

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 619 117**

51 Int. Cl.:

**G10L 19/008** (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.04.2014 PCT/EP2014/056852**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.10.2014 WO2014161992**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.04.2014 E 14715308 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.02.2017 EP 2954519**

54 Título: **Codificador y decodificador de audio**

30 Prioridad:

**05.04.2013 US 201361808680 P**

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

**23.06.2017**

73 Titular/es:

**DOLBY INTERNATIONAL AB (100.0%)  
Apollo Building, 3E Herikerbergweg 1-13  
1101 CN Amsterdam Zuidoost, NL**

72 Inventor/es:

**KJOERLING, KRISTOFER;  
PURNHAGEN, HEIKO;  
MUNDT, HARALD;  
ROEDEN, KARL JONAS y  
SEHLSTROM, LEIF**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 619 117 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**

Codificador y decodificador de audio

Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

5 Esta solicitud reivindica la prioridad de la solicitud de patente provisional de Estados Unidos número 61/808.680, presentada el 5 de abril de 2013.

Sector técnico

La descripción de la presente memoria se refiere, en general, a codificación de audio multicanal. En particular, se refiere a un codificador y un decodificador para codificación híbrida, que comprende codificación paramétrica y codificación multicanal discreta.

10 Antecedentes

15 En la codificación de audio multicanal convencional, los posibles esquemas de codificación incluyen codificación multicanal discreta o codificación paramétrica, tal como MPEG Surround. El esquema utilizado depende del ancho de banda del sistema de audio. Es sabido que los procedimientos de codificación paramétrica son escalables y eficientes en términos de calidad de escucha, lo que los hace particularmente atractivos en aplicaciones de baja tasa de bits. En aplicaciones de alta tasa de bits, se utiliza a menudo codificación multicanal discreta. Los formatos existentes de distribución o procesamiento y las técnicas de codificación asociadas se pueden mejorar desde el punto de vista de su eficiencia de ancho de banda, especialmente en aplicaciones con una tasa de bits comprendida entre una tasa de bits baja y una tasa de bits alta.

20 La memoria US7292901 (Kroon et al.) se refiere a un procedimiento de codificación híbrida en el que se forma una señal de audio híbrida a partir de, por lo menos, un componente espectral sometido a mezcla descendente y por lo menos un componente espectral no mezclado. El procedimiento presentado en esta solicitud puede aumentar la capacidad de una aplicación que tiene una determinada tasa de bits, pero pueden ser necesarias otras mejoras para aumentar adicionalmente la eficiencia de un sistema de procesamiento de audio.

25 Se proporciona una visión general de la tecnología MPEG Surround en el documento de Jürgen Herre et al, "MPEG Surround The ISO/MPEG Standard for Efficient and Compatible multi-channel audio Coding", AUDIO ENGINEERING SOCIETY CONVENTION PAPER, Nueva York, NY, US, (20070101), volumen 122, páginas 1 a 23, XP007906004.

Breve descripción de los dibujos

30 Se describirán a continuación realizaciones a modo de ejemplo haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

la figura 1 es un diagrama de bloques generalizado de un sistema de descodificación de acuerdo con una realización a modo de ejemplo;

la figura 2 muestra una primera parte del sistema de descodificación de la figura 1;

la figura 3 muestra una segunda parte del sistema de descodificación de la figura 1;

35 la figura 4 muestra una tercera parte del sistema de descodificación de la figura 1;

la figura 5 es un diagrama de bloques generalizado de un sistema de codificación de acuerdo con una realización a modo de ejemplo;

la figura 6 es un diagrama de bloques generalizado de un sistema de descodificación de acuerdo con una realización a modo de ejemplo;

40 la figura 7 muestra una tercera parte del sistema de descodificación de la figura 6; y

la figura 8 es un diagrama de bloques generalizado de un sistema de codificación de acuerdo con una realización a modo de ejemplo.

45 Todas las figuras son esquemáticas y generalmente muestran solo partes que son necesarias para explicar la descripción, mientras que otras partes pueden estar omitidas o simplemente propuestas. Salvo que se indique lo contrario, los numerales de referencia similares se refieren a partes similares en las diferentes figuras.

Descripción detalladaVisión general - Descodificador

Tal como se utiliza en la presente memoria, una señal de audio puede ser una señal de audio pura, una parte de audio de una señal audiovisual o una señal multimedia, o cualquiera de estas en combinación con metadatos.

- 5 Tal como se utiliza en la presente memoria, una mezcla descendente de una serie de señales significa combinar dicha serie de señales, por ejemplo formando combinaciones lineales, de tal modo que se obtiene un número menor de señales. La operación inversa a la mezcla descendente se denomina mezcla ascendente, es decir, llevar a cabo una operación sobre un número menor de señales para obtener un número mayor de señales.

- 10 De acuerdo con un primer aspecto, las realizaciones a modo de ejemplo proponen procedimientos, dispositivos y productos de programa informático, para reconstruir una señal de audio multicanal en base una señal de entrada, tal como exponen las reivindicaciones 1, 11 y 14. Los procedimientos, dispositivos y productos de programa informático propuestos pueden tener, en general, las mismas características y ventajas.

- 15 De acuerdo con realizaciones a modo de ejemplo, la señales codificadas en forma de onda M son puramente señales codificadas en forma de onda sin señales paramétricas mezcladas, es decir, son una representación discreta sin mezcla descendente, de la señal de audio multicanal procesada. Una ventaja de tener las frecuencias menores representadas en estas señales codificadas en forma de onda puede ser que el oído humano es más sensible a la parte de la señal de audio que tiene bajas frecuencias. Al codificar esta parte con una calidad mejor, puede aumentar la apreciación global del audio descodificado.

- 20 Una ventaja de tener por lo menos dos señales de mezcla descendente es que esta realización proporciona una mayor dimensionalidad de la señales de mezcla descendente comparada con sistemas con solamente un canal de mezcla descendente. De acuerdo con esta realización, se puede proporcionar por lo tanto una mejor calidad del audio descodificado, que puede superar la ganancia en tasa de bits proporcionada por un sistema de una señal de mezcla descendente.

- 25 Una ventaja de utilizar codificación híbrida que comprende codificación de mezcla descendente paramétrica y multicanal discreta es que puede mejorar la calidad de la señal de audio descodificada para ciertas tasas de bits en comparación con utilizar un enfoque de codificación paramétrica convencional, es decir MPEG Surround con HE-AAC. A tasas de bits en torno a 72 kilobits por segundo (kbps), el modelo de codificación paramétrica convencional se puede saturar, es decir, la calidad de la señal de audio descodificada está limitada por las deficiencias del modelo paramétrico y no por la falta de bits para codificar. Por consiguiente, para tasas de bits a partir de aproximadamente  
30 72 kilobits por segundo, puede ser más beneficioso utilizar bits en la codificación en forma de onda de frecuencias menores de manera discreta. Al mismo tiempo, el enfoque híbrido de utilización de una codificación de mezcla descendente paramétrica y multicanal discreta es que puede mejorar la calidad del audio descodificada para ciertas tasas de bits, por ejemplo a 128 kbps o menos, en comparación con utilizar un enfoque en el que se utilicen todos los bits en la codificación en forma de onda de frecuencias menores, y con utilizar replicación de banda espectral  
35 (SBR, spectral band replication) para las frecuencias restantes.

- Una ventaja de tener N señales de mezcla descendente codificadas en forma de onda que comprenden solamente datos espectrales correspondientes a frecuencias entre la primera frecuencia de cruce y una segunda frecuencia de cruce, es que se puede reducir la tasa de transmisión de bits requerida para el sistema de procesamiento de señales de audio. Alternativamente, los bits preservados al tener una señal de mezcla descendente filtrada en paso banda  
40 pueden ser utilizados en codificación en forma de onda de frecuencias menores, por ejemplo, puede ser mayor la frecuencia de muestreo para dichas frecuencias o se puede aumentar la primera frecuencia de cruce.

- Dado que, tal como se ha mencionado anteriormente, el oído humano es más sensible a la parte de la señal de audio que tiene frecuencias bajas, las frecuencias altas, como la parte de la señal de audio que tiene frecuencias por encima de la segunda frecuencia de cruce, se pueden recrear mediante la reconstrucción de alta frecuencia sin  
45 reducir la calidad del audio percibido de la señal de audio descodificada.

Otra ventaja de la presente realización puede ser que, dado que la mezcla ascendente paramétrica llevada a cabo en la fase de mezcla ascendente opera solamente sobre coeficientes espectrales correspondientes a las frecuencias que están por encima de la primera frecuencia de cruce, se reduce la complejidad de la mezcla ascendente.

- 50 De acuerdo con una realización, la combinación llevada a cabo en la primera fase de combinación, en la que cada una de las N señales de mezcla descendente codificadas en forma de onda que comprenden coeficientes espectrales correspondientes a las frecuencias entre una primera y una segunda frecuencias de cruce se combinan con una correspondiente de las N señales de mezcla descendente que comprenden coeficientes espectrales correspondientes a frecuencias hasta la primera frecuencia de cruce en N mezclas descendentes combinadas, se lleva a cabo en un dominio de frecuencia.

- 55 Una ventaja de esta realización puede ser que las M señales codificadas en forma de onda y las N señales de mezcla descendente codificadas en forma de onda se pueden codificar mediante un codificador de forma de onda

utilizando transformadas de ventana en solapamiento con formación de ventanas independiente para las M señales codificadas en forma de onda y las N señales de mezcla descendente codificadas en forma de onda, respectivamente, y seguir siendo descodificables por el descodificador.

5 De acuerdo con una realización, las N señales recibidas de mezcla descendente codificadas en forma de onda en la primera fase de recepción y las M señales recibidas codificadas en forma de onda en la segunda fase de recepción se codifican utilizando transformadas de ventana con solapamiento, con formación de ventanas independiente para las N señales de mezcla descendente codificadas en forma de onda y las M señales codificadas en forma de onda, respectivamente.

10 Una ventaja de esto puede ser que permite mejorar la calidad de la codificación y por lo tanto mejorar la calidad de la señal de audio multicanal descodificada. Por ejemplo, si se detecta un transitorio en las bandas de frecuencias superiores en un cierto instante temporal, el codificador de formas de onda puede modificar esta trama temporal particular con una secuencia de ventanas más corta, mientras que para la banda de frecuencia menor se puede mantener la secuencia de ventanas por defecto.

15 De acuerdo con las realizaciones, el descodificador puede comprender una tercera fase de recepción configurada para recibir otra señal codificada en forma de onda que comprende coeficientes espectrales correspondientes a un subconjunto de las frecuencias por encima de la primera frecuencia de cruce. El descodificador puede comprender además una fase de entrelazado más abajo de la fase de mezcla ascendente. La fase de entrelazado puede estar configurada para entrelazar la otra señal codificada en forma de onda con una de las M señales de mezcla ascendente. La tercera fase de recepción puede estar configurada además para recibir una serie de otras señales codificadas en forma de onda, y la fase de entrelazado puede estar configurada además para entrelazar dicha serie de otras señales codificadas en forma de onda con una serie de M señales de mezcla ascendente.

20 Esto es ventajoso porque ciertas partes del intervalo de frecuencias por encima de la primera frecuencia de cruce, que son difíciles de reconstruir paraméricamente a partir de las señales de mezcla descendente, se pueden proporcionar en una forma codificada en forma de onda para el entrelazado con las señales de mezcla ascendente reconstruidas paraméricamente.

25 De acuerdo con realizaciones a modo de ejemplo, el descodificador puede estar configurado además para recibir una señal de control, por ejemplo mediante la tercera fase de recepción. La señal de control puede indicar cómo entrelazar la otra señal codificada en forma de onda con una de las M señales de mezcla ascendente, donde la etapa de entrelazar la otra señal codificada en forma de onda con una de las M señales de mezcla ascendente está basada en la señal de control. Específicamente, la señal de control puede indicar un intervalo de frecuencias y un intervalo de tiempo, tal como una o varias teselas de tiempo/frecuencia en un dominio QMF, para los que la otra señal codificada en forma de onda se tiene que entrelazar con una de las M señales de mezcla ascendente. Por consiguiente, el entrelazado se puede producir en tiempo y frecuencia dentro de un canal.

30 Una ventaja de esto es que se pueden seleccionar intervalos de tiempo e intervalos de frecuencias que no acusan problemas de superposición o de aparición/desvanecimiento de la transformada de ventana en solapamiento utilizada para codificar la señales codificadas en forma de onda

#### Visión general - Codificador

40 De acuerdo con un segundo aspecto, las realizaciones a modo de ejemplo proponen procedimientos, dispositivos y productos de programa informático para codificar una señal de audio multicanal en base una señal de entrada, tal como se expone en las reivindicaciones 12, 14 y 15.

Los procedimientos, dispositivos y productos de programa informático propuestos pueden tener, en general, las mismas características y ventajas.

Las ventajas relativas a características y configuraciones presentadas en la visión general del descodificador anterior pueden, en general, ser válidas para las características y configuraciones correspondientes para el codificador.

#### 45 Realizaciones a modo de ejemplo

La figura 1 es un diagrama de bloques generalizado de un descodificador 100 en un sistema de procesamiento de audio multicanal para reconstruir M canales codificados. El descodificador 100 comprende tres partes conceptuales 200, 300, 400 que se explicarán en mayor detalle junto con las figuras 2 a 4 siguientes. En una primera parte conceptual 200, el descodificador recibe N señales de mezcla descendente codificadas en forma de onda y M señales codificadas en forma de onda que representan la señal de audio multicanal que se tiene que descodificar, donde  $1 < N < M$ . En el ejemplo mostrado, N se ajusta a 2. En la segunda parte conceptual 300, las M señales codificadas en forma de onda se someten a mezcla descendente y se combinan con las N señales de mezcla descendente codificadas en forma de onda. A continuación se lleva a cabo reconstrucción de alta frecuencia (HFR, high frequency reconstruction) para la señales de mezcla descendente combinadas. En la tercera parte conceptual 400, las señales reconstruidas de alta frecuencia se someten a mezcla ascendente, y las M señales codificadas en forma de onda se combinan con las señales de mezcla ascendente para reconstruir M canales codificados.

En la realización a modo de ejemplo descrita con las figuras 2 a 4, se describe la reconstrucción de un sonido envolvente 5.1 codificado. Se debe observar que la señal de efectos de baja frecuencia no se menciona en las realizaciones descritas ni en los dibujos. Esto no significa que se ignoren los efectos de baja frecuencia. Los efectos de baja frecuencia (Lfe, low frequency effects) se añaden a los 5 canales reconstruidos de cualquier manera adecuada, conocida por un experto en la materia. Cabe señalar asimismo que el descodificador descrito es igualmente adecuado para otros tipos de sonido envolvente codificado, tal como sonido envolvente 7.1 ó 9.1.

La figura 2 muestra la primera parte conceptual 200 del descodificador 100 de la figura 1. El descodificador comprende dos fases de recepción 212, 214. En la primera fase de recepción 212, un flujo de bits 202 es descodificado y descuantificado en dos señales de mezcla descendente codificadas en forma de onda 208a-b. Cada una de las dos señales de mezcla descendente codificadas en forma de onda 208a-b comprende coeficientes espectrales que corresponden a frecuencias entre una primera frecuencia de cruce  $k_y$  y una segunda frecuencia de cruce  $k_x$ .

En la segunda fase de recepción 212, el flujo de bits 202 es descodificado y descuantificado en cinco señales codificadas en forma de onda 210a-e. Cada una de las cinco señales de mezcla descendente codificadas en forma de onda 208a-e comprende coeficientes espectrales correspondientes a frecuencias hasta la primera frecuencia de cruce  $k_x$ .

A modo de ejemplo, las señales 210a-e comprenden dos elementos de un par de canales y elementos de un solo canal para el centro. Los elementos de un par de canales pueden ser, por ejemplo, una combinación de las señales frontal izquierda y envolvente izquierda, y una combinación de las señales frontal derecha y envolvente derecha. Otro ejemplo es una combinación de las señales frontal izquierda y frontal derecha, y una combinación de las señales envolvente izquierda y envolvente derecha. Estos elementos de pares de canales pueden estar codificados, por ejemplo, en un formato de suma y diferencia. La totalidad de las cinco señales 210a-e se pueden codificar utilizando transformaciones de ventana en solapamiento, con formación de ventanas independiente, y seguir siendo descodificable por el descodificador. Esto puede permitir una calidad mejorada de la codificación y, por lo tanto, una calidad mejorada de la señal del descodificador.

A modo de ejemplo, la primera frecuencia de cruce  $k_y$  es de 1,1 kHz. A modo de ejemplo, la segunda frecuencia de cruce  $k_x$  queda dentro del intervalo de 5,6 a 8 kHz. Se debe observar que la primera frecuencia de cruce  $k_y$  puede variar, incluso por señal individual, es decir, el descodificador puede detectar que un componente de la señal en una señal de salida específica puede no ser reproducido fielmente por las señales de mezcla descendente estéreo 208a-b y puede, para ese caso temporal particular, aumentar el ancho de banda, es decir, la primera frecuencia de cruce  $k_y$ , de la señal relevante codificada en forma de onda, es decir 210a-e, para realizar una codificación apropiada en forma de onda del componente de señal.

Tal como se describirá más adelante en esta descripción, las fases restantes del descodificador 100 funcionan habitualmente en el dominio de filtros de espejo en cuadratura (QMF, Quadrature Mirror Filters). Por esta razón, cada una de las señales 208a-b, 210a-e recibidas por la primera y la segunda fases de recepción 212, 214, que se reciben en forma de transformada de coseno discreta modificada (MDCT, modified discrete cosine transform), se transforman al dominio de tiempo mediante la aplicación de una MDCT inversa 216. A continuación, cada señal se transforma de nuevo al dominio de frecuencias aplicando una transformada QMF 218.

En la figura 3, las cinco señales codificadas en forma de onda 210 se mezclan descendentemente en dos señales de mezcla descendente 310, 312 que comprenden coeficientes espectrales correspondientes a frecuencias hasta la primera frecuencia de cruce  $k_y$ , en una fase de mezcla descendente 308. Estas señales de mezcla descendente 310, 312 se pueden formar llevando a cabo una mezcla descendente sobre las señales multicanal de paso bajo 210a-e utilizando el mismo esquema de mezcla descendente que se utilizó en un codificador para crear las dos señales de mezcla descendente 208a-b mostradas en la figura 2.

Las dos nuevas señales de mezcla descendente 310, 312 se combinan a continuación en una primera fase de combinación 320, 322 con la correspondiente señal de mezcla descendente 208a-b para formar señales de mezcla descendente combinadas 302a-b. Cada una de las señales de mezcla descendente combinadas 302a-b comprende por lo tanto coeficientes espectrales correspondientes a frecuencias hasta la primera frecuencia de cruce  $k_y$  que se originan a partir de las señales de mezcla descendente 310, 312 y coeficientes espectrales correspondientes a las frecuencias entre la primera frecuencia de cruce  $k_y$  y la segunda frecuencia de cruce  $k_x$  que se originan a partir de las dos señales de mezcla descendente codificadas en forma de onda 208a-b recibidas en la primera fase de recepción 212 (mostrada en la figura 2).

El descodificador comprende además una fase de reconstrucción de alta frecuencia (HFR) 314. La fase HFR está configurada para extender cada una de las dos señales de mezcla descendente combinadas 302a-b desde la fase de combinación hasta un intervalo de frecuencias por encima de la segunda frecuencia de cruce  $k_x$ , mediante la realización de una reconstrucción de alta frecuencia. Según algunas realizaciones, la reconstrucción de alta frecuencia llevada a cabo puede comprender la realización de replicación de banda espectral, SBR. La reconstrucción de alta frecuencia se puede realizar utilizando parámetros de reconstrucción de alta frecuencia que se pueden recibir en la fase HFR 314 de cualquier manera adecuada.

Las salida de la fase de reconstrucción de alta frecuencia 314 consiste en dos señales 304a-b que comprenden las señales de mezcla descendente 208a-b con la extensión HFR 316, 318 aplicada. Tal como se ha descrito anteriormente, la fase HFR 314 lleva a cabo una reconstrucción de alta frecuencia en base a las frecuencias presentes en la señal de entrada 210a-e procedente de la segunda fase de recepción 214 (mostrada en la figura 2) combinadas con las dos señales de mezcla descendente 208a-b. Un tanto simplificado, el intervalo HFR 316, 318 comprende partes de los coeficientes espectrales de las señales de mezcla descendente 310, 312 que se han copiado al intervalo HFR 316, 318. Por consiguiente, las partes de las cinco señales codificadas en forma de onda 210a-e aparecerán en el intervalo HFR 316, 318 de la salida 304 de la fase HFR 314.

Se debe observar que la mezcla descendente en la fase de mezcla descendente 308 y la combinación en la primera fase de combinación 320, 322 anterior a la fase de reconstrucción de alta frecuencia 314 se pueden realizar en el dominio de tiempo, es decir, después de que cada señal haya sido transformada al dominio de tiempo aplicando una transformada de coseno discreta modificada (MDCT) inversa 216 (mostrada en la figura 2). Sin embargo, dado que las señales codificadas en forma de onda 210a-e y las señales de mezcla descendente codificadas en forma de onda 208a-b se pueden codificar mediante un codificador de formas de onda utilizando transformadas de ventana en solapamiento con formación de ventanas independiente, las señales 210a-e y 208a-b no se pueden combinar sin problemas en un dominio de tiempo. Por lo tanto, se obtiene un escenario más controlado si por lo menos la combinación en la primera fase de combinación 320, 322 se realiza en el dominio QMF.

La figura 4 muestra la parte conceptual tercera y final 400 del descodificador 100. La salida 304 de la fase HFR 314 constituye la entrada a una fase de mezcla ascendente 402. La fase de mezcla ascendente 402 crea una salida de cinco señales 404a-e llevando a cabo una mezcla ascendente paramétrica sobre las señales extendidas en frecuencia 304a-b. Cada una de las cinco señales de mezcla ascendente 404a-e corresponde a uno de los cinco canales codificados en el sonido envolvente codificado 5.1 para frecuencias por encima de la primera frecuencia de cruce  $k_y$ . De acuerdo con un procedimiento de mezcla ascendente paramétrica a modo de ejemplo, la fase de mezcla ascendente 402 recibe en primer lugar parámetros de la mezcla paramétrica. La fase de mezcla ascendente 402 genera además versiones descorrelacionadas de las dos señales de mezcla descendente combinadas extendidas en frecuencia 304a-b. La fase de mezcla ascendente 402 somete además las dos señales de mezcla descendente combinadas extendidas en frecuencia 304a-b y las versiones descorrelacionadas de las dos señales de mezcla descendente combinadas extendidas en frecuencia 304a-b a una operación matricial, en la que los parámetros de la operación matricial están dados por los parámetros de mezcla ascendente. Alternativamente, se puede aplicar cualquier otro procedimiento de mezcla ascendente paramétrica conocido en la técnica. Se describen procedimientos aplicables de mezcla ascendente paramétrica, por ejemplo, en el documento "MPEG Surround-The ISO/MPEG Standard for Efficient and Compatible Multichannel Audio Coding" (Herre et al., Journal of the Audio Engineering Society, volumen 56, número 11, noviembre de 2008).

La salida 404a-e de la fase de mezcla ascendente 402 no comprende frecuencias por debajo de la primera frecuencia de cruce  $k_y$ . Los restantes coeficientes espectrales correspondientes a frecuencias hasta la primera frecuencia de cruce  $k_y$  existen en las cinco señales codificadas en forma de onda 210a-e que han sido retardadas por una fase de retardo 412 para corresponderse con la temporización de las señales de mezcla ascendente 404.

El descodificador 100 comprende además una segunda fase de combinación 416, 418. La segunda fase de combinación 416, 418 está configurada para combinar las cinco señales de mezcla ascendente 404a-e con las cinco señales codificadas en forma de onda 210a-e que fueron recibidas por la segunda fase de recepción 214 (mostrada en la figura 2).

Cabe señalar que cualquier señal  $L_{fe}$  presente se puede añadir como una señal independiente a la señal combinada resultante 422. Cada una de las señales 422 se transforma a continuación al dominio de tiempo aplicando una transformada QMF inversa 420. La salida de la transformada QMF inversa 414 es, por lo tanto, la señal de audio de canal 5.1 totalmente descodificada.

La figura 6 muestra un sistema de descodificación 100' que es una modificación del sistema de descodificación 100 de la figura 1. El sistema de descodificación 100' tiene partes conceptuales 200', 300' y 400' correspondientes a las partes conceptuales 100, 200 y 300 de la figura 1. La diferencia entre el sistema de descodificación 100' de la figura 6 y el sistema de descodificación de la figura 1 es que hay una tercera fase de recepción 616 en la parte conceptual 200' y una fase de entrelazado 714 en la tercera parte conceptual 400'.

La tercera fase de recepción 616 está configurada para recibir otra señal codificada en forma de onda. La otra señal codificada en forma de onda comprende coeficientes espectrales correspondientes a un subconjunto de las frecuencias por encima de la primera frecuencia de cruce. La otra señal codificada en forma de onda se puede transformar al dominio de tiempo aplicando una MDCT inversa 216. A continuación se puede transformar de nuevo al dominio de frecuencias aplicando una transformada QMF 218.

Se debe entender que la otra señal codificada en forma de onda se puede recibir como una señal independiente. Sin embargo, la otra señal codificada en forma de onda puede asimismo formar parte de una o varias de las cinco señales codificadas en forma de onda 210a-e. En otras palabras, la otra señal codificada en forma de onda se puede codificar conjuntamente con una o varias de las cinco señales codificadas en forma de onda 210a-e, por ejemplo, utilizando la misma transformada MDCT. En ese caso, la tercera fase de recepción 616 corresponde a la segunda

fase de recepción, es decir, la otra señal codificada en forma de onda se recibe junto con las cinco señales codificadas en forma de onda 210a-e por medio de la segunda fase de recepción 214.

5 La figura 7 muestra en mayor detalle la tercera parte conceptual 300' del descodificador 100' de la figura 6. La otra  
 10 señal codificada en forma de onda 710 se introduce en la tercera parte conceptual 400' además de las señales de  
 mezcla descendente extendidas en alta frecuencia 304a-b y las cinco señales codificadas en forma de onda 210a-e.  
 En el ejemplo mostrado, la otra señal codificada en forma de onda 710 corresponde al tercer canal de los cinco  
 canales. La otra señal codificada en forma de onda 710 comprende además coeficientes espectrales  
 correspondientes a un intervalo de frecuencias que se inicia a partir de la primera frecuencia de cruce  $k_y$ . Sin  
 embargo, la forma del subconjunto del intervalo de frecuencias por encima de la primera frecuencia de cruce  
 cubierta por la otra señal codificada en forma de onda 710 puede por supuesto variar en diferentes realizaciones. Se  
 debe observar asimismo que se pueden recibir una serie de señales codificadas en forma de onda 710a-e, donde  
 las diferentes señales codificadas en forma de onda pueden corresponder a diferentes canales de salida. El  
 subconjunto del intervalo de frecuencias cubierto por dicha serie de otras señales codificadas en forma de onda  
 710a-e puede variar entre diferentes señales de la serie de otras señales codificadas en forma de onda 710a-e.

15 La otra señal codificada en forma de onda 710 se puede retardar mediante una fase de retardo 712 para  
 corresponderse a la temporización de las señales de mezcla ascendente 404 que son emitidas desde la fase de  
 mezcla ascendente 402. Las señales de mezcla ascendente 404 y la otra señal codificada en forma de onda 710 se  
 introducen a continuación en una fase de entrelazado 714. La fase de entrelazado 714 entrelaza, es decir, combina  
 20 las señales de mezcla ascendente 404 con la otra señal codificada en forma de onda 710 para generar una señal  
 entrelazada 704. En el presente ejemplo, la fase de entrelazado 714 entrelaza por lo tanto la tercera señal de mezcla  
 ascendente 404c con la otra señal codificada en forma de onda 710. El entrelazado se puede llevar a cabo sumando  
 juntas las dos señales. Sin embargo, habitualmente, el entrelazado se lleva a cabo sustituyendo las señales de  
 mezcla ascendente 404 con la otra señal codificada en forma de onda 710 en el intervalo de frecuencias y el  
 intervalo de tiempo en que las señales solapan.

25 La señal entrelazada 704 se introduce a continuación a la segunda fase de combinación 416, 418, donde se  
 combina con las señales codificadas en forma de onda 201a-e para generar una señal de salida 722, del mismo  
 modo que se ha descrito haciendo referencia a la figura 4. Se debe observar que el orden de la fase de entrelazado  
 714 y la segunda fase de combinación 416, 418 se puede invertir, de tal modo que la combinación se lleve a cabo  
 antes del entrelazado.

30 Asimismo, en la situación en la que la otra señal codificada en forma de onda 710 forma parte de una o varias de las  
 cinco señales codificadas en forma de onda 210a-e, la segunda fase de combinación 416, 418 y la fase de  
 entrelazado 714 se pueden combinar en una única fase. Específicamente, dicha fase combinada utilizaría el  
 contenido espectral de las cinco señales codificadas en forma de onda 210a-e para frecuencias hasta la primera  
 frecuencia de cruce  $k_y$ . Para frecuencias por encima de la primera frecuencia de cruce, la fase combinada utilizaría  
 35 las señales de mezcla ascendente 404 entrelazadas con la otra señal codificada en forma de onda 710.

La fase de entrelazado 714 puede funcionar bajo el control de una señal de control. Para este propósito, el  
 descodificador 100' puede recibir, por ejemplo por medio de la tercera fase de recepción 616, una señal de control  
 que indica cómo entrelazar la otra señal codificada en forma de onda con una de las M señales de mezcla  
 ascendente. Por ejemplo, la señal de control puede indicar el intervalo de frecuencias y el intervalo de tiempo para  
 40 los que la otra señal codificada en forma de onda 710 se tiene que entrelazar con una de las señales de mezcla  
 ascendente 404. Por ejemplo, el intervalo de frecuencias y el intervalo de tiempo se pueden expresar en términos de  
 teselas de tiempo/frecuencia para las que se tiene que realizar el entrelazado. Las teselas de tiempo/frecuencia  
 pueden ser teselas de tiempo/frecuencia con respecto a la parrilla de tiempo/frecuencia del dominio QMF en el que  
 tiene lugar el entrelazado.

45 La señal de control puede utilizar vectores, tales como vectores binarios, para indicar las teselas de  
 tiempo/frecuencia para las que se tiene que realizar el entrelazado. Específicamente, puede haber un primer vector  
 relacionado con una dirección de frecuencia, que indica las frecuencias para las que se tiene que llevar a cabo el  
 entrelazado. La indicación se puede realizar, por ejemplo, indicando un uno lógico para el correspondiente intervalo  
 de frecuencia en el primer vector. Puede haber asimismo un segundo vector relativo a una dirección de tiempo, que  
 50 indica los intervalos de tiempo para los que se tiene que llevar a cabo el entrelazado. La indicación se puede  
 realizar, por ejemplo, indicando un uno lógico para el correspondiente intervalo de tiempo en el segundo vector. Para  
 este propósito, una trama se divide habitualmente en una serie de segmentos de tiempo, de tal modo que la  
 indicación de tiempo se puede realizar por subtrama. Cruzando el primer y el segundo vectores, se construye una  
 matriz de tiempo/frecuencia. Por ejemplo, la matriz de tiempo/frecuencia puede ser una matriz binaria que  
 55 comprende un uno lógico para cada tesela de tiempo/frecuencia para la que el primer y el segundo vectores indican  
 un uno lógico. La fase de entrelazado 714 puede utilizar a continuación la matriz de tiempo/frecuencia tras llevar a  
 cabo el entrelazado, por ejemplo de tal modo que una o varias de las señales de mezcla ascendente 704 son  
 sustituidas por la otra señal codificada en forma de onda 710 para las teselas de tiempo/frecuencia que se indican,  
 tal como mediante un uno lógico, en la matriz de tiempo/frecuencia.

Se debe observar que los vectores pueden utilizar otros esquemas diferentes a un esquema binario, para indicar las teselas de tiempo/frecuencia para las que se tiene que realizar el entrelazado. Por ejemplo, los vectores podrían indicar por medio de un primer valor, tal como cero, que no se tiene que realizar entrelazado, y por medio de un segundo valor, que se tiene que realizar el entrelazado, con respecto a un determinado canal identificado por el segundo valor.

La figura 5 muestra, a modo de ejemplo, un diagrama de bloques generalizado de un sistema de codificación 500 para un sistema de procesamiento de audio multicanal para codificar M canales, de acuerdo con una realización.

En la realización a modo de ejemplo descrita en la figura 5, se describe la codificación de un sonido envolvente 5.1. Por lo tanto, en el ejemplo mostrado, M se ajusta a cinco. Se debe observar que la señal de efectos de baja frecuencia no se menciona en las realizaciones descritas ni en los dibujos. Esto no significa que se ignoren los efectos de baja frecuencia. Los efectos de baja frecuencia (Lfe) se añaden al flujo de bits 552 de cualquier manera adecuada conocida por un experto en la materia. Cabe señalar asimismo que el codificador descrito es igualmente adecuado para codificar otros tipos de sonido envolvente, tal como sonido envolvente 7.1 ó 9.1. En el codificador 500, se reciben cinco señales 502, 504 en una fase de recepción (no mostrada). El codificador 500 comprende una primera fase de codificación en forma de onda 506 configurada para recibir cinco señales 502, 504 desde la fase de recepción y para generar cinco señales codificadas en forma de onda 518 codificando individualmente en forma de onda las cinco señales 502, 504. La fase de codificación en forma de onda 506 puede, por ejemplo, someter cada una de las cinco señales recibidas 502, 504 a una transformada MDCT. Tal como se ha discutido con respecto al descodificador, el codificador puede elegir codificar cada una de las cinco señales recibidas 502, 504 utilizando una transformada MDCT con formación de ventanas independiente. Esto puede permitir una calidad mejorada de la codificación y, por lo tanto, una calidad mejorada de la señal descodificada.

Las cinco señales codificadas en forma de onda 518 se codifican en forma de onda para un intervalo de frecuencias correspondiente las frecuencias hasta una primera frecuencia de cruce. Por lo tanto, las cinco señales codificadas en forma de onda 518 comprenden coeficientes espectrales correspondientes a frecuencias hasta la primera frecuencia de cruce. Esto se puede conseguir sometiendo cada una de las cinco señales codificadas en forma de onda 518 a un filtro de paso bajo. Las cinco señales codificadas en forma de onda 518 se cuantifican 520 a continuación, de acuerdo con un modelo psicoacústico. El modelo psicoacústico se configura con la mayor precisión posible, considerando la tasa de bits disponible en el sistema de procesamiento de audio multicanal, reproduciendo las señales codificadas según son percibidas por un oyente cuando se descodifican en el lado del descodificador del sistema.

Tal como se ha discutido anteriormente, el codificador 500 lleva a cabo codificación híbrida que comprende codificación multicanal discreta y codificación paramétrica. La codificación multicanal discreta se lleva a cabo en la fase de codificación en forma de onda 506 sobre cada una de las señales de entrada 502, 504 para frecuencias hasta la primera frecuencia de cruce, tal como se ha descrito anteriormente. La codificación paramétrica se lleva a cabo para poder reconstruir, en el lado del descodificador, las cinco señales de entrada 502, 504 a partir de N señales de mezcla descendente para frecuencias por encima de la primera frecuencia de cruce. En el ejemplo mostrado en la figura 5, N se ajusta a 2. La mezcla descendente de las cinco señales de entrada 502, 504 se lleva a cabo en una fase de mezcla descendente 534. La fase de mezcla descendente 534 funciona ventajosamente en un dominio QMF. Por lo tanto, antes de ser introducidas en la fase de mezcla descendente 534, las cinco señales 502, 504 son transformadas a un dominio QMF mediante una fase de análisis QMF 526. La fase de mezcla descendente lleva a cabo una operación de mezcla descendente lineal sobre las cinco señales 502, 504 y entrega dos señales de mezcla descendente 544, 546.

Estas dos señales de mezcla descendente 544, 546 son recibidas por una segunda fase de codificación en forma de onda 508 después de haber sido transformadas de nuevo al dominio de tiempo al ser sometidas a una transformada QMF inversa 554. La segunda fase de codificación en forma de onda 508 genera dos señales de mezcla descendente codificadas en forma de onda mediante codificación en forma de onda de las dos señales de mezcla descendente 544, 546 para un intervalo de frecuencias correspondiente a frecuencias entre la primera y la segunda frecuencias de cruce. La fase de codificación en forma de onda 508 puede, por ejemplo, someter cada una de las dos señales de mezcla descendente a una transformada MDCT. Las dos señales de mezcla descendente codificadas en forma de onda comprenden, por lo tanto, coeficientes espectrales correspondientes a frecuencias entre la primera frecuencia de cruce y la segunda frecuencia de cruce. Las dos señales de mezcla descendente codificadas en forma de onda se cuantifican a continuación 522, de acuerdo con el modelo psicoacústico.

Para poder reconstruir las frecuencias por encima de la segunda frecuencia de cruce en el lado del descodificador, se extraen parámetros de reconstrucción de alta frecuencia, HFR, 538 a partir de las dos señales de mezcla descendente 544, 546. Estos parámetros son extraídos en una fase de codificación HFR 532.

Para poder reconstruir las cinco señales a partir de las dos señales de mezcla descendente 544, 546 en el lado del descodificador, las cinco señales de entrada 502, 504 son recibidas por la fase de codificación paramétrica 530. Las cinco señales 502, 504 son sometidas a codificación paramétrica para el intervalo de frecuencias correspondiente a frecuencias por encima de la primera frecuencia de cruce. La fase de codificación paramétrica 530 está configurada entonces para extraer parámetros de mezcla ascendente 536 que permiten la mezcla ascendente de las dos señales



de mezcla descendente 544, 546 en cinco señales reconstruidas correspondientes a las cinco señales de entrada 502, 504 (es decir, los cinco canales en el sonido envolvente 5.1 codificado) para el intervalo de frecuencias por encima de la primera frecuencia de cruce. Se debe observar que los parámetros de mezcla ascendente 536 son extraídos solamente para frecuencias por encima de la primera frecuencia de cruce. Esto puede reducir la complejidad de la fase de codificación paramétrica 530, y la tasa de bits de los datos paramétricos correspondientes.

Cabe señalar que la mezcla descendente 534 se puede realizar en el dominio de tiempo. En tal caso, la fase de análisis QMF 526 debería estar situada más abajo que la fase de mezcla descendente 534 antes de la fase de codificación HFR 532, dado que la fase de codificación HRF 532 funciona habitualmente en el dominio QMF. En este caso, se puede omitir la fase de QMF inversa 554.

El codificador 500 comprende además una fase de generación de flujos de bits, es decir un multiplexor de flujos de bits 524. De acuerdo con la realización a modo de ejemplo del codificador 500, la fase de generación de flujos de bits está configurada para recibir las cinco señales codificadas y cuantificadas 548, las dos señales de parámetros 536, 538 y las dos señales de mezcla descendente codificadas y cuantificadas 550. Éstas son transformadas en un flujo de bits 552 mediante la fase de generación de flujos de bits 524, para ser además distribuidas al sistema de audio multicanal.

En el sistema descrito de audio multicanal, existe a menudo una tasa de bits máxima disponible, por ejemplo cuando se produce una transmisión continua de audio sobre internet. Dado que las características de cada trama de tiempo de las señales de entrada 502, 504 difiere, no se puede utilizar exactamente la misma asignación de bits entre las cinco señales codificadas en forma de onda 548 y las dos señales codificadas en forma de onda de mezcla descendente 550. Además, cada señal individual 548 y 550 puede requerir más o menos bits asignados para que las señales puedan ser reconstruidas en función del modelo psicoacústico. De acuerdo con una realización a modo de ejemplo, la primera y la segunda fases de codificación en forma de onda 506, 508 comparten un depósito de bits común. Los bits disponibles por trama codificada se distribuyen en primer lugar entre la primera y la segunda fases de codificación en forma de onda 506, 508, en función de las características de las señales que se tienen que codificar y del modelo psicoacústico presente. Los bits son distribuidos a continuación entre las señales individuales 548, 550, tal como se ha descrito anteriormente. Por supuesto, el número de bits utilizados para los parámetros 538 de la reconstrucción de alta frecuencia y los parámetros 536 de mezcla ascendente se tiene en cuenta cuando se distribuyen los bits disponibles. Se tiene cuidado de ajustar el modelo psicoacústico para la primera y la segunda fases de codificación en forma de onda 506, 508 para una transición suave perceptualmente en torno a la primera frecuencia de cruce, con respecto al número de bits asignados en la trama de tiempo particular.

La figura 8 muestra una realización alternativa de un sistema de codificación 800. La diferencia entre el sistema de codificación 800 de la figura 8 y el sistema de codificación 500 de la figura 5 es que el codificador 800 está dispuesto para generar otra señal codificada en forma de onda mediante codificación en forma de onda de una o varias de las señales de entrada 502, 504 para un intervalo de frecuencias correspondiente a un subconjunto de intervalo de frecuencias por encima de la primera frecuencia de cruce.

Para este propósito, el codificador 800 comprende una fase de detección de entrelazado 802. La fase de detección de entrelazado 802 está configurada para identificar partes de las señales de entrada 502, 504 que no están bien reconstruidas mediante la reconstrucción paramétrica, codificadas por la fase de codificación paramétrica 530 y la fase de codificación de reconstrucción de alta frecuencia 532. Por ejemplo, la fase de detección de entrelazado 802 puede comparar las señales de entrada 502, 504 con una reconstrucción paramétrica de la señal de entrada 502, 504 definida mediante la fase de codificación paramétrica 530 y la fase de codificación de reconstrucción de alta frecuencia 532. En base a la comparación, la fase de detección de entrelazado 802 puede identificar un subconjunto 804 del intervalo de frecuencias por encima de la primera frecuencia de cruce que se tiene que codificar en forma de onda. La fase de detección de entrelazado 802 puede identificar asimismo el intervalo de tiempo durante el cual el subconjunto identificado 804 del intervalo de frecuencias por encima de la primera frecuencia de cruce se tiene que codificar en forma de onda. Los subconjuntos de tiempo y frecuencia identificados 804, 806 se pueden introducir en la primera fase de codificación en forma de onda 506. En base a los subconjuntos de frecuencia y tiempo recibidos 804 y 806, la primera fase de codificación en forma de onda 506 genera otra señal codificada en forma de onda 808 codificando en forma de onda una o varias de las señales de entrada 502, 504 para los intervalos de tiempo y frecuencia identificados por los subconjuntos 804, 806. La otra señal codificada en forma de onda 808 puede a continuación ser codificada y cuantificada mediante la fase 520, y añadida al flujo de bits 846.

La fase de detección de entrelazado 802 puede comprender además una fase de generación de señales de control. La fase de generación de señales de control está configurada para generar una señal de control 810 que indica cómo entrelazar la otra señal codificada en forma de onda con una reconstrucción paramétrica de una de las señales de entrada 502, 504 en un descodificador. Por ejemplo, la señal de control puede indicar un intervalo de frecuencias y un intervalo de tiempo para los que la otra señal codificada en forma de onda se tiene que entrelazar con una reconstrucción paramétrica según se describe haciendo referencia a la figura 7. La señal de control se puede añadir al flujo de bits 846.

Equivalentes, extensiones, alternativas y miscelánea

5 Después de estudiar la descripción anterior, resultarán evidentes para un experto en la materia otras realizaciones de la presente invención. Aunque la presente descripción y los dibujos dan a conocer realizaciones y ejemplos, la invención no se limita a estos ejemplos específicos. Se pueden realizar numerosas modificaciones y variaciones sin apartarse del alcance de la presente invención, que se define en las reivindicaciones adjuntas. Cualesquiera signos de referencia que aparezcan en las reivindicaciones no se deben entender como limitando su alcance.

10 Adicionalmente, en la práctica de la invención un experto en la materia puede comprender y llevar a cabo variaciones sobre las realizaciones dadas a conocer, a partir de un estudio de los dibujos, de la invención y de las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, la expresión "comprende" no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido "un" o "una" no excluye una pluralidad. El mero hecho de que ciertas disposiciones se expongan en reivindicaciones diferentes entre si no indica que no se pueda utilizar ventajosamente una combinación de estas disposiciones.

15 Los sistemas y procedimientos dados a conocer en lo anterior se pueden implementar como software, software inalterable, hardware o una combinación de los mismos. En una implementación en hardware, la división de tareas entre unidades funcionales mencionada en la descripción anterior no se corresponde necesariamente con la división en unidades físicas; por el contrario, un componente físico puede tener múltiples funcionalidades, y una tarea se puede llevar a cabo mediante varios componentes físicos en cooperación. Ciertos componentes o la totalidad de estos se pueden implementar como software ejecutado por un microprocesador o procesador de señal digital, o se pueden implementar como hardware o como un circuito integrado de aplicación específica. Dicho software se puede  
20 distribuir en un medio legible por ordenador, que puede comprender medios de almacenamiento informático (o medios no transitorios) y medios de comunicación (o medios transitorios). Tal como es bien sabido por un experto en la materia, el termino medios de almacenamiento informático incluye medios volátiles y no volátiles, extraíbles y no extraíbles, implementados en cualquier procedimiento o tecnología para el almacenamiento de información, tal como instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, módulos de programa u otros datos. Los medios de  
25 almacenamiento informático incluyen, de forma no limitativa, RAM, ROM, EEPROM, memoria flash u otra tecnología de memoria, CD-ROM, discos versátiles digitales (DVD, digital versatile disks) u otro almacenamiento en disco óptico, casetes magnéticos, cinta magnética, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que pueda ser utilizado para almacenar la información deseada y al que pueda tener acceso un ordenador. Además, es bien sabido por un experto en la materia que los medios de  
30 comunicación incorporan habitualmente instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, módulos de programa u otros datos en una señal de datos modulada, tal como una onda portadora u otro mecanismo de transporte, e incluyen cualquier medio de distribución de información.

## REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de descodificación en un sistema de procesamiento de audio multicanal para reconstruir M canales codificados, donde  $M > 2$ , que comprende las etapas de:
- 5 recibir N señales de mezcla descendente codificadas en forma de onda que comprenden coeficientes espectrales correspondientes a las frecuencias entre una primera y una segunda frecuencias de cruce, donde  $1 < N < M$ ;
- recibir M señales codificadas en forma de onda que comprenden coeficientes espectrales correspondientes a frecuencias hasta la primera frecuencia de cruce, correspondiendo cada una de las M señales codificadas en forma de onda a uno respectivo de los M canales codificados;
- 10 realizar una mezcla descendente de las M señales codificadas en forma de onda en N señales de mezcla descendente que comprenden coeficientes espectrales correspondientes a frecuencias hasta la primera frecuencia de cruce;
- 15 combinar cada una de las N señales de mezcla descendente codificadas en forma de onda que comprenden coeficientes espectrales correspondientes a frecuencias entre una primera y una segunda frecuencias de cruce con una correspondiente de las N señales de mezcla descendente que comprenden coeficientes espectrales correspondientes a frecuencias hasta la primera frecuencia de cruce, en N señales de mezcla descendente combinadas;
- 20 extender cada una de las N señales de mezcla descendente combinadas a un intervalo de frecuencias por encima de la segunda frecuencia de cruce, llevando a cabo una reconstrucción de alta frecuencia, de manera que cada señal de mezcla descendente extendida comprende coeficientes espectrales correspondientes a un intervalo que se extiende por debajo de la primera frecuencia de cruce y por encima de la segunda frecuencia de cruce;
- llevar a cabo una mezcla ascendente paramétrica de las N señales de mezcla descendente combinadas extendidas en frecuencia, en M señales de mezcla ascendente que comprenden coeficientes espectrales correspondientes a frecuencias por encima de la primera frecuencia de cruce, correspondiendo cada una de las M señales de mezcla ascendente a uno de los M canales codificados; y
- 25 combinar las M señales de mezcla ascendente que comprenden coeficientes espectrales correspondientes a frecuencias por encima de la primera frecuencia de cruce con las M señales codificadas en forma de onda que comprenden coeficientes espectrales correspondientes a frecuencias hasta la primera frecuencia de cruce.
2. El procedimiento de descodificación según la reivindicación 1, en el que la etapa de combinar cada una de las N señales de mezcla descendente codificadas en forma de onda que comprenden coeficientes espectrales correspondientes a frecuencias entre una primera y una segunda frecuencias de cruce, con una correspondiente de las N señales de mezcla descendente que comprenden coeficientes espectrales correspondientes a frecuencias hasta la primera frecuencia de cruce, en N mezclas descendentes combinadas, se lleva a cabo en un dominio de frecuencias.
- 30 3. El procedimiento de descodificación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de extender cada una de las N señales de mezcla descendente combinadas a un intervalo de frecuencias por encima de la segunda frecuencia de cruce se lleva a cabo en un dominio de frecuencias.
- 35 4. El procedimiento de descodificación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
- 40 en el que la etapa de combinar las M señales de mezcla ascendente que comprenden coeficientes espectrales correspondientes a frecuencias por encima de la primera frecuencia de cruce, con las M señales codificadas en forma de onda que comprenden coeficientes espectrales correspondientes a frecuencias hasta la primera frecuencia de cruce, se lleva a cabo en un dominio de frecuencias, y/o
- en el que la etapa de llevar a cabo una mezcla ascendente paramétrica de las N señales de mezcla descendente combinadas extendidas en frecuencia en M señales de mezcla ascendente se lleva a cabo en un dominio de frecuencias.
- 45 5. El procedimiento de descodificación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de mezcla descendente de las M señales codificadas en forma de onda en N señales de mezcla descendente que comprenden coeficientes espectrales correspondientes a frecuencias hasta la primera frecuencia de cruce, se lleva a cabo en un dominio de frecuencias, y
- opcionalmente, en el que el dominio de frecuencias es un dominio de filtros de espejo en cuadratura, QMF.
- 50 6. El procedimiento de descodificación según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la etapa de mezcla descendente de las M señales codificadas en forma de onda en N señales de mezcla descendente que comprenden coeficientes espectrales correspondientes a frecuencias hasta la primera frecuencia de cruce se lleva a cabo en el dominio de tiempo.

7. El procedimiento de descodificación según la reivindicación 1, en el que la primera frecuencia de cruce depende de la tasa de transmisión de bits del sistema de procesamiento de audio multicanal.
8. El procedimiento de descodificación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de extender cada una de las N señales de mezcla descendente combinadas a un intervalo de frecuencias por encima de la segunda frecuencia de cruce llevando a cabo reconstrucción de alta frecuencia:
- 5 recibir parámetros de reconstrucción de alta frecuencia; y
- extender cada una de las N señales de mezcla descendente combinadas a un intervalo de frecuencias por encima de la segunda frecuencia de cruce llevando a cabo una reconstrucción de alta frecuencia utilizando los parámetros de reconstrucción de alta frecuencia.
- 10 9. El procedimiento de descodificación según la reivindicación 8, en el que la etapa de extender cada una de las N señales de mezcla descendente combinadas a un intervalo de frecuencias por encima de la segunda frecuencia de cruce llevando a cabo reconstrucción de alta frecuencia comprende llevar a cabo replicación de banda espectral, SBR.
- 15 10. El procedimiento de descodificación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de llevar a cabo una mezcla ascendente paramétrica de las N señales de mezcla descendente combinadas extendidas en frecuencia, en M señales de mezcla ascendente comprende:
- recibir parámetros de mezcla ascendente;
- generar versiones descorrelacionadas de las N señales de mezcla descendente combinadas extendidas en frecuencia; y
- 20 someter las N señales de mezcla descendente combinadas extendidas en frecuencia y las versiones descorrelacionadas de las N señales de mezcla descendente combinadas extendidas en frecuencia a una operación matricial, en la que los parámetros de la operación matricial están dados por los parámetros de mezcla ascendente.
11. Un decodificador (100) para un sistema de procesamiento de audio multicanal para reconstruir M canales codificados, donde  $M > 2$ , que comprende:
- 25 una primera fase de recepción (212) configurada para recibir N señales de mezcla descendente codificadas en forma de onda que comprenden coeficientes espectrales correspondientes a frecuencias entre una primera y una segunda frecuencias de cruce, donde  $1 < N < M$ ;
- una segunda fase de recepción (214) configurada para recibir M señales codificadas en forma de onda que comprenden coeficientes espectrales correspondientes a frecuencias hasta la primera frecuencia de cruce,
- 30 correspondiendo cada una de las M señales codificadas en forma de onda a uno respectivo de los M canales codificados;
- una fase de mezcla descendente (308) más abajo de la segunda fase de recepción, configurada para realizar la mezcla descendente de las M señales codificadas en forma de onda en N señales de mezcla descendente que comprenden coeficientes espectrales correspondientes a frecuencias hasta la primera frecuencia de cruce;
- 35 una primera fase de combinación (320; 322) más abajo de la primera fase de recepción y de la fase de mezcla descendente, configurada para combinar cada una de las N señales de mezcla descendente recibidas por la primera fase de recepción con una correspondiente de las N señales de mezcla descendente procedentes de la fase de mezcla descendente, en N señales de mezcla descendente combinadas;
- una fase de reconstrucción de alta frecuencia (314) más abajo de la primera fase de combinación, configurada para
- 40 extender cada una de las N señales de mezcla descendente combinadas procedentes de la fase de combinación a un intervalo de frecuencias por encima de la segunda frecuencia de cruce llevando a cabo una reconstrucción de alta frecuencia, de manera que cada señal de mezcla descendente extendida comprende coeficientes espectrales que corresponden a un intervalo que se extiende por debajo de la primera frecuencia de cruce y por encima de la segunda frecuencia de cruce;
- 45 una fase de mezcla ascendente (402) más abajo de la fase de reconstrucción de alta frecuencia, configurada para llevar a cabo una mezcla ascendente paramétrica de las N señales extendidas en frecuencia procedentes de la fase de reconstrucción de alta frecuencia, en M señales de mezcla ascendente que comprenden coeficientes espectrales correspondientes a frecuencias por encima de la primera frecuencia de cruce, correspondiendo cada una de las M señales de mezcla ascendente a uno de los M canales codificados; y
- 50 una segunda fase de combinación (416, 418) más abajo de la fase de mezcla ascendente y de la segunda fase de recepción, configurada para combinar las M señales de mezcla ascendente procedentes de la fase de mezcla ascendente con las M señales codificadas en forma de onda recibidas por la segunda fase de recepción.

12. Un procedimiento de codificación para un sistema de procesamiento de audio multicanal para codificar M canales, donde  $M > 2$ , que comprende las etapas de:

recibir M señales correspondientes a los M canales que se tienen que codificar;

5 generar M señales codificadas en forma de onda mediante codificar en forma de onda individualmente las M señales para un intervalo de frecuencias correspondiente a las frecuencias hasta una primera frecuencia de cruce, de manera que las M señales codificadas en forma de onda comprenden coeficientes espectrales correspondientes a frecuencias hasta la primera frecuencia de cruce;

10 realizar la mezcla descendente de las M señales, cada una de las cuales comprende coeficientes espectrales correspondientes a un intervalo que se extiende por debajo de la primera frecuencia de cruce y por encima de una segunda frecuencia de cruce, en N señales de mezcla descendente, donde  $1 < N < M$ ;

someter las N señales de mezcla descendente a codificación de reconstrucción de alta frecuencia, de manera que se extraen parámetros de reconstrucción de alta frecuencia que permiten la reconstrucción de alta frecuencia de las N señales de mezcla descendente por encima de la segunda frecuencia de cruce;

15 someter las M señales a codificación paramétrica para el intervalo de frecuencias correspondiente a frecuencias por encima de la primera frecuencia de cruce, de manera que se extraen parámetros de mezcla ascendente que permiten realizar una mezcla ascendente de las N señales de mezcla descendente en M señales reconstruidas correspondientes a los M canales para el intervalo de frecuencias por encima de la primera frecuencia de cruce;

20 generar N señales de mezcla descendente codificadas en forma de onda mediante codificación en forma de onda de las N señales de mezcla descendente para un intervalo de frecuencias correspondiente a frecuencias entre la primera y la segunda frecuencias de cruce, de modo que las N señales de mezcla descendente codificadas en forma de onda comprenden coeficientes espectrales correspondientes a frecuencias entre la primera frecuencia de cruce y la segunda frecuencia de cruce.

25 13. El procedimiento de modificación según la reivindicación 12, en el que la etapa de someter las N señales de mezcla descendente a codificación de reconstrucción de alta frecuencia se lleva a cabo en un dominio de frecuencias, preferentemente en un dominio de filtros de espejo en cuadratura, QMF, y

opcionalmente, en el que la etapa de someter las M señales a codificación paramétrica se lleva a cabo en un dominio de frecuencias, preferentemente en un dominio de filtros de espejo en cuadratura, QMF.

30 14. Un producto de programa informático que comprende un medio legible por ordenador con instrucciones para llevar a cabo el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, 12 ó 13, cuando dicho producto de programas informático es ejecutado en un ordenador.

15. Un codificador para un sistema de procesamiento de audio multicanal para codificar M canales, donde  $M > 2$ , que comprende las etapas de:

una fase de recepción configurada para recibir M señales correspondientes a los M canales que se tienen que codificar;

35 una primera fase de codificación en forma de onda (506) configurada para recibir las M señales desde la fase de recepción y para generar M señales codificadas en forma de onda realizando individualmente una codificación en forma de onda de las M señales para un intervalo de frecuencias correspondiente a las frecuencias hasta una primera frecuencia de cruce, de manera que las M señales codificadas en forma de onda comprenden coeficientes espectrales correspondientes a frecuencias hasta la primera frecuencia de cruce;

40 una fase de mezcla descendente configurada para recibir las M señales procedentes de la fase de recepción, comprendiendo cada una de las M señales de mezcla descendente recibidas coeficientes espectrales correspondientes a un intervalo que se extiende por debajo de la primera frecuencia de cruce y por encima de una segunda frecuencia de cruce, y para realizar una mezcla descendente de las M señales en N señales de mezcla descendente, donde  $1 < N < M$ ;

45 una fase de codificación de reconstrucción de alta frecuencia (532) configurada para recibir las N señales de mezcla descendente procedentes de la fase de mezcla descendente y para someter las N señales de mezcla descendente a codificación de reconstrucción de alta frecuencia, de manera que la fase de codificación reconstrucción de alta frecuencia está configurada para extraer parámetros de reconstrucción de alta frecuencia que permiten la reconstrucción de alta frecuencia de las N señales de mezcla descendente por encima de la segunda frecuencia de  
50 cruce;

una fase de codificación paramétrica (530) configurada para recibir las M señales procedentes de la fase de recepción, y para someter las M señales a codificación paramétrica para el intervalo de frecuencias correspondiente a las frecuencias por encima de la primera frecuencia de cruce, de manera que la fase de configuración paramétrica está configurada para extraer parámetros de mezcla ascendente que permiten la mezcla ascendente de las N

señales de mezcla descendente en M señales reconstruidas correspondientes a los M canales para el intervalo de frecuencias por encima de la primera frecuencia de cruce; y

- 5 una segunda fase de codificación en forma de onda (508) configurada para recibir las N señales de mezcla descendente procedentes de la fase de mezcla descendente y para generar N señales de mezcla descendente codificadas en forma de onda mediante codificación en forma de onda de las N señales de mezcla descendente para un intervalo de frecuencias correspondiente a frecuencias entre la primera y la segunda frecuencias de cruce, de manera que las N señales de mezcla descendente codificadas en forma de onda comprenden coeficientes espectrales correspondientes a frecuencias entre la primera frecuencia de cruce y la segunda frecuencia de cruce.

10

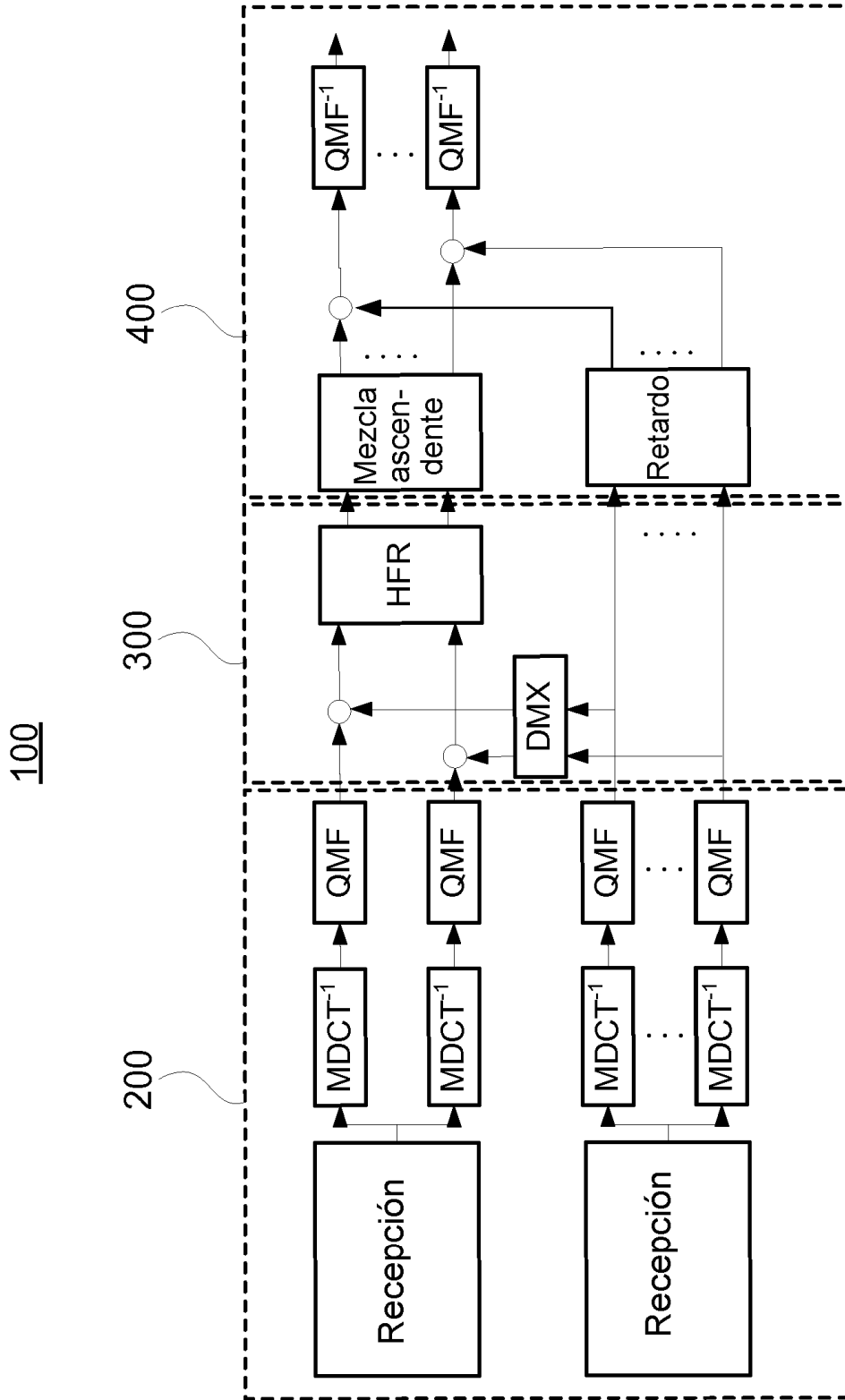


Fig. 1

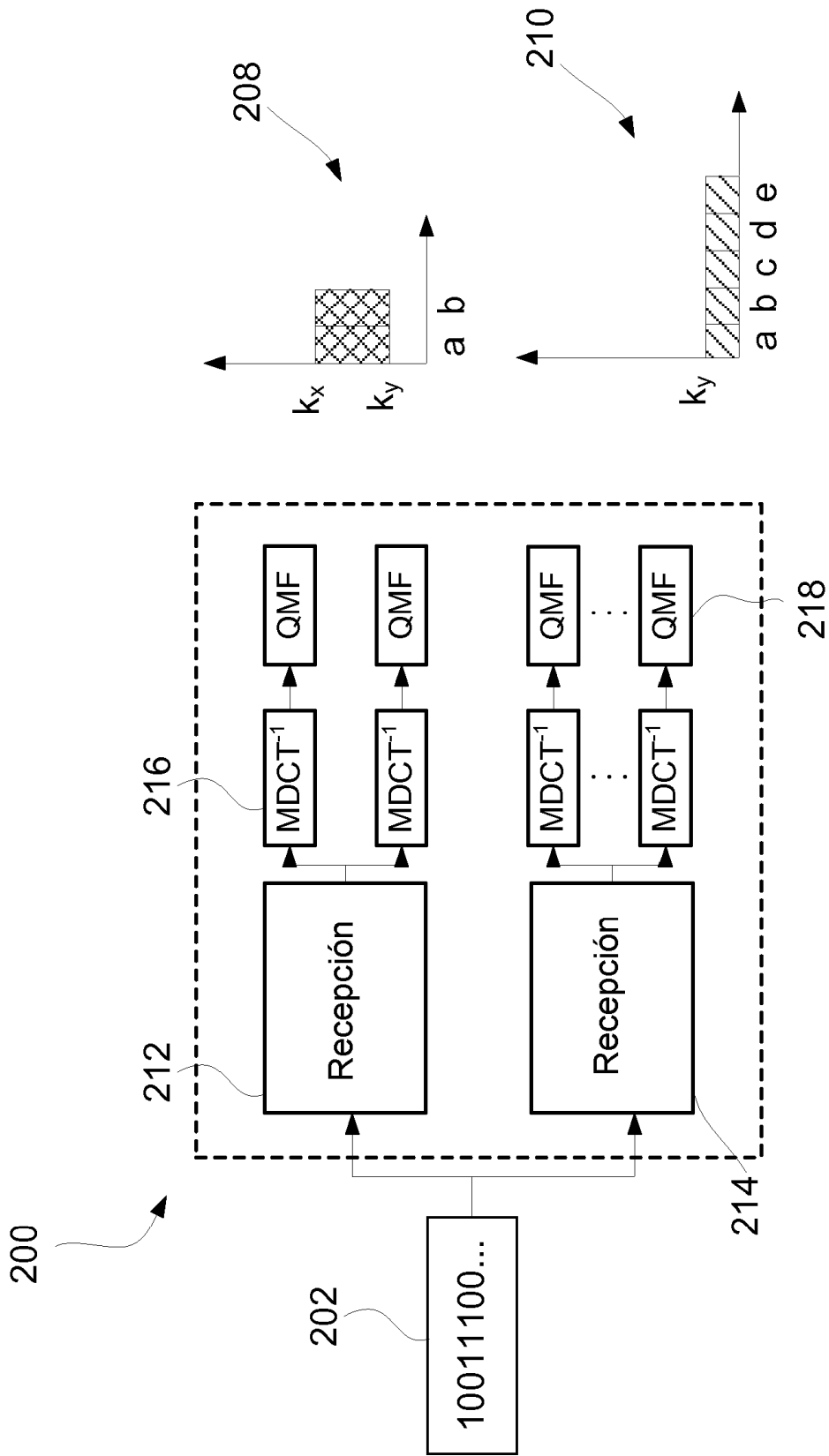


Fig. 2



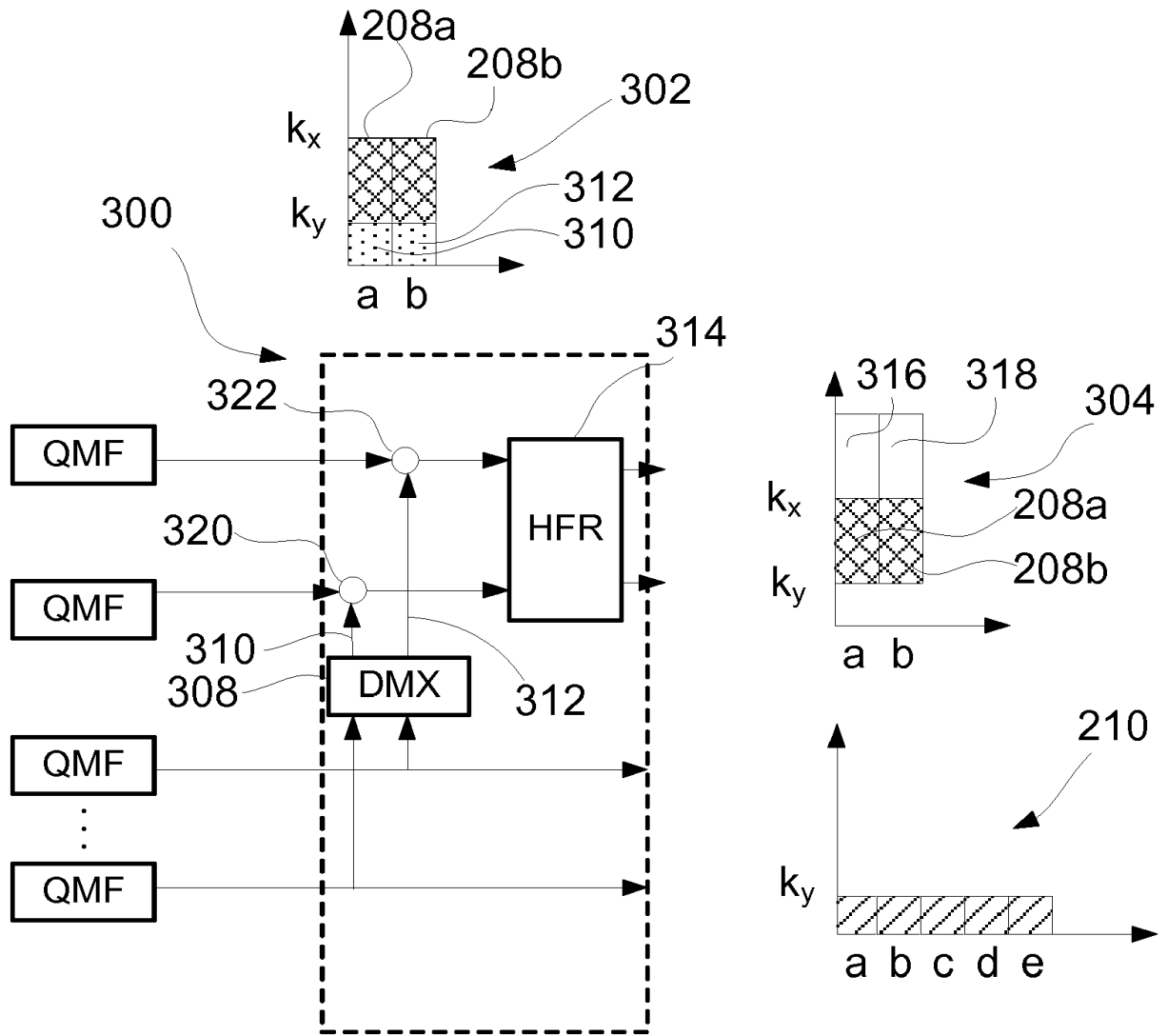


Fig. 3

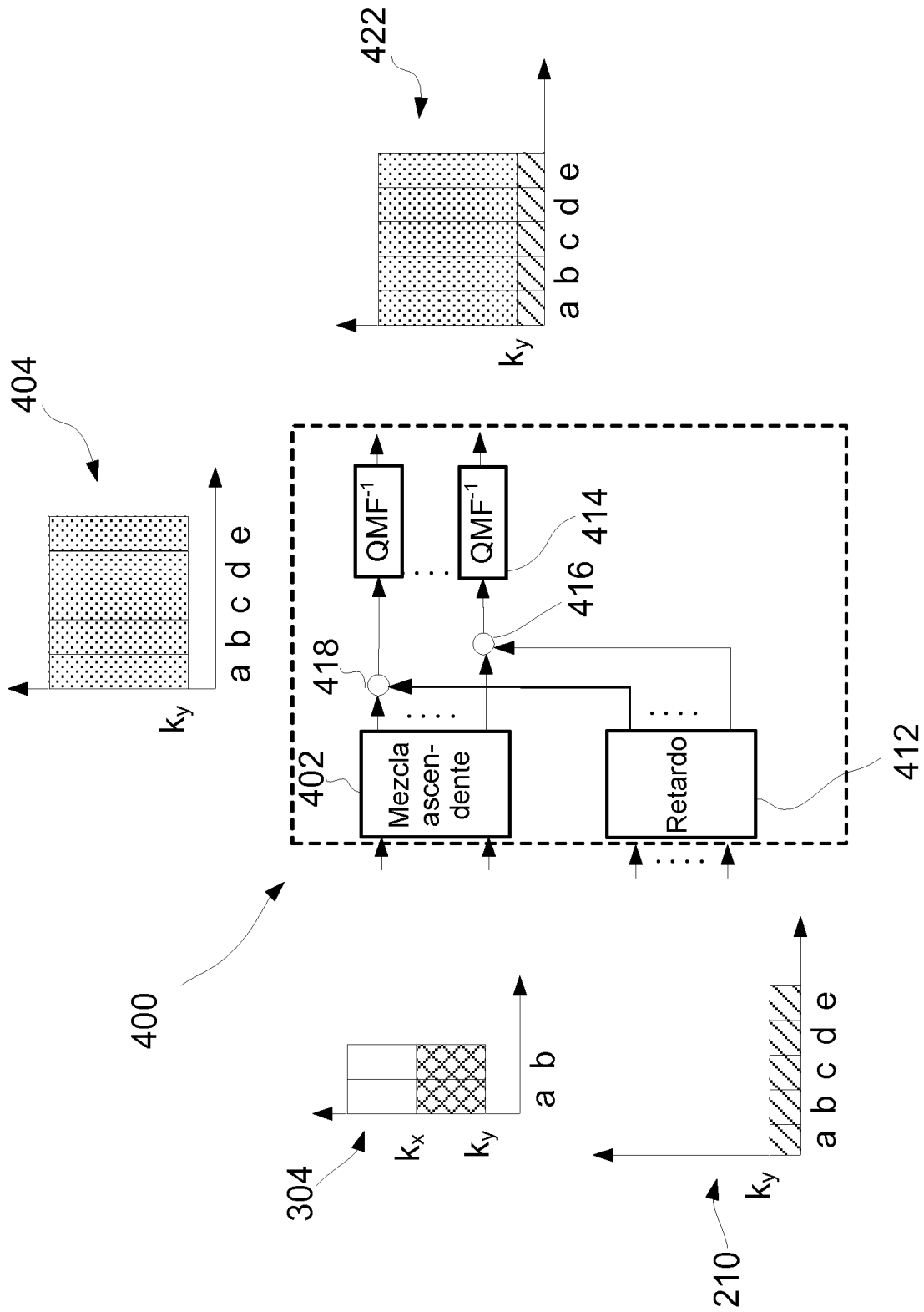


Fig. 4

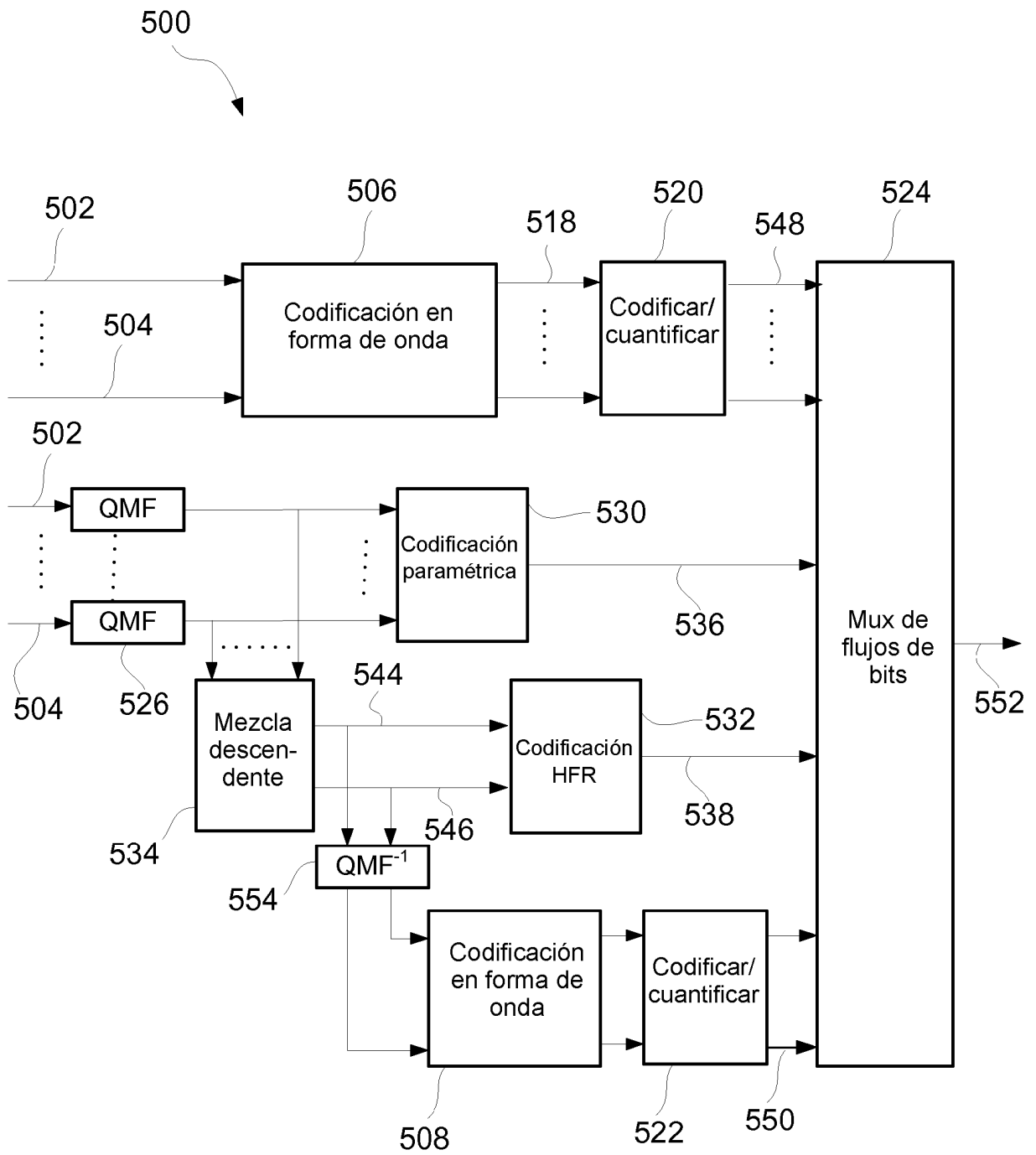


Fig. 5

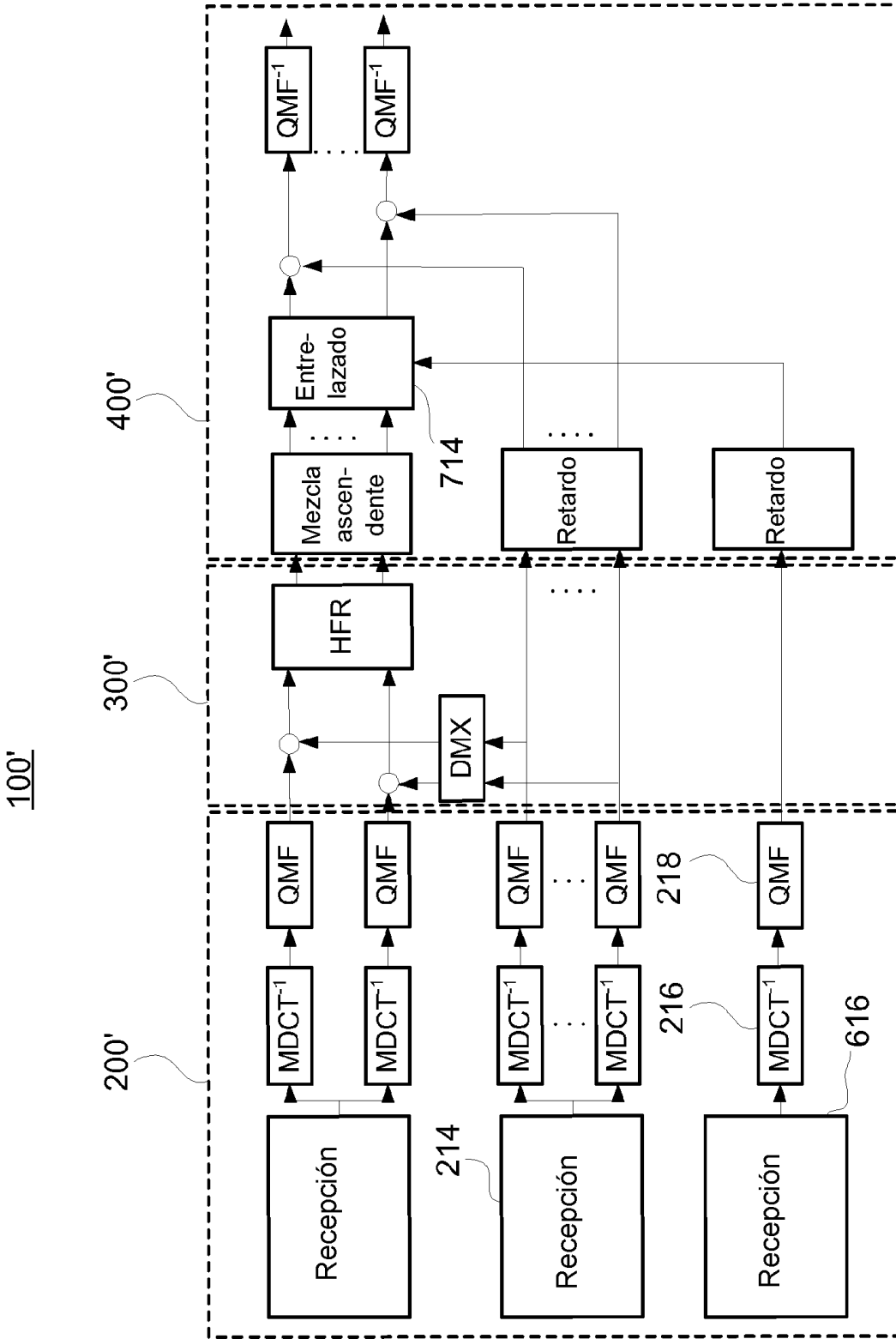


Fig. 6

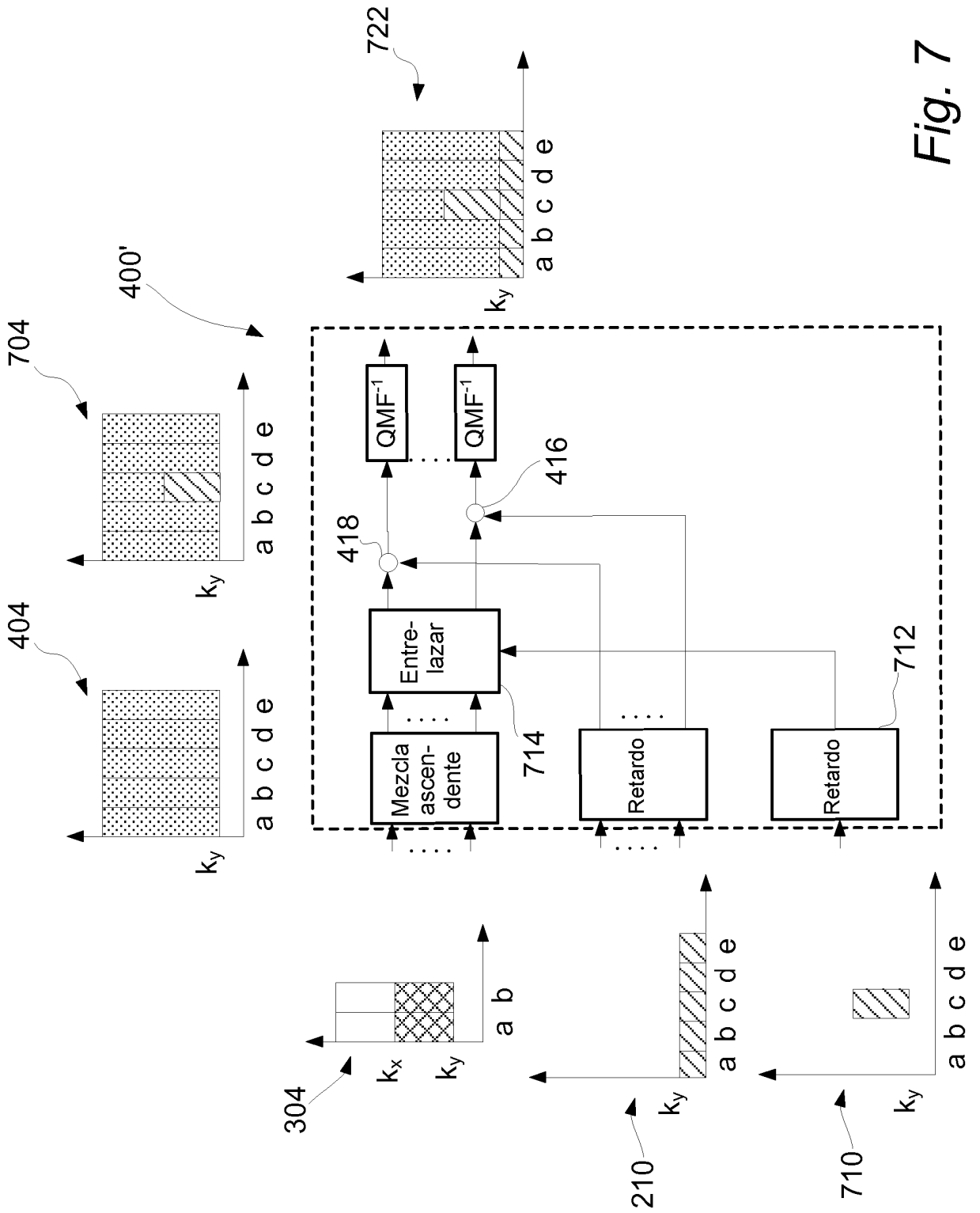


Fig. 7

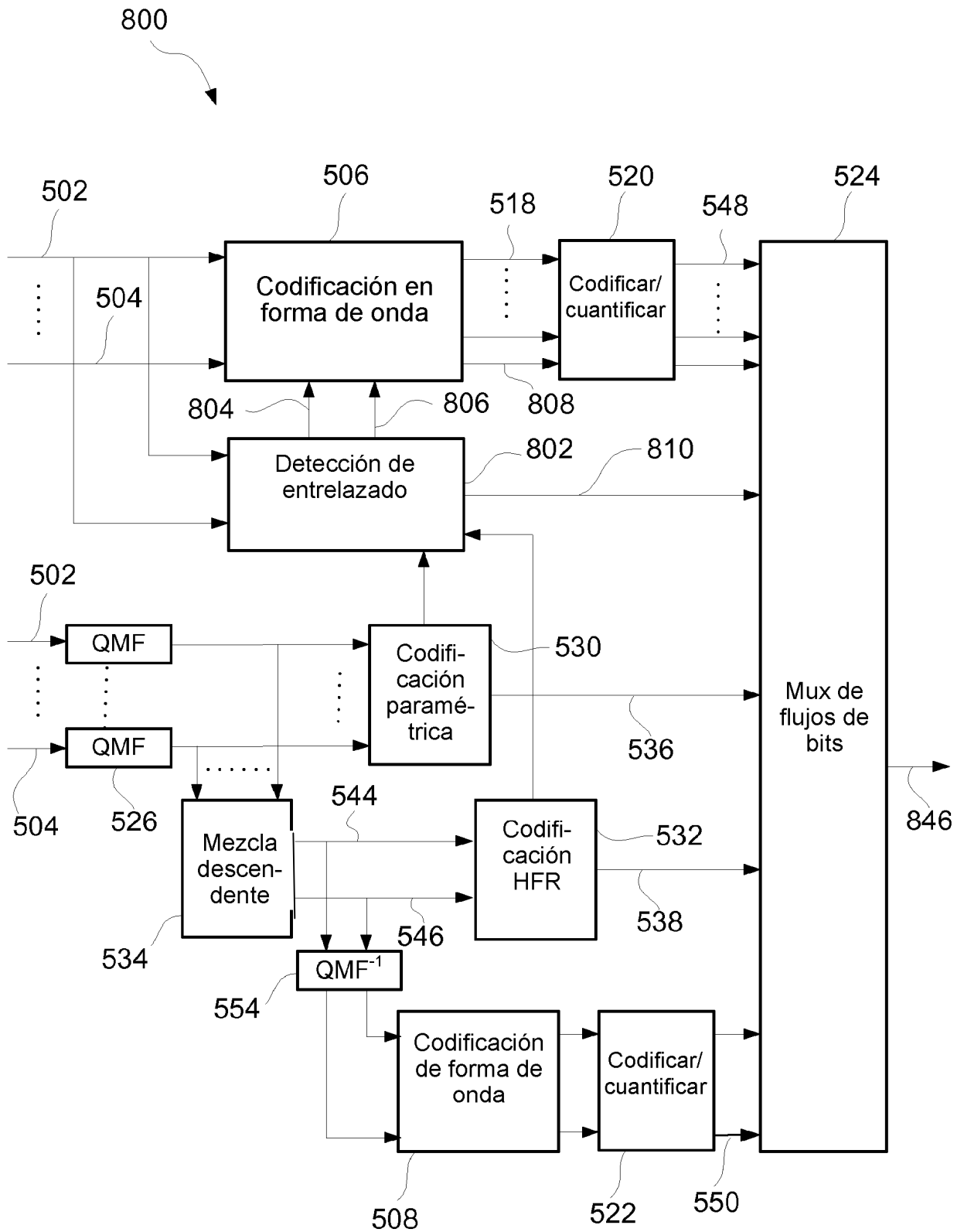


Fig. 8