

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 004 385**

51 Int. Cl.:

G10L 19/008 (2013.01)

G10L 19/20 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.07.2014** **E 19203059 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2024** **EP 3660844**

54 Título: **Decodificador de audio multicanal, codificador de audio multicanal, procedimientos y programa informático que utilizan un ajuste basado en señal residual de una contribución de una señal decorrelacionada**

30 Prioridad:

22.07.2013 EP 13177375

18.10.2013 EP 13189309

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.03.2025

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. (100.00%)**

**Hansastr. 27c
80686 München, DE**

72 Inventor/es:

**DICK, SASCHA;
HELMRICH, CHRISTIAN;
HILPERT, JOHANNES y
HÖLZER, ANDREAS**

74 Agente/Representante:

PONTI & PARTNERS, S.L.P.

ES 3 004 385 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

Decodificador de audio multicanal, codificador de audio multicanal, procedimientos y programa informático que utilizan un ajuste basado en señal residual de una contribución de una señal decorrelacionada

CAMPO TÉCNICO

[0001] Una realización según la invención está relacionada con un decodificador de audio multicanal para proporcionar al menos dos señales de audio de salida sobre la base de una representación codificada.

[0002] Otra realización según la invención se refiere a un procedimiento para proporcionar al menos dos señales de audio de salida sobre la base de una representación codificada.

[0003] Otra realización según la presente invención se refiere a un programa informático para llevar a cabo el procedimiento.

[0004] En términos generales, algunas realizaciones según la invención se refieren a una codificación residual y paramétrica combinada.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[0005] En años recientes, la demanda para el almacenamiento y transmisión de contenidos de audio ha ido aumentando de manera continua. Por otra parte, los requisitos en cuanto a calidad para el almacenamiento y transmisión de contenido de audio también se han ido incrementando de manera continua. Por lo tanto, se han reforzado los conceptos para la codificación y decodificación de contenido de audio. Por ejemplo, se ha desarrollado el denominado AAC (Advanced Audio Coding, «Codificación Avanzada de Audio»), que se describe, por ejemplo, en el estándar internacional ISO/IEC 13818-7: 2003.

[0006] Por otra parte, se han creado algunas ampliaciones espaciales tales como, por ejemplo, el denominado concepto «MPEG surround», que se describe, por ejemplo, en el estándar internacional ISO/IEC 23003-1:2007. Además, se describen mejoras adicionales para la codificación y decodificación de información espacial de señales de audio, en el estándar internacional ISO/IEC 23003-2:2010, que se relaciona con la denominada codificación de objetos de audio espaciales. Por otra parte, un concepto flexible (conmutable) de codificación/decodificación de audio, que proporciona la posibilidad de codificar tanto señales de audio generales como señales de habla con una buena eficacia de codificación y para manipular señales de audio multicanal, se define en el estándar internacional ISO/IEC 23003-3:2012 que describe el denominado concepto de «codificación unificada de habla y audio». El documento WO2009/141775 A1 describe un aparato estéreo paramétrico de mezcla ascendente que utiliza una señal de mezcla descendente, una señal residual y una señal decorrelacionada.

[0007] Sin embargo, existe el deseo de proporcionar un concepto incluso más avanzado para una decodificación eficiente de señales de audio multicanal.

RESUMEN DE LA INVENCION

[0008] Según la invención, se proporciona un decodificador de audio multicanal para proporcionar al menos dos señales de salida sobre la base de una representación codificada como se establece en la reivindicación 1. También se proporcionan un procedimiento como se establece en la reivindicación 16 y un programa informático como se establece en la reivindicación 17. La invención se basa en el descubrimiento de que las señales de audio de salida pueden obtenerse sobre la base de una representación codificada de forma muy eficiente si una ponderación que describe una contribución de la señal decorrelacionada a la combinación ponderada de una señal de mezcla descendente, una señal decorrelacionada y una señal residual se ajusta según la señal residual. Por lo tanto, mediante un ajuste de la ponderación que describe la contribución de la señal decorrelacionada en la combinación ponderada según la señal residual, es posible mezclar (o desvanecer) entre una codificación paramétrica (o una codificación principalmente paramétrica) y una codificación residual (o una codificación principalmente residual) sin transmitir información adicional de control. Por otra parte, se ha descubierto que la señal residual, que está incluida en la representación codificada, es una buena indicación para la ponderación que describe la contribución de la señal decorrelacionada en la combinación ponderada, ya que típicamente es preferible colocar una ponderación (comparativamente) superior sobre la señal decorrelacionada si la señal residual es (comparativamente) débil (o insuficiente para una reconstrucción de la energía deseada) y colocar una ponderación (comparativamente) más pequeña sobre la señal decorrelacionada si la señal residual es (comparativamente) fuerte (o suficiente para construir la energía deseada). Por lo tanto, el concepto mencionado más arriba permite una transición gradual entre una codificación paramétrica (donde, por ejemplo, las características de energía deseadas y/o las características de correlación deseadas son señalizadas mediante parámetros y reconstruidas mediante la adición de una señal decorrelacionada) y una codificación residual (donde la señal residual se utiliza para reconstruir señales de audio de

salida – en algunos casos incluso la forma de onda de las señales de audio de salida – sobre la base de una señal de mezcla descendente). Por lo tanto, es posible adaptar la técnica para la reconstrucción, y también la calidad de la reconstrucción, a las señales decodificadas sin tener una señalización adicional. Mediante la determinación de la ponderación que describe la contribución de la señal decorrelacionada en la combinación ponderada tanto según la
 5 señal residual como según la señal decorrelacionada, es posible ajustar la ponderación adecuadamente a las características de la señal, de tal manera que pueda lograrse una buena calidad de la reconstrucción de las al menos dos señales de audio de salida sobre la base de la representación codificada (en particular sobre la base de la señal de mezcla descendente, la señal decorrelacionada y la señal residual).

- 10 **[0009]** En una realización preferida, el decodificador de audio multicanal está configurado para poder obtener parámetros de mezcla ascendente sobre la base de la representación codificada y para determinar la ponderación que describe la contribución de la señal decorrelacionada en la combinación ponderada según los parámetros de mezcla ascendente. Mediante la consideración de los parámetros de mezcla ascendente, es posible reconstruir las características deseadas de las señales de audio de salida (tales como, por ejemplo, una correlación deseada entre
 15 las señales de audio de salida, y/o las características de energía deseadas de las señales de audio de salida) de manera que tomen un valor deseado.

- [0010]** Según la invención, el decodificador de audio multicanal está configurado para determinar la ponderación que describe la contribución de la señal decorrelacionada en la combinación ponderada de tal forma que
 20 la ponderación de la señal decorrelacionada disminuya con la energía en aumento de una o más señales residuales. Este mecanismo permite ajustar la precisión de la reconstrucción de las al menos dos señales de audio de salida según la energía de la señal residual. Si la energía de las señales residuales es comparativamente elevada, la ponderación de la contribución de la señal decorrelacionada es comparativamente pequeña, de tal manera que la señal decorrelacionada ya no influye de manera desfavorable sobre una elevada calidad de la reproducción que es
 25 causada por la utilización de la señal residual. En cambio, si la energía de la señal residual es comparativamente baja, o incluso cero, se asigna una elevada ponderación a la señal decorrelacionada, de tal manera que la señal decorrelacionada puede efectivamente llevar las características de las señales de audio de salida a valores deseados.

- [0011]** En una realización preferida, el decodificador de audio multicanal está configurado para determinar la
 30 ponderación que describe la contribución de la señal decorrelacionada en la combinación ponderada de tal forma que una ponderación máxima, que se determina por un parámetro de mezcla ascendente de señal decorrelacionada, está asociada a la señal decorrelacionada si una energía de la señal residual es cero y de tal manera que una ponderación cero está asociada a la señal decorrelacionada si una energía de la señal residual ponderada mediante la utilización de un coeficiente de ponderación de señales residuales es mayor que o igual a una energía de la señal
 35 decorrelacionada, ponderada con el parámetro de mezcla ascendente de las señales decorrelacionadas. Esta realización se basa en el descubrimiento de que la energía deseada, que debería añadirse a la señal de mezcla descendente, es determinada por la energía de la señal decorrelacionada, ponderada con el parámetro de mezcla ascendente de las señales decorrelacionadas. Por lo tanto, se concluye que ya no es necesario añadir la señal decorrelacionada si la energía de la señal residual, ponderada con el coeficiente de ponderación de señales residuales,
 40 es mayor que o igual a dicha energía de la señal decorrelacionada ponderada con el parámetro de mezcla ascendente de las señales decorrelacionadas. En otras palabras, ya no se utiliza la señal decorrelacionada para proporcionar las al menos dos señales de audio de salida si se considera que la señal residual lleva suficiente energía (por ejemplo, energía suficiente para llegar a una energía total suficiente).

- 45 **[0012]** En una realización preferida, el decodificador de audio multicanal está configurado para calcular un valor de energía ponderado de la señal decorrelacionada, ponderada según uno o más parámetros de mezcla ascendente de señales decorrelacionadas, y para calcular un valor de energía ponderado de la señal residual, ponderado mediante la utilización de uno o más parámetros de mezcla ascendente de señales residuales (que pueden ser iguales a los coeficientes de ponderación de las señales residuales anteriormente mencionados), para determinar un factor según
 50 el valor de la energía ponderada de la señal decorrelacionada y el valor de energía ponderado de la señal residual, y para obtener una ponderación que describe la contribución de la señal decorrelacionada (al menos) a una de las señales de salida de audio sobre la base del factor. Se ha descubierto que este procedimiento es adecuado para un cálculo eficiente de la ponderación que describe la contribución de la señal decorrelacionada con respecto a una o más señales de audio de salida.

- 55 **[0013]** En una realización preferida, el decodificador de audio multicanal está configurado para multiplicar el factor con un parámetro de mezcla ascendente de señales decorrelacionadas con el fin de obtener la ponderación que describe la contribución de la señal decorrelacionada a (al menos) una de las señales de audio de salida. Mediante la utilización de un procedimiento de este tipo, es posible considerar tanto uno o más parámetros que describen
 60 características deseadas de las señales de las al menos dos señales de audio de salida (que se describen mediante los parámetros de las señales decorrelacionadas) y la relación entre la energía de la señal decorrelacionada y la energía de la señal residual, con el fin de determinar la ponderación que describe la contribución de la señal decorrelacionada en la combinación ponderada. De este modo, existe tanto la posibilidad de mezclar (o desvanecer) entre una codificación paramétrica (o codificación predominantemente paramétrica) y una codificación residual (o una

codificación predominantemente residual) sin dejar de considerar las características deseadas de las señales de audio de salida (que son reflejadas por el parámetro de mezcla ascendente de las señales decorrelacionadas).

[0014] En una realización preferida, el decodificador de audio multicanal está configurado para calcular la energía de la señal decorrelacionada, ponderada mediante la utilización de parámetros de mezcla ascendente de las señales decorrelacionadas, sobre una pluralidad de canales de mezcla ascendente y de ranuras de tiempo, para obtener el valor ponderado de la energía de la señal decorrelacionada. Por consiguiente, es posible evitar fuertes variaciones del valor ponderado de la energía de la señal decorrelacionada. De este modo, se logra un ajuste estable del decodificador de audio multicanal.

[0015] De manera similar, el decodificador de audio multicanal está configurado para calcular la energía de la señal residual, ponderada mediante la utilización de parámetros de mezcla ascendente de las señales residuales, sobre una pluralidad de canales de mezcla ascendente y de ranuras de tiempo para obtener el valor ponderado de la energía de la señal residual. Por consiguiente, se logra un ajuste estable del decodificador de audio multicanal, ya que se evitan fuertes variaciones del valor ponderado de la energía de la señal residual.

[0016] Sin embargo, es posible elegir el período de promediación lo suficientemente corto como para permitir un ajuste dinámico de la ponderación.

[0017] En una realización preferida, el decodificador de audio multicanal está configurado para calcular el factor según una diferencia entre el valor ponderado de la energía de la señal decorrelacionada y el valor ponderado de la energía de la señal residual. Un cálculo que "compara" el valor ponderado de la energía de la señal decorrelacionada y el valor ponderado de la energía de la señal residual, permite suplementar el valor residual (o la versión ponderada de la señal residual) mediante la utilización de (la versión ponderada de) la señal decorrelacionada, donde la ponderación que describe la contribución de la señal decorrelacionada se ajusta a las necesidades para la provisión de las al menos dos señales de canales de audio.

[0018] En una realización preferida, el decodificador de audio multicanal está configurado para calcular el factor según una relación entre una diferencia entre el valor ponderado de la energía de la señal decorrelacionada y el valor ponderado de la energía de la señal residual, y el valor ponderado de la energía de la señal decorrelacionada. Se ha descubierto que el cálculo del factor según esta relación permite obtener resultados particularmente buenos. Sin embargo, debería observarse que la relación describe qué porción de la energía total de la señal decorrelacionada (ponderada mediante la utilización del parámetro de mezcla ascendente de las señales decorrelacionadas) es necesaria en la presencia de la señal residual con el fin de lograr una buena impresión de escucha (o, lo que es equivalente, para tener sustancialmente la misma energía de señal en las señales de audio de salida cuando se compara con el caso donde no hay una señal residual).

[0019] En una realización preferida, el decodificador de audio multicanal está configurado para determinar ponderaciones que describen contribuciones de la señal decorrelacionada a dos o más señales de audio de salida. En este caso, el decodificador de audio multicanal está configurado para determinar una contribución de la señal decorrelacionada a una primera señal de audio de salida sobre la base del valor promediado ponderado de la energía de la señal decorrelacionada y un primer parámetro de mezcla ascendente de señales decorrelacionadas de canal. Por otra parte, el decodificador de audio multicanal está configurado para determinar una contribución de la señal decorrelacionada a un segundo canal de audio de salida sobre la base del valor ponderado de la energía de la señal decorrelacionada y un parámetro de mezcla ascendente de señales decorrelacionadas del segundo canal. Por lo tanto, es posible proporcionar dos señales de audio de salida con un esfuerzo moderado y con una buena calidad de audio, donde las diferencias entre las dos señales de audio de salida se tienen en cuenta mediante la utilización de un parámetro de mezcla ascendente de señales decorrelacionadas del primer canal y un parámetro de mezcla ascendente de señales decorrelacionadas del segundo canal.

[0020] En una realización preferida, el decodificador de audio multicanal está configurado para deshabilitar una contribución de la señal decorrelacionada a la combinación ponderada si una energía residual supera una energía del decorrelacionador (es decir una energía de la señal decorrelacionada, o de una versión ponderada de ésta). Por lo tanto, es posible conmutar a una codificación residual pura, sin la utilización de la señal decorrelacionada, si la señal residual lleva suficiente energía, si la energía residual supera la energía del decorrelacionador.

[0021] En una realización preferida, el decodificador de audio está configurado para determinar de a bandas la ponderación que describe la contribución de la señal decorrelacionada en la combinación ponderada según una determinación de a bandas del valor ponderado de la energía de la señal residual. Por lo tanto, es posible decidir de manera flexible, sin un encabezamiento de señalización adicional, en qué bandas de frecuencia debería basarse una refinación de las al menos dos señales de audio de salida (o donde debería basarse predominantemente dicha refinación) sobre una codificación paramétrica, y en qué bandas de frecuencia debería basarse la refinación de las al menos dos señales de audio de salida, (o debería basarse de manera predominante dicha refinación) sobre una codificación residual. Por lo tanto, es posible decidir de manera flexible en qué bandas de frecuencia debería llevarse a cabo una reconstrucción de la forma de onda (o al menos una onda parcial a partir de la reconstrucción) mediante

la utilización (al menos predominante) de la codificación residual sin dejar de mantener comparativamente pequeña la ponderación de la señal decorrelacionada. De este modo, es posible obtener una buena calidad de audio mediante la aplicación selectiva de la codificación paramétrica (que se basa principalmente en la provisión de una señal decorrelacionada) y la codificación residual (que se basa principalmente en la provisión de una señal residual).

- 5 **[0022]** En una realización preferida, el decodificador de audio está configurado para determinar la ponderación que describe la contribución de la señal decorrelacionada a una combinación ponderada para cada marco de las señales de audio de salida. Por lo tanto, es posible obtener una resolución fina en el tiempo, que permite conmutar de manera flexible entre una codificación paramétrica (o predominantemente paramétrica) y la codificación residual (o predominantemente residual) entre marcos subsiguientes. Por lo tanto, es posible ajustar la decodificación de audio a las características de la señal de audio con una buena resolución en el tiempo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

- 15 **[0023]** A continuación, se describen realizaciones de la invención con referencia a las figuras adjuntas, en las cuales:

la figura 1 muestra un diagrama esquemático de bloques de un codificador de audio multicanal, según una realización de la invención;

- 20 la figura 2 muestra un diagrama esquemático de bloques de un decodificador de audio multicanal, según una realización de la invención;

- la figura 3 muestra un diagrama esquemático de bloques de un decodificador de audio multicanal según otra realización de la presente invención;

la figura 4 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento para proporcionar una representación codificada de una señal de audio multicanal, según una realización de la invención;

- 30 la figura 5 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento para proporcionar al menos dos señales de audio de salida sobre la base de una representación codificada, según una realización de la invención;

la figura 6 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento para proporcionar al menos dos señales de audio de salida sobre la base de una representación codificada, según otra realización de la invención; y

- 35 la figura 7 muestra un diagrama de flujo de un decodificador, según una realización de la presente invención; y

la figura 8 muestra una representación esquemática de un Decodificador Residual Híbrido (Hybrid Residual Decodificador).

- 40 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES

1. Codificador de audio multicanal según la figura 1

- 45 **[0024]** La figura 1 muestra un diagrama esquemático de bloques de un codificador de audio multicanal 100 para proporcionar una representación codificada de una señal multicanal.

- [0025]** El codificador de audio multicanal 100 está configurado para recibir una señal de audio multicanal 110 y para proporcionar, sobre esta base, una representación codificada 112 de la señal de audio multicanal 110. El codificador de audio multicanal 100 comprende un procesador (o dispositivo de procesamiento) 120, que está configurado para recibir la señal de audio multicanal y para obtener una señal de mezcla descendente 122 sobre la base de la señal de audio multicanal 110. El procesador 120 está configurado además para proporcionar parámetros 124 que describen dependencias entre los canales de la señal de audio multicanal 110. Por otra parte, el procesador 120 está configurado para proporcionar una señal residual 126. Además, el codificador de audio multicanal comprende un procesamiento de señales residuales 130, que está configurado para variar una cantidad de señal residual incluido en la representación codificada 112 según la señal de audio multicanal 110.

- [0026]** Sin embargo, debe comprenderse que no es necesario que el decodificador de audio multicanal comprenda un procesador separado 120 y un procesamiento separado de las señales residuales 130. En cambio, es suficiente que el codificador de audio multicanal esté configurado de alguna manera para llevar a cabo la funcionalidad del procesador 120 y del procesamiento de señales residuales 130.

- [0027]** En cuanto a la funcionalidad del codificador de audio multicanal 100, puede observarse que las señales de la señal de audio multicanal 110 se codifican típicamente mediante una codificación multicanal, donde la representación codificada 112 comprende típicamente (de una forma codificada) la señal de mezcla descendente 122,

los parámetros 124 que describen dependencias entre los canales (o señales de canales) de la señal de audio multicanal 110 y la señal residual 126. La señal de mezcla descendente 122 puede, por ejemplo, estar basada en una combinación (por ejemplo, una combinación lineal) de las señales de los canales de la señal de audio multicanal. Sin embargo, es posible proporcionar una señal de mezcla descendente 122 sobre la base de una pluralidad de señales de canales de la señal de audio multicanal. Sin embargo, como alternativa, puede haber dos o más señales de mezcla descendente asociadas con una cantidad mayor (típicamente una cantidad mayor que el número de señales de mezcla descendente) de señal de canal de la señal de audio multicanal 110. Los parámetros 124 pueden describir dependencias (por ejemplo, una correlación, una covarianza, una relación de niveles o similar) entre canales (o señales de canales) de la señal de audio multicanal 110. Por lo tanto, los parámetros 124 tienen la funcionalidad de derivar una versión reconstruida de las señales de los canales de la señal de audio multicanal 110 sobre la base de la señal de mezcla descendente 122 en el lado de un decodificador de audio. Para esta finalidad, los parámetros 124 describen características deseadas (por ejemplo, características individuales o características relativas) de las señales de los canales de la señal de audio multicanal, de tal manera que un codificador de audio, que utiliza una decodificación paramétrica, puede reconstruir señales de canales sobre la base de una o más señales de mezcla descendente 122.

[0028] Además, el decodificador de audio multicanal 100 proporciona la señal residual 126, que representa típicamente componentes de señal que, según las expectativas o con la estimación del codificador de audio multicanal, no puede ser reconstruida por un decodificador de audio (por ejemplo, por un decodificador de audio que sigue una determinada regla de procesamiento) sobre la base de la señal de mezcla descendente 122 y de los parámetros 124. Por lo tanto, la señal residual 126 puede considerarse típicamente como una señal de refinamiento, que permite obtener una onda a partir de la reconstrucción, o al menos una onda parcial a partir de la construcción, en el lado de un decodificador de audio.

[0029] Sin embargo, el codificador de audio multicanal 100 está configurado para variar una cantidad de señal residual incluida en la representación codificada 112 en dependencia de la señal de audio multicanal 110. En otras palabras, el codificador de audio multicanal puede, por ejemplo, decidir acerca de la intensidad (o la energía) de la señal residual 126 que está incluida en la representación codificada 112. A título adicional o como alternativa, el codificador de audio multicanal 100 puede decidir para qué bandas de frecuencia y/o para cuántas bandas de frecuencia está incluida la señal residual en la representación codificada 112. Mediante la variación de la "cantidad" de señal residual 126 incluida en la representación codificada 112 según la señal de audio multicanal (y/o según la velocidad de bits disponible), el codificador de audio multicanal 100 puede determinar de manera flexible con qué exactitud es posible reconstruir las señales de los canales de la señal de audio multicanal 110 en el lado de un decodificador de audio sobre la base de la representación codificada 112. De este modo, la exactitud con la cual es posible reconstruir las señales de los canales de la señal de audio multicanal 110, puede adaptarse a la importancia psicoacústica de diferentes porciones de señal de señales de los canales de la señal de audio multicanal 110 (tales como por ejemplo, porciones temporales, porciones de frecuencia y/o porciones de tiempo/frecuencia). De este modo, las porciones de señales de elevada importancia psicoacústica (tales como por ejemplo porciones de señal o porciones de señal que comprenden eventos transitorios pueden ser codificadas con una resolución particularmente elevada, mediante la inclusión de una "gran cantidad" de la señal residual 126 en la representación codificada. Por ejemplo, puede lograrse que una señal residual con una energía comparativamente elevada sea incluida en la representación codificada 112 para porciones de señal de elevada importancia psicoacústica. Además, puede lograrse que una señal residual de elevada energía sea incluida en la representación codificada 112 si la señal de mezcla descendente 122 comprende una "calidad pobre", por ejemplo, si hay una relación sustancial de componentes de señal cuando se combinan las señales de los canales de la señal de audio multicanal 112 en la señal de mezcla descendente 122. En otras palabras, el decodificador de audio multicanal 100 puede incrustar de manera selectiva una "cantidad mayor" de señal residual (por ejemplo, una señal residual que tiene una energía comparativamente elevada) en la representación codificada 112 para porciones de señal de la señal de audio multicanal 110 para las cuales la provisión de una cantidad comparativamente grande de la señal residual ocasiona una mejora significativa de las señales de canal reconstruidas (reconstruidas en el lado de un decodificador de audio).

[0030] Por consiguiente, la variación de la cantidad de señal residual incluida en la representación codificada según la señal de audio multicanal 110 permite adaptar la representación codificada 112 (por ejemplo, la señal residual 126, que está incluida en la representación codificada de una forma codificada) de la señal de audio multicanal 110, de tal manera que es posible lograr un buen compromiso entre eficacia de tasa de bits y calidad de audio de la señal de audio multicanal reconstruida (reconstruida en el lado de un decodificador de audio).

[0031] Cabe observar que, el codificador de audio multicanal 100 puede mejorarse opcionalmente de muchas maneras diferentes. Por ejemplo, el codificador de audio multicanal puede estar configurado para variar un ancho de banda de la señal residual 126 (que está incluida en la representación codificada) según la señal de audio multicanal 110. Por lo tanto, la cantidad de señal residual incluida en la representación codificada 112 puede ser adaptada para las bandas de frecuencia más importantes desde el punto de vista perceptual.

[0032] Opcionalmente, el decodificador de audio multicanal puede estar configurado para seleccionar bandas de frecuencia para las cuales la señal residual 126 está incluida en la representación codificada 112 según la señal de audio multicanal 110. Por lo tanto, la representación codificada 120 (dicho con más precisión, la cantidad de señal

residual incluida en la representación codificada 112) puede ser adaptada a la señal de audio multicanal, por ejemplo, para las bandas de frecuencia más importantes desde el punto de vista de la percepción, de la señal de audio multicanal 110.

5 **[0033]** Opcionalmente, el codificador de audio multicanal puede estar configurado para incluir la señal residual 126 en la representación codificada para bandas de frecuencia para las cuales la señal de audio multicanal es tonal. Además, el codificador de audio multicanal puede estar configurado para no incluir la señal residual 126 en la representación codificada 112 para bandas de frecuencias en las cuales la señal de audio multicanal no es tonal (a menos que se satisfaga alguna otra condición que requiera la inclusión de la señal residual en la representación
10 codificada para una banda de frecuencia específica). Por lo tanto, la señal residual puede estar selectivamente incluida en la representación codificada para bandas de frecuencia tonales importantes desde el punto de vista de la percepción.

[0034] Opcionalmente, el codificador de audio multicanal 100 puede estar configurado para incluir de manera selectiva la señal residual en la representación codificada para porciones de tiempo y/o bandas de frecuencia donde la formación de la señal de mezcla descendente resulta en una cancelación de componentes de señal de la señal de audio multicanal. Por ejemplo, el codificador de audio multicanal puede estar configurado para detectar una cancelación de componentes de señal de la señal de audio multicanal 110 en la señal de mezcla descendente 122, y para activar la provisión de la señal residual 126 (por ejemplo, la inclusión de la señal residual 126 en la representación
20 codificada 112) en respuesta al resultado de la detección. Por lo tanto, si la mezcla descendente (o cualquier otra combinación típicamente lineal) de señal de canal de la señal de audio multicanal 110 en la señal de mezcla descendente 122 tiene como resultado la cancelación de componentes de señal de la señal de audio multicanal 112 (que pueden ser causados, por ejemplo, por componentes de señal de diferentes canales que están desplazados en fase en 180 grados), la señal residual 126, que ayuda a superar el efecto perjudicial de esta cancelación cuando se
25 reconstruye la señal de audio multicanal 110 en un decodificador de audio, será incluida en la representación codificada 112. Por ejemplo, la señal residual 126 puede ser incluida de manera selectiva en la representación codificada 112 para bandas de frecuencia para las cuales hay una cancelación de este tipo.

[0035] Opcionalmente, el codificador de audio multicanal puede estar configurado para calcular la señal residual mediante el uso de una combinación lineal de al menos dos señales de canal de la señal de audio multicanal y según coeficientes de mezcla ascendente que van a ser utilizados en el lado de un decodificador de audio multicanal. Un cálculo de este tipo de una señal residual es eficaz y permite una reconstrucción simple de las señales de los canales en el lado de un decodificador de audio.

35 **[0036]** Opcionalmente, el codificador de audio multicanal puede estar configurado para codificar los coeficientes de mezcla ascendente mediante el uso del parámetro 124 que describe dependencias entre los canales de la señal de audio multicanal, o para derivar los coeficientes de mezcla ascendente a partir de los parámetros que describen dependencias entre los canales de la señal de audio multicanal. Por lo tanto, los parámetros 124 (que pueden ser por ejemplo los parámetros de diferencia de nivel intracanal, parámetros de correlación intracanal, o
40 similares) pueden utilizarse tanto para la codificación (codificación o decodificación) paramétrica y para la codificación (codificación o decodificación) asistida por señal residual. Por lo tanto, la utilización de la señal residual 126 no representa la adición de un encabezamiento de señalización adicional. En cambio, los parámetros 124, que de cualquier manera son utilizados para la codificación (codificación/decodificación) paramétrica, son reutilizados también para la codificación (codificación/decodificación) residual. De esta manera es posible lograr una elevada eficacia en la
45 codificación.

[0037] Opcionalmente, el decodificador de audio multicanal puede estar configurado para determinar de manera variable en el tiempo la cantidad de señal residual incluida en la representación codificada para lo cual se utiliza un modelo psicoacústico. Por lo tanto, la precisión de la codificación puede adaptarse a las características
50 psicoacústicas de la señal, lo que resulta típicamente en una buena eficacia de tasa de bits.

[0038] Sin embargo, cabe tener en cuenta que el codificador de audio multicanal puede ser complementado adicionalmente mediante cualquiera de los rasgos o funcionalidades descritos en esta invención (tanto en la memoria descriptiva como en las reivindicaciones). Además, el codificador de audio multicanal también puede estar adaptado
55 en paralelo con el decodificador de audio descrito en esta invención, de manera que coopere con el decodificador de audio.

2. Decodificador de audio multicanal según la figura 2

60 **[0039]** La figura 2 muestra un diagrama esquemático de bloques de un decodificador de audio multicanal 200 según una realización de la presente invención.

[0040] El decodificador de audio multicanal 200 está configurado para recibir una representación codificada 210 y para proporcionar sobre la base de ésta, al menos dos señales de audio de salida 212, 214. El decodificador de
65 audio multicanal 200 puede, por ejemplo, comprender un combinador de ponderación 220, que está configurado para

llevar a cabo una combinación ponderada de una señal de mezcla descendente 222, una señal decorrelacionada 224 y una señal residual 226, a efectos de obtener (al menos) una de las señales de salida, por ejemplo, la primera señal de audio de salida 212. Aquí cabe tener en cuenta que la señal de mezcla descendente 212, una señal decorrelacionada 224 y la señal residual 226 pueden, por ejemplo, ser derivados de la representación codificada 210, donde la representación codificada 210 puede llevar una representación codificada de la señal de mezcla descendente 220 y una representación codificada de la señal residual 226. Además, la señal decorrelacionada 224 puede por ejemplo, estar derivada de la señal de mezcla descendente 222 o puede derivarse mediante información adicional incluida en la representación codificada 210. Sin embargo, la señal decorrelacionada también puede ser proporcionada sin ninguna información dedicada procedente de la representación codificada 210.

[0041] Según un ejemplo útil para la comprensión de la invención, el decodificador de audio multicanal 200 está configurado también para determinar una ponderación que describe una contribución de la señal decorrelacionada 224 en la combinación ponderada según la señal residual 226. Por ejemplo, el decodificador de audio multicanal 200 puede comprender un determinador de ponderación 230, que está configurado para determinar una ponderación 232 que describe la contribución de la señal decorrelacionada 224 en la combinación ponderada (por ejemplo, la contribución de la señal decorrelacionada 224 a la primera señal de audio de salida 212) sobre la base de la señal residual 226.

[0042] En cuanto a la funcionalidad del decodificador de audio multicanal 200, cabe tener en cuenta, que la contribución de la señal decorrelacionada 224 a la combinación ponderada, y por lo tanto a la primera señal de audio de salida 212, se ajusta de una manera flexible (por ejemplo, temporalmente variable y función de la frecuencia) según la señal residual 226, sin un encabezamiento de señalización adicional. Por lo tanto, la cantidad de señal decorrelacionada 224, que está incluida en la primera señal de audio de salida 212, se adapta según la cantidad de señal residual 226 que está incluida en la primera señal de audio de salida 212, de tal manera que se logra una buena calidad de la primera señal de audio de salida 212. Por lo tanto, es posible obtener una buena ponderación de la señal decorrelacionada 224 bajo cualquier circunstancia y sin un encabezamiento de señalización adicional. Por lo tanto, mediante la utilización del decodificador de audio multicanal 200, puede lograrse una buena calidad de la señal de audio de salida decodificada 212 bajo una tasa de bits moderada. Es posible ajustar de manera flexible una precisión de la reconstrucción mediante un codificador de audio, donde el decodificador de audio puede determinar una cantidad de señal residual 226 que está incluida en la representación codificada 212 (por ejemplo, cuán elevada es la energía de la señal residual 226 incluida en la representación codificada 210, o con cuántas bandas de frecuencia se relaciona la señal residual 226 incluida en la representación codificada 210), y el decodificador de audio multicanal 200 puede reaccionar y por lo tanto ajustar la ponderación de señal decorrelacionada 224 para que corresponda a la cantidad de señal residual 226 incluida en la representación codificada 210. Por consiguiente, si hay una gran cantidad de señal residual 226 incluida en la representación codificada 210 (por ejemplo, para una banda de frecuencia específica, o para una porción temporal específica), la combinación ponderada 220 puede considerarse de manera predominante (o de manera exclusiva) la señal residual 226 y al mismo tiempo darle poca ponderación (o ninguna ponderación a la señal decorrelacionada 224. En cambio, si hay solamente una cantidad más pequeña de una señal residual 226 incluida en la representación codificada 210, la combinación ponderada 220 puede considerarse de manera predominante (o exclusiva) la señal decorrelacionada 224 pero solamente en un grado comparativamente menor (o no en absoluto) la señal residual 226 además de la señal de mezcla descendente 222. De este modo, el decodificador de audio multicanal 200 puede cooperar de manera flexible con un codificador de audio multicanal adecuado y ajustar la combinación ponderada 220 de manera que se obtenga la mejor calidad de audio posible bajo cualquier circunstancia (independientemente de si en la representación codificada 210 hay una cantidad más pequeña o una cantidad mayor de señal residual 226 incluida).

[0043] Cabe tener en cuenta, que la segunda señal de audio de salida 214 puede ser generada de una manera similar. Sin embargo, no es necesario aplicar los mismos mecanismos a la segunda señal de audio de salida 214, por ejemplo, si existen diferentes requisitos de calidad con respecto a la segunda señal de audio de salida.

[0044] Según la invención, el decodificador de audio multicanal está configurado para determinar la ponderación 232 que describe la contribución de la señal decorrelacionada 224 en la combinación ponderada según la señal decorrelacionada 224. En otras palabras, la ponderación 232 puede ser independiente tanto con respecto a la señal residual 226 como con respecto a la señal decorrelacionada 224. Por lo tanto, la ponderación 232 puede estar aún mejor adaptada a una señal de audio actualmente decodificada sin encabezamiento de señalización adicional.

[0045] Como mejora opcional, el decodificador de audio multicanal puede estar configurado para obtener parámetros de mezcla ascendente sobre la base de la representación codificada 212 y para determinar la ponderación 232 que describe la contribución de la señal decorrelacionada en la combinación ponderada según los parámetros de mezcla ascendente. Por lo tanto, la ponderación 232 puede ser adicionalmente independiente de los parámetros de mezcla ascendente, de tal manera que es posible lograr una adaptación aún mejor de la ponderación 232.

[0046] A título de otra mejora opcional, el decodificador de audio multicanal puede estar configurado para determinar la ponderación que describe la contribución de la señal decorrelacionada en la combinación ponderada de tal manera que la ponderación de la señal decorrelacionada disminuye al aumentar la energía de la señal residual.

Por lo tanto, es posible llevar a cabo un mezclado o desvanecimiento entre una decodificación que se basa predominantemente en la señal decorrelacionada 224 (además de en una señal de mezcla descendente 222) y una decodificación que se basa predominantemente en la señal residual 226 (además de en una señal de mezcla descendente 222).

5

[0047] A título de otra mejora opcional, el decodificador de audio multicanal 200 puede estar configurado para determinar la ponderación 232 de tal manera que una ponderación máxima, que se determina mediante un parámetro de mezcla ascendente de señal decorrelacionada (que puede estar incluido o derivado de la representación codificada 210) está asociado a la señal decorrelacionada 224 si una energía de la señal residual 226 es cero, y de tal manera que la ponderación cero está asociada a la señal decorrelacionada 224 si una energía de la señal residual 226, ponderada con el coeficiente de ponderación de la señal residual (o con un parámetro de mezcla ascendente de señales residuales), es mayor que o igual a una energía de la señal decorrelacionada 224, ponderada con el parámetro de mezcla ascendente de señales decorrelacionadas. Por lo tanto, es posible mezclar (o desvanecer) por completo entre una decodificación basada en la señal decorrelacionada 224 y una decodificación basada en la señal residual 226. Si se considera que la señal residual 226 es lo suficientemente fuerte (por ejemplo, cuando la energía de la señal residual ponderada es igual o mayor que la energía de la señal decorrelacionada ponderada 224), la combinación ponderada puede basarse por completo en la señal residual 226 a efectos de refinar la señal de mezcla descendente 222 dejándose al mismo tiempo la señal decorrelacionada 224 fuera de consideración. En este caso, es posible llevar a cabo una reconstrucción particularmente buena (al menos parcial) de la forma de onda en el lado del decodificador de audio multicanal 200, ya que la consideración de la señal decorrelacionada 224 impide típicamente una reconstrucción particularmente buena de la forma de onda mientras que el uso de la señal residual 226 permite típicamente una buena reconstrucción de la forma de onda.

[0048] En otra mejora opcional, el decodificador de audio multicanal 200 puede estar configurado para calcular un valor ponderado de la energía de una señal decorrelacionada, ponderada según uno o más parámetros de mezcla ascendente de señales decorrelacionadas, y para calcular un valor de energía ponderado de la señal residual, ponderado mediante la utilización de uno o más parámetros de mezcla ascendente de señales residuales. En este caso, el decodificador de audio multicanal puede estar configurado para determinar un factor según el valor ponderado de la energía de la señal decorrelacionada y el valor ponderado de la energía de la señal residual y para obtener una ponderación que describe la contribución de la señal decorrelacionada 224 a una de las señales de audio de salida (por ejemplo, la primera señal de audio de salida 212) sobre la base del factor. Por lo tanto, la determinación de la ponderación 230 puede proporcionar valores de ponderación particularmente bien adaptados 232.

[0049] En una mejora opcional, el decodificador de audio multicanal 200 (o su determinador de ponderaciones 230) puede estar configurado para multiplicar el factor con el parámetro de mezcla ascendente de las señales decorrelacionadas (que pueden estar incluidos en la representación codificada 210, o estar derivados a partir de la representación codificada 210), para obtener la ponderación (o valor de ponderación) 232 que describe la contribución de la señal decorrelacionada 224 a una de las señales de audio de salida (por ejemplo la primera señal de audio de salida 212).

40

[0050] En una mejora opcional, el decodificador de audio multicanal (o su determinador de ponderaciones 230) puede estar configurado para calcular la energía de la señal decorrelacionada 224, ponderada mediante la utilización de parámetros de mezcla ascendente de señales decorrelacionadas (que pueden estar incluidos en la representación codificada 210, o que pueden haber sido derivados a partir de la representación codificada 210), sobre una pluralidad de canales de mezcla ascendente y de ranuras de tiempo, con el fin de obtener el valor ponderado de la energía de las señales decorrelacionadas.

[0051] A título de otra mejora opcional, el decodificador de audio multicanal 200 puede estar configurado para calcular la energía de la señal residual 224, ponderada mediante parámetros de mezcla ascendente de señales residuales (que pueden estar incluidos en la representación codificada 210 o que pueden haber sido derivados de la representación codificada 210) sobre una pluralidad de canales de mezcla ascendente y de ranuras de tiempo, con el fin de obtener del valor ponderado de la energía de la señal residual.

[0052] A título de otra mejora opcional, el decodificador de audio multicanal 200 (o su determinador de ponderaciones 232) puede estar configurado para calcular el factor arriba mencionado según una diferencia entre el valor ponderado de la energía de la señal decorrelacionada el valor ponderado de la energía de la señal residual. Se ha descubierto que tal cálculo es una solución eficaz para determinar los valores de ponderación 232.

[0053] Como una mejora opcional, el decodificador de audio multicanal puede estar configurado para calcular el factor según una relación entre una diferencia entre el valor ponderado de la energía de la señal decorrelacionada 224 y el valor ponderado de la energía de la señal residual 226, y el valor ponderado de la energía de la señal decorrelacionada 224. Se ha descubierto, que un cálculo de este tipo para el factor permite obtener buenos resultados para el mezclado entre una refinación basada predominantemente en señal de correlación, de la señal de mezcla descendente 222, y una refinación basada predominantemente en señal residual, de la señal de mezcla descendente 222.

65

[0054] Como una mejora opcional, el decodificador de audio multicanal 200 puede estar configurado para determinar ponderaciones que describen contribuciones de las señales decorrelacionadas a dos o más señales de audio de salida, tales como por ejemplo la primera señal de audio de salida 212 y la segunda señal de audio de salida 214. En este caso, el decodificador de audio multicanal puede estar configurado para determinar una contribución de la señal decorrelacionada 224 a la primera señal de audio de salida 212 sobre la base del valor ponderado de la energía de la señal decorrelacionada 224 y un parámetro de mezcla ascendente de señal correlacionada de primer canal. Además, el decodificador de audio multicanal puede estar configurado para determinar una contribución de la señal decorrelacionada 224 a la segunda señal de audio de salida 214 sobre la base del valor ponderado de la energía de la señal decorrelacionada 224 y un parámetro de mezcla ascendente de señal correlacionada de segundo canal. En otras palabras, es posible utilizar diferentes parámetros de mezcla ascendente de señal decorrelacionadas para proporcionar la primera señal de audio de salida 212 y la segunda señal de audio de salida 214. Sin embargo, puede utilizarse el mismo valor ponderado de la energía de la señal decorrelacionada para determinar la contribución de la señal decorrelacionada a la primera señal de audio de salida 212 y la contribución de señal decorrelacionada a la segunda señal de audio de salida 214. Por lo tanto, es posible un ajuste eficaz, donde es posible considerar sin embargo diferentes características de las dos señales de audio de salida 212, 214 mediante diferentes parámetros de mezcla ascendente de señales decorrelacionadas.

[0055] Como una mejora opcional, el decodificador de audio multicanal 200 puede estar configurado para inhabilitar una contribución de la señal decorrelacionada 224 a la combinación ponderada si una energía residual (por ejemplo, una energía de la señal residual 226 o de una versión ponderada de la señal residual 226) supera una energía decorrelacionada (por ejemplo, una energía de la señal decorrelacionada 224 o de una versión ponderada de la señal decorrelacionada 224). A título de otra mejora opcional, el decodificador de audio puede estar configurado para determinar banda por banda la ponderación 232 que describe una contribución de la señal decorrelacionada 224 en la combinación ponderada según una determinación de a bandas de un valor ponderado de la energía de la señal residual. Por lo tanto, es posible llevar a cabo un ajuste de sintonía fina de audio multicanal 200 a las señales que deben ser decodificadas.

[0056] En otra mejora opcional, el decodificador de audio puede estar configurado para determinar la ponderación que describe una contribución de la señal decorrelacionada en la combinación ponderada para cada marco de la señal de audio de salida 212, 214. Por lo tanto, es posible lograr una buena resolución temporal.

[0057] En otra mejora opcional, la determinación del valor de ponderación 232 puede llevarse a cabo mediante algunas de las ecuaciones proporcionadas más adelante en esta invención.

[0058] Además, cabe tener en cuenta que el decodificador de audio multicanal 200 puede ser complementado mediante cualquiera de los aspectos o funcionalidades descritos en esta invención, también con respecto a otras realizaciones.

3. Decodificador de audio multicanal según la figura 3

[0059] La figura 3 muestra un diagrama esquemático de bloques de un decodificador de audio multicanal 300 según una realización de la invención. El decodificador de audio multicanal 300 está configurado para recibir una representación codificada 310 y para proporcionar, sobre la base de esto, dos o más señales de audio de salida 312, 314. La representación codificada 310 puede, por ejemplo, comprender una representación codificada de una señal de mezcla descendente, una representación codificada de uno o más parámetros espaciales y una representación codificada de una señal residual. El decodificador de audio multicanal 300 está configurado para obtener (al menos) una de las señales de audio de salida, por ejemplo, una primera señal de audio de salida 312 y/o una segunda señal de audio de salida 314, sobre la base de la representación codificada de la señal de mezcla descendente, una pluralidad de parámetros espaciales codificados y una representación codificada de la señal residual.

[0060] Según un ejemplo útil para la comprensión de la invención, el decodificador de audio multicanal 300 está configurado para mezclar entre una codificación paramétrica y una codificación residual según la señal residual (que está incluida, de una forma codificada, en la representación codificada 310). En otras palabras, el decodificador de audio multicanal 300 puede mezclar entre un modo de decodificación donde la provisión de las señales de audio de salida 312, 314 se lleva a cabo sobre la base de la señal de mezcla descendente y utilizando parámetros espaciales que describen una relación deseada entre las señales de audio de salida 312, 314 (por ejemplo, una diferencia deseada entre los niveles intercanal o una deseada correlación intercanal de las señales de audio de salida 312, 314), y un modo de decodificación donde las señales de audio de salida 312, 314 son reconstruidas sobre la base de la señal de mezcla descendente mediante la señal residual. Por lo tanto, la intensidad (por ejemplo, la energía) de la señal residual, que está incluida en la representación codificada 310, puede determinar si la decodificación se basa principalmente (o exclusivamente) en los parámetros espaciales (además de la señal de mezcla descendente) o si la decodificación se basa principalmente (o exclusivamente) en la señal residual (además de la señal de mezcla descendente), o si se toma un estado intermedio donde tanto los parámetros espaciales como la señal residual influyen

sobre la refinación de la señal de mezcla descendente, a efecto de derivar las señales de audio de salida 312, 314 a partir de la señal de mezcla descendente.

[0061] Además, el decodificador de audio multicanal 300 permite una decodificación que está bien adaptada al contenido de audio vigente sin un elevado encabezamiento de señalización mediante el mezclado entre la codificación paramétrica (donde se confiere típicamente una ponderación comparativamente elevada cuando se proporcionan las señales de audio de salida 312, 314) y una codificación residual (donde típicamente se confiere una ponderación comparativamente pequeña a una señal decorrelacionada) según la señal residual.

[0062] Por otra parte, cabe tener en cuenta, que el decodificador de audio multicanal 300 está basado en consideraciones similares que el decodificador de audio multicanal 200 y que las mejoras opcionales descritas más arriba con respecto al decodificador de audio multicanal 200 también pueden aplicarse al decodificador de audio multicanal 300.

4. Procedimiento para proporcionar una representación codificada de una señal de audio multicanal según la figura 4

[0063] La figura 4 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento 400 para proporcionar una representación codificada de una señal de audio multicanal.

[0064] El procedimiento 400 comprende una etapa 410 para obtener una señal de mezcla descendente sobre la base de una señal de audio multicanal. El procedimiento 400 también comprende una etapa 420 consistente en proporcionar parámetros que describen dependencias entre los canales de la señal de audio multicanal. Por ejemplo, es posible proporcionar parámetros de diferencia de niveles intercanales y/o parámetros de correlación intercanal (o parámetros de covarianza), que describen dependencias entre canales de la señal de audio multicanal. El procedimiento 400 también comprende una etapa 430 de proporción de una señal residual. Además, el procedimiento comprende una etapa 440 consistente en la variación de una cantidad de señal residual incluida en la representación codificada según la señal de audio multicanal.

[0065] Cabe tener en cuenta, que el procedimiento 400 está basado en las mismas consideraciones que el codificador de audio 100 según la figura 1. Además, el procedimiento 400 puede ser complementado mediante cualquiera de los rasgos y funcionalidades descritos en esta invención con respecto a los aparatos inventivos.

5. Procedimiento para proporcionar al menos dos señales de audio de salida sobre la base de una representación codificada según la figura 5.

[0066] La figura 5 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento 500 para proporcionar al menos dos señales de audio de salida sobre la base de una representación codificada. El procedimiento 500 comprende la determinación 510 de una ponderación que describe una contribución de una señal decorrelacionada en una combinación ponderada según una señal residual. El procedimiento 500 también comprende llevar a cabo 520 una combinación ponderada de una señal de mezcla descendente, una señal decorrelacionada y una señal residual, para obtener una de las señales de audio de salida.

[0067] Cabe tener en cuenta que el procedimiento 500 puede ser complementado mediante cualquiera de los aspectos y funcionalidades descritos en esta invención con respecto a los aparatos inventivos.

6. Procedimiento para proporcionar al menos dos señales de audio de salida sobre la base de una representación codificada según la figura 6.

[0068] La figura 6 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento 600 para proporcionar al menos dos señales de audio de salida sobre la base de una representación codificada. El procedimiento 600 comprende la obtención 610 de una de las señales de audio de salida sobre la base de una representación codificada de una señal de mezcla descendente, una pluralidad de parámetros espaciales codificados y una representación codificada de una señal residual. Según un ejemplo útil para la comprensión de la invención, la obtención 610 de una de las señales de audio de salida comprende llevar a cabo 620 un mezclado entre una codificación paramétrica y una codificación residual según la señal residual.

[0069] Cabe tener en cuenta, que el procedimiento 600 puede ser complementado por cualquiera de los rasgos y aspectos descritos en esta invención con respecto a los aparatos inventivos.

7. Realizaciones adicionales

[0070] En lo que sigue se describirán algunas consideraciones generales y algunas realizaciones adicionales.

7.1 Consideraciones generales

[0071] Las realizaciones de la invención se basan en la idea de que, en lugar de utilizar un ancho de banda residual fijo, un decodificador (por ejemplo, un decodificador de audio multicanal) detecta la cantidad de señal transmitida para lo cual mide su energía de a bandas para cada marco (o, en términos generales para una pluralidad de intervalos de frecuencia y/o para una pluralidad de porciones temporales). Según los parámetros espaciales transmitidos, se añade una salida decorrelacionada donde "falta" energía residual, para lograr una cantidad requerida (o deseada) de energía de salida y decorrelación. Esto permite obtener un ancho de banda residual variable como también residuales de señal de estilo de pase de banda. Por ejemplo, es posible utilizar solamente la codificación residual para las bandas tonales. Para poder utilizar la mezcla descendente simplificada para la codificación paramétrica así como para la codificación que conserva la forma de onda (que también recibe la designación de codificación residual), en esta invención se define una señal residual para la mezcla descendente simplificada.

7.2 Cálculo de la señal residual para la mezcla descendente simplificada

[0072] En lo que sigue se describen algunas consideraciones en cuanto al cálculo de la señal residual relacionado con la construcción de señales de canal de una señal de audio multicanal.

[0073] En el USAC (Unified-Speech- and Audio-Coding, codificación de habla y audio unificado) no hay señal residual definida cuando se utiliza una denominada "mezcla descendente simplificada". Por lo tanto, no es posible una codificación que conserve parcialmente la forma de onda. Sin embargo, en lo que sigue se describirá un procedimiento para calcular una señal residual para la denominada "mezcla descendente simplificada".

[0074] Las ponderaciones de "mezcla descendente simplificada" d_1 , d_2 se calculan por banda de factores de escala, mientras que los coeficientes de mezcla ascendente paramétricos u_{d1} , u_{d2} se calculan por banda de parámetros. Por lo tanto, los coeficientes w_{r1} , w_{r2} , para calcular la señal residual no pueden calcularse directamente a partir de los parámetros espaciales (como sería el caso de un surround de MPEG clásico), pero puede ser necesario determinarlos por cada banda de factor de escala a partir de los coeficientes de mezcla descendente y de mezcla ascendente.

[0075] Siendo L , R los canales de entrada y siendo D el canal de mezcla descendente, una señal residual debería satisfacer las siguientes propiedades:

$$D = d_1 L + d_2 R \quad (1)$$

$$L = u_{d1} D + u_{r1} \text{res} \quad (2)$$

$$R = u_{d2} D + u_{r2} \text{res} \quad (3)$$

[0076] Esto se consigue calculando los residuales como

$$\text{res} = w_{r1} L + w_{r2} R \quad (4)$$

mediante el uso de las ponderaciones de mezcla descendente

$$w_{r1} = \frac{1}{2} \left(\frac{1 - u_{d1} d_1}{u_{r1}} - \frac{u_{d2} d_1}{u_{r2}} \right) \quad (5)$$

$$w_{r2} = \frac{1}{2} \left(\frac{1 - u_{d2} d_2}{u_{r2}} - \frac{u_{d1} d_2}{u_{r1}} \right) \quad (6)$$

[0077] Los coeficientes de mezcla ascendente residuales u_{r1} , u_{r2} utilizados por el decodificador se eligen preferentemente de una manera que aseguren una decodificación robusta, ya que la mezcla descendente simplificada tiene propiedades asimétricas (a diferencia de MPEG Surround con ponderaciones fijas) se aplica una mezcla ascendente que depende de los parámetros espaciales, por ejemplo mediante la utilización de los siguientes coeficientes de mezcla ascendente:

$$u_{r,1} = \max\{u_{d,1}, 0.5\} \quad (7)$$

$$u_{r,2} = -\max\{u_{d,2}, 0.5\} \quad (8)$$

[0078] Otra opción consiste en definir los coeficientes de mezcla ascendente residuales para que sean ortogonales con respecto a los coeficientes de mezcla ascendente de las señales de mezcla descendente, de tal manera que:

$$\left\langle \begin{pmatrix} u_{d,1} \\ u_{d,2} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} u_{r,1} \\ u_{r,2} \end{pmatrix} \right\rangle \stackrel{!}{=} 0 \quad (9)$$

10 en otras palabras, un decodificador de audio puede obtener la señal de mezcla descendente D por lo cual se utiliza una combinación lineal de una señal de canal izquierdo L (primera señal de canal) y de una señal de canal derecho R (segunda señal de canal). De manera similar, la señal residual res se obtiene utilizando una combinación lineal de la señal de canal izquierdo L y de la señal de canal derecho R (o, en términos generales de una primera señal de canal y de una segunda señal de canal de la señal de audio multicanal).

15 **[0079]** Puede observarse, por ejemplo, en las Ecuaciones (5) y (6), que las ponderaciones de mezcla descendente $w_{r,1}$ y $w_{r,2}$ para obtener la señal residual res pueden obtenerse cuando se determinan las ponderaciones de mezcla descendente simplificada d_1 , d_2 , los coeficientes de mezcla ascendente paramétricos $u_{d,1}$ y $u_{d,2}$ y los coeficientes de mezcla ascendente residuales $u_{r,1}$ y $u_{r,2}$. Además puede observarse que $u_{r,1}$ y $u_{r,2}$ pueden derivarse a partir de $u_{d,1}$ y $u_{d,2}$ mediante la utilización de las ecuaciones (7) y (8) o de la ecuación (9). Las ponderaciones de mezcla descendente simplificada d_1 y d_2 , así como los coeficientes de mezcla ascendente paramétricos $u_{d,1}$ y $u_{d,2}$ pueden obtenerse de la manera usual.

7.3 Proceso de codificación

25 **[0080]** En lo que sigue se describen algunos detalles relacionados con el proceso de la codificación. La codificación puede llevarse a cabo, por ejemplo, mediante el codificador de audio multicanal 100 o mediante cualquier otro medio o programas informáticos adecuados.

30 **[0081]** Es preferible que la cantidad de un residual que es transmitido se determine mediante un modelo psicoacústico del codificador (por ejemplo, el codificador de audio multicanal), según la señal de audio (por ejemplo, según las señales de los canales de la señal de audio multicanal 110) y de una tasa de bits disponible. La señal residual transmitida puede utilizarse, por ejemplo, para la preservación parcial de la forma de onda o para evitar la cancelación de la señal causada por el procedimiento de mezcla descendente utilizado (por ejemplo, el procedimiento de mezcla descendente descrito mediante la ecuación (1) anterior).

7.3.1 Conservación parcial de la forma de onda

40 **[0082]** En lo que sigue se describe cómo es posible lograr una conservación parcial de la forma de onda. Por ejemplo, el residual calculado (por ejemplo, el residual res según la ecuación (4)) se transmite a banda completa o a banda limitada de manera que proporcione una conservación parcial de la forma de onda dentro del ancho de banda residual. Las partes residuales que sean detectadas como perceptualmente irrelevantes por el modelo psicoacústico pueden, por ejemplo, ser cuantificadas a cero (por ejemplo, cuando se proporciona la representación codificada 112 sobre la base de la señal residual 126). Esto incluye, sin limitación, la reducción del ancho de banda residual transmitido al tiempo de ejecución (que puede ser considerado como que hace variar una cantidad de señal residual que está incluida en la representación codificada). Este sistema puede permitir también la supresión de estilo pase de banda de partes residuales de la señal, ya que la energía de señal faltante será reconstruida por el decodificador (por ejemplo, por el decodificador de audio multicanal 200 o por el decodificador de audio multicanal 300). De este modo, por ejemplo, la codificación residual puede ser aplicada solamente a los componentes tonales de la señal, preservándose sus relaciones de fase, mientras que el ruido de fondo puede ser codificado paramétricamente con el fin de reducir la tasa de bits residual. En otras palabras, la señal residual 126 puede ser incluida solamente en la representación codificada 112 (por ejemplo, mediante el procesamiento residual 130) para bandas de frecuencia y/o porciones temporales para las cuales la señal de audio multicanal 110 (o al menos una de las señales de los canales de la señal de audio multicanal 110) demuestran ser tonales. En cambio, la señal residual 126 puede no estar incluida en la representación codificada 112 para bandas de frecuencia y/o porciones temporales para las cuales la señal de audio multicanal 110 (o al menos una o más señales de canal de la señal de audio multicanal 110) han sido

identificadas como similares a ruido. Por lo tanto, se varía una cantidad de señal residual incluida en la representación codificada según la señal de audio multicanal.

7.3.2 Prevención de la cancelación de la señal en mezcla descendente

[0083] En lo que sigue se describe cómo es posible prevenir (o compensar) una cancelación de señales en la mezcla descendente.

[0084] Para aplicaciones con tasa de bits baja, se aplica la codificación paramétrica (que de manera predominante o exclusiva se basa en los parámetros 124, que describen dependencias entre canales de la señal de audio multicanal) en lugar de la preservación de la forma de onda (que, por ejemplo, se basa predominantemente en la señal residual 126, además de en la señal de mezcla descendente 122). En este caso, la señal residual 126 se utiliza solamente para compensar cancelaciones de señal en la mezcla descendente 122, con el fin de minimizar el uso de bits del residual. Siempre y cuando no se detecten cancelaciones de señal en la mezcla descendente 122, el sistema se ejecuta en modo paramétrico mediante la utilización de decorrelacionadores (en el lado del decodificador de audio). Cuando tienen lugar cancelaciones de las señales, por ejemplo, para señales tonales en fase, se transmite una señal residual 126 para las partes de señal deterioradas (por ejemplo, bandas de frecuencia y/o porciones temporales). Por lo tanto, la señal de energía puede ser restaurada por el decodificador.

7.4 Proceso de decodificación

7.4.1 Generalidades

[0085] En el decodificador (por ejemplo, en el decodificador de audio multicanal 200 o en el decodificador de audio multicanal 300), las señales de mezcla descendente y residuales transmitidas (por ejemplo, la señal de mezcla descendente 222 o la señal residual 226) son decodificadas por un decodificador de núcleo e introducidos en un decodificador de sonido envolvente de MPEG junto con la carga útil de sonido envolvente de MPEG decodificado. Los coeficientes de mezcla ascendente residuales para la mezcla descendente de MPS clásico no experimentan cambios, y los coeficientes de mezcla ascendente residual para la mezcla descendente simplificada son definidos en las ecuaciones (7) y (8) y/o (9). Adicionalmente, las salidas del decorrelacionador y sus coeficientes de ponderación son calculados de la misma manera que para la decodificación paramétrica. La señal residual y las salidas del decorrelacionador son ponderadas y ambas son mezcladas con la señal de salida. Por ello, los factores de ponderación se determinan midiendo las energías de las señales residuales y del decorrelacionador.

[0086] En otras palabras, los factores (o coeficientes) de mezcla ascendente residuales pueden determinarse midiendo las energías de las señales residuales y decorrelacionadas.

[0087] Por ejemplo, se proporciona la señal de mezcla descendente 222 sobre la base de la representación codificada 210, y la señal decorrelacionada 224 se deriva a partir de la señal de mezcla descendente 222 o se genera sobre la base de parámetros incluidos en la representación codificada 210 (o de alguna otra manera). Los coeficientes de mezcla ascendente residuales pueden, por ejemplo, derivarse a partir de los coeficientes de mezcla ascendente paramétricos $u_{d,1}$ y $u_{d,2}$ según las ecuaciones (7) y (8) por el decodificador, donde los coeficientes de mezcla ascendente paramétricos $u_{d,1}$ y $u_{d,2}$ pueden obtenerse sobre la base de la representación codificada 210, por ejemplo, directamente o derivándose los a partir de datos espaciales incluidos en la representación codificada 210 (por ejemplo, a partir de coeficientes de correlación intercanal y de coeficientes de diferencia de nivel intercanal, o a partir de coeficientes de correlación interobjeto y de diferencias de nivel interobjeto).

[0088] Los coeficientes de mezcla ascendente para la salida (o para las salidas) del decorrelacionador pueden obtenerse como para la decodificación de sonido envolvente de MPEG convencional. Sin embargo, los factores de ponderación para la ponderación de la salida del decorrelacionador (o de la salida del decorrelacionador) pueden determinarse sobre la base de las energías de la señal residual (y posiblemente también sobre la base de las energías de la o las señales del decorrelacionador) de tal manera que se determina una ponderación que describe una contribución de la señal decorrelacionada en la combinación ponderada según la señal residual.

7.4.2 Implementación de ejemplo

[0089] En lo que sigue se describirá una implementación dada a título de ejemplo y con referencia a figura 7. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el concepto descrito en esta invención puede aplicarse también en decodificadores de audio multicanal 200 o 300 según las figuras 2 y 3.

[0090] La figura 7 muestra un diagrama esquemático de bloques (o diagrama de flujo) de un decodificador (por ejemplo, de un decodificador de audio multicanal). El decodificador según la figura 7 se designa en su conjunto mediante el número de referencia 700. El decodificador 700 está configurado para recibir una corriente de bits 710 y para proporcionar, sobre la base de esto, una primera señal de canal de salida 712 y una segunda señal de canal de salida 714. El decodificador 700 comprende un decodificador de núcleo 720, que está configurado para recibir la

corriente de bits 710 y para proporcionar, sobre la base de esto, una señal de mezcla descendente 722, una señal residual 724 y datos espaciales 726. Por ejemplo, decodificador de núcleo 720 puede proporcionar, en calidad de señal de mezcla descendente, una representación en el dominio del tiempo o una representación en el dominio de las transformadas (por ejemplo, una representación en el dominio de las frecuencias, una representación en el dominio de MDCT, una representación en el dominio de QMF) de la señal de mezcla descendente representada por la corriente de bits 710. De manera similar, el decodificador de núcleo 720 puede proporcionar una representación en el dominio del tiempo o una representación en el dominio de las transformadas de la señal residual 724, que está representada por la corriente de bits 710. Además, el decodificador de núcleo, 720 puede proporcionar uno o más parámetros espaciales 726, tales como por ejemplo uno o más parámetros de correlación intercanales, parámetros de diferencia de niveles intercanales, o similares.

[0091] El decodificador 700 comprende también un decorrelacionador 730, que está configurado para proporcionar una señal decorrelacionada 732 sobre la base de la señal de mezcla descendente 722. Cualquiera de los conceptos de decorrelación conocidos puede ser utilizado por el decorrelacionador 730. Además, el decodificador 700 comprende también un calculador de coeficientes de mezcla ascendente 740, que está configurado para recibir datos espaciales 726 y para proporcionar parámetros de mezcla ascendente (por ejemplo, los parámetros de mezcla ascendente $u_{dmx,1}$, $u_{dmx,2}$, $u_{dec,1}$ y $u_{dec,2}$). Además, el decodificador 700 comprende una mezcla ascendente 750, que está configurado para aplicar los parámetros de mezcla ascendente 742 (también designados como parámetros de mezcla ascendente) que son proporcionados por el calculador de coeficientes de mezcla ascendente 740 sobre la base de los datos espaciales 726. Por ejemplo, el mezclador ascendente 750 puede escalar la señal de mezcla descendente 722 mediante la utilización de dos coeficientes de mezcla ascendente de las señales de mezcla descendente (por ejemplo, $u_{dmx,1}$, $u_{dmx,2}$), para obtener dos versiones de mezcla ascendente 752, 754 de la señal de mezcla descendente 722. Además, el mezclador ascendente 750 está configurado también para aplicar uno o más parámetros de mezcla ascendente (por ejemplo dos parámetros de mezcla ascendente) a la señal decorrelacionada 732 proporcionada por el decorrelacionador 730, para obtener una primera versión de mezcla ascendente (escalada) 756 y una segunda versión de mezcla ascendente (escalada) 758 de la señal decorrelacionada 732. Además, el mezclador ascendente 750 está configurado para aplicar uno o más coeficientes de mezcla ascendente (por ejemplo, dos coeficientes de mezcla ascendente) a la señal residual 724, de manera que se obtenga una primera versión de mezcla ascendente (escalada) 760 y una segunda versión de mezcla ascendente (escalada) 762 de la señal residual 724.

[0092] El decodificador 700 comprende también un calculador de ponderaciones 770, que está configurado para medir energías de las versiones de mezcla ascendente (escaladas) 756, 758 de la señal decorrelacionada 752 y de la versión de mezcla ascendente (escalada) 760, 762 de la señal residual 724. Además, el calculador de ponderaciones 770 está configurado para proporcionar uno o más valores de ponderación 772 a un ponderador 780. El ponderador 780 está configurado para obtener una primera versión de mezcla ascendente (escalada) y ponderada 782 de la señal decorrelacionada 732, una segunda versión (escalada) y ponderada 784 de la señal decorrelacionada 732, una primera versión de mezcla ascendente (escalada) y ponderada 786 de la señal residual 724 y una segunda mezcla ascendente (escalada) y ponderada 788 de la señal residual 724 mediante la utilización de uno o más valores de ponderación 772 proporcionados por el calculador de ponderaciones 770. El decodificador comprende también un primer adicionador 790, que está configurado para adicionar la primera versión de mezcla ascendente (escalada) 752 de la señal de mezcla descendente 720, la primera versión de mezcla ascendente (escalada) y ponderada 782 de la señal decorrelacionada 732 y la primera versión de mezcla ascendente (escalada) y ponderada 786 de la señal residual 724, para obtener la primera señal de canal de salida 712. Además, el decodificador comprende un segundo adicionador 792, que está configurado para adicionar la segunda versión de mezcla ascendente 754 de la señal de mezcla descendente 720, la segunda versión de mezcla ascendente (escalada) y ponderada 784 de la señal decorrelacionada 732 y la segunda versión de mezcla ascendente (escalada) y ponderada 788 de la señal residual 724, para obtener la segunda señal de canal de salida 714.

[0093] Sin embargo, cabe tener en cuenta que no es necesario que el ponderador 780 pondere la totalidad de las señales 756, 758, 760, 762. Por ejemplo, en algunas realizaciones puede ser suficiente ponderar solamente las señales 756, 758, quedando las señales 760, 762 sin afectar (de tal manera que, de manera efectiva, las señales 760, 762 son aplicadas directamente a los adicionadores 790, 792. Sin embargo, como alternativa la ponderación de las señales residuales 760, 762 puede ser variada a lo largo del tiempo. Por ejemplo, las señales residuales pueden ser desvanecidas de entrada o de salida. Por ejemplo, la ponderación (o los factores de ponderación) de las señales decorrelacionadas puede ser suavizada a lo largo del tiempo, y las señales residuales pueden ser desvanecidas de entrada o de salida de manera correspondiente.

[0094] Además, cabe tener en cuenta, que la ponderación, que es llevada a cabo por el ponderador 780 y la mezcla ascendente, que es aplicado por el mezclador ascendente 750, también pueden llevarse a cabo en forma de una operación combinada, donde el cálculo de las ponderaciones puede llevarse a cabo directamente mediante la utilización de la señal decorrelacionada 732 y de la señal residual 724.

[0095] Seguidamente se proporcionan mayores detalles en cuanto al funcionamiento del decodificador 700.

[0096] Un modo combinado de codificación residual y paramétrica puede ser señalizado de una manera inversamente semicompatible, por ejemplo, mediante la señalización de un ancho de banda residual de una banda de parámetros en la corriente de bits. Por lo tanto, un decodificador de generación anterior dejará pasar y decodificar la corriente de bits mediante la conmutación a la decodificación paramétrica anteriormente mencionada de la primera banda de parámetros. Las corrientes de bits de generación anterior que utilizan un ancho de banda residual de una no contendrían energía residual superior a la primera banda de parámetros, lo que conduce a una decodificación paramétrica en el nuevo decodificador propuesto.

[0097] Sin embargo, dentro de un sistema codec de audio 3D, la codificación combinada residual y paramétrica puede utilizarse en combinación con otras herramientas de decodificador de núcleo tales como un elemento de canal quad, que permite que el decodificador detecte explícitamente corrientes de bits de generación anterior y los decodifique en modo residual de combinación de banda limitada regular. Es preferible que un ancho de banda residual real no sea señalado de manera explícita, ya que es determinado por el decodificador durante el tiempo de ejecución. El cálculo de los coeficientes de mezcla ascendente se coloca en modo paramétrico en lugar de modo de codificación residual. Las energías de la salida ponderadas del decorrelacionador E_{dec} y de la señal residual ponderada E_{res} se calculan por banda híbrida hb sobre la totalidad de las ranuras de tiempo ts y de los canales de mezcla ascendente ch para cada marco:

$$E_{dec}(hb) = \sum_{ch} \sum_{ts} \|u_{dec}(hb, ts, ch) \cdot x_{dec}(hb, ts, ch)\| \quad (10)$$

$$E_{res}(hb) = \sum_{ch} \sum_{ts} \|u_{res}(hb, ts, ch) \cdot x_{res}(hb, ts, ch)\| \quad (11)$$

[0098] Aquí, u_{dec} designa un parámetro de mezcla ascendente de señales decorrelacionadas para una banda de frecuencia hb , para una ranura de tiempo ts y para un canal de mezcla ascendente ch , \sum_{ch} designa una suma

sobre canales de mezcla ascendente, y \sum_{ts} designa una suma sobre ranuras de tiempo. x_{dec} designa un valor (por ejemplo, un valor complejo en el dominio de las transformadas) de la señal decorrelacionada para una banda de frecuencia hb , para una ranura de tiempo ts y para un canal de mezcla ascendente ch .

[0099] La señal residual (por ejemplo, la señal residual de mezcla ascendente 760 o la señal residual de mezcla ascendente señal 762) se añade a los canales de salida (por ejemplo, a los canales de salida 712, 714) con una ponderación de valor 1. La señal del decorrelacionador (por ejemplo, la señal de decorrelacionador de mezcla ascendente 756 o la señal de decorrelacionador de mezcla ascendente 758) puede ser ponderada con un factor r (por ejemplo por el ponderador 780) que se calculó como

$$r = \sqrt{\left| \frac{E_{dec}(hb) - E_{res}(hb)}{E_{dec}(hb)} \right|} \quad (12)$$

$$(13)$$

donde $E_{dec}(hb)$ representa un valor ponderado de la energía de la señal decorrelacionada x_{dec} para una banda de frecuencia hb , y donde $E_{res}(hb)$ representa un valor ponderado de la energía de la señal residual x_{res} para una banda de frecuencia hb .

[0100] Si no se ha transmitido ningún residual (por ejemplo, ninguna señal residual 724), por ejemplo, si $E_{res} = 0$, r (el factor que puede ser aplicado por el ponderador 780, y que puede ser considerado como un valor de ponderación 772) adquiere un valor 1, que es equivalente a una decodificación puramente paramétrica. Si la energía residual (por ejemplo, la energía de la señal residual de mezcla ascendente 760 y/o de la señal residual de mezcla ascendente 762) superen la energía del decorrelacionador (por ejemplo, la energía de la señal decorrelacionada de mezcla ascendente 756 o de la señal decorrelacionada de mezcla ascendente 758), por ejemplo, si $E_{res} > E_{dec}$, el factor r puede ser colocado en cero, con lo cual se inhabilita el decorrelacionador y se permite la decodificación que conserva parcialmente la forma de onda (lo que puede considerarse como una codificación residual). En el proceso de la mezcla ascendente, la salida ponderada del decorrelacionador (por ejemplo, las señales 782 y 784) y la señal residual (por ejemplo, las señales 786, 788 o las señales 760, 762) se añaden, ambas, a los canales de salida (por ejemplo, las señales 712, 714).

[0101] En conclusión, esto conduce a una regla de mezcla ascendente en forma de matriz

$$\begin{pmatrix} ch_1 \\ ch_2 \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} u_{dmx,1} & r + u_{dec,1} & \max\{u_{dmx,1}, 0.5\} \\ u_{dmx,2} & r + u_{dec,2} & -\max\{u_{dmx,2}, 0.5\} \end{bmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_{dmx} \\ x_{dec} \\ x_{res} \end{pmatrix} \quad (14)$$

5

donde ch1 representa uno o más muestras en el dominio del tiempo o muestras en el dominio de las transformadas de una primera señal de audio de salida, donde ch2 representa una o más muestras en el dominio del tiempo o muestras en el dominio de las transformadas de una segunda señal de audio de salida, donde x_{dmx} representa una o más muestras en el dominio del tiempo o muestras en el dominio de las transformadas de una señal de mezcla descendente, donde x_{dec} representa una o más muestras en el dominio del tiempo o muestras en el dominio de las transformadas de una señal decorrelacionada, donde x_{res} representa una o más muestras en el dominio del tiempo o muestras en el dominio de las transformadas de una señal residual, donde $u_{dmx,1}$ representa una señal de parámetro de mezcla descendente mezcla ascendente para la primera señal de audio de salida, donde $u_{dmx,2}$ representa una señal de parámetro de mezcla descendente mezcla ascendente para la segunda señal de audio de salida, donde $u_{dec,1}$ representa una señal del parámetro de mezcla ascendente de señales decorrelacionadas para la primera señal de audio de salida, donde $u_{dec,2}$ representa un parámetro de mezcla ascendente de señales decorrelacionadas para la segunda señal de audio de salida, donde r representa un operador máximo, y donde r representa un factor que describe una ponderación de la señal decorrelacionada según la señal residual.

20 **[0102]** Los coeficientes de mezcla ascendente $u_{dmx,1}$, $u_{dmx,2}$, $u_{dec,1}$, $u_{dec,2}$ se calculan de la misma manera que para el modo paramétrico MPS dos-uno-dos (2-1-2). Para mayor detalle, se hace referencia al estándar anteriormente mencionado del concepto de sonido envolvente de MPEG.

25 **[0103]** Para resumir, una realización de la invención crea un concepto para proporcionar señales de canal de salida sobre la base de una señal de mezcla descendente, de una señal residual y de datos espaciales, donde una ponderación de la señal decorrelacionada se ajusta de manera flexible sin ningún encabezamiento de señalización significativo.

7.5 Alternativas de implementación

30

[0104] Aunque algunos aspectos han sido descritos en el contexto de un aparato, es evidente que estos aspectos también representan una descripción del procedimiento correspondiente, donde un bloque o un dispositivo corresponde a una etapa de procedimiento o a un rasgo de una etapa de procedimiento. De manera análoga, los aspectos descritos en el contexto de una etapa del procedimiento también representan una descripción del bloque o aspecto correspondientes de un aparato correspondiente. Algunas de las etapas del procedimiento, o todas ellas, pueden llevarse a cabo mediante (o utilizando) un aparato de hardware, tal como por ejemplo, un microprocesador, un ordenador programable o un circuito electrónico. En algunas realizaciones, una o más de las etapas de procedimiento más importantes pueden llevarse a cabo mediante tal aparato.

40 **[0105]** La señal de audio codificada inventiva puede almacenarse en un dispositivo de almacenamiento digital o puede transmitirse en un medio de transmisión tal como un medio de transmisión inalámbrico o un medio de transmisión alámbrico tal como Internet.

50 **[0106]** Según determinados requisitos para la implementación, las realizaciones de la invención pueden implementarse en hardware o en software. La implementación puede llevarse a cabo utilizando un medio de almacenamiento digital, por ejemplo un disquete, un DVD, un Blu-Ray, un CD, un ROM, un PROM, un EPROM, un EEPROM o una memoria FLASH, provisto de señales de control electrónicamente legibles almacenadas en él, que cooperan (o que son capaces de cooperar) con un sistema informático programable de tal manera que el respectivo procedimiento se lleve a cabo. Por ello, el medio de almacenamiento digital puede ser legible por ordenador.

50

[0107] Las realizaciones descritas más arriba son meramente ilustrativas de los principios de la presente invención. Se da por entendido que modificaciones y variaciones en las disposiciones y detalles descritos en esta invención serán evidentes para las personas expertas en la técnica. Por lo tanto, la intención es que la invención quede limitada solamente por los alcances de las reivindicaciones de patente pendientes y no por los detalles específicos presentados a título de descripción y explicación de las realizaciones de esta invención.

55

7.6 Ejemplos adicionales

[0108] En lo que sigue se describe otra realización según la invención que hace referencia a la Fig. 8 que muestra un diagrama esquemático de bloques de un denominado Decodificador Residual Híbrido.

60

[0109] El Decodificador Residual Híbrido 800 según la Fig. 8 es muy similar al decodificador 700 según la Fig. 7, por lo que se hace referencia a las explicaciones anteriores. Sin embargo, en el Decodificador Residual Híbrido 800, se aplica una ponderación adicional (además de la aplicación de los parámetros de mezcla ascendente) solamente a las señales de mezcla ascendente decorrelacionadas (que corresponden a las señales 756, 758 en el decodificador 700), pero no las señales residuales de mezcla ascendente (que corresponden a las señales 760, 762 en el decodificador 700). Por lo tanto, el ponderador en el Decodificador Residual Híbrido 800 es en cierto modo más sencillo que el ponderador en el decodificador 700, pero coincide bien con, por ejemplo, la ponderación según la ecuación (14).

10 **[0110]** En lo que sigue, se explica con algún detalle la Decodificación Residual Paramétrica (Codificación Residual Híbrida) según la Fig. 8.

[0111] Sin embargo, primero se proporcionará una visión general.

15 **[0112]** Además de utilizar ya sea la mezcla ascendente mono-a-estéreo basada en decorrelacionador o la codificación residual descrita en ISO/IEC 23003-3, subcláusula 7.11.1, la codificación residual híbrida permite una combinación, función de las señales, de ambos modos. Las salidas de señales residuales y de decorrelacionador son mezcladas entre sí, utilizándose factores de ponderación que son función de tipo y frecuencia y que a su vez dependen de las energías de las señales y de los parámetros espaciales, tal como se ilustra en la Fig. 8.

20 **[0113]** Seguidamente se describe el proceso de decodificación.

[0114] El modo de codificación híbrida residual está indicado por los elementos de sintaxis bsResidualCoding == 1 y bsResidualBands == 1 in Mps212Config(). En otras palabras, el uso de la codificación residual híbrida puede ser señalizado mediante un elemento de corriente de bits de la representación codificada. El cálculo de la mix-matriz M2 se lleva a cabo como si bsResidualCoding == 0, siguiéndose el cálculo en ISO/IEC 23003-3, subcláusula 7.11.2.3.

La matriz $R_2^{l,m}$ para la parte basada en el decorrelacionador se define como

$$R_2^{l,m} = \begin{bmatrix} H11_{OTT}^{l,m} & H12_{OTT}^{l,m} \\ H21_{OTT}^{l,m} & H22_{OTT}^{l,m} \end{bmatrix}$$

30 **[0115]** El proceso de la mezcla ascendente se divide en mezcla descendente, salida del decorrelacionador y residual. El Downmix u_{dmx} mezcla ascendente se calcula mediante el uso de:

$$R_{2, dmx}^{l,m} = \begin{bmatrix} H11_{OTT}^{l,m} & 0 \\ H21_{OTT}^{l,m} & 0 \end{bmatrix}$$

35 **[0116]** La salida del decorrelacionador de mezcla ascendente u_{dec} se calcula mediante el uso de

$$R_{2, dec}^{l,m} = \begin{bmatrix} 0 & H12_{OTT}^{l,m} \\ 0 & H22_{OTT}^{l,m} \end{bmatrix}$$

40 **[0117]** La señal residual de mezcla ascendente u_{res} se calcula mediante el uso de:

$$R_{2, res}^{l,m} = \begin{bmatrix} 0 & H12_{RES}^{l,m} \\ 0 & H22_{RES}^{l,m} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & \max\{0.5, H11_{OTT}^{l,m}\} \\ 0 & -\max\{0.5, H21_{OTT}^{l,m}\} \end{bmatrix}$$

[0118] Las energías de la señal residual de mezcla ascendente E_{res} y de la salida de mezcla ascendente del decorrelacionador E_{dec} se calculan por banda híbrida como suma sobre ambos canales de salida ch y la totalidad de los intervalos de tiempo t_s y de un marco, como:

$$E_{res} = \sum_{ch} \sum_k \|u_{res}(ch, ts)\|$$

$$E_{dec} = \sum_{ch} \sum_k \|u_{dec}(ch, ts)\|$$

[0119] La salida de mezcla ascendente del decorrelacionador se pondera mediante un factor de ponderación r_{dec} calculado para cada banda híbrida por banda como:

5

$$r = \begin{cases} 0 & \text{si } E_{res} > E_{dec} \\ 1 & \text{si } E_{res} < \varepsilon \\ \sqrt{\frac{|E_{dec} - E_{res} + \varepsilon|}{E_{dec} + \varepsilon}} & \text{si no} \end{cases}$$

siendo ε un número pequeño para impedir la división por cero (por ejemplo, $\varepsilon = 1e-9$, o $0 < \varepsilon \leq 1e-5$). Sin embargo, en algunas realizaciones, ε puede ajustarse en cero (para lo cual se reemplaza " $E_{res} < \varepsilon$ " por " $E_{res} = 0$ ").

10

[0120] La totalidad de las tres señales de mezcla ascendente son reañadidas para formar la señal de salida decodificada.

Conclusiones

15

[0121] Para concluir, las realizaciones según la invención crean una codificación combinada residual y paramétrica.

[0122] La presente invención crea un procedimiento para una combinación, dependiente de la señal, de codificación paramétrica y residual, para la codificación estéreo conjunta, que se basa en la herramienta de estéreo unificada USAC. En lugar de utilizar un ancho de banda residual fijo, la cantidad de residual transmitida se determina según la señal mediante un codificador, variante en tiempo y frecuencia. En el lado del decodificador, la cantidad requerida de decorrelación entre los canales de salida es generada mediante el mezclado de la salida de señal relacionada y decorrelacionador. Por lo tanto, un correspondiente sistema de codificación/decodificación de audio es capaz de mezclar entre codificación completamente paramétrica y codificación residual que preserva la forma de onda durante el tiempo de ejecución, según la señal codificada.

[0123] Las realizaciones según la invención tienen un rendimiento superior al de las soluciones convencionales. Por ejemplo, en el USAC, se utiliza un sistema de sonido envolvente de MPEG dos-uno-dos (2-1-2) para la codificación estéreo paramétrica, estéreo unificada, transmitiéndose una señal residual de banda limitada o de ancho de banda completa para la conservación parcial de la forma de onda. Si se transmite un residual de banda limitada, se aplica la mezcla ascendente paramétrica con el uso de decorrelacionadores arriba del ancho de banda residual. El inconveniente de este procedimiento es que el ancho de banda residual se ajusta en un valor fijado al inicializarse el codificador.

35

[0124] En cambio, las realizaciones según la invención permiten la adaptación, dependiente de la señal, del ancho de banda residual o la conmutación a una codificación paramétrica. Además, si el proceso de la mezcla descendente en el modo de codificación paramétrica produce cancelaciones de señales para relaciones de fase mal acondicionadas, las realizaciones según la invención permiten reconstruir las partes de señal que faltan (por ejemplo, por el hecho de proporcionar una señal residual adecuada). Cabe tener en cuenta que el procedimiento de la mezcla descendente simplificado produce menos cancelaciones de señal que la mezcla descendente de MPS clásico para la codificación paramétrica. Sin embargo, mientras que la mezcla descendente simplificada convencional no puede utilizarse para la preservación parcial de la forma de onda, ya que no se define una señal residual en el USAC, las realizaciones según la invención permiten reconstruir una forma de onda (por ejemplo, una reconstrucción selectiva parcial de la forma de onda para porciones de señal donde la reconstrucción parcial de la forma de onda parece ser importante).

[0125] Como conclusión final, las realizaciones según la invención crean un aparato, un procedimiento o un programa informático para la codificación o decodificación de audio como se describe en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un decodificador de audio multicanal (200; 300; 700; 800) para proporcionar al menos dos señales de audio de salida (212, 214; 312, 314; 712, 714) sobre la base de una representación codificada (210; 310; 710),
5 donde el decodificador de audio multicanal está configurado para realizar una combinación ponderada (220; 780, 790, 792) de una señal de mezcla descendente (222; 752, 754), una señal decorrelacionada (224; 756, 758) y una señal residual (226; 760, 762; res), para obtener una de las señales de audio de salida (212, 214; 712, 714),
10 donde el decodificador de audio multicanal está configurado para determinar una ponderación (232; r ; r_{dec}) que describe una contribución de la señal decorrelacionada en la combinación ponderada según la señal residual y la señal decorrelacionada;
donde la señal de mezcla descendente, la señal decorrelacionada y la señal residual derivan de de la representación codificada;
donde el decodificador de audio multicanal está configurado para determinar la ponderación (232; r ; r_{dec}) que
15 describe una contribución de la señal decorrelacionada en la combinación ponderada tal que la ponderación de la señal decorrelacionada disminuye con el aumento de la energía de la señal residual.
2. El decodificador de audio multicanal según la reivindicación 1, donde el decodificador de audio multicanal está configurado para obtener parámetros de mezcla ascendente ($u_{dmx,1}$, $u_{dmx,2}$, $u_{dec,1}$, $u_{dec,2}$, $u_{r,1}$, $u_{r,2}$) a partir
20 de la representación codificada, y para determinar la ponderación (232; r ; r_{dec}) que describe la contribución de la señal decorrelacionada en la combinación ponderada en función de los parámetros de mezcla ascendente.
3. El decodificador de audio multicanal según una de las reivindicaciones 1 a 2, donde el decodificador de audio multicanal está configurado para determinar la ponderación (232; r ; r_{dec}) que describe la contribución de la señal
25 decorrelacionada en la combinación ponderada de tal manera que una ponderación máxima, determinada por un parámetro de mezcla ascendente de señal decorrelacionada ($u_{dec,1}$, $u_{dec,2}$; $u_{dec}(hb,ts,ch)$; $u_{dec}(ch,ts)$), está asociada a la señal decorrelacionada si una energía de la señal residual es cero, y tal que se asocia una ponderación cero a la señal decorrelacionada si una energía de la señal residual ponderada con un coeficiente de ponderación de la señal residual ($u_{r,1}$, $u_{r,2}$; $u_{res}(hb,ts,ch)$; $u_{res}(ch,ts)$) es mayor o igual que una energía de la señal decorrelacionada, ponderada
30 con el parámetro de mezcla ascendente de la señal decorrelacionada.
4. El decodificador de audio multicanal según una de las reivindicaciones 1 a 3, donde el decodificador de audio multicanal está configurado para calcular un valor de energía ponderado ($E_{dec}(hb)$; E_{dec}) de la señal decorrelacionada, ponderado según uno o más parámetros de mezcla ascendente de la señal decorrelacionada, y
35 para calcular un valor de energía ponderado ($E_{res}(hb)$; E_{res}) de la señal residual, ponderado según uno o más parámetros de mezcla ascendente de la señal residual, para determinar un factor (r , r_{dec}) según el valor de energía ponderado de la señal decorrelacionada y del valor de energía ponderado de la señal residual, y para obtener la ponderación que describe el valor de energía ponderado de la señal residual, y para obtener la ponderación que describe la contribución de la señal decorrelacionada a una de las señales de audio de salida basándose en el factor
40 o para utilizar el factor como la ponderación que describe la contribución de la señal decorrelacionada a una de las señales de audio de salida.
5. El decodificador de audio multicanal según la reivindicación 4, donde el decodificador de audio multicanal está configurado para multiplicar el factor (r) por un parámetro de mezcla ascendente de la señal
45 decorrelacionada ($u_{dec,1}$, $u_{dec,2}$; $u_{dec}(hb,ts,ch)$; $u_{dec}(ch,ts)$), para obtener la ponderación que describe la contribución de la señal decorrelacionada a una de las señales de audio de salida.
6. El decodificador de audio multicanal según la reivindicación 4 o la reivindicación 5, donde el decodificador de audio multicanal está configurado para calcular la energía de la señal decorrelacionada, ponderada
50 mediante parámetros de mezcla ascendente de la señal decorrelacionada, sobre una pluralidad de canales de mezcla ascendente (ch) y ranuras de tiempo (ts), para obtener el valor de energía ponderado ($E_{dec}(hb)$; E_{dec}) de la señal decorrelacionada.
7. El decodificador de audio multicanal según una de las reivindicaciones 4 a 6, donde el decodificador de audio multicanal está configurado para calcular la energía de la señal residual, ponderada mediante parámetros de
55 mezcla ascendente de la señal residual, sobre una pluralidad de canales de mezcla ascendente (ch) y ranuras de tiempo (ts), para obtener el valor de energía ponderado ($E_{res}(hb)$; E_{res}) de la señal residual.
8. El decodificador de audio multicanal según una de las reivindicaciones 4 a 7, donde el decodificador de audio multicanal está configurado para calcular el factor (r ; r_{dec}) según una diferencia entre el valor de energía
60 ponderado ($E_{dec}(hb)$; E_{dec}) de la señal decorrelacionada y el valor de energía ponderado ($E_{res}(hb)$; E_{res}) de la señal residual.
9. El decodificador de audio multicanal según la reivindicación 8, donde el decodificador de audio
65 multicanal está configurado para calcular el factor (r ; r_{dec}) según una relación entre

- una diferencia entre el valor de energía ponderado de la señal decorrelacionada y el valor de energía ponderado de la señal residual, y
- el valor de energía ponderado de la señal decorrelacionada.

5

10. El decodificador de audio multicanal según una de las reivindicaciones 4 a 9, donde el decodificador de audio multicanal está configurado para determinar las ponderaciones que describen las contribuciones de la señal decorrelacionada a dos o más señales de audio de salida,

10 donde el decodificador de audio multicanal está configurado para determinar una contribución de la señal decorrelacionada a una primera señal de audio de salida sobre la base del valor de energía ponderado ($E_{dec}(hb)$; E_{dec}) de la señal decorrelacionada, y un parámetro de mezcla ascendente de la señal decorrelacionada del primer canal ($u_{dec,1}$), y

15 donde el decodificador de audio multicanal está configurado para determinar una contribución de la señal decorrelacionada a un segundo canal de audio de salida según el valor de energía ponderado ($E_{dec}(hb)$; E_{dec}) de la señal decorrelacionada y un parámetro de mezcla ascendente de la señal decorrelacionada del segundo canal ($u_{dec,2}$).

11. El decodificador de audio multicanal según una de las reivindicaciones 1 a 10, donde el decodificador de audio multicanal está configurado para deshabilitar una contribución de la señal decorrelacionada a la combinación ponderada si una energía residual ($E_{res}(hb)$; E_{res}) supera una energía del decorrelacionador ($E_{dec}(hb)$; E_{dec}).

12. El decodificador de audio multicanal según una de las reivindicaciones 1 a 11, donde el decodificador de audio multicanal está configurado para calcular dos señales de audio de salida ch_1 , ch_2 según

25

$$\begin{pmatrix} ch_1 \\ ch_2 \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} u_{dmx,1} & r \cdot u_{dec,1} & \max\{u_{dmx,1}, 0.5\} \\ u_{dmx,2} & r \cdot u_{dec,2} & -\max\{u_{dmx,2}, 0.5\} \end{bmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_{dmx} \\ x_{dec} \\ x_{res} \end{pmatrix}$$

donde ch_1 representa una o más muestras de dominio de tiempo o muestras de dominio de transformación de una primera señal de audio de salida,

30 donde ch_2 representa una o más muestras de dominio de tiempo o muestras de dominio de transformación de una segunda señal de audio de salida;

donde x_{dmx} representa una o más muestras de dominio de tiempo o muestras de dominio de transformación de una señal de mezcla descendente;

35 donde x_{dec} representa una o más muestras de dominio de tiempo o muestras de dominio de transformación de una señal decorrelacionada;

donde x_{res} representa una o más muestras de dominio de tiempo o muestras de dominio de transformación de una señal residual;

donde $u_{dmx,1}$ representa un parámetro de mezcla ascendente de señal de mezcla descendente para la primera señal de audio de salida;

40 donde $u_{dmx,2}$ representa un parámetro de mezcla ascendente de señal de mezcla descendente para la segunda señal de audio de salida;

donde $u_{dec,1}$ representa un parámetro de mezcla ascendente de señal decorrelacionada para la primera señal de audio de salida;

45 donde $u_{dec,2}$ representa un parámetro de mezcla ascendente de señal decorrelacionada para la segunda señal de audio de salida;

donde \max representa un operador máximo; y

donde r representa un factor que describe una ponderación de la señal decorrelacionada según la señal residual.

13 El decodificador de audio multicanal según la reivindicación 12, donde el decodificador de audio multicanal está configurado para calcular el factor r según

50

$$r = \sqrt{\left| \frac{E_{dec}(hb) - E_{res}(hb)}{E_{dec}(hb)} \right|}$$

o según

$$r = \begin{cases} 0 & \text{si } E_{res} > E_{dec} \\ 1 & \text{si } E_{res} < \varepsilon \\ \sqrt{\left| \frac{E_{dec} - E_{res} + \varepsilon}{E_{dec} + \varepsilon} \right|} & \text{si no} \end{cases}$$

5

donde $E_{dec}(hb)$ o E_{dec} representa un valor de energía ponderado de la señal decorrelacionada x_{dec} para una banda de frecuencia hb , y
donde $E_{res}(hb)$ o E_{res} representa un valor de energía ponderado de la señal residual x_{res} para una banda de frecuencia hb .

10

14 El decodificador de audio multicanal según la reivindicación 13, donde el decodificador de audio multicanal está configurado para calcular el valor de energía ponderado de la señal decorrelacionada según

$$E_{dec}(hb) = \sum_{ch} \sum_{ts} \|u_{dec}(hb, ts, ch) \cdot x_{dec}(hb, ts, ch)\|$$

15

donde u_{dec} designa un parámetro de mezcla ascendente de la señal decorrelacionada para una banda de frecuencia hb , para una ranura de tiempo ts y para un canal de mezcla ascendente ch ,
donde x_{dec} representa una muestra en el dominio del tiempo o en el dominio de la transformación de una señal decorrelacionada para una banda de frecuencia hb , para una ranura de tiempo ts y para un canal de mezcla ascendente ch ,

20

$$\sum_{ch}$$

donde \sum_{ch} designa una suma sobre los canales de mezcla ascendente ch , y

$$\sum_{ts}$$

donde \sum_{ts} designa una suma sobre ranuras de tiempo ts ,

$$\|\cdot\|$$

donde $\|\cdot\|$ designa un operador de norma,

donde el decodificador de audio multicanal está configurado para calcular el valor de energía ponderado de la señal residual según

25

$$E_{res}(hb) = \sum_{ch} \sum_{ts} \|u_{res}(hb, ts, ch) \cdot x_{res}(hb, ts, ch)\|$$

30

donde u_{res} designa un parámetro de mezcla ascendente de la señal residual para una banda de frecuencia hb , para una ranura de tiempo ts y para un canal de mezcla ascendente ch ,
donde x_{res} representa una muestra en el dominio del tiempo o en el dominio de la transformación de una señal decorrelacionada para una banda de frecuencia hb , para una ranura de tiempo ts y para un canal de mezcla ascendente ch .

15. El decodificador de audio según una de las reivindicaciones 1 a 14, donde el decodificador de audio está configurado para determinar la ponderación que describe una contribución de la señal decorrelacionada en la combinación ponderada para cada marco de las señales de audio de salida.

5 16. Un procedimiento (500) para proporcionar al menos dos señales de audio de salida sobre la base de una representación codificada, que comprende el procedimiento:

realizar (520) una combinación ponderada de una señal de mezcla descendente, una señal decorrelacionada y una señal residual, para obtener una de las señales de audio de salida,

10 donde se determina una ponderación que describe una contribución de la señal decorrelacionada en la combinación ponderada (510) según la señal residual y la señal decorrelacionada, donde la señal de mezcla descendente, la señal decorrelacionada y la señal residual se derivan de la representación codificada;

15 donde la ponderación (232; r ; r_{dec}) que describe la contribución de la señal decorrelacionada en la combinación ponderada se determina de manera que la ponderación de la señal decorrelacionada disminuye al aumentar la energía de la señal residual.

17. Un programa informático para llevar a cabo el procedimiento según la reivindicación 16 cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador.

20

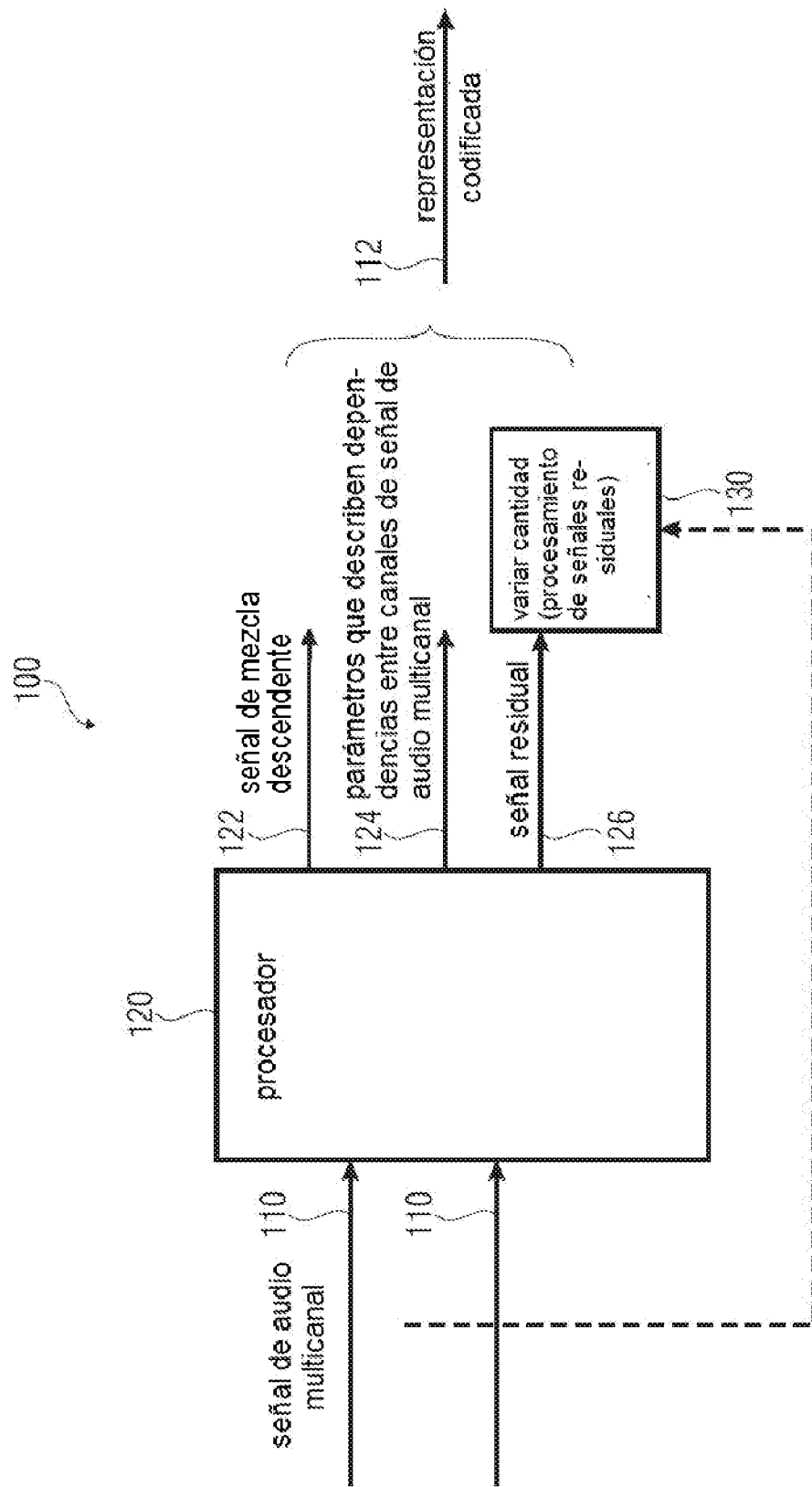


FIG 1

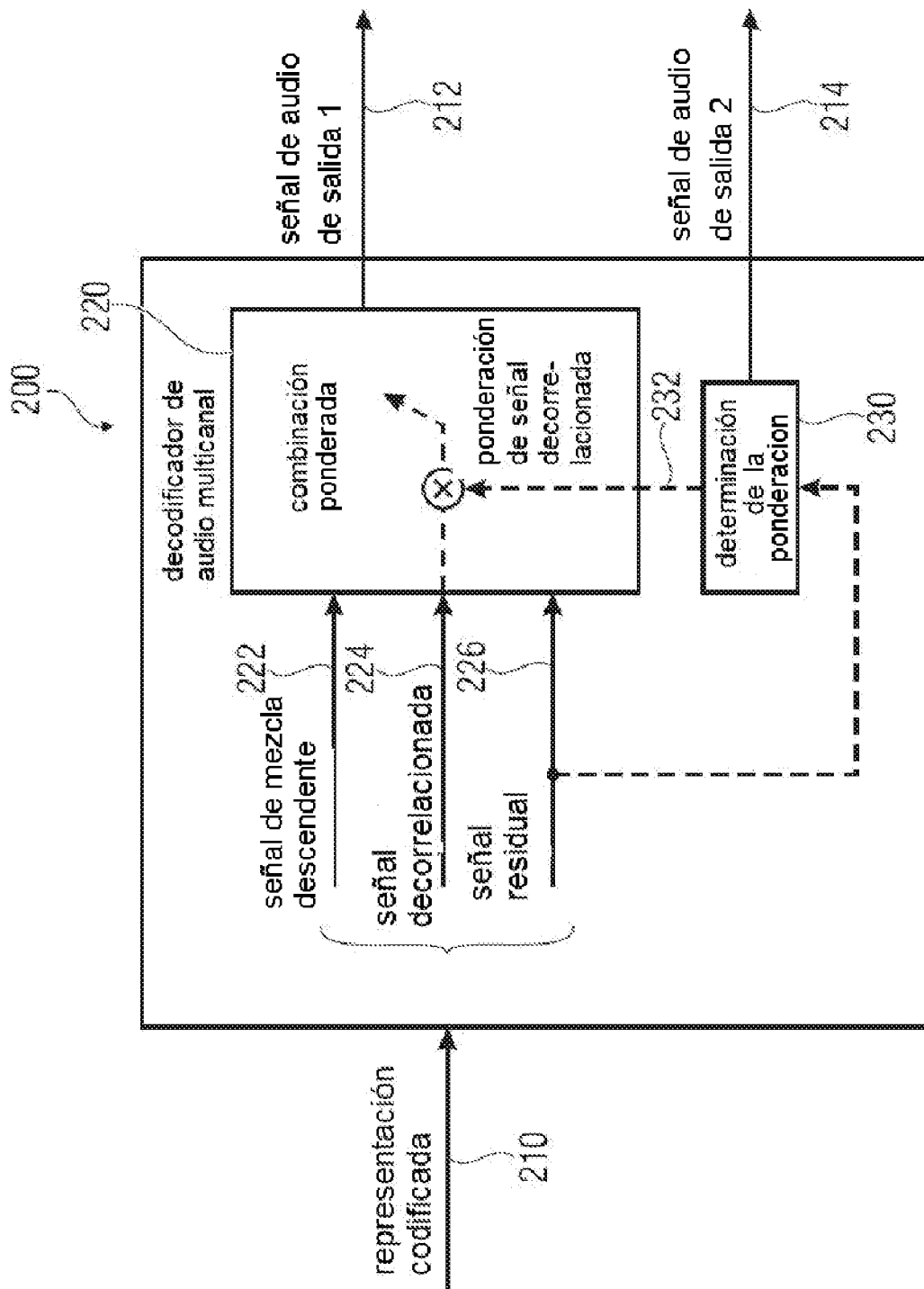


FIG 2

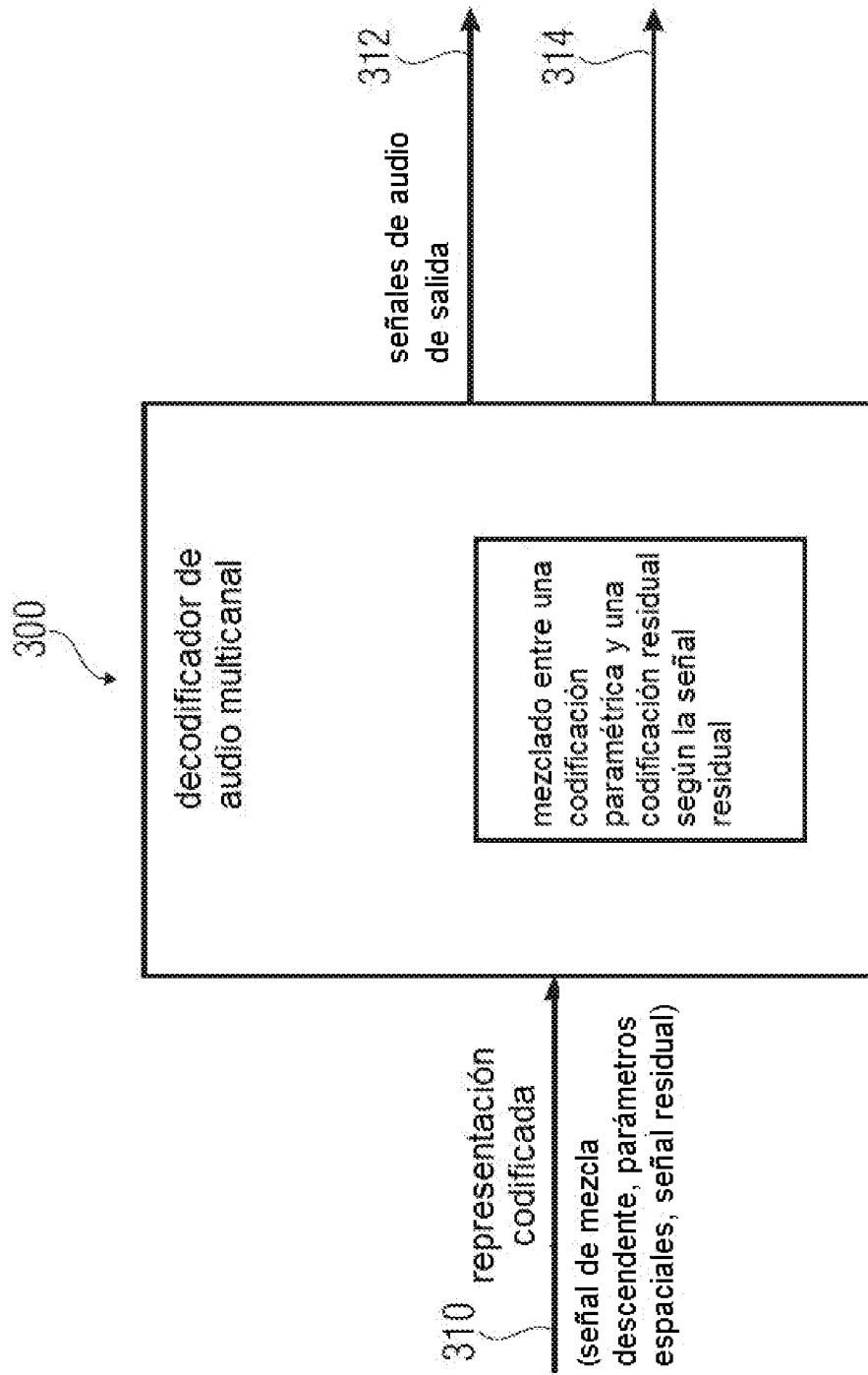


FIG 3

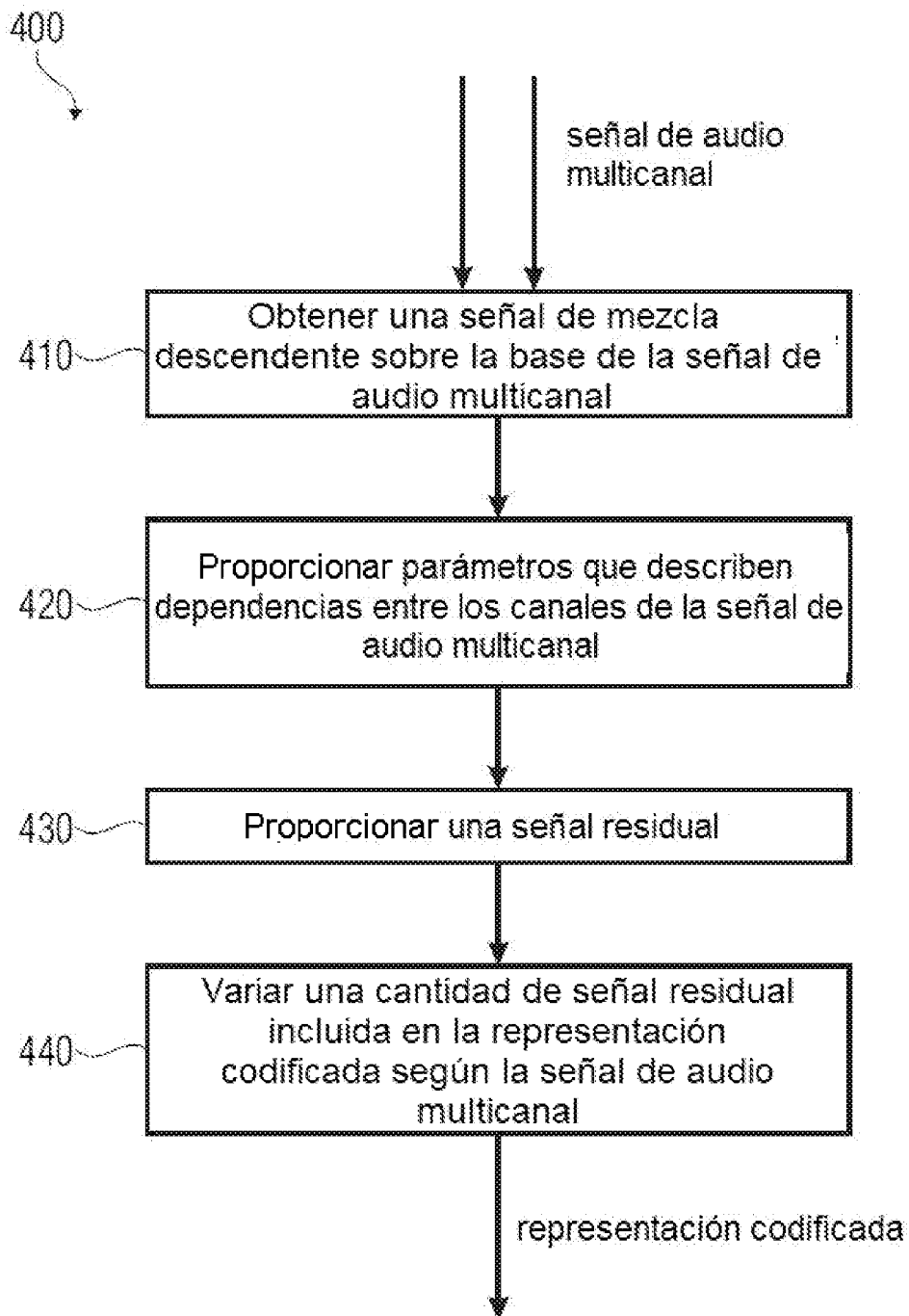


FIG 4

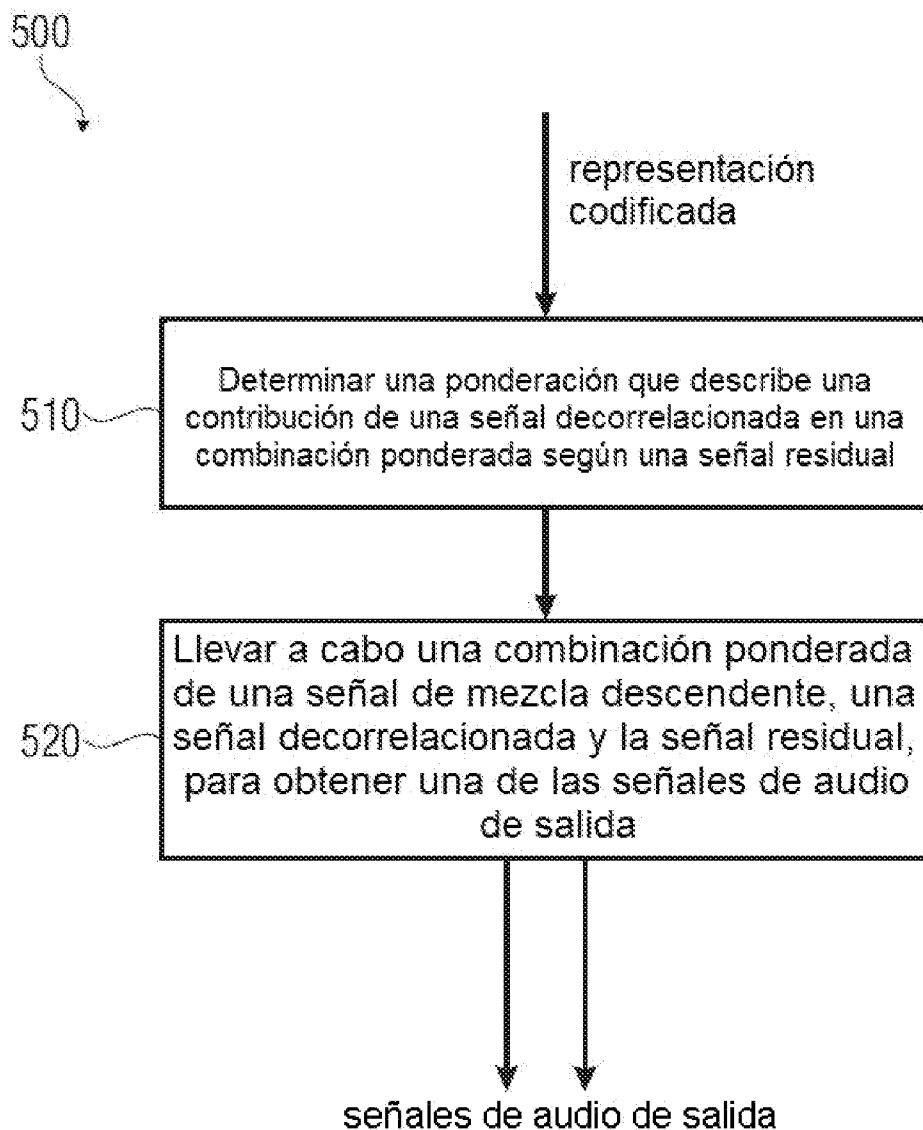


FIG 5

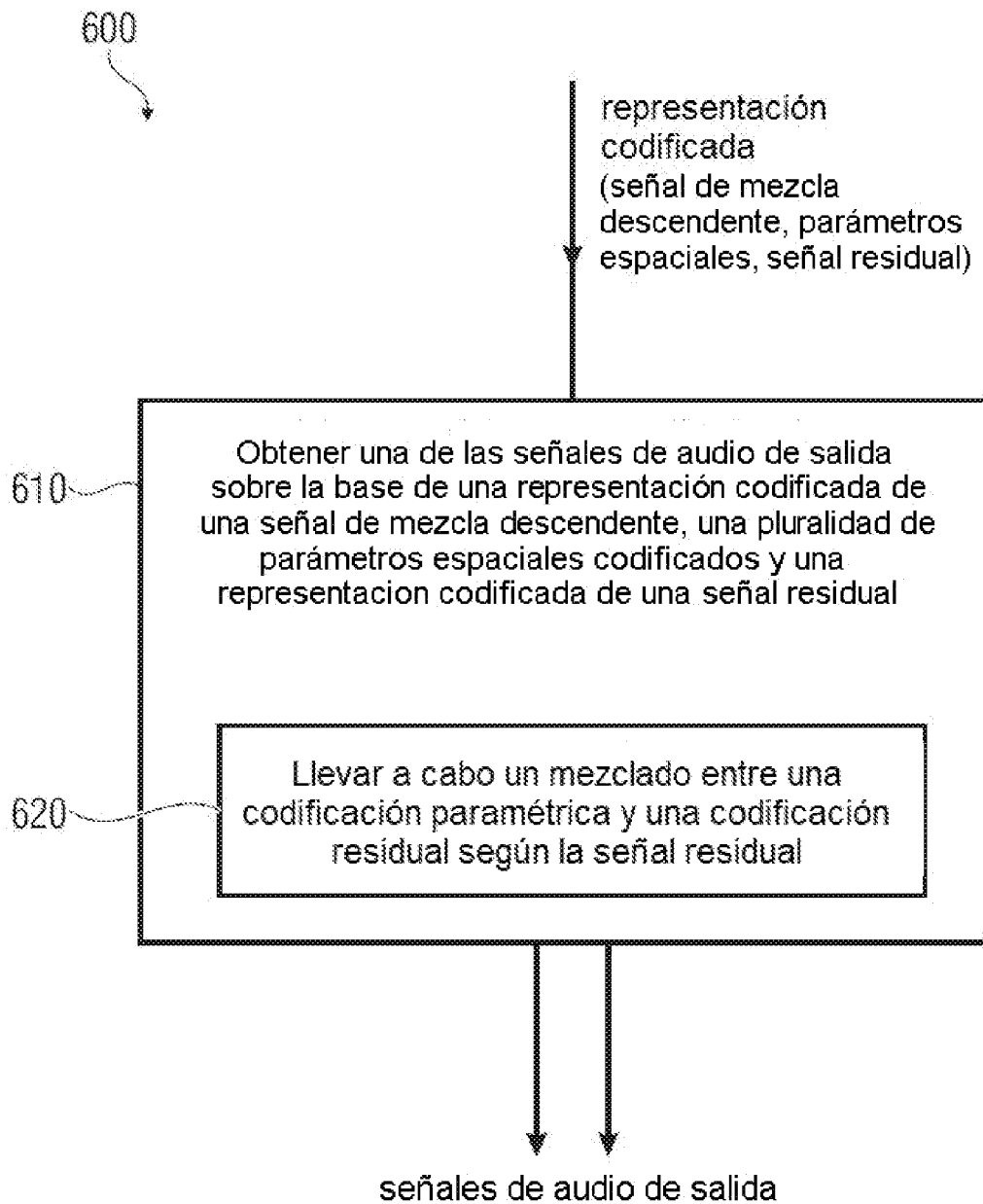


FIG 6

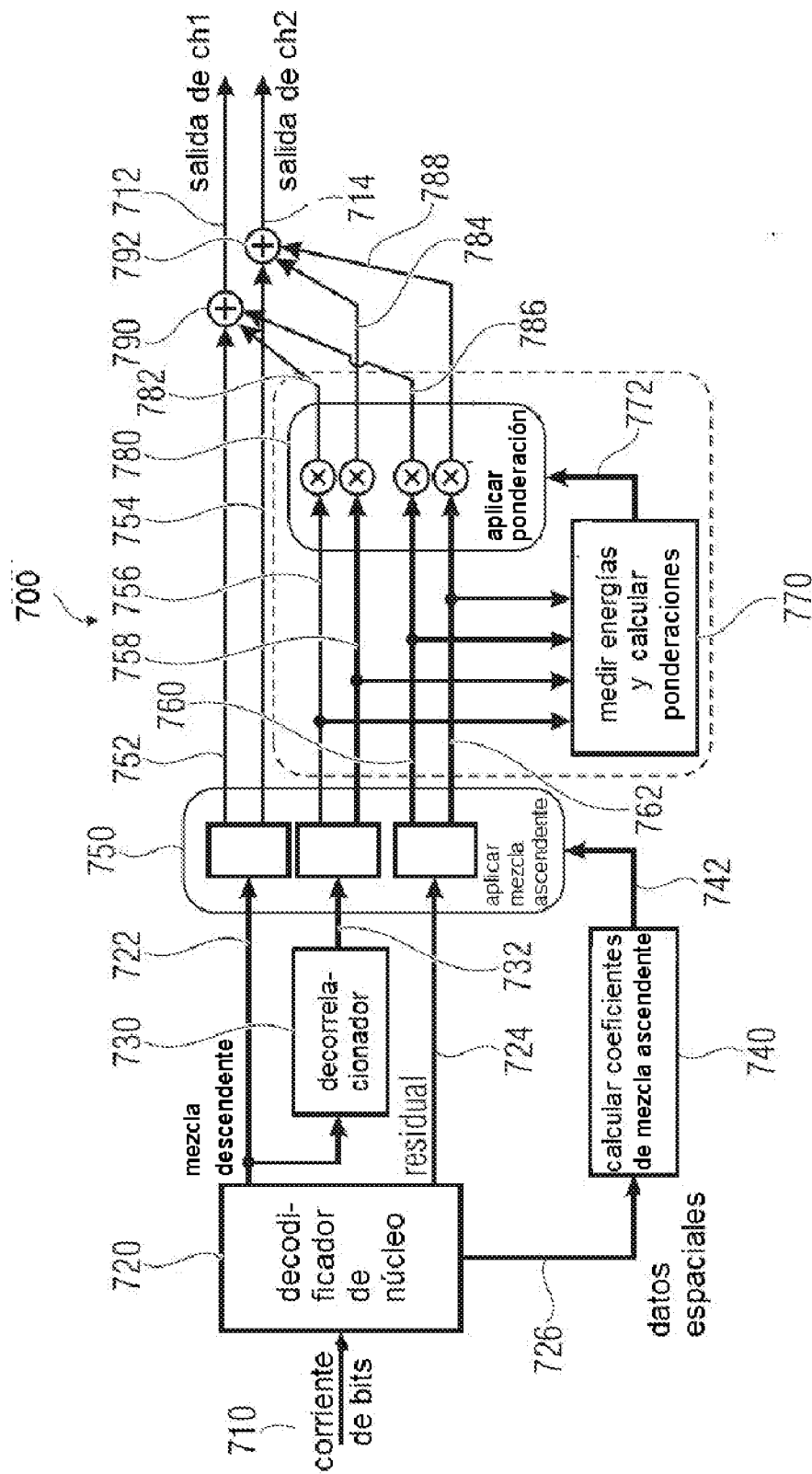
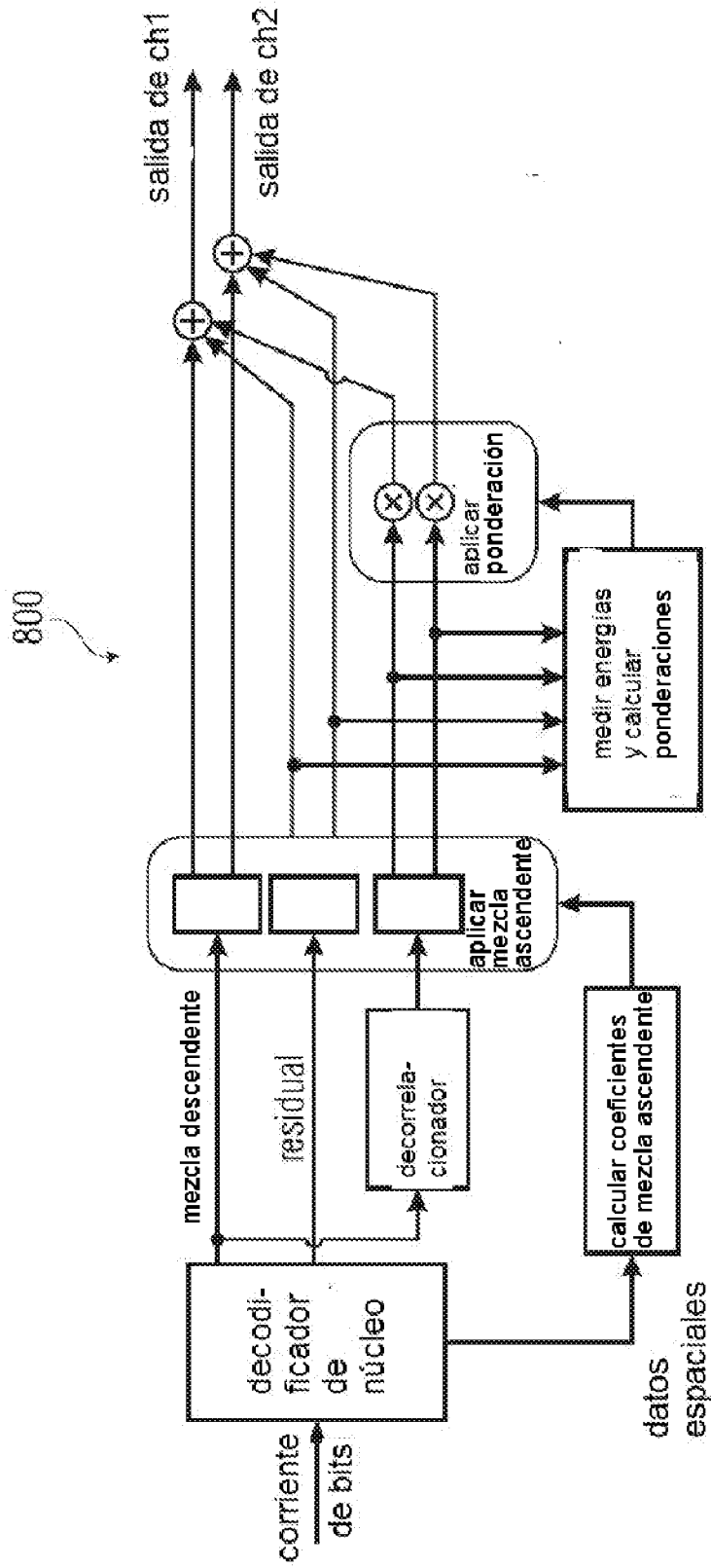


DIAGRAMA DE FLUJO DEL DECODIFICADOR

FIG 7



ESQUEMA DE DECODIFICADOR RESIDUAL HÍBRIDO

FIG 8