información de redundancia, mejora la probabilidad de decodificar correctamente el segmento de datos erróneos y así mejora la eficacia de transmisión del sistema.

Breve descripción de las figuras

40 Los anteriores y otros objetos y características de la presente invención serán más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada considerada en relación con los dibujos adjuntos en los que:

la figura 1 es un diagrama de flujo que ilustra una realización de un método de transmisión según la invención;

45 la figura 2 es un flujo de datos esquemático que ilustra una realización del esquema de codificación según la invención;

la figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra una realización de un aparato 100 de transmisión según la invención;

50 la figura 4 es un diagrama de bloques que ilustra una realización de una unidad 120 de codificación en el aparato 100 de transmisión según la invención;

la figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra una realización de un método de recepción según la invención;

55 la figura 6 es un flujo de datos esquemático que ilustra una realización del esquema de decodificación según la invención;

la figura 7 es un diagrama de bloques que ilustra una realización de un aparato 200 de recepción según la invención; y

60 la figura 8 es un diagrama de bloques que ilustra una realización de una unidad 210 de obtención en el aparato 200 de recepción según la invención.

65 En las figuras, el mismo número de referencia representa la misma, similar o correspondiente característica o función.

Descripción detallada de realizaciones preferidas

La figura 1 es un diagrama de flujo que ilustra una realización de un método de transmisión según la invención. La figura 2 es un flujo de datos esquemático que ilustra una realización del esquema de codificación según la invención. El método de transmisión comprende una fase de transmisión inicial y una fase de retransmisión. Resulta más evidente a partir de la siguiente descripción detallada considerada en relación con la figura 1 y la figura 2.

El proceso del método comienza en la fase de transmisión inicial. En la etapa S110, el bloque de datos fuente se divide en una pluralidad de segmentos de datos. Se supone que, en esta realización, el bloque S de datos fuente se divide en dos segmentos S(1,1) y S(1,2) de datos. En una realización preferida los dos segmentos S(1,1) y S(1,2) de datos tienen la misma longitud.

En la etapa S120, cada uno de los segmentos de datos, por ejemplo, S(1,1) y S(1,2) se codifican respectivamente usando un código de bloque lineal para obtener dos paquetes de datos para una transmisión inicial. El primer paquete de datos incluye el segmento S(1,1) de datos y su información IR(1,1) de comprobación de paridad correspondiente y el segundo paquete de datos incluye el segmento S(1,2) de datos y su información IR(1,2) de comprobación de paridad correspondiente. El flujo de datos en la etapa S110 y S120 se ilustra en la figura 2(a).

En la etapa S130, los dos paquetes de datos se multiplexan en un flujo de datos para la transmisión inicial.

En la etapa S140, el flujo de datos se transmite a un canal de transmisión.

En la etapa S150, se recibe un mensaje de realimentación desde un receptor correspondiente. El mensaje de realimentación indica como "reconocido" cuando todos los segmentos de datos se decodifican correctamente en el lado de recepción, de lo contrario, indica qué parte del bloque de datos fuente no se decodifica correctamente en el lado de recepción.

En la etapa S160, se toma una decisión basándose en el contenido del mensaje de realimentación. Si el mensaje de realimentación indica como "reconocido", entonces el proceso termina sin la retransmisión, de lo contrario, el proceso entra en la fase de retransmisión. En caso de que todos los segmentos de datos no se decodifiquen correctamente en el lado de recepción, el esquema de retransmisión puede referirse a métodos convencionales usando el protocolo tipo II de HARQ híbrida que no se describirá en detalle en este caso. La invención se centra principalmente en los casos en los que sólo una parte del bloque de datos fuente no se decodifica correctamente en el lado de recepción.

La fase de retransmisión comienza en la etapa S170. Es razonable suponer que S(1,2) se decodifica correctamente en el lado de recepción pero S(1,1) no. Entonces, el mensaje de realimentación recibido indicará el segmento S(1,1) de datos como la parte de bloque de datos fuente no decodificada correctamente.

En la etapa S170, el segmento S(1,1) de datos se divide adicionalmente en dos segmentos de datos: S(2,1) y S(2,2), en los que el segmento S(1,2) de datos sombreado representa la parte de bloque de datos fuente que se ha decodificado correctamente en el lado de recepción.

En la etapa S180, los dos segmentos S(2,1) y S(2,2) de datos se rellenan con datos conocidos, preferiblemente ceros, y el segmento de datos se expande para tenga una longitud predeterminada. Preferiblemente, la longitud predeterminada es la misma que la longitud del segmento S(1,1) y S(1,2) de datos para simplificar la codificación.

En la etapa S190, los dos nuevos segmentos S(2,1) y S(2,2) de datos se codifican respectivamente para obtener dos paquetes de datos. Cada uno de los paquetes de datos incluye un segmento de información de redundancia, por ejemplo, la información IR(2,1) e IR(2,2) de comprobación de paridad. El flujo de datos en las etapas S170, S180 y S190 se ilustra en la figura 2(b).

En una realización preferida, el esquema de codificación, por ejemplo, el código lineal y la tasa de código usados para la codificación en la etapa S120 y S190 son los mismos. La única diferencia de codificación entre la fase de transmisión inicial y la fase de retransmisión es que el paquete de datos de salida en la primera incluye tanto un segmento de datos como un segmento de información de redundancia mientras que la última sólo incluye un segmento de información de redundancia.

En otra realización preferida, se usa un código de comprobación de paridad de baja densidad (LDPC) como un código de bloque lineal para la codificación de canales en las etapas S120 y S190. Según D. J. C. MacKay y R. M. Neal "Near Shannon limit performance of low-density parity-check codes", Electron. Lett., vol. 32, págs. 1645-1646, agosto de 1996, los códigos de LDPC funcionan casi tan bien como los códigos turbo, que se aplican ampliamente en sistemas de comunicación inalámbrica, y son al menos un orden de magnitud más sencillos que el algoritmo de decodificación turbo. Los códigos de LDPC también tienen otras ventajas distintas con respecto a códigos turbo, por ejemplo, la decodificación de propagación de confianza para códigos LDPC puede ser totalmente paralelizable y por tanto puede acelerar posiblemente la decodificación y mejorar el rendimiento de sistema.

- 5 Puesto que el esquema de codificación en cada etapa de codificación es el mismo, la suma lineal de segmentos de información de comprobación de paridad respectivamente generados de S(2,1) y S(2,2) en la etapa S190 es equivalente al segmento IR(1,1) de información de comprobación de paridad generado de S(1,1) en la etapa S120.
- Después de la codificación, el proceso pasa a la etapa S130. En la etapa S130, los dos segmentos IR(2,1) e IR(2,2) de información de comprobación de paridad se multiplexan en un flujo de datos y el flujo de datos se transmite a un canal de transmisión en la etapa S140.
- 10 El proceso continúa con la etapa S150 para recibir un mensaje de realimentación adicional desde el lado de recepción y la etapa S160 para la toma de decisiones basándose en el mensaje de realimentación recibido. Si ambos de los dos segmentos S(2,1) y S(2,2) se decodifican correctamente, se recibirá el mensaje de realimentación que indica "reconocido" y el proceso pasa al final.
- 15 Si uno de los dos segmentos S(2,1) y S(2,2) de datos no pudo decodificarse correctamente con ayuda de los segmentos IR(2,1) e IR(2,2) de información de redundancia incrementales, entonces se recibirá el mensaje de realimentación que indica el segmento de datos no decodificado correctamente y el proceso pasa a la etapa S170.
- 20 Es razonable suponer que el segmento de datos no decodificado correctamente es S(2,1). En la etapa S170, el segmento S(2,1) de datos se divide adicionalmente en dos partes: S(3,1) y S(3,2). Los segmentos S(3,1) y S(3,2) de datos se rellenan con datos conocidos y los segmentos de datos se expanden para que tengan la longitud predeterminada en la etapa S180. Entonces en la etapa S190, los S(3,1) y S(3,2) expandidos se codifican respectivamente para obtener dos paquetes de datos: segmento IR(3,1) e IR (3,2) de información de comprobación de paridad. El flujo de datos en las etapas S170, S180 y S190 se ilustra en la figura 2(c).
- 25 Puesto que se usa código de bloque lineal en este esquema, la suma de segmentos IR(3,1) e IR(3,2) de información de comprobación de paridad respectivamente generados de S(3,1) y S(3,2) es equivalente al paquete IR(2,1) de información de comprobación de paridad generado de S(2,1).
- 30 Los paquetes IR(3,1) e IR(3,2) de datos se multiplexan en la etapa S130 y se transmiten en la etapa S140. El proceso pasa a S150 y repetirá S160, S170, S180, S190, S130, S140 y S150 hasta que se reciba un mensaje de realimentación con indicación de "reconocido".
- 35 El método anterior para transmitir un bloque de datos fuente en un sistema de comunicación inalámbrica usando un protocolo de petición de retransmisión automática híbrida tal como se proporciona en la invención puede implementarse en software o hardware, o en combinación de ambos.
- 40 La figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra una realización de un aparato 100 de transmisión según la invención. El aparato 100 de transmisión comprende una unidad 110 de recepción, una unidad 120 de codificación, una unidad 130 de multiplexación y una unidad 140 de transmisión.
- La unidad 110 de recepción recibe un mensaje de realimentación desde un receptor correspondiente. El mensaje de realimentación indica qué parte del bloque de datos fuente no se decodifica correctamente.
- 45 La unidad 120 de codificación genera al menos dos paquetes de datos para su transmisión basándose en la parte del bloque de datos fuente no decodificada correctamente. El implemento de la unidad de codificación se describe con detalles más adelante.
- 50 La unidad 130 de multiplexación multiplexa los dos segmentos de información codificados emitidos por la unidad 120 de codificación en un flujo de datos que va a transmitirse. En una realización preferida, los paquetes de datos se entrelazan aleatoriamente.
- La unidad 140 de transmisión transmite el flujo de datos a un canal de transmisión.
- 55 La figura 4 es un diagrama de bloques que ilustra una realización de una unidad 120 de codificación en un aparato 100 de transmisión según la invención. La unidad 120 de codificación comprende una unidad 122 de división, una unidad 124 de relleno, un primer codificador 126 y un segundo codificador 128. La unidad 120 de codificación tiene dos estados de funcionamiento: el primer estado de funcionamiento corresponde a la transmisión inicial y el segundo corresponde a la retransmisión.
- 60 La unidad 122 de división tiene dos entradas respectivamente acopladas con el bloque de datos fuente y un mensaje de realimentación desde un receptor correspondiente. El mensaje de realimentación indica qué parte del bloque de datos fuente no se decodifica correctamente, de lo contrario, indica como "reconocido" cuando todos los segmentos de datos para restaurar el bloque de datos fuente se decodifican correctamente.
- 65 En el primer estado de funcionamiento para la transmisión inicial, la unidad 122 de división divide el bloque de datos

fuente en dos segmentos de datos y emite los dos segmentos de datos al primer y segundo codificador 126 y 128 directamente para la codificación. El primer y segundo codificador 126 realiza una codificación lineal en cada segmento de datos y genera dos paquetes de datos. Cada uno de los dos paquetes de datos incluye un segmento de datos usado para la codificación y un segmento de información de redundancia. Haciendo referencia de nuevo a la figura 2(a) y a la descripción correspondiente, el bloque S de datos fuente se divide en S(1,1) y S(1,2) en la unidad 122 de división y se codifica para que sea el primer segmento S(1,1)+IR(1,1) de información inicial y el segundo segmento S(1,2)+IR(1,2) de información en el primer y segundo codificador 126 y 128 respectivamente.

En el segundo estado de funcionamiento para la retransmisión, la unidad de división divide la parte de bloque de datos fuente indicada como no decodificada correctamente en dos segmentos de datos para la retransmisión, y emite dos segmentos de datos a la unidad 124 de relleno. La unidad 124 de relleno rellena datos conocidos en cada segmento de datos para expandir los segmentos de datos para que tengan una longitud predeterminada. Los segmentos de datos expandidos se emiten al primer y segundo codificador 126 y 128 para la codificación.

El primer y segundo codificador 126 y 128 realizan una codificación lineal en cada segmento de datos y generan dos paquetes de datos incluyendo paquetes de información de redundancia. Haciendo referencia de nuevo a la figura 2(b) y la descripción correspondiente, se supone que el segmento S(1,1) de datos no se decodifica correctamente. S(1,1) se divide en S(2,1) y S(2,2) en la unidad 122 de división, se rellena con ceros en unidad 124 de relleno y se codifica además como IR(2,1) e IR(2,2) en el primer y segundo codificador 126 y 128 respectivamente.

En una realización preferida, el primer codificador 126 y el segundo codificador 128 tienen la misma estructura y función, y además, el código lineal y su tasa de código para la codificación usados en ambos codificadores son los mismos. Por tanto, los dos codificadores pueden implementarse por el mismo hardware.

En realizaciones preferidas para ambos estados de funcionamiento, se usa un código de comprobación de paridad de baja densidad como código de bloque lineal para la codificación de canales debido a su buen rendimiento tal como se explicó anteriormente.

La figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra una realización de un método de recepción según la invención. La figura 6 es un flujo de datos esquemático que ilustra una realización del esquema de decodificación según la invención. El método tiene dos fases que corresponden a la fase de transmisión inicial y la fase de retransmisión. Resulta más evidente a partir de la siguiente descripción detallada considerada en relación con la figura 5 y la figura 6.

En la etapa S210 del proceso, se recibe un flujo de datos codificados. El flujo de datos comprende al menos dos paquetes de datos que van a decodificarse.

En la etapa S220, se determina una fase de funcionamiento según el estado de recepción actual. El proceso pasa a la etapa S224 durante la primera fase de funcionamiento y la etapa S226 durante la segunda fase de funcionamiento.

Durante la primera fase de funcionamiento, cada paquete de datos en el flujo de datos recibido incluye un segmento de datos y un segmento de información de redundancia. Correspondiente al esquema de transmisión inicial ilustrado en la figura 1 y el flujo de datos ilustrado en la figura 2(a), el primer paquete de datos incluye el segmento S'(1,1) de datos y el segmento IR'(1,1) de información de redundancia y el segundo paquete de datos incluye el segmento S'(1,2) de datos y el segmento IR'(1,2) de información de redundancia. El símbolo []' representa una distorsión de canal de un segmento de datos recibido o un segmento de información de redundancia. La información de redundancia puede ser información de comprobación de paridad o cualquier otra información para corrección de errores.

En la etapa S224, se realiza una decodificación en cada paquete de datos respectivamente para restaurar el segmento S(1,1) y S(1,2) de datos fuente. El resultado de decodificación y/o el resultado de decodificación provisional se almacenan en memoria intermedia en la etapa S240. Se supone que entre los dos segmentos de datos sólo S(1,1) no se decodifica correctamente. Entonces, el S(1,2) restaurado y los resultados de decodificación provisionales para S(1,1), por ejemplo la información de fiabilidad de segmento S'(1,1) de datos y los bits IR'(1,1) de paridad se almacenan en memoria intermedia para su uso posterior. El flujo de datos en las etapas S210, S224 y S240 se ilustra en la figura 6(b).

Aquí y a continuación en el presente documento, el resultado de decodificación provisional es la información de fiabilidad relacionada con segmentos de datos para la decodificación y el símbolo []' representa el segmento recibido o su información de fiabilidad correspondiente, por ejemplo, valor flexible o valor de probabilidad logarítmico para una decodificación de decisión flexible.

En la etapa S250, se toma una decisión sobre si todos los segmentos de datos se decodifican correctamente o no. Cuando al menos un segmento de datos no se decodifica correctamente, el proceso pasa a la etapa 252 y se envía un mensaje de realimentación con indicación de qué parte del bloque de datos fuente no se decodifica

correctamente al transmisor correspondiente. De lo contrario, el proceso pasa a la etapa 254 y se envía un mensaje de realimentación con indicación que todas las partes del bloque de datos fuente se decodifican correctamente al transmisor correspondiente.

5 Con el fin de explicar la invención claramente, es razonable suponer que al menos una parte del bloque de datos fuente no se decodifica correctamente durante la primera fase de funcionamiento. El proceso entra en la segunda fase de funcionamiento después de enviar un mensaje de realimentación y el proceso pasa a la etapa S210.

10 Durante la segunda fase, se usan dos ciclos de decodificación para aumentar la probabilidad de restaurar los segmentos de datos erróneos. En la etapa S210, se recibe un flujo de datos codificados. El flujo de datos incluye dos paquetes de datos y cada uno incluye un segmento de información de redundancia. Haciendo referencia a la transmisión ilustrada en la figura 1 y la figura 2(b), los paquetes de información de redundancia correspondientes son $IR'(2,1)$ e $IR'(2,2)$.

15 En la etapa S226, un segmento $S'(1,1)$ de datos, que se indica como no decodificado correctamente en un mensaje de realimentación previo, se extrae del paquete de datos almacenado en memoria intermedia. El paquete de datos extraído se divide en dos segmentos $S'(2,1)$ y $S'(2,2)$ de datos en la etapa S227 que corresponde al esquema de transmisión.

20 En la etapa S228, se realiza la decodificación, basándose en los dos nuevos segmentos $S'(2,1)$ y $S'(2,2)$ de datos y los segmentos $IR'(2,1)$ e $IR'(2,2)$ de información de redundancia recibidos para restaurar los segmentos $S(2,1)$ y $S(2,2)$ de datos fuente. El flujo de datos de S210 a S228 se ilustra en la figura 6(b).

25 En la etapa S230, se toma una decisión sobre si todos los segmentos de datos se decodifican correctamente o no. Si los dos segmentos $S(2,1)$ y $S(2,2)$ de datos se decodifican correctamente, el proceso pasa a la etapa S240 para almacenar en memoria intermedia los segmentos de datos restaurados. De lo contrario, el proceso pasa a la etapa S232 para una segunda oportunidad de decodificación. Es razonable suponer que un subsegmento $S(2,2)$ de datos se decodifica correctamente y $S(2,1)$ no se decodifica correctamente durante el primer ciclo de decodificación.

30 Durante el segundo ciclo de decodificación, en la etapa S232 se extrae un segmento $IR'(1,1)$ de información de redundancia que corresponde al segmento $S'(1,1)$ de datos.

35 En la etapa S234, el segmento de información de redundancia recibido, $IR'(2,1)$ e $IR'(2,2)$ se compone en un segmento $IR^1(1,1)$ de información de redundancia lineal. Puesto que se usa codificación lineal, el segmento $IR^1(1,1)$ de información de redundancia lineal es equivalente al segmento de información de redundancia generado a partir de un segmento $S(1,1)$ de datos fuente.

40 En la etapa S236, se genera una información $IR^0(1,1)$ de redundancia optimizada basándose en los dos segmentos $IR'(1,1)$ e $IR^1(1,1)$ de información de redundancia.

45 En una realización preferida, la optimización se basa en la información de fiabilidad de los bits de paridad obtenidos a partir de los procesos de decodificación previos. Para cada bit de $IR^0(1,1)$, se proporciona la prioridad de selección al bit de información de fiabilidad correspondiente en $IR'(1,1)$ o $IR^1(1,1)$ de modo que el bit seleccionado tiene una probabilidad mayor de estar cerca de "0" ó "1".

50 El bit seleccionado puede ser aquél cuyo valor está fuera de un intervalo predefinido (a,b). El valor de a y b puede determinarse mediante simulación o deducción teórica, haciendo referencia con el método proporcionado por Fossorier, M.P.C., Shu Lin, "Soft-decision decoding of linear block codes based on ordered statistics", Information Theory, IEEE Transactions en volumen 41, número 5, septiembre de 1995, página(s): 1379 - 1396.

Tomando Tomar (a, b) = (-1, 1) como ejemplo, cuando el valor de fiabilidad es mucho mayor que 1 significa que es seguro que su valor de bit correspondiente es '1', mientras que un valor de fiabilidad mucho menor que -1 significa que es seguro que su valor de bit correspondiente es '-1'.

55 Si tanto $IR'(1,1)$ como $IR^1(1,1)$ están fuera del intervalo con el mismo signo, por ejemplo, $IR'(1,1) = -2$ e $IR^1(1,1) = -2,5$, puede observarse que $|IR^1(1,1)| > |IR'(1,1)| > 1$, entonces la prioridad proporciona a $IR^1(1,1)$ y la información de fiabilidad garantiza que este valor de bit correspondiente es '-1'.

60 Si ambos de los dos bits correspondientes de $IR'(1,1)$ o $IR^1(1,1)$ están fuera del intervalo, entonces el bit puede seleccionarse basándose en la siguiente regla:

65 Cuando tanto $IR'(1,1)$ como $IR^1(1,1)$ están fuera del intervalo con un signo opuesto, por ejemplo, $IR'(1,1) = -2$ e $IR^1(1,1) = 2,5$, por ejemplo, $|IR^1(1,1)| > |IR'(1,1)| > 1$, entonces la prioridad proporciona a $IR^1(1,1)$ y la información de fiabilidad garantiza que este valor de bit correspondiente es '1'.

Cuando una de la información de fiabilidad está fuera del intervalo y la otra está dentro del intervalo, por ejemplo,

$IR'(1,1) = -2$ e $IR^1(1,1) = 0,2$, entonces la prioridad proporciona a la que está fuera del intervalo, es decir, $IR'(1,1)$ y la información de fiabilidad garantiza que este valor de bit correspondiente es '-1'.

5 Los bits en $IR'(1,1)$ se comparan con los bits correspondientes en $IR^1(1,1)$ bit por bit hasta que se selecciona un segmento $IR^0(1,1)$ de información de redundancia optimizado con mayor fiabilidad.

10 En la etapa S238, se realiza el segundo ciclo de decodificación para restaurar el segmento S(1,1) de datos, basándose en el segmento S'(1,1) de datos provisional y el segmento $IR^0(1,1)$ de información de redundancia optimizado.

15 En la etapa S240, el segmento S(1,1) de datos restaurado se almacena en memoria intermedia si el segundo ciclo de decodificación es satisfactorio, de lo contrario, los resultados de decodificación provisionales del primer ciclo de decodificación se almacenan en memoria intermedia, por ejemplo, el segmento S(2,2) de datos restaurado y el segmento $IR'(2,1)$ de información de redundancia se almacenan en memoria intermedia para una decodificación posterior. El flujo de datos desde la etapa S232 hasta S240 se ilustra en la figura 6(c).

20 En la etapa S250, se toma una decisión basándose en el contenido del mensaje de realimentación con similitud al descrito para la primera fase de funcionamiento. Suponiendo que S(2,1) aún no se decodifica correctamente, se envía un mensaje de realimentación con indicación de que el segmento de datos no se decodifica correctamente al transmisor en la etapa S252. Y el proceso pasa a la etapa S210 y repite las etapas de manera similar a la descrita anteriormente. En el caso correspondiente al esquema de transmisión ilustrado en la figura 2(c), se recibe además el segmento $IR'(3,1)$ e $IR'(3,2)$ de información de redundancia. Se extrae un segmento S'(2,1) de datos del paquete de datos almacenado en memoria intermedia y se divide adicionalmente en segmentos S'(3,1) y S'(3,2) de datos. El primer ciclo de decodificación se realiza basándose en el segmento de datos y el segmento S'(3,1) + $IR'(3,1)$ y S'(3,2)+ $IR'(3,2)$ de información de redundancia respectivamente.

25 Si los dos segmentos de datos se decodifican correctamente, entonces los segmentos S(3,1) y S(3,2) de datos restaurados se almacenan en memoria intermedia. El flujo de datos correspondiente se ilustra en la figura 6(d). Después de almacenar en memoria intermedia los segmentos de datos restaurados, el proceso pasa a la etapa S254 y se envía un mensaje de realimentación al transmisor con indicación como "reconocido".

30 En la etapa S256, los segmentos de datos fuente almacenados en memoria intermedia se componen para ser el bloque de datos fuente. En el ejemplo anterior, los segmentos S(1,2), S(2,2), S(3,1) y S(3,2) de datos almacenados en memoria intermedia se componen para ser un bloque S de datos fuente tal como se ilustra en la figura 6(e).

35 El método anterior para transmitir un bloque de datos fuente en un sistema de comunicación inalámbrica usando un protocolo de petición de retransmisión automática híbrida tal como se proporciona en la invención puede implementarse en software o hardware, o en combinación de ambos.

40 La figura 7 es un diagrama de bloques que ilustra una realización de un aparato 200 de recepción según la invención. La figura 8 es un diagrama de bloques que ilustra una realización de una unidad 210 de obtención en aparato 200 de recepción según la invención. El aparato de recepción comprende una unidad 210 de obtención, una unidad 220 de decodificación, una unidad 230 de transmisión, una unidad 240 de almacenamiento en memoria intermedia, y una unidad 250 de composición.

45 La unidad 210 de obtención tiene una primera entrada acoplada con el flujo de datos desde un canal de transmisión, una segunda entrada acoplada con la unidad 240 de almacenamiento en memoria intermedia y una salida acoplada con una unidad 220 de decodificación que tiene una pluralidad de decodificadores. La unidad 210 de obtención está dispuesta para obtener una pluralidad de segmentos de datos y segmentos de información de redundancia correspondientes para la decodificación a partir del canal de transmisión y/o la unidad 240 de almacenamiento en memoria intermedia. La unidad 210 de obtención tiene dos fases de funcionamiento que corresponden a la transmisión inicial y retransmisión respectivamente. Haciendo referencia de nuevo a de la figura 6(a) a la figura 6(d), la salida de la unidad 210 de obtención cambia durante diferentes fases de funcionamiento, que se explicarán en detalle más adelante.

50 La unidad 220 de decodificación que incluye una pluralidad de decodificadores dispuestos para decodificar el segmento de datos basándose en cada par de segmento de datos y el segmento de información de redundancia emitido desde la unidad 210 de obtención.

55 Puesto que el esquema de codificación que incluye el código lineal y la tasa de código usado para la codificación es el mismo para obtener el paquete de datos para la transmisión inicial o la retransmisión, para el segmento de datos y el segmento de información de redundancia recibidos en una fase diferente, la pluralidad de decodificadores puede tener la misma estructura y puede funcionar en la misma tasa de código, y así restaurar los segmentos de datos sin la necesidad de modificación de hardware.

60 La unidad 230 de transmisión envía un mensaje de realimentación al transmisor correspondiente según el resultado

de decodificación. Envía un mensaje de realimentación con indicación como “reconocido” cuando todos los segmentos de datos para restaurar el bloque de datos fuente se decodifican correctamente, y envía un mensaje de realimentación con indicación de qué parte del bloque de datos fuente no se decodifica correctamente cuando al menos un segmento de datos no se decodifica correctamente.

5 La unidad 240 de almacenamiento en memoria intermedia almacena en memoria intermedia los segmentos de datos restaurados cuando se decodifican, almacena en memoria intermedia el resultado de decodificación provisional, por ejemplo, la información de fiabilidad del segmento de datos y el segmento de información de redundancia cuando el segmento de datos no se decodifica correctamente, para una decodificación posterior.

10 La unidad 250 de composición compone el bloque de datos fuente basándose en los segmentos de datos fuente almacenados en memoria intermedia.

15 La figura 8 es un diagrama de bloques que ilustra una realización de una unidad 210 de obtención en el aparato 200 de recepción según la invención. La unidad 210 de obtención comprende una unidad 212 de recepción, una primera y segunda unidad 214 y 215 de extracción, una unidad 216 de procesamiento, una unidad 217 de división y una unidad 218 de optimización. La unidad 210 de obtención tiene dos fases de funcionamiento que corresponden a la fase de transmisión inicial y la fase de retransmisión respectivamente.

20 Durante la primera fase de funcionamiento que corresponde a la transmisión inicial, cada paquete de datos recibido por la unidad 212 de recepción incluye un segmento de datos y el segmento de información de redundancia que puede emitirse directamente a la unidad 220 de decodificación como Salida 1. Haciendo referencia a la figura 6(a), la Salida 1 es $S'(1,1)+IR'(1,1)$ y $S'(1,2)+IR'(1,2)$. Por consiguiente, la unidad 220 de decodificación toma $S'(1,1)+IR'(1,1)$ y $S'(1,2)+IR'(1,2)$ como entrada y realiza una decodificación para restaurar el segmento $S(1,2)$ y $S(1,2)$ de datos fuente. Si uno de los segmentos de datos no se decodifica correctamente, la unidad 212 de recepción recibirá un flujo de datos adicional desde un canal de transmisión y la unidad de decodificación entra en la segunda fase de funcionamiento, que corresponde a la fase de retransmisión.

30 Durante la segunda fase de funcionamiento, cada paquete de datos en el flujo de datos incluye sólo el segmento de información de redundancia, por ejemplo, $IR'(2,1)$ e $IR'(2,2)$, por ejemplo, Salida 1. Para el primer ciclo de decodificación, la primera unidad 214 de extracción extrae un segmento de datos no decodificable correctamente desde un paquete de datos almacenado en memoria intermedia. Por ejemplo, si $S(1,1)$ no se decodifica correctamente, se extrae el segmento $S'(1,1)$ de datos recibido desde la transmisión inicial. La unidad 217 de división divide el segmento $S'(1,1)$ de datos extraído en dos segmentos $S'(2,1)$ y $S'(2,2)$ de datos que corresponden al esquema de retransmisión y los emite como Salida 3. Por consiguiente, la unidad de decodificación toma $S'(2,1)+IR'(2,1)$ y $S'(2,2)+IR'(2,2)$ como entrada y realiza la decodificación para restaurar $S(2,1)$ y $S(2,2)$.

40 Cuando al menos uno de los subsegmentos de datos no se decodifica correctamente, se toma un segundo ciclo de esquema de decodificación para una oportunidad adicional de restaurar el segmento de datos extraído. En tal situación, la segunda unidad 215 de extracción extrae un segmento $IR'(1,1)$ de información de redundancia almacenado en memoria intermedia de la unidad 240 de almacenamiento en memoria intermedia. El segmento de información de redundancia corresponde al segmento de datos extraído.

45 Y mientras tanto, la unidad 216 de procesamiento compone un segmento $IR^1(1,1)$ de información de redundancia lineal basándose en los segmentos $IR'(2,1)$ e $IR'(2,2)$ de información de redundancia recibidos, y luego la unidad 218 de optimización genera un segmento $IR^0(1,1)$ de información de redundancia óptimo basándose en $IR^1(1,1)$ e $IR'(1,1)$ según el método descrito anteriormente. Por consiguiente, la unidad 220 de decodificación toma el segmento $IR^0(1,1)$ de información de redundancia óptimo (Salida 2) y el segmento de datos de la primera unidad 214 de extracción (Salida 3) como entradas y realiza la decodificación para restaurar el segmento $S(1,1)$ de datos fuente.

50 La segunda fase de funcionamiento se repite hasta que se restauran todas las partes del bloque de datos fuente. Los segmentos de datos restaurados correspondientes tales como $S(1,2)$, $S(2,2)$, $S(3,1)$ y $S(3,2)$ se almacenan en memoria intermedia en la unidad 240 de almacenamiento de memoria intermedia y se componen para que sean el bloque de datos fuente en la unidad 250 de composición.

55 Se pretende que las realizaciones de la presente invención descritas en el presente documento se tomen en un sentido ilustrativo y no limitativo. Pueden realizarse diversas modificaciones a estas realizaciones por los expertos en la técnica sin apartarse del alcance de la presente invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

60

REIVINDICACIONES

1. Método para transmitir un bloque de datos fuente a un receptor en un sistema de comunicación inalámbrica usando un protocolo de petición de retransmisión automática híbrida, que comprende las etapas de:
 - (a) recibir (S150) un mensaje de realimentación del receptor, indicando el mensaje de realimentación qué parte del bloque de datos fuente no se decodifica correctamente;
 - estando el método caracterizado porque comprende además las etapas de
 - (b) dividir (S170) la parte indicada del bloque de datos fuente en una pluralidad de segmentos de datos en consecuencia;
 - (c) rellenar (S180) datos conocidos en cada uno de la pluralidad de segmentos de datos para expandir el segmento de datos para tener una longitud predefinida;
 - (d) realizar (S190) una codificación lineal en cada uno de la pluralidad de segmentos de datos para generar una pluralidad de paquetes de datos, incluyendo cada uno de la pluralidad de paquetes de datos sólo un segmento de información de redundancia para decodificar el segmento de datos en el receptor; y
 - (e) transmitir (S140) la pluralidad de paquetes de datos a un canal de transmisión.
2. Método según la reivindicación 1, que comprende además las siguientes etapas antes de la etapa (a):
 - (f) dividir (S110) el bloque de datos fuente en una pluralidad de segmentos de datos;
 - (g) realizar (S120) una codificación lineal en cada uno de la pluralidad de segmentos de datos respectivamente para generar una pluralidad de paquetes de datos, incluyendo cada uno de la pluralidad de paquetes de datos el segmento de datos usado para codificar y un segmento de información de redundancia correspondiente para decodificar el receptor; y
 - (h) transmitir (S140) la pluralidad de paquetes de datos a un canal de transmisión.
3. Método según la reivindicación 1 ó 2, que comprende además antes de la etapa (e) y (h) una etapa de multiplexar (S130) la pluralidad de paquetes de datos en un flujo de datos para su transmisión.
4. Método según la reivindicación 1, en el que el código lineal y la tasa de código usadas para la codificación son las mismas.
5. Método según la reivindicación 4, en el que se usa un código de comprobación de paridad de baja densidad como código de bloque lineal para la codificación de canales.
6. Aparato (100) para transmitir un bloque de datos fuente a un receptor en un sistema de comunicación inalámbrica usando un protocolo de petición de retransmisión automática híbrida, que comprende:
 - una unidad (110) de recepción para recibir un mensaje de realimentación del receptor, indicando el mensaje de realimentación qué parte del bloque de datos fuente no se decodifica correctamente;
 - estando el aparato caracterizado por comprender una unidad (122) de división para dividir la parte indicada del bloque de datos fuente en una pluralidad de segmentos de datos en consecuencia;
 - una unidad (124) de relleno para rellenar datos conocidos en cada uno de la pluralidad de segmentos de datos para expandir el segmento de datos para tener una longitud predefinida;
 - una pluralidad de codificadores (126, 128) para realizar una codificación lineal en cada uno de la pluralidad de segmentos de datos para generar una pluralidad de paquetes de datos, incluyendo cada uno de la pluralidad de paquetes de datos sólo un segmento de información de redundancia para decodificar el segmento de datos en el receptor; y
 - una unidad (140) de transmisión para transmitir la pluralidad de paquetes de datos a un canal de transmisión.
7. Aparato según la reivindicación 6, en el que la estructura y la función de la pluralidad de codificadores son las mismas; y el código lineal y la tasa de código usadas para la codificación son las mismas.
8. Método de recepción para restaurar un bloque de datos fuente en un sistema de comunicación inalámbrica

usando un protocolo de petición de retransmisión automática híbrida, estando el método caracterizado porque comprende las etapas de:

5 (a) recibir (S210) un flujo de datos desde un canal de transmisión, incluyendo el flujo de datos una pluralidad de paquetes de datos, incluyendo cada uno de los paquetes de datos sólo un segmento de información de redundancia, obteniéndose los paquetes de datos de al menos una parte del bloque de datos fuente, no habiéndose reconocido dicha parte, y rellenándose, codificándose de manera lineal y transmitiéndose por una unidad de transmisión;

10 (b) extraer (S226) un segmento de datos no decodificado correctamente desde un segmento de datos almacenado en memoria intermedia;

(c) dividir (S227) el segmento de datos extraído en una pluralidad de segmentos de datos; y

15 (d) realizar (S238) una decodificación de canales basándose en cada uno de la pluralidad de segmentos de datos y el segmento de información de redundancia correspondiente respectivamente para restaurar una pluralidad de segmentos de datos fuente.

9. Método según la reivindicación 8, que comprende además las siguientes etapas antes de la etapa (a):

20 recibir (S210) una pluralidad de paquetes de datos, incluyendo cada uno de la pluralidad de paquetes de datos un segmento de datos y un segmento de información de redundancia; y

25 realizar (S224) decodificación de canales basándose en el segmento de datos y el segmento de información de redundancia en cada uno de la pluralidad de paquetes de datos para restaurar un segmento de datos fuente.

10. Método según la reivindicación 8, cuando uno cualquiera de la pluralidad de segmentos de datos no se decodifica correctamente durante la retransmisión después de la etapa (d), que comprende además las etapas de:

30 componer (S234) la pluralidad de segmentos de información de redundancia para que sea un segmento de información de redundancia lineal;

35 extraer (S232) un segmento de información de redundancia de un segmento de información de redundancia almacenado en memoria intermedia que corresponde al segmento de datos extraído en la etapa (b);

40 generar (S236) un segmento de información de redundancia optimizado basándose en el segmento de información de redundancia lineal y el segmento de información de redundancia extraído; y

realizar (S238) una decodificación de canales basándose en el segmento de información de redundancia optimizado y el segmento de datos extraído para restaurar un segmento de datos fuente.

11. Método según la reivindicación 9 ó 10, que comprende además las etapas de:

45 almacenar (S240) en memoria intermedia el segmento de datos fuente restaurado y el segmento de datos no decodificado correctamente y el segmento de información de redundancia correspondiente de los mismos;

50 enviar (S252, S254) un mensaje de realimentación a un transmisor, indicando el mensaje de realimentación qué parte del bloque de datos fuente no se decodifica correctamente cuando al menos un segmento de datos no se decodifica correctamente; y

55 componer (S256) el bloque de datos fuente basándose en los segmentos de datos almacenados en memoria intermedia.

12. Aparato (200) de recepción para restaurar un bloque de datos fuente en un sistema de comunicación inalámbrica usando un protocolo de petición de retransmisión automática híbrida, caracterizado porque comprende:

60 una unidad (212) de recepción para recibir un flujo de datos desde un canal de transmisión, incluyendo el flujo de datos una pluralidad de paquetes de datos, incluyendo cada uno de los paquetes de datos sólo un segmento de información de redundancia, obteniéndose los paquetes de datos de al menos una parte del bloque de datos fuente, no habiéndose reconocido dicha parte, y rellenándose, y codificándose de manera lineal;

65

una primera unidad (214) de extracción para extraer un segmento de datos no decodificado correctamente de un segmento de datos almacenado en memoria intermedia;

5 una unidad (217) de división para dividir el segmento de datos extraído en una pluralidad de segmentos de datos; y

10 una pluralidad de decodificadores (220) para realizar decodificación de canales basándose en cada uno de la pluralidad de segmentos de datos y segmento de información de redundancia correspondiente respectivamente para restaurar una pluralidad de segmentos de datos fuente.

13. Aparato según la reivindicación 12, que comprende además:

15 una segunda unidad (215) de extracción para extraer un segmento de información de redundancia de un segmento de información de redundancia almacenado en memoria intermedia que corresponde al segmento de datos extraído por la primera unidad de extracción;

una unidad (216) de procesamiento para componer la pluralidad de segmentos de información de redundancia para que sea un segmento de información de redundancia lineal; y

20 una unidad (218) de generación para generar un segmento de información de redundancia optimizado basándose en el segmento de información de redundancia lineal y el segmento de información de redundancia extraído.

25 14. Aparato según la reivindicación 13, en el que la pluralidad de decodificadores están dispuestos además para realizar decodificación de canales basándose en el segmento de información de redundancia optimizado y el segmento de datos extraído para restaurar un segmento de datos fuente.

15. Aparato según la reivindicación 14, que comprende además:

30 una unidad (240) de almacenamiento en memoria intermedia para almacenar en memoria intermedia el segmento de datos fuente restaurado y el segmento de datos no decodificado correctamente y el segmento de información de redundancia correspondiente de los mismos;

35 una unidad (230) de transmisión para enviar un mensaje de realimentación a un transmisor, indicando el mensaje de realimentación qué parte del bloque de datos fuente no se decodifica correctamente cuando al menos un segmento de datos no se decodifica correctamente; y

40 una unidad (250) de composición para componer el bloque de datos fuente basándose en los segmentos de datos almacenados en memoria intermedia.

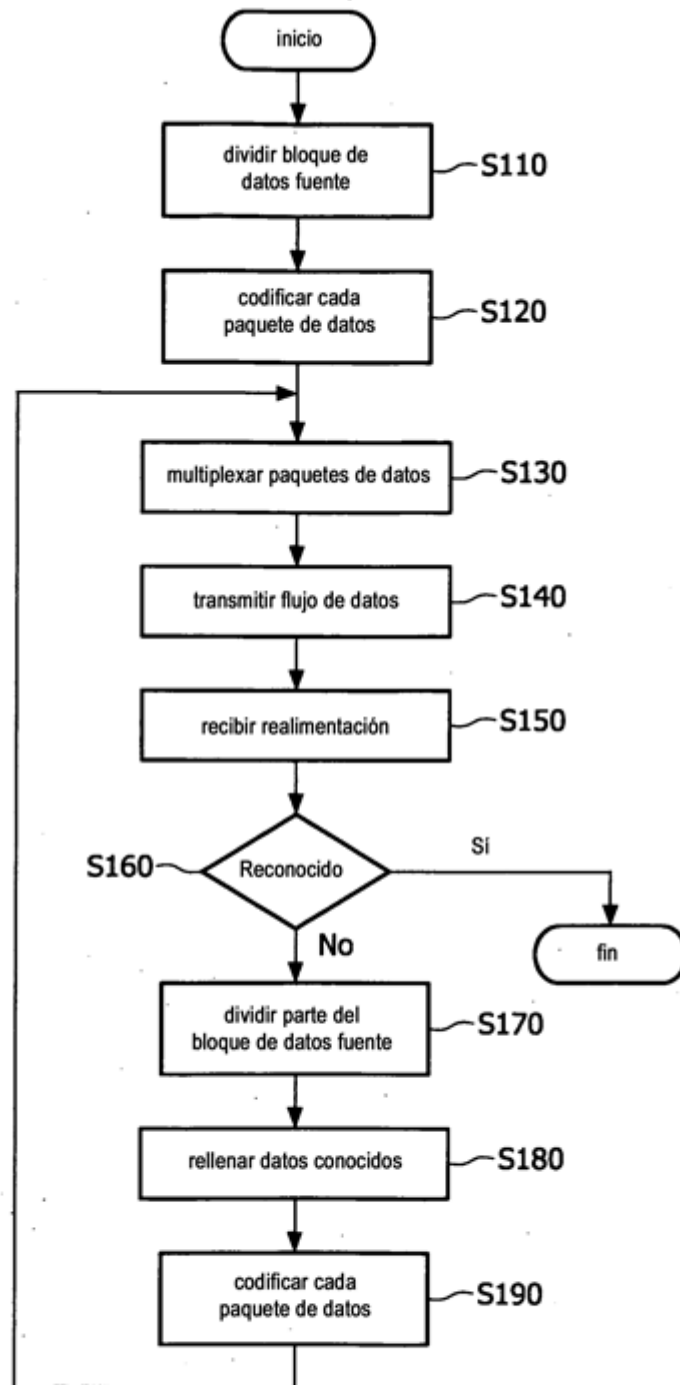


FIG. 1

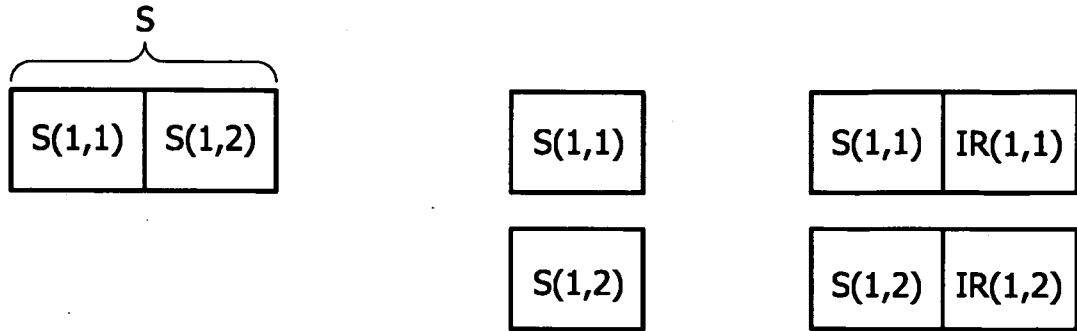


FIG. 2a

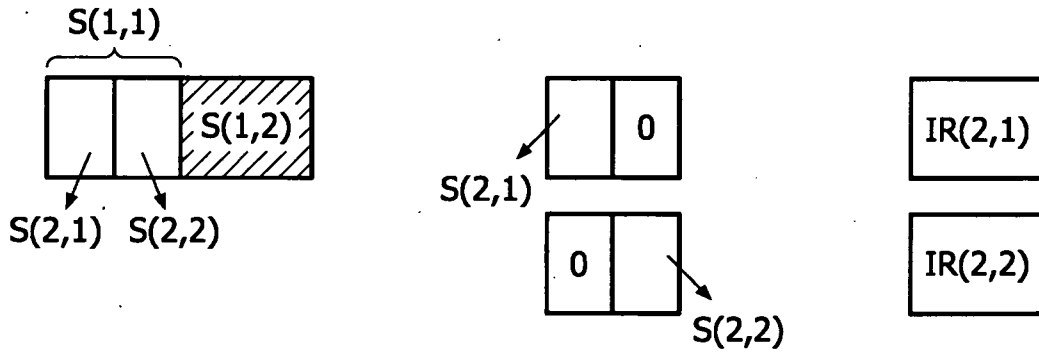


FIG. 2b

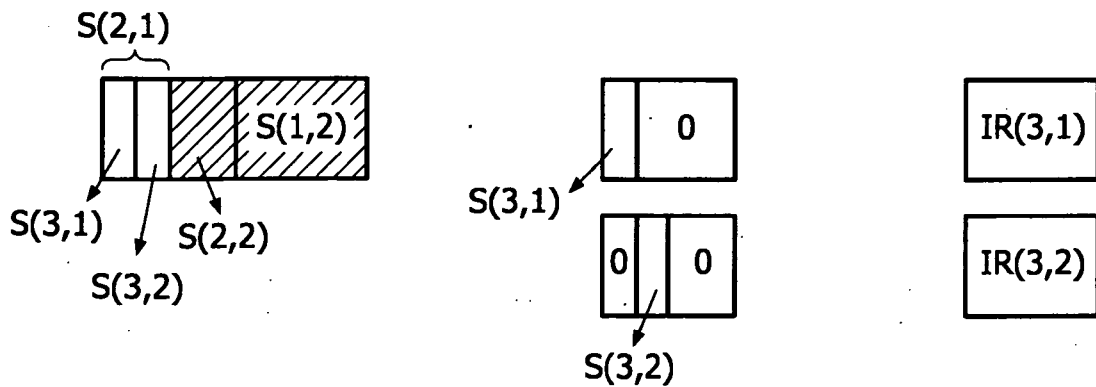


FIG. 2c

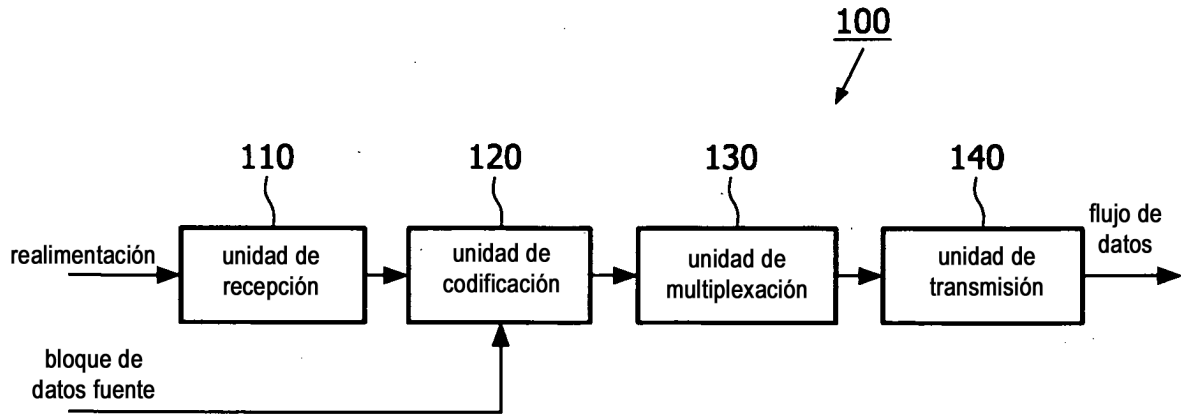


FIG. 3

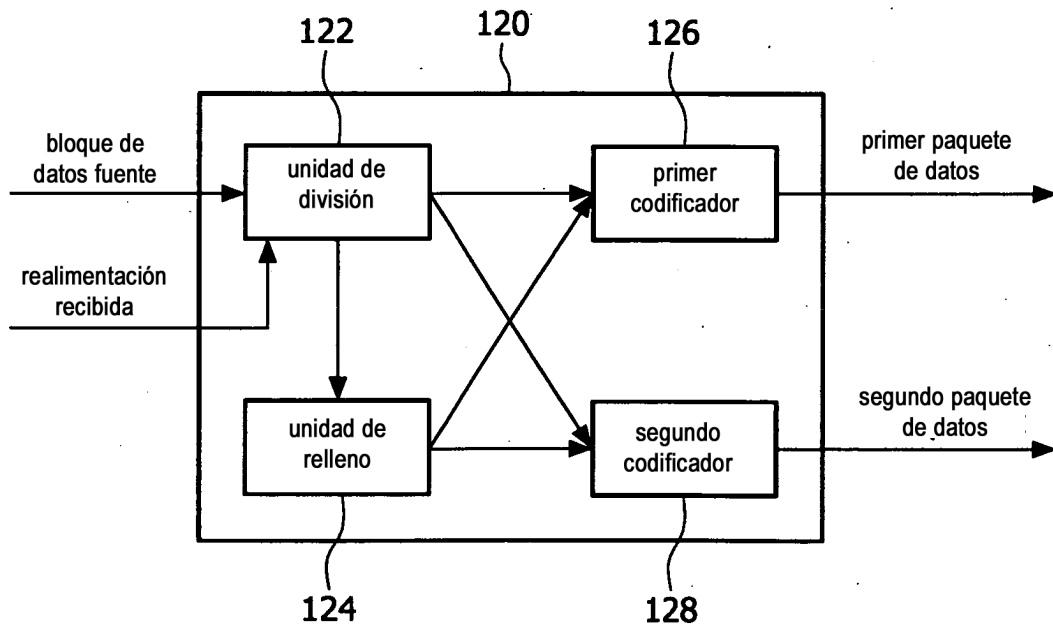


FIG. 4

FIG. 5-I
FIG. 5-II
FIG. 5

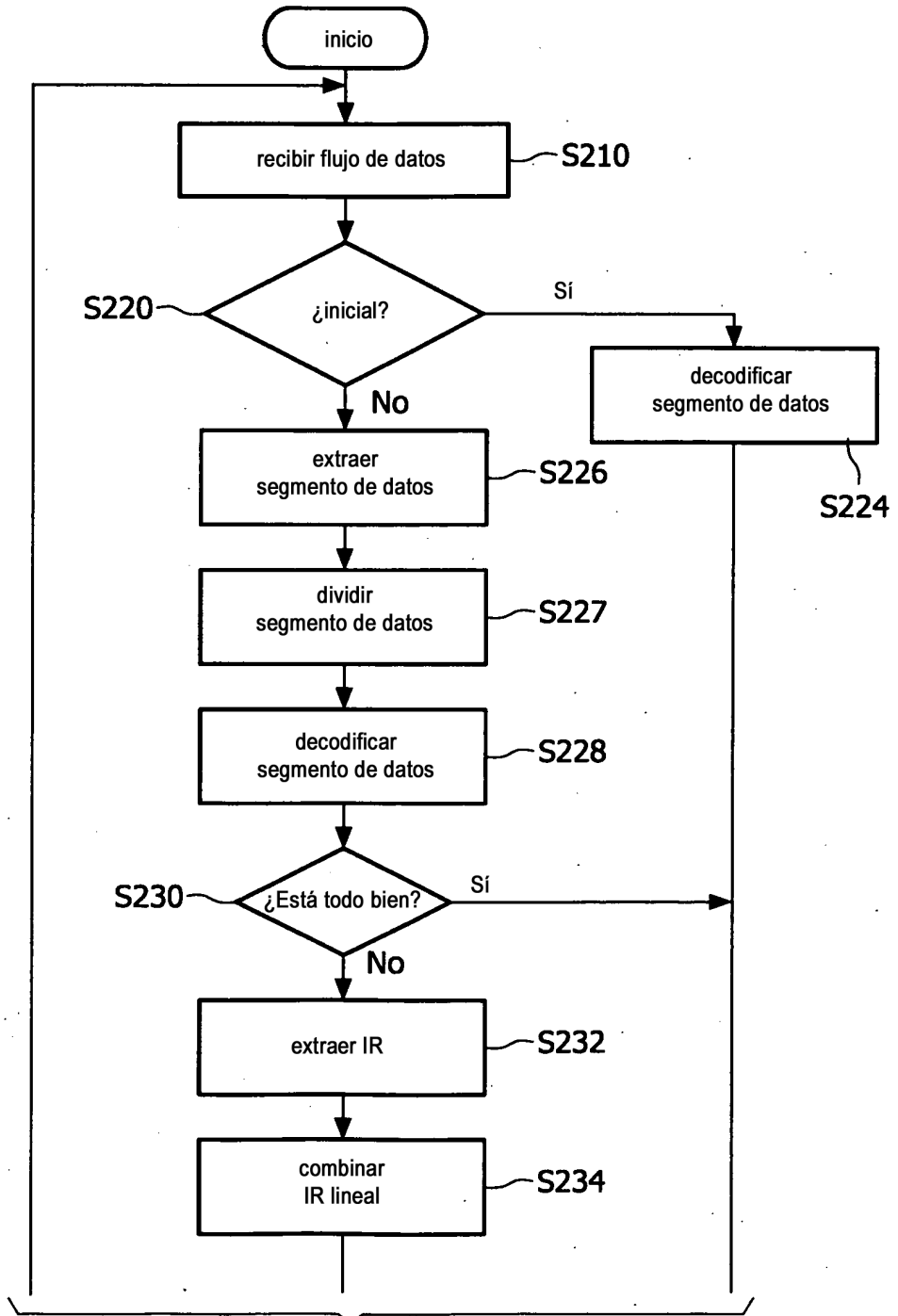


FIG. 5-II

FIG. 5-I

FIG. 5-I

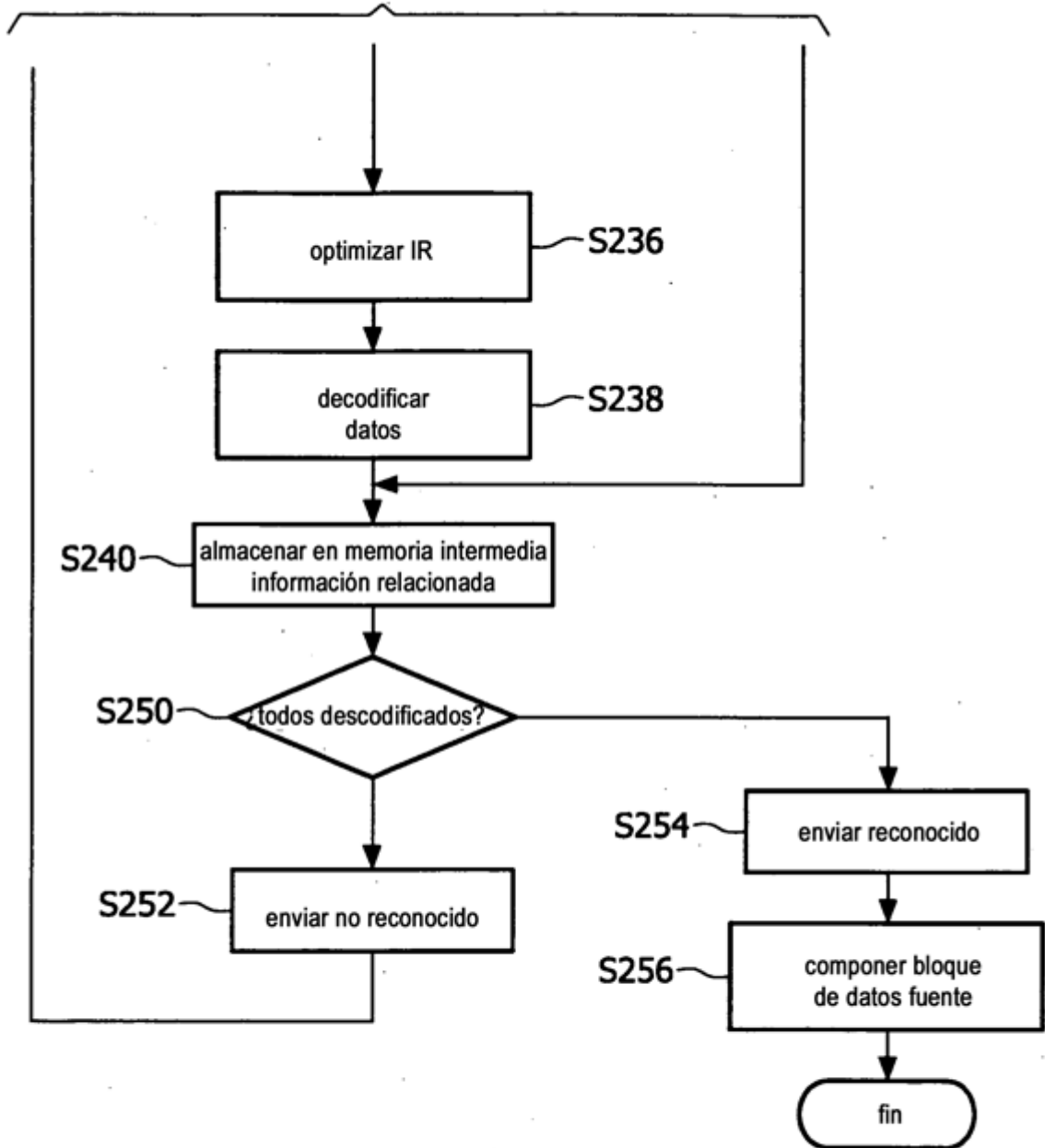


FIG. 5-II

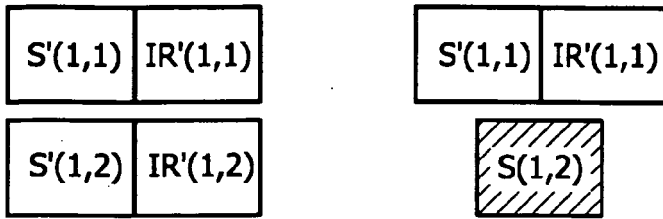


FIG. 6a

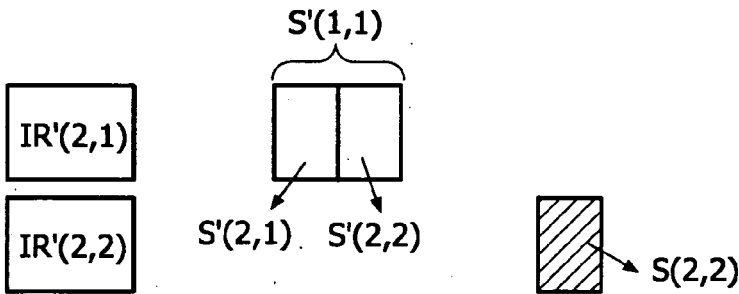


FIG. 6b

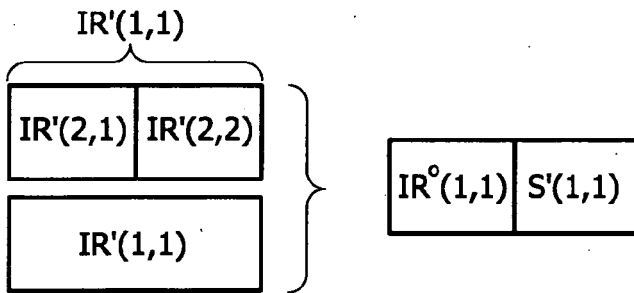


FIG. 6c

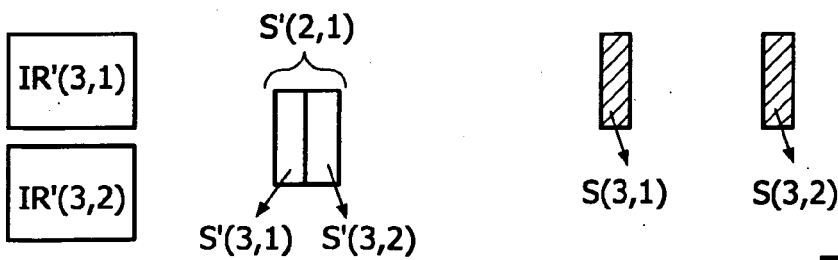


FIG. 6d

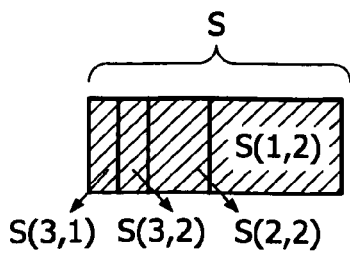


FIG. 6e

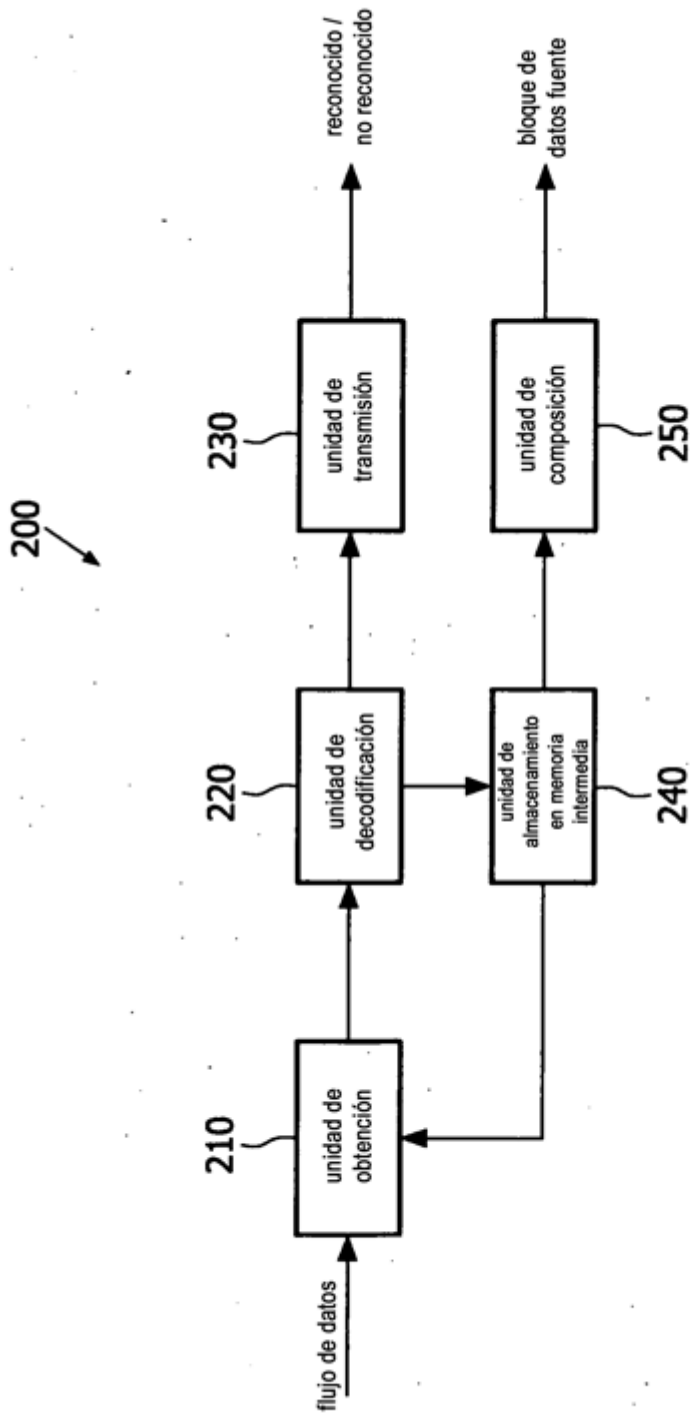


FIG. 7

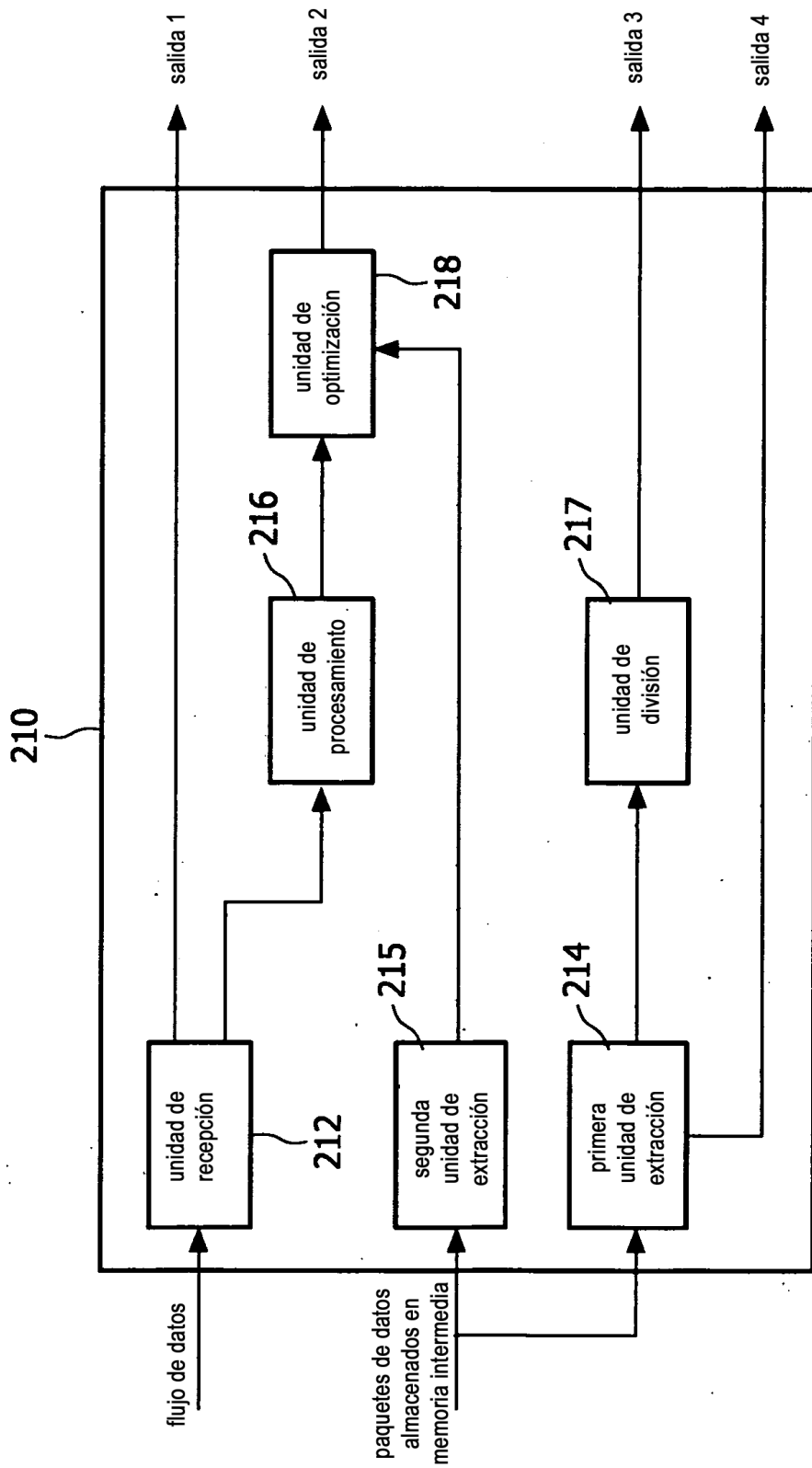


FIG. 8