

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 655 046**

51 Int. Cl.:

G10L 19/008 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.10.2014 PCT/EP2014/071929**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.04.2015 WO15058991**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.10.2014 E 14783660 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.11.2017 EP 3061087**

54 Título: **Procedimiento para decodificar y codificar una matriz de mezcla descendente, procedimiento para presentar contenidos de audio, codificador y decodificador para una matriz de mezcla descendente, codificador de audio y decodificador de audio**

30 Prioridad:

22.10.2013 EP 13189770

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

16.02.2018

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. (100.0%)
Hansastraße 27c
80686 München, DE**

72 Inventor/es:

**GHIDO, FLORIN;
KUNTZ, ACHIM y
GRILL, BERNHARD**

74 Agente/Representante:

SALVA FERRER, Joan

ES 2 655 046 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

Procedimiento para decodificar y codificar una matriz de mezcla descendente, procedimiento para presentar contenidos de audio, codificador y decodificador para una matriz de mezcla descendente, codificador de audio y decodificador de audio

[0001] La presente invención se refiere al campo de la codificación/decodificación de audio, especialmente con la codificación de objetos de audio espacial, por ejemplo, con el campo de los sistemas de códec de audio 3D. Las realizaciones de la invención se relacionan con procedimientos para codificar y decodificar una matriz de mezcla descendente para mapear una pluralidad de canales de entrada de contenido de audio con una pluralidad de canales de salida, con un procedimiento para presentar contenidos de audio, con un codificador para codificar una matriz de mezcla descendente, con un decodificador para decodificar una matriz de mezcla descendente, con un codificador de audio y con un decodificador de audio.

[0002] Las herramientas de codificación de audio espacial son muy conocidas en la técnica y han sido normalizadas, por ejemplo, en la norma MPEG–contorno (“surround”). La codificación de audio espacial se inicia con una pluralidad de entradas originales, por ejemplo, cinco o siete canales de entrada, que se identifican por su ubicación en una configuración de reproducción, por ejemplo, como un canal izquierdo, un canal central, un canal derecho, un canal surround izquierdo, un canal surround derecho y un canal de intensificación de efectos de baja frecuencia. Un codificador de audio espacial puede derivar uno o más canales de mezcla descendente de los canales originales y, además, puede derivar datos paramétricos según indicios paramétricos relacionados con indicios espaciales tales como diferencias de nivel entre canales en los valores de coherencia de canales, diferencias de fase entre canales, diferencias de tiempo entre canales, etc. Dichos uno o más canales de mezcla descendente se transmiten junto con la información lateral paramétrica que indica los indicios espaciales a un decodificador de audio espacial para decodificar los canales de mezcla descendente y los datos paramétricos asociados a fin de obtener, en última instancia, canales de salida que son una versión aproximada de los canales de entrada originales. La ubicación de los canales en la configuración de salida puede ser fija, por ejemplo, un formato 5.1, un formato 7.1, etc.

[0003] Además, las herramientas de codificación de audio espacial son muy conocidas en la técnica y han sido normalizadas, por ejemplo, en la norma MPEG SAOC (SAOC = codificación de objetos de audio espacial). A diferencia de la codificación de audio espacial que parte de los canales originales, la codificación de objetos de audio espacial parte de objetos de audio que no están automáticamente destinados a una determinada configuración de renderización y reproducción. Por el contrario, la ubicación de los objetos de audio en la escena de reproducción es flexible y puede ser ajustada por un usuario, por ejemplo, introduciendo cierta información de renderización en un decodificador para codificación de objetos de audio espacial. Por otro lado, o además, se puede transmitir información de renderización en forma de información lateral adicional o metadatos; la información de renderización puede incluir información sobre en qué posición de la configuración de reproducción se deben colocar ciertos objetos de audio (por ejemplo, en función del tiempo). Para obtener una determinada compresión de audio, se codifica un número de objetos de audio utilizando un codificador SAOC que calcula, a partir de los objetos de entrada, uno o más canales de transporte mediante la mezcla descendente de los objetos de acuerdo con cierta información de mezcla descendente. Además, el codificador SAOC calcula información lateral paramétrica que representa indicios entre objetos tales como diferencias de nivel de los objetos (OLD), valores de coherencia de los objetos, etc. Como en SAC (SAC = Codificación de audio espacial), se calculan los datos paramétricos entre objetos con respecto a teselas individuales en tiempo/ frecuencia. Para una trama determinada (por ejemplo, 1.024 ó 2.048 muestras) de la señal de audio se toma en cuenta una pluralidad de bandas de frecuencia (por ejemplo 24, 32 ó 64 bandas) de manera que se suministren datos paramétricos por cada trama y cada banda de frecuencia. Por ejemplo, cuando una pieza de audio tiene 20 tramas y cuando cada trama está subdividida en 32 bandas de frecuencia, el número de teselas de tiempo /frecuencia es 640.

[0004] En los sistemas de audio 3D puede ser conveniente producir una impresión espacial de una señal de audio en un receptor empleando una configuración de altavoces o altavoces que esté disponible en el receptor que, no obstante, puede ser diferente de una configuración de altavoces original correspondiente a la señal de audio original. En tal situación, es necesario llevar a cabo una conversión, a la que se denomina “mezcla descendente” de acuerdo con la cual se mapean los canales de entrada, de conformidad con la configuración original de altavoces de la señal de audio, con los canales de salida definidos de acuerdo con la configuración de altavoces del receptor.

[0005] K. HAMASAKI ET AL, "A 22.2 Multichannel Sound System for Ultrahigh-definition TV (UHDTV)", SMPTE - MOTION IMAGING JOURNAL, White Plains, NY, EE.UU., (20080401), vol. 117, no. 3, ISSN 0036-1682,

PÁGINA 40 - 49, describe un sistema de sonido multicanal 22.2 para un sistema de TV (UHDTV) de definición ultra alta, que consta de tres capas de altavoces: una capa superior con nueve canales, una capa media con diez canales y una capa inferior con tres canales y dos canales para efectos de baja frecuencia (LFE). Se describen las ventajas del sonido multicanal 22.2 así como las producciones y grabaciones de sonido por el sistema de sonido multicanal 22.2.

[0006] El documento US 2010/083344 A1 describe un procedimiento y un sistema para la transcodificación de metadatos de ganancia de audio relacionada con el control de intervalo dinámico desde los primeros metadatos de ganancia de un primer esquema de codificación de audio a los segundos metadatos de ganancia de un segundo esquema de codificación de audio, en el que el primer y segundo esquemas de codificación de audio utilizan bloques de codificación y en el que cada bloque de codificación tiene al menos un valor de ganancia asociado. El procedimiento y el sistema seleccionan un valor de ganancia de los segundos metadatos de ganancia basados en los valores de ganancia de los primeros metadatos de ganancia de tal forma que dentro de un intervalo de tiempo alrededor de la instancia de tiempo asociada con el valor de ganancia de los segundos metadatos de ganancia, se seleccione el valor de ganancia mínimo de los primeros metadatos de ganancia.

[0007] Es un objetivo de la presente invención proporcionar una estrategia mejorada para suministrar a un receptor una matriz de mezcla descendente.

[0008] Este objetivo se logra mediante un procedimiento de la reivindicación 1, 15 y 24, mediante un codificador de la reivindicación 28, un decodificador de la reivindicación 29, un codificador de audio de la reivindicación 30 y un decodificador de audio de la reivindicación 31.

[0009] La presente invención se basa en el hallazgo de que se puede obtener una codificación de audio más eficaz de una matriz de mezcla descendente constante aprovechando las simetrías que se pueden encontrar en la configuración de los canales de entrada y la configuración de los canales de salida con respecto a la ubicación de los altavoces asociados a los respectivos canales. Los inventores de la presente invención han descubierto que el aprovechamiento de dicha simetría permite combinar los altavoces simétricamente dispuestos en una columna/fila común de la matriz de mezcla descendente, por ejemplo los altavoces que tienen, con respecto a la posición del oyente, una posición que presenta el mismo ángulo de elevación y el mismo valor absoluto del ángulo azimutal, aunque con diferentes signos. Esto da lugar a la generación de una matriz de mezcla descendente compacta con tamaño reducido que, por lo tanto, puede ser codificada con más eficacia en comparación con la matriz de mezcla descendente original.

[0010] De acuerdo con las realizaciones, no sólo se definen grupos de altavoces simétricos, sino que en realidad se generan tres clases de grupos de altavoces, es decir los altavoces simétricos antes mencionados, los altavoces centrales y los altavoces asimétricos, que a continuación pueden ser utilizados para generar la representación compacta. Esta estrategia es ventajosa, ya que permite que los altavoces de las respectivas clases sean tratados de manera diferente y, por lo tanto, con más eficacia.

[0011] De acuerdo con las realizaciones, la codificación de la matriz de mezcla compacta comprende la codificación de los valores de ganancia separada de la información sobre la matriz de mezcla compacta real. La información acerca de la matriz de mezcla compacta real es codificada mediante la generación de una matriz de significancia compacta, que indica, con respecto a las configuraciones compactas de canales de entrada/salida, la existencia de ganancias no cero fusionando cada uno de los pares de altavoces simétricos de entrada y salida para formar un grupo. Esta estrategia es ventajosa, ya que da lugar a una codificación eficaz de la matriz de significancia sobre la base de un esquema de longitud de ejecución.

[0012] De acuerdo con las realizaciones, se puede producir una matriz plantilla que es similar a la matriz de mezcla compacta por el hecho de que las entradas de los elementos de matriz de la matriz plantilla corresponden sustancialmente a las entradas de los elementos de matriz de la matriz de mezcla compacta. En general, dichas matrices plantilla se producen en el codificador y en el decodificador y sólo difieren de la matriz de mezcla compacta en un número reducido de elementos de matriz de tal manera que aplicando un XOR por elemento a la matriz de significancia compacta con dicha matriz plantilla se reduzca drásticamente el número de unos. Esta estrategia es ventajosa, ya que da lugar a un aumento aun mayor de la eficacia de codificación de la matriz de significancia, una vez más, utilizando, por ejemplo, un esquema de longitud de ejecución.

[0013] De conformidad con una realización adicional, la codificación se basa además en una indicación de si los altavoces normales se mezclan sólo con altavoces normales y los altavoces LFE se mezclan sólo con altavoces

LFE. Esto es ventajoso, ya que mejora aun más la codificación de la matriz de significancia.

- [0014]** De conformidad con una realización adicional, la matriz de significancia compacta o el resultado de la operación XOR antes mencionada se produce en forma de vector unidimensional al cual se aplica una codificación de longitud de ejecución para convertirla a sucesiones de ceros seguidas por un uno, lo que es ventajoso porque ofrece una posibilidad muy eficaz de codificar la información. Para obtener una codificación aun más eficaz, de conformidad con las realizaciones se aplica una codificación limitada de Golomb-Rice a los valores de longitud de ejecución.
- 10 **[0015]** De acuerdo con realizaciones adicionales, por cada grupo de altavoces de salida se indica si se aplican las propiedades de simetría y separabilidad en todos los grupos correspondientes de altavoces de entrada que los generan. Esto es ventajoso, ya que indica que en un grupo de altavoces que consiste, por ejemplo, en altavoces izquierdos y derechos, los altavoces izquierdos del grupo de canales de entrada sólo se mapean con los canales izquierdos del grupo de altavoces de salida correspondiente, los altavoces derechos del grupo de canales de entrada sólo se mapean con los altavoces derechos de grupo de canales de salida, y no hay mezcla alguna del canal izquierdo con el canal derecho. Esto permite reemplazar los cuatro valores de ganancia de la sub-matriz de 2x2 de la matriz de mezcla descendente original por un único valor de ganancia que se puede introducir en la matriz compacta o, en caso de que la matriz compacta sea una matriz de significancia, se pueden codificar por separado. En todo caso, el número total de valores de ganancia que se deben codificar se reduce. Por consiguiente, las propiedades señaladas de simetría y separabilidad son ventajosas, ya que permiten una codificación eficaz de las sub-matrices correspondientes a cada par de grupos de altavoces de entrada y salida.
- [0016]** De acuerdo con las realizaciones, para codificar los valores de ganancia se genera una lista de posibles ganancias en un orden específico utilizando una ganancia mínima y una ganancia máxima señaladas y también una precisión señalada. Los valores de ganancia se crean en un orden tal que las ganancias utilizadas comúnmente estén al comienzo de la lista o tabla. Esto es ventajoso, ya que da lugar a la codificación eficaz de los valores de ganancia mediante la aplicación a las ganancias empleadas con más frecuencia de las palabras código más cortas para codificarlas.
- 25 **[0017]** De acuerdo con una realización, los valores de ganancia generados se pueden presentar en una lista, donde cada entrada de la lista tiene un índice asociado a la misma. Al codificar los valores de ganancia, en lugar de codificar los valores reales, se codifican los índices de las ganancias. Esto se puede realizar, por ejemplo, aplicando una estrategia de codificación de Golomb-Rice limitada. Este tratamiento de los valores de ganancia es ventajoso, ya que permite su codificación de manera eficaz.
- 30 **[0018]** De acuerdo con las realizaciones, los parámetros de ecualización (EQ) se pueden transmitir junto con la matriz de mezcla descendente.
- 35 **[0019]** Se describen las realizaciones de la presente invención en conexión con los dibujos que la acompañan, en los que:
- Fig. 1 ilustra una vista general de un codificador de audio 3D de un sistema de audio 3D;
 Fig. 2 ilustra una vista general de un decodificador de audio 3D de un sistema de audio 3D;
 Fig. 3 ilustra una realización de un renderizador binaural que se puede implementar en el decodificador de audio 3D de la Fig. 2;
 Fig. 4 ilustra un ejemplo de matriz de mezcla descendente conocida en la técnica para mapear de una configuración de entrada 22.2 a una configuración de salida 5.1;
 Fig. 5 ilustra esquemáticamente una realización de la presente invención para convertir la matriz de mezcla descendente original de la Fig. 4 en una matriz de mezcla descendente compacta;
 Fig. 6 ilustra la matriz de mezcla descendente compacta de la Fig. 5 de acuerdo con una realización de la presente invención con las configuraciones de entrada y salida convertidas y donde las entradas de la matriz representan valores de significancia;
 Fig. 7 ilustra una realización adicional de la presente invención para codificar la estructura de la matriz de mezcla descendente compacta de la Fig. 5 mediante el uso de una matriz plantilla y
 Fig. 8A-8G ilustran sub-matrices posibles que se pueden derivar de la matriz de mezcla descendente expuesta en la Fig. 4, según diferentes combinaciones de altavoces de entrada y salida.
- 40 **[0020]** Se describen las realizaciones de la estrategia de la invención. La siguiente descripción se inicia con una vista general de un sistema de códec 3D en el cual se puede implementar la estrategia de la invención.

[0021] Las Figs. 1 y 2 ilustran los bloques algorítmicos de un sistema de audio 3D de acuerdo con las realizaciones. Más específicamente, la Fig. 1 ilustra una vista general de un codificador de audio 3D 100. El codificador de audio 100 recibe en un circuito de pre-renderización/mezcla 102, que se puede incluir opcionalmente, señales de entrada, más específicamente una pluralidad de canales de entrada que envían al codificador de audio 5 100 una pluralidad de señales de canales 104, una pluralidad de señales de objeto 106 y sus correspondientes metadatos de objeto 108. Las señales de objeto 106 procesadas por el pre-renderizador/mezclador 102 (véanse las señales 110) pueden ser enviadas a un codificador SAOC 112 (SAOC = Codificación de objetos de audio espacial). El codificador SAOC 112 genera los canales de transporte de SAOC 114 proporcionados a las entradas de un codificador USAC 116 (USAC = Codificación Unificada de Voz y Audio). Además, la SAOC-SI de señal 118 (SAOC-SI = información lateral de SAOC) también es enviada a las entradas del codificador USAC 116. El codificador USAC 10 116 recibe además señales de objeto 120 directamente del pre-renderizador/mezclador, así como las señales de canales y señales de objeto pre-renderizadas 122. La información de metadatos de objeto 108 se aplica a un codificador de OAM 124 (OAM = metadatos de objeto) que envía la información comprimida de metadatos de objeto 126 al codificador USAC. El codificador USAC 116, sobre la base de las señales de entrada antes mencionadas, 15 genera una señal de salida comprimida MP4, como se indica en 128.

[0022] La Fig. 2 ilustra una vista general de un decodificador de audio 3D 200 del sistema de audio 3D. La señal codificada 128 (MP4) generada por el codificador de audio 100 de la Fig. 1 es recibida en el decodificador de audio 200, más específicamente en un decodificador de USAC 202. El decodificador USAC 202 decodifica la señal 20 recibida 128 en las señales de canales 204, las señales de objeto pre-renderizadas 206, las señales de objeto 208, y las señales de canales de transporte de SAOC 210. Asimismo, la información comprimida de metadatos de objeto 212 y la SAOC-SI de señal 214 es emitida por el decodificador USAC. Las señales de objeto 208 son proporcionadas a un renderizador de objetos 216 que emite las señales de objeto renderizadas 218. Las señales de canales de transporte de SAOC 210 son suministradas al decodificador SAOC 220 que emite las señales de objeto 25 renderizadas 222. La meta información de objeto comprimida 212 es suministrada a un decodificador OAM 224 que envía las respectivas señales de control al renderizador de objetos 216 y al decodificador SAOC 220 para generar las señales de objeto renderizadas 218 y las señales de objeto renderizadas 222. El decodificador comprende además un mezclador 226 que recibe, como se ilustra en la Fig. 2, las señales de entrada 204, 206, 218 y 222 para emitir las señales de canales 228. Las señales de canales pueden ser enviadas directamente a un altavoz, por 30 ejemplo, un altavoz de 32 canales, como se indica en 230. Por otro lado, las señales 228 pueden ser enviadas a un circuito de conversión de formato 232 que recibe, como entrada de control, una señal de distribución de la reproducción que indica la forma en que las señales de canales 228 se deben convertir. En la realización expuesta en la Fig. 2, se asume que la conversión se debe realizar de tal manera que se puedan enviar las señales a un sistema de altavoces 5.1 como se indica en 234. Asimismo, las señales de canal 228 son enviadas a un 35 renderizador binaural 236 que genera dos señales de salida, por ejemplo para un auricular, como se indica en 238.

[0023] En una realización de la presente invención, el sistema de codificación/decodificación ilustrado en las Figs. 1 y 2 se basa en el códec MPEG-D USAC para la codificación de señales de canal y de objeto (véanse las señales 104 y 106). Para aumentar la eficacia en la codificación de una gran cantidad de objetos, se puede emplear 40 la tecnología MPEG SAOC. Tres tipos de renderizadores pueden ejecutar las tareas de renderización de objetos a canales, renderización de canales a auriculares o la renderización de canales a una configuración diferente de altavoces (véase la Fig. 2, números de referencia 230, 234 y 238). Cuando las señales de objeto son explícitamente transmitidas o codificadas paramétricamente usando SAOC, la correspondiente información de metadatos de objeto 108 es comprimida (véase la señal 126) y multiplexada en el flujo de bits de audio 3D 128.

[0024] A continuación se describen con más detalle los bloques algorítmicos correspondientes a la totalidad del sistema de audio 3D mostrado en las Figs. 1 y 2.

[0025] Se puede proporcionar opcionalmente el pre-renderizador/mezclador 102 para convertir un canal más 50 una escena de entrada de objeto en una escena de canal antes de la codificación. Funcionalmente, es idéntico al renderizador/mezclador de objetos que se describe más adelante en detalle. La pre-renderización de objetos puede ser ventajosa para garantizar una entropía de señal determinística a la entrada del codificador que es básicamente independiente del número de señales de objeto activas simultáneamente. Con la pre-renderización de objetos, no es necesaria la transmisión de metadatos de objeto. Se renderizan señales de objeto discretas a la distribución de 55 canales que el codificador está configurado para usar. Las ponderaciones de los objetos correspondientes a cada canal se obtienen de los metadatos de objeto (OAM) asociados.

[0026] El codificador USAC 116 es el códec de núcleo para las señales de altavoces-canales, señales de objeto discretas, señales de mezcla descendente de objetos y señales pre-renderizadas. Se basa en la tecnología

MPEG-D USAC. Se encarga de la codificación de las señales enumeradas generando información de mapeo de canales y objetos basada en la información geométrica y semántica de la asignación de canales de entrada y objetos. Esta información de mapeo describe cómo se mapean los canales de entrada y objetos con elementos de canales de USAC, como elementos de pares de canales (CPEs), elementos de canales individuales (SCEs), efectos de baja frecuencia (LFEs) y elementos de cuatro canales (QCEs) y CPEs, SCEs y LFEs, y la información correspondiente se transmite al decodificador. Todas las cargas útiles adicionales como los datos de SAOC 114, 118 o los metadatos de objeto 126 se toman en cuenta en el control de tasa del codificador. La codificación de objetos es posible de maneras diferentes, dependiendo de los requisitos de tasa/distorsión y los requisitos de interactividad impuestos al renderizador. De acuerdo con las realizaciones, son posibles las siguientes variantes de codificación de objetos:

- Objetos pre-renderizados: Las señales de objeto son pre-renderizadas y mezcladas con las señales de 22.2 canales antes de la codificación. La cadena de codificación subsiguiente ve 22.2 señales de canales.
- Formas de onda discretas de objetos: Los objetos son enviados al codificador en forma de formas de onda monofónicas. El codificador utiliza elementos de canal individual (SCEs) para transmitir los objetos además de las señales de canales. Los objetos decodificados son renderizados y mezclados del lado del receptor. Se transmite información comprimida de metadatos de objeto al receptor/renderizador.
- Formas de onda paramétricas de objetos: Las propiedades de los objetos y su relación mutua se describen por medio de parámetros de SAOC. La mezcla descendente de las señales de objeto se codifica con la USAC. La información paramétrica se transmite de forma paralela. Se elige el número de canales de mezcla descendente dependiendo del número de objetos y la tasa de datos en general. Se transmite información comprimida de metadatos de objeto al renderizador de SAOC.

[0027] El codificador SAOC 112 y el decodificador SAOC 220 para señales de objeto se pueden basar en la tecnología MPEG SAOC. El sistema tiene capacidad para recrear, modificar y renderizar un número de objetos de audio basándose en un número más pequeño de canales transmitidos y datos paramétricos adicionales, tales como OLDs, IOCs (Coherencia Entre Objetos), DMGs (Ganancias de Mezcla Descendente). Los datos paramétricos adicionales exhiben una tasa de datos significativamente más baja que la necesaria para transmitir individualmente todos los objetos, lo que aporta gran eficacia a la codificación. El codificador SAOC 112 toma como entrada las señales de objeto/ canales como formas de onda monofónicas y emite como salida información paramétrica (que está incluida en el flujo de bits de audio 3D 128) y los canales de transporte de SAOC (que se codifican utilizando elementos de canal único y se transmiten). El decodificador SAOC 220 reconstruye las señales de objeto/canales procedentes de los canales de transporte de SAOC decodificados 210 y la información paramétrica 214, y genera la escena de audio de salida sobre la base de la distribución de reproducción, la información de metadatos de objeto descomprimida y, opcionalmente, sobre la base de la información de interacción con el usuario.

[0028] El códec de metadatos de objeto (véase el codificador de OAM 124 y el decodificador de OAM 224) se incluye para que, por cada objeto, los metadatos asociados que especifican la posición geométrica y el volumen de los objetos en el espacio 3D sean codificados de manera eficaz mediante la cuantificación de las propiedades de los objetos en tiempo y espacio. Los metadatos de objeto comprimidos cOAM 126 se transmiten al receptor 200 en forma de información lateral.

[0029] El renderizador de objetos 216 utiliza los metadatos de objeto comprimidos para generar formas de onda de objetos según el formato de reproducción dado. Cada objeto es renderizado a un determinado canal de salida según sus metadatos. La salida de este bloque es el resultado de la suma de los resultados parciales. Si se decodifica tanto el contenido basado en los canales como los objetos discretos/ paramétricos, las formas de onda basadas en los canales y las formas de onda de objetos renderizados son mezcladas por el mezclador 226 antes de emitir las formas de onda obtenidas 228 o antes de alimentarlas a un módulo post-procesador como el módulo renderizador binaural 236 o el módulo renderizador de altavoces 232.

[0030] El módulo renderizador binaural 236 produce una mezcla descendente binaural del material de audio multicanal de tal manera que cada canal de entrada esté representado por una fuente de sonido virtual. El procesamiento se lleva a cabo trama por trama en el dominio de QMF (Banco de Filtros de Cuadratura en Espejo), y la binauralización se basa en respuestas a los impulsos binaurales del espacio medidas.

[0031] El renderizador de altavoces 232 realiza la conversión entre la configuración de canales transmitida 228 y el formato de reproducción deseado. También se le puede denominar "conversor de formato". El conversor de formato realiza las conversiones a números menores de canales de salida, es decir que crea mezclas descendentes.

[0032] La Fig. 3 ilustra una realización del renderizador binaural 236 de la Fig. 2. El módulo de renderizador binaural puede producir una matriz de mezcla descendente binaural del material de audio multicanal. La binauralización se puede basar en una respuesta impulsiva binaural de un espacio medida. La respuesta impulsiva del espacio se puede considerar una "huella digital" de las propiedades acústicas de un espacio real. La respuesta impulsiva del espacio se mide y guarda y con esta "huella digital" se pueden incluir señales acústicas arbitrarias, lo que produce en el oyente una simulación de las propiedades acústicas del espacio asociado a la respuesta impulsiva del espacio. El renderizador binaural 236 puede ser programado o configurado para renderizar los canales de salida en dos canales binaurales utilizando funciones de transferencia relacionados con la cabeza o Respuestas Impulsivas Binaurales de un Espacio (BRIR). Por ejemplo, en el caso de los dispositivos móviles es conveniente la renderización binaural para los auriculares o altavoces conectados a esos dispositivos móviles. En esos dispositivos móviles, puede ser necesario limitar la complejidad del decodificador y el renderizador. Además de omitir la descorrelación en dichos escenarios de procesamiento, puede ser preferible ejecutar en primer lugar una mezcla descendente utilizando un mezclador descendente 250 para obtener una señal de mezcla descendente intermedia 252, es decir, para obtener un número menor de canales de salida, que da origen a un número más bajo de canales de entrada para el conversor binaural real 254. Por ejemplo, un material de 22.2 canales puede ser sometido a mezcla descendente por el mezclador descendente 250 para obtener una mezcla descendente 5.1 intermedia o, por otro lado, la matriz de mezcla descendente intermedia puede ser calculada directamente por el decodificador SAOC 220 de la Fig. 2 en un tipo de modo de "atajo". A continuación, la renderización binaural sólo tiene que aplicar diez HRTFs (Funciones de Transferencia Relacionadas con la Cabeza) o funciones BRIR para renderizar los cinco canales individuales en diferentes posiciones a diferencia de la aplicación de 44 HRTF o funciones BRIR si se renderizaran directamente los 22.2 canales de entrada. Las operaciones de convolución necesarias para la renderización binaural requieren una gran potencia de procesamiento y, por lo tanto, la reducción de esta potencia de procesamiento con la obtención, de todas maneras, de una calidad de audio aceptable, es de particular utilidad para los dispositivos móviles. El renderizador binaural 236 produce una matriz de mezcla descendente binaural 238 del material de audio multicanal 228, de tal manera que cada canal de entrada (excluyendo los canales LFE) esté representado por una fuente de sonido virtual. El procesamiento se puede llevar a cabo trama por trama en el dominio QMF. La binauralización se basa en respuestas a los impulsos binaurales del espacio medidas, y el sonido directo y las reflexiones tempranas pueden ser impresos en el material de audio mediante una estrategia convolucional en un pseudo dominio FFT utilizando una convolución rápida además del dominio QMF, en tanto que la reverberación tardía puede ser procesada por separado.

[0033] Los formatos de audio multicanal están presentes en la actualidad en una gran variedad de configuraciones, se utilizan en un sistema de audio 3D como el descrito anteriormente de forma detallada, por ejemplo, para aportar información de audio proporcionada en DVDs y discos Blue-ray. Un problema importante consiste en dar lugar a la transmisión en tiempo real de audio multicanal y a la vez mantener la compatibilidad con las configuraciones físicas existentes de altavoces del cliente. Una solución consiste en codificar el contenido de audio en el formato original empleado, por ejemplo, en producción, que por lo general tiene un gran número de canales de salida. Además, se produce información lateral de mezcla descendente para generar otros formatos que tienen menos canales independientes. Suponiendo, por ejemplo, que hay un número N de canales de entrada y un número M de canales de salida, el procedimiento de mezcla descendente efectuado en el receptor puede ser especificado por una matriz de mezcla descendente de un tamaño $N \times M$. Este procedimiento específico, como se puede llevar a cabo en el mezclador descendente del conversor de formato o renderizador anteriormente descrito, representa una mezcla descendente pasiva, lo que significa que no se aplica procesamiento alguno de la señal adaptativa dependiente del contenido de audio real a las señales de entrada o a las señales de salida sometidas a mezcla descendente.

[0034] Una matriz de mezcla descendente trata de equipararse no sólo con la mezcla física de la información de audio, sino que también puede transferir las intenciones artísticas del productor que puede utilizar sus conocimientos acerca del contenido actual que se transmite. Por lo tanto, hay varias maneras de generar matrices de mezcla descendente, por ejemplo manualmente utilizando el conocimiento acústico genérico acerca de la función y la posición de los altavoces de entrada y salida, manualmente utilizando el conocimiento del contenido real y la intención artística, y de forma automática, por ejemplo empleando una herramienta de software que calcula una aproximación utilizando los altavoces de salida dados.

[0035] Hay un número de estrategias conocidas en la técnica para producir dichas matrices de mezcla descendente. Sin embargo, los esquemas existentes realizan muchos supuestos y la pre-programación de una parte importante de la estructura y el contenido de la matriz de mezcla descendente en sí. En la referencia de la técnica anterior [1] se describe el uso de procedimientos de mezcla descendente específicos que están establecidos explícitamente para la mezcla descendente de la configuración de 5.1 canales (véase la referencia de la técnica

anterior [2]) a la configuración de 2.0 canales, de las variantes 6.1 ó 7.1 Anterior o Anterior de Altura o Posterior Surround a las configuraciones de 5.1 ó 2.0 canales. La desventaja de estas estrategias conocidas es que los esquemas de mezcla descendente sólo tienen un grado limitado de libertad en el sentido de que algunos de los canales de entrada se mezclan con ponderaciones predefinidas (por ejemplo, en el caso del mapeo de la configuración de 7.1 Posterior Surround a la 5.1, los canales de entrada L, R y C se mapean directamente con los canales de salida correspondientes) y se comparte un número reducido de valores de ganancia en el caso de algunos de los otros canales de entrada (por ejemplo, en caso de mapear la configuración 7.1 Anteriores a la 5.1, los canales de entrada L, R, Lc y Rc se mezclan con los canales de salida L y R utilizando sólo un valor de ganancia). Además, las ganancias sólo tienen un alcance y precisión limitados, por ejemplo de 0dB a -9dB con un total de ocho niveles. La descripción explícita de los procedimientos de mezcla descendente por cada par de configuraciones de entrada y salida es laboriosa y conlleva agregados a las normas existentes, a expensas de un cumplimiento aplazado. Otra propuesta es la descrita en la referencia de la técnica anterior [5]. Esta estrategia utiliza matrices de mezcla descendente explícitas, lo que representa una mejora de la flexibilidad; sin embargo, una vez más el esquema limita el alcance y la precisión de 0dB a -9dB con un total de 16 niveles. Además, cada ganancia es codificada con una precisión fija de 4 bits.

[0036] Por consiguiente, en vista de la técnica anterior conocida, se necesita una estrategia mejorada para la codificación eficaz de matrices de mezcla descendente, que incluya los aspectos de elegir un dominio de representación y un esquema de cuantificación adecuados, pero también una codificación sin pérdidas de los valores cuantificados.

[0037] De acuerdo con las realizaciones, se obtiene una flexibilidad sin restricciones para el tratamiento de matrices de mezcla descendente permitiendo la codificación de matrices de mezcla descendente arbitrarias, donde el alcance y la precisión sean estipulados por el productor según sus necesidades. Además, las realizaciones de la invención dan lugar a una codificación sin pérdidas muy eficaz por lo que las matrices típicas utilizan una pequeña cantidad de bits, y desviándose de las matrices típicas sólo se reduce gradualmente la eficacia. Esto significa que cuanto más similar sea una matriz a una matriz típica, más eficaz será la codificación descrita de acuerdo con las realizaciones de la presente invención.

[0038] De acuerdo con las realizaciones, el productor puede especificar que la precisión necesaria sea de 1 dB, 0,5 dB o 0,25 dB, para usar en la cuantificación uniforme. Cabe señalar que, de conformidad con otras realizaciones, también se pueden elegir otros valores de precisión. Por el contrario, los esquemas existentes sólo admiten una precisión de 1,5 dB o 0,5 dB para valores de alrededor de 0 dB, utilizándose una precisión más baja para los otros valores. El uso de una cuantificación más gruesa para algunos valores afecta a las tolerancias de los peores casos y dificulta más la interpretación de las matrices decodificadas. En las técnicas existentes, se utiliza una precisión más baja para algunos valores, lo que constituye un simple medio para reducir el número de bits necesario utilizando la codificación uniforme. Sin embargo, se pueden obtener prácticamente los mismos resultados sin sacrificar la precisión mediante el uso de un esquema de codificación mejorado que se pasa a describir en más detalle a continuación.

[0039] De acuerdo con las realizaciones, los valores de las ganancias pueden ser estipulados entre un valor máximo, por ejemplo +22dB y un valor mínimo, por ejemplo -47dB. Estos también pueden incluir el valor menos infinito. El intervalo de valores efectivo utilizado en la matriz está indicado en el flujo de bits como ganancia máxima y ganancia mínima, por lo que no se desperdician bits en valores que no se utilizan en realidad, sin limitar la flexibilidad necesaria.

[0040] De acuerdo con las realizaciones, se asume que está disponible una lista de canales de entrada del contenido de audio para la cual se ha de producir la matriz de mezcla descendente, así como una lista de canales de salida indicativa de la configuración de los canales de salida. Estas listas proporcionan información geométrica acerca de cada altavoz de la configuración de entrada y de la configuración de salida, como por ejemplo el ángulo azimutal y el ángulo de elevación. Opcionalmente, también se pueden proporcionar los nombres convencionales de los altavoces.

[0041] La Fig. 4 muestra un ejemplo de matriz de mezcla descendente del tipo conocido en la técnica para mapear de una configuración de entrada 22.2 a una configuración de salida 5.1. En la columna de la derecha 300 de la matriz, los respectivos canales de entrada de conformidad con la configuración 22.2 están indicados por los nombres de los altavoces asociados a los canales respectivos. La fila inferior 302 incluye los respectivos canales de salida de la configuración de los canales de salida, la configuración 5.1. Una vez más, los canales respectivos están indicados por los nombres de altavoces asociados. La matriz incluye una pluralidad de elementos de matriz 304,

cada uno de los cuales tiene un valor de ganancia, al que se hace referencia como ganancia de mezcla. La ganancia de mezcla indica de qué manera se ajusta el nivel de un determinado canal de entrada, por ejemplo uno de los canales de entrada 300, cuando contribuye a un respectivo canal de salida 302. Por ejemplo, el elemento de la matriz de la parte superior izquierda ilustra un valor de "1", que significa que el canal central C de la configuración de los canales de entrada 300 se equipara por completo al canal central C de la configuración de los canales de salida 302. Del mismo modo, los respectivos canales izquierdo y derecho de las dos configuraciones (canales L/R) se mapean por completo, es decir que los canales izquierdos/derechos de la configuración de entrada contribuyen completamente a los canales izquierdos/derechos de la configuración de salida. Otros canales, por ejemplo los canales Lc y Rc de la configuración de entrada, se mapean con un nivel reducido de 0,7 con los canales izquierdos y derechos de la configuración de salida 302. Como se puede apreciar en la Fig. 4, también hay un número de elementos de matriz que no tienen una entrada, lo que significa que los canales respectivos asociados al elemento de la matriz no se mapean entre sí, o significa que un canal de entrada vinculado a un canal de salida por medio de un elemento de la matriz que no tiene entradas no contribuye al respectivo canal de salida. Por ejemplo, no se mapean ninguno de los canales izquierdo/derecho de entrada con los canales de salida Ls/Rs, es decir que los canales de entrada izquierdo/derecho no contribuyen a los canales de salida Ls/Rs. En lugar de producir vacíos en la matriz, también se podría indicar una ganancia cero.

[0042] A continuación se describen varias técnicas que se aplican de acuerdo con las realizaciones de la presente invención para obtener una codificación sin pérdidas eficaz de la matriz de mezcla descendente. En las siguientes realizaciones, se hace referencia a una codificación de la matriz de mezcla descendente ilustrada en la Fig. 4; sin embargo resulta fácilmente obvio que los detalles específicos descritos en lo sucesivo se aplican a cualquier otra matriz de mezcla descendente que se pueda producir. De acuerdo con las realizaciones se presenta una estrategia para decodificar una matriz de mezcla descendente, donde la matriz de mezcla descendente se codifica aprovechando la simetría de los pares de altavoces de la pluralidad de canales de entrada y la simetría de los pares de altavoces de la pluralidad de canales de salida. La matriz de mezcla descendente se decodifica después de su transmisión a un decodificador, por ejemplo, en un decodificador de audio que recibe un flujo de bits que incluye el contenido de audio codificado y también información o datos codificados que representan la matriz de mezcla descendente, lo que permite construir en el decodificador una matriz de mezcla descendente que corresponde a la matriz de mezcla descendente original. La decodificación de la matriz de mezcla descendente comprende la recepción de información codificada que representa la matriz de mezcla descendente y la decodificación de la información codificada para obtener la matriz de mezcla descendente. De conformidad con otras realizaciones, se proporciona una estrategia para codificar la matriz de mezcla descendente que comprende aprovechar la simetría de los pares de altavoces de la pluralidad de canales de entrada y la simetría de los pares de altavoces de la pluralidad de canales de salida.

[0043] En la siguiente descripción de las realizaciones de la invención, se describen algunos aspectos en el contexto de la codificación de la matriz de mezcla descendente; sin embargo, para el lector capacitado, es evidente que estos aspectos también representan una descripción de la correspondiente estrategia para decodificar la matriz de mezcla descendente. De manera análoga, los aspectos descritos en el contexto de la decodificación de la matriz de mezcla descendente también representan una descripción de una estrategia correspondiente para la codificación de la matriz de mezcla descendente.

[0044] De acuerdo con las realizaciones, la primera etapa consiste en aprovechar el significativo número de entradas cero de la matriz. En la etapa siguiente, de acuerdo con las realizaciones, se aprovechan las regularidades de nivel globales, y también las finas, que por lo general están presentes en una matriz de mezcla descendente. Una tercera etapa es aprovechar la distribución típica de los valores de ganancia no cero.

[0045] De acuerdo con una primera realización, la estrategia de la invención parte de una matriz de mezcla descendente, que puede ser proporcionada por un productor del contenido de audio. En la siguiente descripción, para simplificar, se asume que la matriz de mezcla descendente considerada es la ilustrada en la Fig. 4. De acuerdo con la estrategia de la invención, la matriz de mezcla descendente de la Fig. 4 se convierte para producir una matriz de mezcla compacta que puede ser codificada con más eficacia que la matriz original.

[0046] La Fig. 5 representa esquemáticamente la etapa de conversión que se acaba de mencionar. En la parte superior de la Fig. 5, se ilustra la matriz de mezcla descendente original 306 de la Fig. 4 que se convierte, de una manera que se describe más adelante de forma más detallada, en una matriz de mezcla compacta 308 expuesta en la parte inferior de la Fig. 5. De acuerdo con la estrategia de la invención, se utiliza el concepto de "pares de altavoces simétricos", que significa que un altavoz está en el semiplano izquierdo, mientras que el otro está en el semiplano derecho, con respecto a la posición de un oyente. Esta configuración de pares simétricos

corresponde a los dos altavoces con el mismo ángulo de elevación, que a la vez tienen un valor absoluto igual correspondiente al ángulo azimutal aunque con diferentes signos.

[0047] De acuerdo con las realizaciones, se definen diferentes clases de grupos de altavoces, principalmente los altavoces simétricos S, altavoces centrales C, y altavoces asimétricos A. Los altavoces centrales son los altavoces cuyas posiciones no cambian al cambiar el signo del ángulo azimutal de la posición de los altavoces. Los altavoces asimétricos son los altavoces que carecen del otro altavoz o altavoz simétrico correspondiente en una configuración dada o, en algunas configuraciones poco frecuentes, el altavoz del otro lado puede tener un ángulo de elevación o ángulo azimutal diferente por lo que, en este caso, hay dos altavoces asimétricos independientes en lugar de un par simétrico. En la matriz de mezcla descendente 306 mostrada en la Fig. 5, la configuración de los canales de entrada 300 incluye nueve pares de altavoces simétricos S1 a S9 que están indicados en la parte superior de la Fig. 5. Por ejemplo, el par de altavoces simétricos S1 incluye los altavoces Lc y Rc de la configuración de canales de entrada 22.2 300. Además, los altavoces LFE de la configuración de entrada 22.2 son altavoces simétricos, ya que tienen, con respecto a la posición del oyente, el mismo ángulo de elevación y el mismo ángulo azimutal absoluto con diferentes signos. La configuración de canales de entrada 22.2 300 incluye además seis canales centrales C1 a C6, es decir los altavoces C, Cs, Cv, Ts, Cvr y Cb. No hay ningún canal asimétrico presente en la configuración de los canales de entrada. La configuración de los canales de salida 302, aparte de la configuración de los canales de entrada, sólo incluye dos pares de altavoces simétricos S10 y S11 y un altavoz central C7 y un altavoz asimétrico A1.

[0048] De acuerdo con la realización descrita, la matriz de mezcla descendente 306 se convierte en una representación compacta 308 mediante el agrupamiento de los altavoces de entrada y salida que forman pares de altavoces simétricos. El agrupamiento de los respectivos altavoces produce una configuración de entrada compacta 310 que incluye los mismos altavoces centrales C1 a C6 que la configuración de entrada original 300. Sin embargo, en comparación con la configuración de entrada original 300 los altavoces simétricos S1 a S9 se agrupan entre sí, respectivamente, de tal manera que ahora los pares respectivos ocupen una única fila, como se indica en la parte inferior de la Fig. 5. De manera similar, también la configuración de canales de salida original 302 se convierte en una configuración compacta de canales de salida 312 que también incluye los altavoces central y no simétricos originales, es decir el canal central C7 y el altavoz asimétrico A1. Sin embargo, se combinaron los respectivos pares de altavoces S10 y S11 en una única columna. De esa manera, como se puede apreciar en la Fig. 5, la dimensión de la matriz de mezcla descendente original 306, que fuera de 24 x 6, se redujo a una dimensión de la matriz de mezcla compacta 308 de 15 x 4.

[0049] En la realización descrita con respecto a la Fig. 5 se puede apreciar que, en la matriz de mezcla descendente original 306, las ganancias de mezcla asociadas a los respectivos pares de altavoces simétricos S1 a S11, que indican la fuerza con que un canal de entrada contribuye a un canal de salida, se disponen de forma simétrica para los correspondientes pares de altavoces simétricos del canal de entrada y del canal de salida. Por ejemplo, al observar el par S1 y S10, los respectivos canales izquierdo y derecho se combinan mediante la ganancia 0,7, mientras que las combinaciones de canales izquierdo/derecho se combinan con la ganancia 0. Por consiguiente, al agrupar los canales respectivos entre sí de la manera expuesta en la matriz de mezcla compacta 308, los elementos de la matriz de mezcla compacta 314 pueden incluir las respectivas ganancias de mezcla también descrita con respecto a la matriz original 306. Por consiguiente, de acuerdo con la realización descrita anteriormente, se reduce el tamaño de la matriz de mezcla descendente original mediante el agrupamiento de pares de altavoces simétricos entre sí de manera que la representación "compacta" 308 puede ser codificada de manera más eficaz que la matriz de mezcla descendente original.

[0050] En lo que respecta a Fig. 6, se describe ahora una realización adicional de la presente invención. La Fig. 6 muestra, una vez más, la matriz de mezcla compacta 308 con la configuración de canales de entrada y salida convertida 310, 312 ya ilustrada y descrita con respecto a la Fig. 5. En la realización de la Fig. 6, las entradas de matriz 314 de la matriz de mezcla compacta, a diferencia de lo que ocurre en la Fig. 5, no representan valores de ganancia sino los denominados "valores de significancia". Un valor de significancia indica si en los respectivos elementos de matriz 314 alguna de las ganancias asociadas a los mismos es cero o no. Esos elementos de matriz 314 que muestran el valor "1" indican que el respectivo elemento tiene un valor de ganancia asociado al mismo, mientras que los elementos de matriz vacíos indican que no hay ganancia o tienen un valor de ganancia de cero asociado a este elemento. De acuerdo con esta realización, el reemplazo de los valores de ganancia reales por los valores de significancia permite una codificación más eficaz de la matriz de mezcla compacta en comparación con la Fig. 5, ya que la representación 308 de la Fig. 6 puede ser simplemente codificada empleando, por ejemplo, un bit por entrada, lo que indica un valor de 1 o un valor de 0 correspondiente a los respectivos valores de significancia. Además, aparte de codificar los valores de significancia, también resulta necesario codificar los respectivos valores

de ganancia asociados a los elementos de matriz de tal manera que al decodificar la información recibida se pueda reconstruir la matriz de mezcla descendente completa.

[0051] De acuerdo con otra realización, la representación de la matriz de mezcla descendente en su forma compacta como se muestra en la Fig. 6 puede ser codificada utilizando un esquema de longitud de ejecución. En ese esquema de longitud de ejecución, los elementos de la matriz 314 se transforman en un vector unidimensional mediante la concatenación de las filas que comienzan con la fila 1 y terminan con la fila 15. Este vector unidimensional se convierte a continuación en una lista que contiene las longitudes de ejecución, por ejemplo el número de ceros consecutivos que termina en 1. En la realización de la Fig. 6, esto da la siguiente lista:

10

1000 1100 0100 0110 0010 0010 0001 1000 0100 0110 1010 0010 0010 1000 0100 (1)
 0 30 3 30 3 3 4 0 4 30 1 1 3 3 1 4 2

en la que (1) representa una terminación virtual en caso de que el vector de bits termine con un 0. La longitud de ejecución anteriormente mostrada puede ser codificada utilizando un esquema de codificación apropiado tal como una codificación limitada de Golomb-Rice, que asigna un código prefijo de longitud variable a cada número, por lo que la longitud de bits total se reduce al mínimo. La técnica de codificación de Golomb-Rice se utiliza para codificar un entero no negativo $n \geq 0$, usando un parámetro entero no negativo $p \geq 0$, a saber: en primer lugar se codifica el

número $h = \left\lfloor \frac{n}{2^p} \right\rfloor$ utilizando un código unario, donde al único bit (1) h le sigue un bit final de cero, a continuación se codifica el número $l = n - h \cdot 2^p$ de manera uniforme utilizando p bits.

[0052] La codificación limitada de Golomb-Rice es una variante trivial utilizada cuando se sabe de antemano

que $n < N$. No incluye el bit cero terminal cuando se codifica el máximo valor posible de h , que es $h_{max} = \left\lfloor \frac{N-1}{2^p} \right\rfloor$. Más exactamente, para codificar $h = h_{max}$ sólo se utiliza un (1) bit h sin el bit terminal cero, que no es necesario puesto que el decodificador puede detectar implícitamente esta condición.

[0053] Como se ha mencionado anteriormente, las ganancias asociadas al respectivo elemento 314 deben ser codificadas y transmitidas también, y a continuación se describen en detalle las realizaciones correspondientes. Antes de describir detalladamente la codificación de las ganancias, se describen ahora otras realizaciones para codificar la estructura de la matriz de mezcla compacta mostrada en la Fig. 6.

[0054] La Fig. 7 describe una realización adicional para codificar la estructura de la matriz de mezcla compacta haciendo uso del hecho de que las matrices compactas típicas tienen alguna estructura significativa de manera que sean, en general, similares a una matriz plantilla que está disponible tanto en un codificador de audio como en un decodificador de audio. La Fig. 7 muestra la matriz de mezcla compacta 308 que tiene los valores de significancia expuestos también en la Fig. 6. Además, la Fig. 7 muestra un ejemplo de una matriz plantilla posible 316 que tiene la misma configuración de canales de entrada y salida 310', 312'. La matriz plantilla, como la matriz de mezcla compacta, incluye valores de significancia en los respectivos elementos de matriz plantilla 314'. Los valores de significancia se distribuyen entre los elementos 314' básicamente de la misma manera que en la matriz de mezcla compacta, excepto que la matriz plantilla que, como se ha mencionado anteriormente, sólo es "similar" a la matriz de mezcla compacta, difiere en algunos de los elementos 314'. La matriz plantilla 316 difiere de la matriz de mezcla compacta 308 en que en la matriz de mezcla compacta 308 los elementos de matriz 318 y 320 no incluyen valores de ganancia, mientras que la matriz plantilla 316 incluye, en los correspondientes elementos de matriz 318' y 320', el valor de significancia. Por consiguiente, la matriz plantilla 316, con respecto a las entradas resaltadas 318' y 320' difiere de la matriz compacta en que debe ser codificada. Para realizar una codificación aun más eficaz de la matriz de mezcla compacta, en comparación con la Fig. 6, los correspondientes elementos de matriz 314, 314' de las dos matrices 308, 316 se combinan lógicamente para obtener, de manera similar a la descrita con respecto a la Fig. 6, un vector unidimensional que puede ser codificado de manera similar a la descrita anteriormente. Cada uno de los elementos de matriz 314, 314' puede ser sometido a una operación de XOR, más específicamente se aplica una operación lógica XOR por elemento a la matriz compacta utilizando la plantilla compacta, lo que da un vector unidimensional que se convierte en una lista que contiene las siguientes longitudes de ejecución:

50

0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0100 0000 0000 0100 0000 0000 0000 (1)
 29 11 18

5 **[0055]** Ahora se puede codificar esta lista, por ejemplo, utilizando también la codificación limitada de Golomb-Rice. En comparación con la realización descrita con respecto a la Fig. 6, se puede ver que se puede codificar esta lista de manera aun más eficaz. En el mejor de los casos, cuando la matriz compacta es idéntica a la matriz plantilla, la totalidad del vector consiste sólo en ceros y sólo se debe codificar un número de longitudes de ejecución.

10 **[0056]** En lo que respecta al uso de una matriz plantilla, como se describiera con respecto a la Fig. 7, cabe señalar que tanto el codificador como el decodificador tienen que tener una serie predeterminada de dichas plantillas compactas, lo que se determina de forma individual mediante una serie de altavoces de entrada y salida, a diferencia de una configuración de entrada o salida que está determinada por la lista de altavoces. Esto significa que el orden de los altavoces de entrada y salida no es relevante para determinar la matriz plantilla, sino que puede ser permutado antes de usarse para equipararse al orden de una matriz compacta dada.

15 **[0057]** En lo sucesivo, como ya se ha mencionado anteriormente, se pasa a describir realizaciones con respecto a la codificación de las ganancias de mezcla proporcionadas en la matriz de mezcla descendente original que ya no están presentes en la matriz de mezcla compacta y que también deben ser codificadas y transmitidas.

20 **[0058]** La Fig. 8 describe una realización para codificar las ganancias de mezcla. Esta realización hace uso de las propiedades de las sub-matrices que corresponden a dichas una o más entradas no cero de la matriz de mezcla descendente original, de acuerdo con diferentes combinaciones de grupos de altavoces de entrada y salida, es decir los grupos S (simétricos, L y R), C (central) y A (asimétricos). La Fig. 8 describe sub-matrices posibles que se pueden derivar de la matriz de mezcla descendente mostrada en la Fig. 4, de acuerdo con diferentes combinaciones de altavoces de entrada y salida, a saber, los altavoces simétricos L y R, los canales centrales C y
 25 los altavoces asimétricos A. En la Fig. 8, las letras a, b, c y d representan valores de ganancia arbitrarios.

[0059] La Fig. 8A ilustra cuatro sub-matrices posibles que se pueden derivar de la matriz de la Fig. 4. La primera es la sub-matriz que define el mapeo de dos canales centrales, por ejemplo los altavoces C en la configuración de entrada 300 y el altavoz C en la configuración de salida 302, y el valor de ganancia "a" es el valor
 30 de ganancia indicado en el elemento de la matriz [1,1] (elemento de superior izquierdo de la Fig. 4). La segunda sub-matriz de la Fig. 8A representa, por ejemplo, el mapeo de dos canales de entrada simétricos, por ejemplo los canales de entrada Lc y Rc, con un altavoz central, tal como el altavoz C, en la configuración de los canales de salida. Los valores de ganancia "a" y "b" son los valores de ganancia indicados en los elementos de matriz [1,2] y [1,3]. La tercera sub-matriz de la Fig. 8A se refiere al mapeo de un altavoz central C, tal como el altavoz Cvr de la configuración de entrada 300 de la Fig. 4, con dos canales simétricos tales como los canales Ls y Rs, de la configuración de salida 302. Los valores de ganancia "a" y "b" son los valores de ganancia indicados en los elementos de matriz [4,21] y [5,21]. La cuarta sub-matriz de la Fig. 8A representa un caso en que se mapean dos canales simétricos, por ejemplo los canales L, R de la configuración de entrada 300 se mapean con los canales L, R de la configuración de salida 302. Los valores de ganancia "a" a "d" son los valores de ganancia indicados en los
 40 elementos de matriz [2,4], [2,5], [3,4] y [3,5].

[0060] La Fig. 8B ilustra las sub-matrices cuando se mapean altavoces asimétricos. La primera representación es una sub-matriz que se obtiene al mapear dos altavoces asimétricos (no se presentan ejemplos correspondientes a dicha sub-matriz en la Fig. 4). La segunda sub-matriz de la Fig. 8B se refiere al mapeo de dos
 45 canales de entrada simétricos con un canal de salida asimétrico que, en la realización de la Fig. 4 es, por ejemplo, el mapeo de los dos canales de entrada simétricos LFE y LFE2 con el canal de salida LFE. Los valores de ganancia "a" y "b" son los valores de ganancia indicados en los elementos de matriz [6,11] y [6,12]. La terceras sub-matrices de la Fig. 8B representa el caso en que se corresponde un altavoz asimétrico de entrada con un par de altavoces de salida simétrico. En el caso del ejemplo no hay ningún altavoz de entrada asimétrico.

50 **[0061]** La Fig. 8C ilustra dos sub-matrices para el mapeo de los canales centrales con altavoces asimétricos. La primera sub-matriz mapea un altavoz central de entrada a un altavoz asimétrico de salida (no se presentan ejemplos correspondientes a dicha sub-matriz en la Fig. 4), y la segunda sub-matriz mapea un altavoz de entrada asimétrico con un altavoz central de salida.

55 **[0062]** De acuerdo con esta realización, por cada grupo de altavoces de salida, se verifica si la columna

correspondiente satisface todas las entradas correspondientes a las propiedades de simetría y separabilidad y esta información se transmite en forma de información lateral utilizando dos bits.

[0063] Se pasa a describir la propiedad de simetría con respecto a las Figs. 8D y 8E y se refiere a que un grupo S, que comprende los altavoces L y R, se mezcla con la misma ganancia con o desde un altavoz central o un altavoz asimétrico, o que el grupo S se mezcla igualmente con o desde otro grupo S. Las dos posibilidades que se acaban de mencionar de mezclar un grupo S están reflejadas en la Fig. 8D, y las dos sub-matrices corresponden a la tercera y cuarta sub-matrices anteriormente descritas con respecto a la Fig. 8A. La aplicación de la propiedad de simetría anteriormente mencionada, o sea que la mezcla utiliza la misma ganancia, produce la primera sub-matriz mostrada en la Fig. 8E en la cual se mapea un altavoz central de entrada C con el grupo de altavoces simétrico S mediante el uso del mismo valor de ganancia (véase, por ejemplo, el mapeo del altavoz de entrada Cvr con los altavoces de salida Ls y Rs de la Fig. 4). Esto se aplica asimismo a la inversa, por ejemplo si se considera el mapeo de los altavoces de entrada Lc, Rc con el altavoz central C de los canales de salida; en este caso se encuentra la misma propiedad de simetría. La propiedad de simetría lleva también a la segunda sub-matriz mostrada en la Fig. 8E de acuerdo con la cual la mezcla entre altavoces simétricos es igual, lo que significa que el mapeo de los altavoces izquierdos y el mapeo de los altavoces derechos utiliza el mismo factor de ganancia y el mapeo el altavoz izquierdo con el altavoz derecho y el altavoz derecho con el altavoz izquierdo también se realiza utilizando el mismo valor de ganancia. Esto está ilustrado en la Fig. 4, por ejemplo con respecto al mapeo de los canales de entrada L, R con los canales de salida L, R, donde el valor de ganancia "a" = 1 y el valor de ganancia "b" = 0.

[0064] La propiedad de separabilidad significa que un grupo simétrico se mezcla con o desde otro grupo simétrico manteniendo todas las señales del lado izquierdo a la izquierda y todas las señales del lado derecho a la derecha. Esto se aplica a la sub-matriz mostrada en la Fig. 8F que corresponde a la cuarta sub-matriz anteriormente descrita con respecto a la Fig. 8A. La aplicación de la mencionada propiedad de separabilidad lleva a la sub-matriz expuesta en la Fig. 8G de acuerdo con la cual el canal izquierdo de entrada sólo se mapea con el canal izquierdo de salida y el canal derecho de entrada sólo se mapea con el canal derecho de salida y no hay mapeo "inter canales" debido a los factores de ganancia cero.

[0065] El uso de las dos propiedades anteriormente mencionadas, que se encuentran en la mayoría de las matrices de mezcla descendente conocidas, permite reducir aun más significativamente el número real de ganancias que se deben codificar y también elimina directamente la codificación necesaria para un gran número de ganancias cero en caso de satisfacer la propiedad de separabilidad. Por ejemplo, al considerar la matriz compacta de la Fig. 6 que incluye los valores de significancia y al aplicar las propiedades antes mencionadas a la matriz de mezcla descendente original, se puede ver que es suficiente con definir un único valor de ganancia correspondiente a los respectivos valores de significancia, por ejemplo de la manera mostrada en la Fig. 5 en la parte inferior ya que, debido a las propiedades de separabilidad y simetría, se sabe de qué manera se deben distribuir los respectivos valores de ganancia asociados a los respectivos valores de significancia en la matriz de mezcla descendente original tras la decodificación. De esa manera, al aplicar la realización descrita anteriormente de la Fig. 8 con respecto a la matriz mostrada en la Fig. 6, sólo se necesita incluir 19 valores de ganancia que se deben codificar y transmitir junto con los valores de significancia codificados para dar lugar a que el decodificador reconstruya la matriz de mezcla descendente original.

[0066] A continuación se describe una realización para la generación dinámica de una tabla de ganancias que se puede utilizar para que, por ejemplo, un productor del contenido de audio pueda definir los valores de ganancia originales en la matriz de mezcla descendente original. De acuerdo con esta realización, se genera dinámicamente una tabla de ganancias entre un valor de ganancia mínima (minGain) y un valor de ganancia máxima (maxGain) utilizando una precisión estipulada. De preferencia, la tabla se crea de tal manera que los valores utilizados con más frecuencia y también los valores más "redondos" estén dispuestos más cerca del comienzo de la tabla o lista que los demás valores, o sea los valores que no se utilizan tan frecuentemente o los valores no tan redondos. De acuerdo con una realización, se puede generar la lista de valores posibles utilizando maxGain, minGain y el nivel de precisión de la siguiente manera:

- sumar enteros múltiplos de 3 dB, descendiendo de 0 dB a minGain;
- sumar enteros múltiplos de 3 dB, ascendiendo de 3 dB a maxGain;
- sumar el resto de los enteros múltiplos de 1 dB, descendiendo de 0 dB a minGain;
- sumar el resto de los enteros múltiplos de 1 dB, ascendiendo de 1 dB a maxGain;
- detenerse aquí si el nivel de precisión es 1 dB;
- sumar el resto de los enteros múltiplos de 0,5 dB, descendiendo de 0 dB a minGain;
- sumar el resto de los enteros múltiplos de 0,5 dB, ascendiendo de 0,5 dB a maxGain;

detenerse aquí si el nivel de precisión es 0,5 dB;

- sumar el resto de los enteros múltiplos de 0,25 dB, descendiendo de 0 dB a minGain y

sumar el resto de los enteros múltiplos de 0,25 dB, ascendiendo de 0,25 dB a maxGain.

- 5 **[0067]** Por ejemplo, cuando maxGain es 2 dB y minGain es -6 dB y la precisión es 0,5 dB, se genera la siguiente lista:

0, -3, -6, -1, -2, -4, -5, 1, 2, -0,5, -1,5, -2,5, -3,5, -4,5, -5,5, 0,5, 1,5.

- 10 **[0068]** En lo que respecta a la realización anterior, cabe señalar que la invención no se limita a los valores anteriormente indicados; por el contrario, en lugar de utilizar enteros múltiplos de 3dB y a partir de 0dB, se pueden seleccionar otros valores y también se pueden seleccionar otros valores del nivel de precisión, dependiendo de las circunstancias.

- 15 **[0069]** En general, la lista de valores de ganancia se puede generar de la siguiente manera:

- sumar enteros múltiplos de un primer valor de ganancia, entre la ganancia mínima, inclusive, y un valor de ganancia inicial, inclusive, en orden decreciente;

- 20 - sumar el resto de los enteros múltiplos del primer valor de ganancia, entre el valor de ganancia inicial, inclusive, y la ganancia máxima, inclusive, en orden creciente;

- sumar el resto de los enteros múltiplos de un primer nivel de precisión, entre la ganancia mínima, inclusive, y el valor de ganancia inicial, inclusive, en orden decreciente;

- sumar el resto de los enteros múltiplos del primer nivel de precisión, entre el valor de ganancia inicial, inclusive, y la ganancia máxima, inclusive, en orden creciente;

- 25 - detenerse aquí si el nivel de precisión es el primer nivel de precisión;

- sumar el resto de los enteros múltiplos de un segundo nivel de precisión, entre la ganancia mínima, inclusive, y el valor de ganancia inicial, inclusive, en orden decreciente;

- sumar el resto de los enteros múltiplos del segundo nivel de precisión, entre el valor de ganancia inicial, inclusive, y la ganancia máxima, inclusive, en orden creciente;

- 30 - detenerse aquí si el nivel de precisión es el segundo nivel de precisión;

- sumar el resto de los enteros múltiplos de un tercer nivel de precisión, entre la ganancia mínima, inclusive, y el valor de ganancia inicial, inclusive, en orden decreciente y

- sumar el resto de los enteros múltiplos del tercer nivel de precisión, entre el valor de ganancia inicial, inclusive, y la ganancia máxima, inclusive, en orden creciente.

35

[0070] En la realización anterior, cuando el valor de ganancia inicial es cero, las partes que suman los valores restantes en orden creciente y que satisfacen la condición de multiplicidad asociada suman inicialmente el primer valor de ganancia o el primero, segundo o tercer nivel de precisión. Sin embargo, en la generalidad de los casos, las partes que suman los valores restantes en orden creciente suman inicialmente el menor valor, satisfaciendo la condición de multiplicidad asociada, en el intervalo entre el valor de ganancia inicial, inclusive, y la ganancia máxima, inclusive. De manera correspondiente, las partes que suman los valores restantes en orden decreciente suman inicialmente el valor más grande, satisfaciendo la condición de multiplicidad asociada, en el intervalo entre la ganancia mínima, inclusive, y el valor de ganancia inicial, inclusive.

- 45 **[0071]** Considerando un ejemplo similar al anterior pero con un valor de ganancia inicial = 1dB (un primer valor de ganancia = 3dB, maxGain = 2dB, minGain = -6dB y un nivel de precisión = 0,5dB) da lo siguiente:

Descendente: 0, -3, -6

Ascendente: [vacío]

- 50 Descendente: 1, -2, -4, -5

Ascendente: 2

Descendente: 0,5, -0,5, -1,5, -2,5, -3,5, -4,5, -5,5

Ascendente: 1,5

- 55 **[0072]** Para codificar un valor de ganancia, preferentemente se busca la ganancia en la tabla y se emite su posición dentro de la tabla. Siempre se encuentra la ganancia deseada, puesto que todas las ganancias son previamente cuantificadas al número entero más cercano múltiplo de la precisión estipulada de, por ejemplo, 1dB, 0,5dB o 0,25dB. De acuerdo con una realización preferida, las posiciones de los valores de ganancia tienen un índice asociado que indica la posición en la tabla y los índices de las ganancias pueden ser codificados, por ejemplo,

usando la estrategia de codificación limitada de Golomb-Rice. Esto da origen a índices pequeños para usar un menor número de bits que los índices grandes y, de esta manera, los valores utilizados frecuentemente o los valores típicos como 0dB, -3dB o -6dB utilizan el número más bajo de bits y también los valores más "redondos" como -4dB, emplean un número menor de bits que los números no tan redondos (por ejemplo, -4,5dB). Por consiguiente, empleando la realización descrita anteriormente, no sólo es posible que un productor del contenido de audio genere una lista de ganancias deseada, sino que también estas ganancias pueden ser codificadas de manera muy eficaz de manera que, al aplicar todas las técnicas anteriormente descritas, de acuerdo con una realización adicional, se pueda obtener una codificación sumamente eficaz de las matrices de mezcla descendente.

10 **[0073]** La funcionalidad anteriormente descrita puede ser parte de un codificador de audio como el descrito anteriormente con respecto a la Fig. 1. Por otro lado, se puede incluir en un dispositivo codificador separado que envíe la versión codificada de la matriz de mezcla descendente al codificador de audio para ser transmitida en el flujo de bits al receptor o al decodificador.

15 **[0074]** Al recibir la matriz de mezcla descendente compacta codificada del lado del receptor, de acuerdo con las realizaciones, se presenta un procedimiento para decodificar que decodifica matriz de mezcla descendente compacta codificada y disgrega (separa) los altavoces agrupados obteniendo altavoces individuales, para dar así la matriz de mezcla descendente original. Cuando la codificación de la matriz incluye la codificación de los valores de significancia y los valores de ganancia, durante la etapa de decodificación, se decodifican para que, sobre la base de los valores de significancia y sobre la base de la configuración de entrada/salida deseada, la matriz de mezcla descendente pueda ser reconstruida y se puedan asociar las ganancias decodificadas respectivas a los respectivos elementos de matriz de la matriz de mezcla descendente reconstruida. Esto puede ser ejecutado por un decodificador separado que envía la matriz de mezcla descendente completada al decodificador de audio, que puede emplearla en un conversor de formato, por ejemplo, el decodificador de audio anteriormente descrito con respecto a las Figs. 2, 3 y 4.

[0075] Por consiguiente, la estrategia de la invención como se ha definido anteriormente presenta un sistema y un procedimiento para presentar contenidos de audio con una configuración específica de canales de entrada, con un sistema de recepción con una configuración diferente de canales de salida, donde la información adicional para la mezcla descendente se transmite junto con el flujo de bits codificado desde el lado del codificador al lado del decodificador y, de acuerdo con la estrategia de la invención, debido a la codificación muy eficaz de las matrices de mezcla descendente, se reduce claramente la sobrecarga.

[0076] A continuación se describe una realización adicional que implementa la codificación eficaz de la matriz de mezcla descendente estática. Más específicamente, una realización de una matriz de mezcla descendente estática con codificación de EQ opcional. Como se ha mencionado también anteriormente, un problema relacionado con el audio multicanal consiste en dar lugar a su transmisión en tiempo real, manteniendo igualmente la compatibilidad con todas las configuraciones de altavoces físicos existentes a disposición del consumidor. Una solución consiste en incluir, junto con el contenido de audio en el formato de producción original, información lateral de mezcla descendente para generar los demás formatos que tienen menos canales independientes, en caso de ser necesario. Tomando el supuesto de inputCount (recuento de entrada) canales de entrada y outputCount (recuento de salida) canales de salida, el procedimiento de mezcla descendente es especificado por una matriz de mezcla descendente del tamaño inputCount por outputCount. Este procedimiento específico representa una mezcla descendente pasiva, lo que significa que no se aplica ningún procesamiento de la señal adaptativa dependiente del contenido de audio real a las señales de entrada ni a las señales de salida sometidas a mezcla descendente. La estrategia de la invención, de acuerdo con la realización ahora descrita, describe un esquema completo para la codificación eficaz de matrices de mezcla descendente, que incluye aspectos sobre la elección de un dominio de representación y un esquema de cuantificación adecuados, aunque también sobre la codificación sin pérdidas de los valores cuantificados. Cada elemento de la matriz representa una ganancia de mezcla que ajusta el nivel en que un determinado canal de entrada contribuye a un determinado canal de salida. La realización ahora descrita tiene como fin obtener una flexibilidad no restringida permitiendo la codificación de matrices de mezcla descendente arbitrarias, con un alcance y una precisión que pueden ser especificadas por el productor según sus necesidades. Además, se necesita una codificación sin pérdidas eficaz, por lo que las matrices típicas utilizan un pequeño número de bits, y el desvío de las matrices típicas sólo ha de reducir gradualmente la eficacia. Esto significa que cuanto más similar sea una matriz a una matriz típica, más eficaz será su codificación. De acuerdo con las realizaciones, la precisión necesaria puede ser especificada por el productor en 1, 0,5, ó 0,25 dB, para usar en la cuantificación uniforme. Los valores de las ganancias de mezcla pueden ser estipulados entre un máximo de +22 dB y un mínimo de -47 dB inclusive, y también incluyen el valor $-\infty$ (0 en el dominio lineal). El intervalo de valores efectivo que se utiliza en la

matriz de mezcla descendente está indicado en el flujo de bits como un valor de ganancia máxima maxGain y un valor de ganancia mínima minGain; por lo tanto no se desperdician bits en valores que no se utilizan en realidad y a la vez no se limita la flexibilidad.

- 5 **[0077]** Suponiendo que se dispone de una lista de canales de entrada y también de una lista de canales de salida que aportan información geométrica sobre cada altavoz, como por ejemplo los ángulos azimutal y de elevación y, opcionalmente, el nombre convencional del altavoz, por ejemplo de acuerdo con las referencias de la técnica anterior [6] o [7], un algoritmo para codificar una matriz de mezcla descendente, de acuerdo con las realizaciones puede ser el mostrado a continuación en la tabla 1:

10

Tabla 1 - Sintaxis de DownmixMatrix

Sintaxis	No. de bits	Mnemónico
DownmixMatrix(inputConfig, inputCount, outputConfig, outputCount)		
{		
equalizerPresent;	1	uimsbf
if (equalizerPresent) {		
EqualizerConfig(inputConfig, inputCount);		
}		
precisionLevel;		
maxGain = escapedValue(3, 4, 0);	2	uimsbf
minGain = escapedValue(4, 5, 0) + 1;		
ConvertToCompactConfig(inputConfig, inputCount);		
ConvertToCompactConfig(outputConfig, outputCount);		
isAllSeparable;		
if (!isAllSeparable) {	1	uimsbf
for (i = 0; i < compactOutputCount; i++) {		
if (compactOutputConfig[i].pairType == SYMMETRIC) {		
isSeparable[i];	1	uimsbf
}		
}		
} else {		
for (i = 0; i < compactOutputCount; i++) {		
if (compactOutputConfig[i].pairType == SYMMETRIC) {		
isSeparable[i] = 1;		
}		
}		
}		
isAllSymmetric;		
if (!isAllSymmetric) {	1	uimsbf
for (i = 0; i < compactOutputCount; i++) {		
isSymmetric[i];	1	uimsbf
}		
} else {		
for (i = 0; i < compactOutputCount; i++) {		
isSymmetric[i] = 1;		
}		
}		
mixLFEOnlyToLFE;	1	uimsbf
rawCodingCompactMatrix;	1	uimsbf
if (rawCodingCompactMatrix) {		
for (i = 0; i < compactInputCount; i++) {		
for (j = 0; j < compactOutputCount; j++) {		
if (!mixLFEOnlyToLFE (compactInputConfig[i].isLFE ==		
compactOutputConfig[j].isLFE)) {		
compactDownmixMatrix[i][j];	1	uimsbf
}		
}		
}		
}		
}		

<pre> } else { compactDownmixMatrix[i][j] = 0; } } } } else { if (mixLFEOnlyToLFE) { compactInputLFECOUNT = 0; compactOutputLFECOUNT = 0; for (i = 0; i < compactInputCount; i++) { if (compactInputConfig[i].isLFE) compactInputLFECOUNT++; } for (i = 0; i < compactOutputCount; i++) { if (compactOutputConfig[i].isLFE) compactOutputLFECOUNT++; } totalCount = (compactInputCount - compactInputLFECOUNT) * (compactOutputCount - compactOutputLFECOUNT); } else { totalCount = compactInputCount * compactOutputCount; } useCompactTemplate; n = 3; if (totalCount >= 256) n = 4; runLGRParam; count = 0; flatCompactMatrix[totalCount + 1]; while (count < totalCount) { zeroRunLength; /* limited Golomb-Rice using runLGRparam */ flatCompactMatrix[count .. count + zeroRunLength] = {0, ..., 0, 1}; count += zeroRunLength + 1; } count = 0; for (i = 0; i < compactInputCount; i++) { for (j = 0; j < compactOutputCount; j++) { if (mixLFEOnlyToLFE && compactInputConfig[i].isLFE && compactOutputConfig[j].isLFE) { compactDownmixMatrix[i][j]; } else if (mixLFEOnlyToLFE && (compactInputConfig[i].isLFE ^ compactOutputConfig[j].isLFE)) { compactDownmixMatrix[i][j] = 0; } else { compactDownmixMatrix[i][j] = flatCompactMatrix[count++]; } } } } if (useCompactTemplate) { compactTemplate = FindCompactTemplate(inputConfig, inputCount, outputConfig, outputCount); for (i = 0; i < compactInputCount; i++) { for (j = 0; j < compactOutputCount; j++) { compactDownmixMatrix[i][j] ^= compactTemplate[i][j]; } } } } fullForAsymmetricInputs; </pre>	<p>1</p> <p>n</p> <p>varía</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>	<p>uimbsf</p> <p>uimbsf</p> <p>bslbf</p> <p>uimbsf</p> <p>uimbsf</p> <p>uimbsf</p>
---	---	--

<pre> rawCodingNonzeros; if (!rawCodingNonzeros) { gainLGRParam; generateGainTable(maxGain, minGain, precisionLevel); } for (i = 0; i < compactInputCount; i++) { iType = compactInputConfig[i].pairType; for (j = 0; j < compactOutputCount; j++) { oType = compactOutputConfig[j].pairType; i1 = compactInputConfig[i].originalPosition; o1 = compactOutputConfig[j].originalPosition; if ((iType != SYMMETRIC) && (oType != SYMMETRIC)) { downmixMatrix[i1][o1] = 0.0; if (!compactDownmixMatrix[i][j]) continue; downmixMatrix[i1][o1] = DecodeGainValue(); } else if (iType != SYMMETRIC) { o2 = compactOutputConfig[j].SymmetricPair.originalPosition; downmixMatrix[i1][o1] = 0.0; downmixMatrix[i1][o2] = 0.0; if (!compactDownmixMatrix[i][j]) continue; downmixMatrix[i1][o1] = DecodeGainValue(); useFull = (iType == ASYMMETRIC) && fullForAsymmetricInputs; if (isSymmetric[j] && !useFull) { downmixMatrix[i1][o2] = downmixMatrix[i1][o1]; } else { downmixMatrix[i1][o2] = DecodeGainValue(); } } else if (oType != SYMMETRIC) { i2 = compactInputConfig[i].SymmetricPair.originalPosition; downmixMatrix[i1][o1] = 0.0; downmixMatrix[i2][o1] = 0.0; if (!compactDownmixMatrix[i][j]) continue; downmixMatrix[i1][o1] = DecodeGainValue(); if (isSymmetric[j]) { downmixMatrix[i2][o1] = downmixMatrix[i1][o1]; } else { downmixMatrix[i2][o1] = DecodeGainValue(); } } else { i2 = compactInputConfig[i].SymmetricPair.originalPosition; o2 = compactOutputConfig[j].SymmetricPair.originalPosition; downmixMatrix[i1][o1] = 0.0; downmixMatrix[i1][o2] = 0.0; downmixMatrix[i2][o1] = 0.0; downmixMatrix[i2][o2] = 0.0; if (!compactDownmixMatrix[i][j]) continue; downmixMatrix[i1][o1] = DecodeGainValue(); if (isSeparable[j] && isSymmetric[j]) { downmixMatrix[i2][o2] = downmixMatrix[i1][o1]; } else if (!isSeparable[j] && isSymmetric[j]) { downmixMatrix[i1][o2] = DecodeGainValue(); downmixMatrix[i2][o1] = downmixMatrix[i1][o2]; downmixMatrix[i2][o2] = downmixMatrix[i1][o1]; } else if (isSeparable[j] && !isSymmetric[j]) { </pre>	3	uimsbf
--	---	--------

<pre> eqExtendedRange; for (i = 0; i < numEqualizers; i++) { numSections = escapedValue(2, 4, 0) + 1; lastCenterFreqP10 = 0; lastCenterFreqLd2 = 10; maxCenterFreqLd2 = 99; for (j = 0; j < numSections; j++) { centerFreqP10 = lastCenterFreqP10 + ReadRange(4 - lastCenterFreqP10); if (centerFreqP10 > lastCenterFreqP10) lastCenterFreqLd2 = 10; if (centerFreqP10 == 3) maxCenterFreqLd2 = 24; centerFreqLd2 = lastCenterFreqLd2 + ReadRange(1 + maxCenterFreqLd2 - lastCenterFreqLd2); qFactorIndex; if (qFactorIndex > 19) { qFactorExtra; } cgBits = 4 + eqExtendedRange + eqPrecisionLevel; centerGainIndex; } sgBits = 4 + eqExtendedRange + min(eqPrecisionLevel + 1, 3); scalingGainIndex; } for (i = 0; i < inputCount; i++) { hasEqualizer[i]; if (hasEqualizer[i]) { equalizerIndex[i] = ReadRange(numEqualizers); } } </pre>	<p>1</p> <p>5</p> <p>3</p> <p>cgBits</p> <p>sgBits</p> <p>1</p>	<p>uimsbf</p> <p>uimsbf</p> <p>uimsbf</p> <p>uimsbf</p> <p>uimsbf</p> <p>uimsbf</p>
---	---	---

[0081] Los elementos de la matriz de mezcla descendente, de acuerdo con las realizaciones, pueden ser como se muestran en la siguiente tabla 5:

5 **Tabla 5 - Elementos de DownmixMatrix**

Campo	Descripción / Valores
paramConfig, inputConfig, outputConfig	Vectores de configuración de canales que especifican la información acerca de cada altavoz. Cada entrada, paramConfig[i], es una estructura que consta de las siguientes partes: <ul style="list-style-type: none"> - AzimuthAngle, el valor absoluto del ángulo azimutal del altavoz; - AzimuthDirection, la dirección azimutal, 0 (izquierda) o 1 (derecha); - ElevationAngle, el valor absoluto del ángulo de elevación del altavoz; - ElevationDirection, la dirección de elevación, 0 (ascendente) o 1 (descendente); - alreadyUsed, indica si el altavoz ya es parte de un grupo; - isLFE, indica si el altavoz es un altavoz LFE.
paramCount, inputCount, outputCount	Número de altavoces en los correspondientes vectores de configuración de canales
compactParamConfig, compactInputConfig, compactOutputConfig	Vectores de configuración de canales compactos que especifican la información acerca de cada grupo de altavoces. Cada entrada, compactParamConfig[i], es una estructura que consta de las siguientes partes: <ul style="list-style-type: none"> - pairType, tipo de grupo de altavoces, que puede ser SIMÉTRICO (un par simétrico de dos altavoces), CENTRAL o ASIMÉTRICO; - isLFE, indica si el grupo de altavoces consisten altavoces LFE; - originalPosition, posición en la configuración de canales original del primer altavoz, o único altavoz, del grupo; - symmetricPair.originalPosition, posición en la configuración de canales original

ES 2 655 046 T3

	del segundo altavoz del grupo, sólo para grupos SIMÉTRICOS.
compactParamCount, compactInputCount, compactOutputCount	Número de grupos de altavoces en los correspondientes vectores de configuración compacta de canales
equalizerPresent	Booleano que indica si está presente la información de ecualizador que se ha de aplicar a los canales de entrada
precisionLevel	Precisión usada para la cuantificación uniforme de las ganancias: 0 = 1 dB, 1 = 0,5 dB, 2 = 0,25 dB, 3 reservado
maxGain	Máxima ganancia real en la matriz, expresada en dB: Valores posibles de 0 a 22, en lineal 1 .. 12.589
minGain	Mínima ganancia real en la matriz, expresada en dB: Valores posibles de -1 a -47, en lineal 0,891 .. 0,004
isAllSeparable	Booleano que indica si todos los grupos de altavoces de salida satisfacen la propiedad de separabilidad
isSeparable[i]	Booleano que indica si el grupo de altavoces de salida con el índice i satisface la propiedad de separabilidad
isAllSymmetric	Booleano que indica si todos los grupos de altavoces de salida satisfacen la propiedad de simetría
isSymmetric[i]	Booleano que indica si el grupo de altavoces de salida con el índice i satisface la propiedad de simetría
mixLFEOnlyToLFE	Booleano que indica si los altavoces LFE se mezclan sólo con altavoces LFE y, al mismo tiempo, si los altavoces no LFE se mezclan sólo con altavoces no LFE
rawCodingCompactMatrix	Booleano que indica si compactDownmixMatrix es codificado raw (del inglés, crudo) (utilizando un bit por entrada) o se codifica utilizando la codificación de longitud de ejecución seguida por Golomb-Rice limitada
compactDownmixMatrix[i][j]	Una entrada en compactDownmixMatrix que corresponde al grupo de altavoces de entrada i y al grupo de altavoces de salida j, que indica si alguna de las ganancias asociadas es no cero: 0 = todas las ganancias son cero, 1 = al menos una ganancia es no cero
useCompactTemplate	Booleano que indica si se ha de aplicar una XOR por elemento a compactDownmixMatrix con una matriz plantilla compacta predefinida, para mejorar la eficacia de la codificación por longitud de ejecución
runLGRParam	Parámetro de Golomb-Rice Limitada utilizado para codificar las longitudes de ejecución cero en la flatCompactMatrix linealizada
flatCompactMatrix	Versión linealizada de compactDownmixMatrix con la matriz plantilla compacta predefinida ya aplicada; Cuando mixLFEOnlyToLFE está habilitado, esto no incluye las entradas de cero conocidas (debido a la mezcla entre no LFE y LFE) o las utilizadas para la mezcla de LFE con LFE
compactTemplate	Matriz plantilla compacta predefinida, que contiene entradas "típicas" que es sometida a XOR por elementos a compactDownmixMatrix, para mejorar la eficacia de codificación mediante la creación de entradas de valores principalmente de cero
zeroRunLength	La longitud de una ejecución cero siempre seguida por un uno, en la flatCompactMatrix, que es codificada con codificación limitada de Golomb-Rice, usando el parámetro runLGRParam
fullForAsymmetricInputs	Booleano que indica si se debe ignorar la propiedad de simetría por cada grupo asimétrico de altavoces de entrada; En caso de habilitarse, cada grupo asimétrico de altavoces de entrada tendrá dos valores de ganancia decodificados por cada grupo simétrico de altavoces de salida con el índice i, independientemente de isSymmetric[i]
gainTable	Tabla de ganancias dinámicamente generada que contiene la lista de todas las ganancias posibles entre minGain y maxGain con la precisión precisionLevel
rawCodingNonzeros	Booleano que indica si los valores de ganancia no cero se codifican raw (codificación uniforme, utilizando la función ReadRange) o sus índices en la lista gainTable se codifican utilizando codificación limitada de Golomb-Rice
gainLGRParam	Parámetro de Golomb-Rice Limitado utilizado para codificar los índices de ganancia no cero, calculado mediante la búsqueda de cada ganancia de la lista gainTable

[0082] La codificación de Golomb-Rice se utiliza para codificar cualquier entero no negativo $n \geq 0$, usando un parámetro entero no negativo $p \geq 0$ a saber: se codifica en primer lugar el número $h = \left\lfloor \frac{n}{2^p} \right\rfloor$ usando codificación unaria, en forma de h un bit seguido por un bit terminal cero; a continuación, se codifica el número $l = n - h \cdot 2^p$ utilizando p bits de modo uniforme.

[0083] La codificación limitada de Golomb-Rice es una variante trivial utilizada cuando se sabe de antemano que $n < N$, en el caso de un entero dado $N \geq 1$. No incluye el bit cero terminal cuando se codifica el valor máximo posible de h , que es $h_{max} = \left\lfloor \frac{N-1}{2^p} \right\rfloor$. Más precisamente, para codificar $h = h_{max}$ escribimos sólo h un bit, pero no el bit cero terminal, que no es necesario puesto que el decodificador puede detectar implícitamente esta condición.

[0084] La función ConvertToCompactConfig(paramConfig, paramCount) que se describe a continuación se utiliza para convertir la configuración paramConfig dada que consiste en paramCount altavoces en la configuración compactParamConfig que consiste en compactParamCount grupos de altavoces. El campo compactParamConfig[i].pairType puede ser SIMÉTRICO (S), cuando el grupo representa un par de altavoces simétricos, CENTRAL (C), cuando el grupo representa un altavoz central, o ASIMÉTRICO (A), cuando el grupo representa un altavoz sin un par simétrico.

```

20 ConvertToCompactConfig(paramConfig, paramCount)
    {
        for (i = 0; i < paramCount; ++i) {
            paramConfig[i].alreadyUsed = 0;
        }
25     idx = 0;
        for (i = 0; i < paramCount; ++i) {
            if (paramConfig[i].alreadyUsed) continue;
            compactParamConfig[idx].isLFE = paramConfig[i].isLFE;
30
            if ((paramConfig[i].AzimuthAngle == 0) ||
                (paramConfig[i].AzimuthAngle == 180)) {
                compactParamConfig[idx].pairType = CENTER;
                compactParamConfig[idx].originalPosition = i;
35            } else {
                j = SearchForSymmetricSpeaker(paramConfig, paramCount, i);
                if (j != -1) {
                    compactParamConfig[idx].pairType = SYMMETRIC;
                    if (paramConfig[i].AzimuthDirection == 0) {
40                        compactParamConfig[idx].originalPosition = i;
                        compactParamConfig[idx].symmetricPair.originalPosition = j;
                    } else {
                        compactParamConfig[idx].originalPosition = j;
                        compactParamConfig[idx].symmetricPair.originalPosition = i;
45                    }
                }
                paramConfig[j].alreadyUsed = 1;
            } else {
                compactParamConfig[idx].pairType = ASYMMETRIC;
                compactParamConfig[idx].originalPosition = i;
50            }
        }
        idx++;
    }

```

```
compactParamCount = idx;
}
```

[0085] La función FindCompactTemplate(inputConfig, inputCount, outputConfig, outputCount) se utiliza para encontrar una matriz plantilla compacta que se equipara a la configuración de los canales de entrada representada por inputConfig e inputCount, y la configuración de los canales de salida representados por outputConfig y outputCount.

[0086] La matriz plantilla compacta se encuentra buscando en una lista predeterminada de matrices plantilla compactas, disponibles tanto en el codificador como en el decodificador, correspondiente a la que tiene el mismo juego de altavoces de entrada que inputConfig y el mismo juego de altavoces de salida que outputConfig, independientemente del orden real de los altavoces, que no es importante. Antes de retornar la matriz plantilla compacta encontrada, la función puede tener que reordenar sus filas y columnas para coincidir con el orden de los grupos de altavoces derivados de la configuración de entrada dada y el orden de los grupos de altavoces derivado de la configuración de salida dada.

[0087] En caso de no encontrarse una matriz plantilla compacta coincidente, la función devuelve una matriz que tiene el número correcto de líneas (que es el número de grupos de altavoces de entrada computado) y columnas (que es el número de grupos de altavoces de salida), que tiene el valor uno (1) para todas las entradas.

[0088] La función SearchForSymmetricSpeaker(paramConfig, paramCount, i) se utiliza para buscar la configuración de canales representada por paramConfig y paramCount correspondiente al altavoz simétrico que corresponde al altavoz paramConfig[i]. Este altavoz simétrico, paramConfig[j], deberá ubicarse después del altavoz paramConfig[i], por lo tanto j puede estar en el intervalo de i+1 a paramConfig - 1, inclusive. Además, no ha de formar parte ya de un grupo de altavoces, lo que significa que paramConfig[j].alreadyUsed debe ser falso.

[0089] La función readRange() se utiliza para leer un entero uniformemente distribuido en el intervalo de 0 .. alphabetSize - 1 inclusive, que puede tener un total de alphabetSize valores posibles. Esto se puede realizar simplemente leyendo ceil(log2(alphabetSize)) bits, aunque sin aprovechar los valores no utilizados. Por ejemplo, cuando alphabetSize es 3, la función ha de utilizar sólo un bit para el entero 0, y dos bits para los enteros 1 y 2.

[0090] La función generateGainTable(maxGain, minGain, precisionLevel) se utiliza para generar de forma dinámica la tabla de ganancias gainTable que contiene la lista de todas las ganancias posibles entre minGain y maxGain con la precisión precisionLevel. El orden de los valores es elegido de tal manera que los valores utilizados con más frecuencia y también los valores más "redondos" se encuentren típicamente más cerca del comienzo de la lista. La tabla de ganancias con la lista de todos los valores de ganancia posibles se genera de la siguiente manera:

- sumar enteros múltiplos de 3 dB, descendiendo de 0 dB a minGain;
- sumar enteros múltiplos de 3 dB, ascendiendo de 3 dB a maxGain;
- sumar el resto de los enteros múltiplos de 1 dB, descendiendo de 0 dB a minGain;
- sumar el resto de los enteros múltiplos de 1 dB, ascendiendo de 1 dB a maxGain;
- detenerse aquí si precisionLevel es 0 (que corresponde a 1 dB);
- sumar el resto de los enteros múltiplos de 0,5 dB, descendiendo de 0 dB a minGain;
- sumar el resto de los enteros múltiplos de 0,5 dB, ascendiendo de 0,5 dB a maxGain;
- detenerse aquí si precisionLevel es 1 (que corresponde a 0,5 dB);
- sumar el resto de los enteros múltiplos de 0,25 dB, descendiendo de 0 dB a minGain;
- sumar el resto de los enteros múltiplos de 0,25 dB, ascendiendo de 0,25 dB a maxGain.

[0091] Por ejemplo, cuando maxGain es 2 dB y minGain es -6 dB, y precisionLevel es 0,5 dB, generamos la siguiente lista: 0, -3, -6, -1, -2, -4, -5, 1, 2, -0,5, -1,5, -2,5, -3,5, -4,5, -5,5, 0,5, 1,5.

[0092] Los elementos para la configuración del ecualizador, de acuerdo con las realizaciones, pueden ser como se muestran a continuación en la tabla 6:

Tabla 6 – Elementos de EqualizerConfig

Campo	Descripción / Valores
numEqualizers	Número de filtros ecualizadores diferentes presentes
eqPrecisionLevel	Precisión utilizada para la cuantificación uniforme de las ganancias: 0 = 1 dB, 1 = 0,5 dB, 2 = 0,25 dB, 3 = 0,1 dB

eqExtendedRange	Booleano que indica si se debe utilizar un intervalo extendido para las ganancias; en caso de habilitarse, se duplica el intervalo disponible
numSections	Número de secciones de un filtro ecualizador, cada una de los cuales es un filtro de pico
centerFreqLd2	Los primeros dos dígitos decimales de la frecuencia central correspondiente a un filtro de pico; el intervalo máximo es de 10 .. 99
centerFreqP10	Número de ceros que se han de agregar a centerFreqLd2; el intervalo máximo es 0 .. 3
qFactorIndex	Índice de factores de calidad correspondiente a un filtro de pico
qFactorExtra	Bits extra para decodificar un factor de calidad superior a 1.0
centerGainIndex	Ganancia a la frecuencia central correspondiente a un filtro de pico
scalingGainIndex	Ganancia de escalado correspondiente a un filtro ecualizador
hasEqualizer[i]	Booleano que indica si el canal de entrada con el índice i tiene un ecualizador asociado
equalizerIndex[i]	El índice del ecualizador asociado al canal de entrada con el índice i

[0093] A continuación se describen aspectos del proceso de decodificación de acuerdo con las realizaciones, comenzando con la decodificación de la matriz de mezcla descendente.

5 **[0094]** El elemento de sintaxis DownmixMatrix() contiene la información de matriz de mezcla descendente. En primer lugar, la decodificación lee la información del ecualizador representada por el elemento de sintaxis EqualizerConfig(), en caso de estar habilitado. A continuación se leen los campos precisionLevel, maxGain y minGain. Las configuraciones de entrada y salida se convierten en configuraciones compactas mediante el uso de la función ConvertToCompactConfig(). Seguidamente, se leen las banderas que indican si se satisfacen las propiedades de separabilidad y simetría correspondientes a cada grupo de altavoces de salida.

10 **[0095]** A continuación se lee la matriz de significancia compactDownmixMatrix, ya sea a) utilizando en crudo un bit por entrada o b) usando la codificación limitada de Golomb–Rice de las longitudes de ejecución y, a continuación, copiando los bits decodificados de flactCompactMatrix a compactDownmixMatrix y aplicando la matriz compactTemplate.

15 **[0096]** Por último se leen las ganancias no cero. Por cada entrada no cero de compactDownmixMatrix, dependiendo del campo pairType del correspondiente grupo de entrada y el campo pairType del correspondiente grupo de salida, se tiene que reconstruir una sub-matriz de un tamaño de hasta 2 por 2. Empleando las propiedades de separabilidad y simetría, se lee un número de valores de ganancia utilizando la función DecodeGainValue(). Un valor de ganancia puede ser codificado de manera uniforme utilizando la función ReadRange(), o utilizando la codificación limitada de Golomb–Rice de los índices de la ganancia consignados en la tabla gainTable, que contiene todos los valores de ganancia posibles.

20 **[0097]** Se describen ahora aspectos de la decodificación de la configuración del ecualizador. El elemento de sintaxis EqualizerConfig() contiene la información del ecualizador que se debe aplicar a los canales de entrada. En primer lugar se decodifica un número de filtros ecualizadores numEqualizers y, a continuación, se selecciona para canales de entrada específicos utilizando eqIndex[i]. Los campos eqPrecisionLevel y eqExtendedRange indican la precisión de la cuantificación y el intervalo de ganancias de escalado y de las ganancias de filtros de pico disponibles.

25 **[0098]** Cada filtro ecualizador es una cascada en serie que consiste en un número de numSections de filtros de pico y un scalingGain. Cada filtro de pico está completamente definido por su centerFreq, qualityFactor y centerGain.

30 **[0099]** Los parámetros centerFreq de los filtros de pico que pertenecen a un filtro ecualizador dado deben estar dados en un orden no decreciente. El parámetro se limita a 10 .. 24.000 Hz inclusive, y se calcula de la siguiente manera

$$40 \quad centerFreq = centerFreqLd2 \times 10^{centerFreqP10}$$

[0100] El parámetro qualityFactor del filtro de pico puede representar valores de entre 0,05 y 1,0 inclusive con

una precisión de 0,05 y de 1,1 a 11,3 inclusive con una precisión de 0,1 y se calcula de la siguiente manera

$$qualityFactor = \begin{cases} 0.05 \times (qFactorIndex + 1), & \text{if } qFactorIndex \leq 19 \\ 1.0 + 0.1 \times [(qFactorIndex - 19) \times 8 + qFactorExtra], & \text{de lo contrario} \end{cases}$$

5 **[0101]** Se introduce el vector eqPrecisions que da la precisión en dB correspondiente a un eqPrecisionLevel dado, y las matrices eqMinRanges y eqMaxRanges que dan los valores mínimos y máximos en dB de las ganancias que corresponden a un eqExtendedRange y un eqPrecisionLevel dados.

eqPrecisions[4] = {1.0, 0.5, 0.25, 0.1};

10 eqMinRanges[2][4] = {{-8.0, -8.0, -8.0, -6.4}, {-16.0, -16.0, -16.0, -12.8}};

eqMaxRanges[2][4] = {{7.0, 7.5, 7.75, 6.3}, {15.0, 15.5, 15.75, 12.7}};

[0102] El parámetro scalingGain utiliza el nivel de precisión $\min(eqPrecisionLevel + 1, 3)$, que es el nivel de precisión siguiente al mejor si no es ya el último. Los mapeos de los campos centerGainIndex y
15 scalingGainIndex con los parámetros de ganancia centerGain y scalingGain se calculan de la siguiente manera

$$centerGain = eqMinRanges[eqExtendedRange][eqPrecisionLevel] + eqPrecisions[eqPrecisionLevel] \times centerGainIndex$$

$$scalingGain = eqMinRanges[eqExtendedRange][\min(eqPrecisionLevel + 1, 3)] + eqPrecisions[\min(eqPrecisionLevel + 1, 3)] \times scalingGainIndex$$

[0103] Aunque se han descrito algunos aspectos en el contexto de un aparato, es obvio que estos aspectos
20 también representan una descripción del procedimiento correspondiente, en el cual un bloque o dispositivo corresponde a una etapa del procedimiento o a una característica de una etapa del procedimiento. De manera análoga, los aspectos descritos en el contexto de una etapa del procedimiento también representan una descripción de un bloque o elemento correspondiente o de una característica de un aparato correspondiente. Algunas o todas las etapas del procedimiento pueden ser ejecutadas por medio de (o utilizando) un aparato de hardware, como por
25 ejemplo, un microprocesador, un ordenador programable o un circuito electrónico. En algunas realizaciones, una o más de las etapas más importantes del procedimiento pueden ser ejecutadas por ese tipo de aparato.

[0104] Dependiendo de ciertos requisitos de implementación, las realizaciones de la invención pueden ser implementadas en hardware o en software. La implementación se puede realizar empleando un medio de
30 almacenamiento digital, por ejemplo un disquete, un DVD, un Blue-Ray, un CD, una ROM, una PROM, una EPROM, una EEPROM o una memoria FLASH, que tiene almacenadas en la misma señales de control legibles electrónicamente, que cooperan (o tienen capacidad para cooperar) con un sistema de computación programable de tal manera que se ejecute el procedimiento respectivo. Por lo tanto, el medio de almacenamiento digital puede ser legible por ordenador.

35 **[0105]** Algunas realizaciones según la invención comprenden un soporte de datos que comprende señales de control legibles electrónicamente, con capacidad para cooperar con un sistema de computación programable de tal manera que se ejecute uno de los procedimientos descritos en esta invención.

40 **[0106]** En general, las realizaciones de la presente invención pueden ser implementadas en forma de producto programa informático con un código de programa, donde el código de programa cumple la función de ejecutar uno de los procedimientos al ejecutarse el programa informático en un ordenador. El código de programa puede ser almacenado, por ejemplo, en un soporte legible por una máquina.

45 **[0107]** Otras realizaciones comprenden el programa informático para ejecutar uno de los procedimientos aquí descritos, almacenado en un soporte legible por una máquina.

[0108] En otras palabras, una realización del procedimiento de la invención consiste, por lo tanto, en un programa informático que consta de un código de programa para realizar uno de los procedimientos aquí descritos al
50 ejecutarse el programa informático en un ordenador.

[0109] Una realización adicional del procedimiento de la invención consiste, por lo tanto, en un soporte de datos (o medio de almacenamiento digital, o medio legible por ordenador) que comprende, grabado en el mismo, el programa informático para ejecutar uno de los procedimientos aquí descritos. El soporte de datos, el medio de almacenamiento digital o el medio grabado son por lo general tangibles y no transitorios.

[0110] Una realización adicional del procedimiento de la invención es, por lo tanto, un flujo de datos o una secuencia de señales que representa el programa informático para ejecutar uno de los procedimientos aquí descritos. El flujo de datos o la secuencia de señales pueden estar configurados, por ejemplo, para ser transferida a través de una conexión de comunicación de datos, por ejemplo a través de Internet.

[0111] Una realización adicional comprende un medio de procesamiento, por ejemplo un ordenador, un dispositivo lógico programable, configurado o adaptado para ejecutar uno de los procedimientos descritos en esta invención.

[0112] Una realización adicional comprende un ordenador en la que se ha instalado el programa informático para ejecutar uno de los procedimientos descritos en esta invención.

[0113] Una realización adicional según la invención comprende un aparato o sistema configurado para transferir (por ejemplo por vía electrónica u óptica) un programa informático para poner en práctica uno de los procedimientos descritos en esta invención en un receptor. El receptor puede ser, por ejemplo, un ordenador, un dispositivo móvil, un dispositivo de memoria o similar. El aparato o sistema puede comprender, por ejemplo, un servidor de archivos para transferir el programa informático al receptor.

[0114] En algunas realizaciones, se puede utilizar un dispositivo lógico programable (por ejemplo una matriz de puertas programables en el campo) para ejecutar algunas o todas las funcionalidades de los procedimientos descritos en esta invención. En algunas realizaciones, una matriz de puertas programables en el campo puede cooperar con un microprocesador para ejecutar uno de los procedimientos descritos en esta invención. Por lo general, los procedimientos son ejecutados preferentemente por cualquier aparato de hardware.

Bibliografía

[0115]

- 35 [1] Information technology - Coding of audio-visual objects - Part 3: Audio, AMENDMENT 4: New levels for AAC profiles, ISO/IEC 14496-3:2009/DAM 4, 2013.
 [2] ITU-R BS.775-3, "Multichannel stereophonic sound system with and without accompanying picture," Rec., International Telecommunications Union, Geneva, Switzerland, 2012.
- 40 [3] K. Hamasaki, T. Nishiguchi, R. Okumura, Y. Nakayama and A. Ando, "A 22.2 Multichannel Sound System for Ultrahigh-definition TV (UHDTV)," SMPTE Motion Imaging J., pp. 40-49, 2008.
 [4] ITU-R Report BS.2159-4, "Multichannel sound technology in home and broadcasting applications", 2012.
 [5] Enhanced audio support and other improvements, ISO/IEC 14496-12:2012 PDAM 3, 2013.
 [6] International Standard ISO/IEC 23003-3:2012, Information technology - MPEG audio technologies - Part 3:
- 45 Unified Speech and Audio Coding, 2012.
 [7] International Standard ISO/IEC 23001-8:2013, Information technology - MPEG systems technologies - Part 8: Coding-independent code points, 2013.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para decodificar una matriz de mezcla descendente (306) para mapear una pluralidad de canales de entrada (300) de contenido de audio con una pluralidad de canales de salida (302), en el que los canales de entrada y salida (300, 302) están asociados a respectivos altavoces en posiciones predeterminadas con respecto a la posición de un oyente, en la que la matriz de mezcla descendente (306) es codificada mediante el aprovechamiento de la simetría de los pares de altavoces (S1-S9) de la pluralidad de canales de entrada (300) y la simetría de los pares de altavoces (S10-S11) de la pluralidad de canales de salida (302), comprendiendo el procedimiento:
- 10 recibir información codificada que representa la matriz de mezcla descendente codificada (306) de un codificador y decodificar la información codificada para obtener la matriz de mezcla descendente decodificada (306),
- 15 en el cual los respectivos pares (S1-S11) de canales de entrada y salida (300, 302) de la matriz de mezcla descendente (306) tienen asociadas respectivas ganancias de mezcla para adaptar un nivel en el cual un canal de entrada dado (300) contribuye a un canal de salida dado (302) y
- en el que el procedimiento comprende además:
- 20 la decodificación de la información que representa los valores de significancia de la matriz de mezcla descendente codificada (306), en la que los respectivos valores de significancia son asignados a pares (S1-S11) de grupos simétricos de altavoces de los canales de entrada (300) y grupos de altavoces simétricos de los canales de salida (302), indicando el valor de significancia si una ganancia de mezcla para uno o más de los canales de entrada (300) es cero o no y
- 25 la decodificación a partir de la información que representa la matriz de mezcla descendente (306) las ganancias de mezcla codificadas.
- 30 2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que los valores de significancia comprenden un primer valor indicativo de una ganancia de mezcla de cero y un segundo valor indicativo de una ganancia de mezcla que no es de cero, y en el que la decodificación de los valores de significancia comprende decodificar un vector unidimensional codificado de longitud de ejecución que concatena los valores de significancia en un orden predefinido.
- 35 3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la decodificación de los valores de significancia se basa en una plantilla que tiene los mismos pares de grupos de altavoces de los canales de entrada (300) y grupos de altavoces de los canales de salida (302), a los cuales se asocian valores de significancia modelo.
- 40 4. El procedimiento de la reivindicación 3, que comprende:
- la decodificación de un vector unidimensional codificado de longitud de ejecución que combina de forma lógica los valores de significancia y los valores de significancia modelos e indica mediante un primer valor que un valor de significancia y un valor de significancia modelo son idénticos y mediante un segundo valor que un valor de significancia y un valor de significancia modelo son diferentes.
- 45 5. El procedimiento de la reivindicación 2 ó 4, en el que la decodificación del vector unidimensional codificado de longitud de ejecución comprende convertir en una lista que contiene las longitudes de ejecución al vector unidimensional, la longitud de ejecución es el número de primeros valores consecutivos que terminan en el
- 50 segundo valor.
6. El procedimiento de la reivindicación 2, 4 ó 5, en el que las longitudes de ejecución se codifican utilizando la codificación de Golomb-Rice o la codificación limitada de Golomb-Rice.
- 55 7. El procedimiento de una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la decodificación de la matriz de mezcla descendente (306) comprende:
- la decodificación de la información que representa la matriz de mezcla descendente, información que indica, en la matriz de mezcla descendente (306) correspondiente a cada grupo de canales de salida (302), si se satisface una propiedad de simetría y una propiedad de separabilidad, indicando la propiedad de simetría que un grupo de canales

de salida (302) se mezcla con la misma ganancia de un canal de entrada individual (300) o que un grupo de canales de salida (302) se mezcla igualmente de un grupo de canales de entrada (300), e indicando la propiedad de separabilidad que un grupo de canales de salida (302) se mezcla a partir de un grupo de canales de entrada (300) manteniendo a la vez todas las señales en los respectivos lados izquierdo o derecho.

5

8. El procedimiento de la reivindicación 7, en el que, para los grupos de canales de salida (302) que satisfacen la propiedad de simetría y la propiedad de separabilidad, se proporciona una única ganancia de mezcla.

9. El procedimiento de una de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende:

10

el suministro de una lista que contiene las ganancias de mezcla, estando cada ganancia de mezcla asociada a un índice de la lista;

la decodificación a partir de la información que representa la matriz de mezcla descendente (306) los índices en la lista; y

15

la selección de las ganancias de mezcla de la lista de acuerdo con los índices decodificados de la lista.

10. El procedimiento de la reivindicación 9, en el que los índices son codificados mediante el uso de la codificación de Golomb-Rice o la codificación limitada de Golomb-Rice.

20

11. El procedimiento de la reivindicación 9 ó 10, en el que el suministro de la lista comprende:

la decodificación de la información que representa la matriz de mezcla descendente (306), un valor de ganancia mínima, un valor de ganancia máxima y una precisión deseada y

25

la creación de la lista que incluye una pluralidad de valores de ganancia entre el valor de ganancia mínima y el valor de ganancia máxima, siendo los valores de ganancia proporcionados con la precisión deseada, en la que cuanto más frecuentemente se utilicen típicamente los valores de ganancia, más cerca han de estar del comienzo de la lista, teniendo el comienzo de la lista los índices más pequeños.

30

12. El procedimiento de la reivindicación 11, en el que la lista de valores de ganancia se crea de la siguiente manera:

35 - sumando enteros múltiplos de un primer valor de ganancia, entre la ganancia mínima, inclusive, y un valor de ganancia inicial, inclusive, en orden decreciente;

- sumando el resto de los enteros múltiplos del primer valor de ganancia, entre el valor de ganancia inicial, inclusive, y la ganancia máxima, inclusive, en orden creciente;

40 - sumando el resto de los enteros múltiplos de un primer nivel de precisión, entre la ganancia mínima, inclusive, y el valor de ganancia inicial, inclusive, en orden decreciente;

- sumando el resto de los enteros múltiplos del primer nivel de precisión, entre el valor de ganancia inicial, inclusive, y la ganancia máxima, inclusive, en orden creciente;

- deteniéndose aquí si el nivel de precisión es el primer nivel de precisión;

45 - sumando el resto de los enteros múltiplos de un segundo nivel de precisión, entre la ganancia mínima, inclusive, y el valor de ganancia inicial, inclusive, en orden decreciente;

- sumando el resto de los enteros múltiplos del segundo nivel de precisión, entre el valor de ganancia inicial, inclusive, y la ganancia máxima, inclusive, en orden creciente;

- deteniéndose aquí si el nivel de precisión es el segundo nivel de precisión;

50 - sumando el resto de los enteros múltiplos de un tercer nivel de precisión, entre la ganancia mínima, inclusive, y el valor de ganancia inicial, inclusive, en orden decreciente y

- sumando el resto de los enteros múltiplos del tercer nivel de precisión, entre el valor de ganancia inicial, inclusive, y la ganancia máxima, inclusive, en orden creciente.

13. El procedimiento de la reivindicación 12, en el que el valor de ganancia inicial = 0dB, el primer valor de ganancia = 3dB, el primer nivel de precisión = 1dB, el segundo nivel de precisión = 0,5dB, y el tercer nivel de precisión = 0,25dB.

55

14. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende la decodificación de una matriz compacta en la que los canales de entrada (300) en la matriz de mezcla descendente (306) asociados a pares de altavoces

simétricos (S1-S9) y canales de salida (302) en la matriz de mezcla descendente (306) asociados con pares de altavoces simétricos (S10-S11) son agrupados en columnas o filas comunes, en los que la decodificación de la matriz de mezcla descendente compacta (308) comprende:

5 la recepción de los valores de significancia codificados y las ganancias de mezcla codificadas,

la decodificación del valor de significancias, la generación de la matriz de mezcla descendente compacta decodificada (308), y la decodificación de las ganancias de mezcla,

10 la asignación de las ganancias de mezcla decodificadas a los correspondientes valores de significancia, que indican que una ganancia no es cero y

la desagrupación de los canales de entrada (300) y los canales de salida (302) agrupados entre sí para obtener la matriz de mezcla descendente decodificada (306).

15

15. Un procedimiento para codificar una matriz de mezcla descendente (306) para mapear una pluralidad de canales de entrada (300) de contenido de audio a una pluralidad de canales de salida (302), estando los canales de entrada y salida (300, 302) asociados a los altavoces respectivos en posiciones predeterminadas con respecto a la posición de un oyente,

20 en el que la codificación de la matriz de mezcla descendente (306) comprende el aprovechamiento de la simetría de los pares de altavoces (S1-89) de la pluralidad de canales de entrada (300) y la simetría de los pares de altavoces (S10-S11) de la pluralidad de canales de salida (302),

25 en el que los pares respectivos (S1-S11) de canales de entrada y salida (300, 302) en la matriz de mezcla descendente (306) tienen asociadas respectivas ganancias de mezcla para adaptar un nivel por el que un canal de entrada dado (300) contribuye a un canal de salida dado (302),

en el que los valores de significancia respectivos son asignados a pares (S1-S11) de grupos de altavoces simétricos de los canales de entrada (300) y grupos de altavoces simétricos de los canales de salida (302), el valor de significancia indica si una ganancia de mezcla para uno o más de los canales de entrada (300) es cero o no y

30 en el que el procedimiento comprende además:

la codificación de los valores de significancia y
la codificación de las ganancias de mezcla.

35 16. El procedimiento de la reivindicación 15, en el que los valores de significancia comprenden un primer valor indicativo de una ganancia de mezcla de cero y un segundo valor indicativo de una ganancia de mezcla que no es de cero, y en el que la codificación de los valores de significancia comprende formar un vector unidimensional mediante la concatenación de los valores de significancia en un orden predefinido y la codificación del vector unidimensional mediante el uso de un esquema de longitud de ejecución.

40

17. El procedimiento de la reivindicación 15, en el que la codificación de los valores de significancia se basa en una plantilla que tiene los mismos pares de grupos de altavoces de los canales de entrada (300) y grupos de altavoces de los canales de salida (302), a los cuales se asocian valores de significancia modelo.

45 18. El procedimiento de la reivindicación 17, que comprende:

la combinación de forma lógica de los valores de significancia y los valores de significancia modelos para generar un vector unidimensional indicando, mediante un primer valor, que un valor de significancia y un valor de significancia modelo son idénticos y, mediante un segundo valor, que un valor de significancia y un valor de significancia modelo son diferentes y la codificación del vector unidimensional mediante un esquema de longitud de ejecución.

50

19. El procedimiento de la reivindicación 16 ó 18, en el que la codificación del vector unidimensional comprende la conversión del vector unidimensional en una lista que contiene las longitudes de ejecución, siendo una longitud de ejecución el número de primeros valores consecutivos que terminan en el segundo valor.

55

20. El procedimiento de la reivindicación 16, 18 ó 19, en el que las longitudes de ejecución se codifican mediante el uso de la codificación de Golomb-Rice o la codificación limitada de Golomb-Rice.

21. El procedimiento de una de las reivindicaciones 15 a 20, en el que la codificación de la matriz de

mezcla descendente (306) comprende la conversión de la matriz de mezcla descendente a una matriz de mezcla descendente compacta (308) mediante el agrupamiento de los canales de entrada (300) juntos de la matriz de mezcla descendente (306) asociados a pares de altavoces simétricos (S1-S9) y los canales de salida (302) de la matriz de mezcla descendente (306) asociados a pares de altavoces simétricos (S10-S11) para formar columnas o 5 filas comunes, y la codificación de la matriz de mezcla descendente compacta (308).

22. El procedimiento de una de las reivindicaciones 1 a 21, en el que se define una posición predeterminada de un altavoz dependiente de un ángulo azimutal y un ángulo de elevación de la posición del altavoz con respecto a la posición del oyente, y en el que un par de altavoces simétrico (S1-S11) está formado por altavoces 10 con el mismo ángulo de elevación y con el mismo valor absoluto del ángulo azimutal, aunque con diferentes signos.

23. El procedimiento de una de las reivindicaciones 1 a 22, en el que los canales de entrada y salida (302) incluyen además canales asociados a uno o más altavoces centrales y uno o más altavoces asimétricos, en el que un altavoz asimétrico carece de otro altavoz simétrico en la configuración definida por los canales de entrada/salida 15 (302).

24. Un procedimiento para la presentación de contenidos de audio que tiene una pluralidad de canales de entrada (300) a un sistema que tiene una pluralidad de canales de salida (302) diferentes de los canales de entrada (300), comprendiendo el procedimiento: 20

el suministro del contenido de audio y una matriz de mezcla descendente (306) para mapear los canales de entrada (300) a los canales de salida (302),

la codificación del contenido de audio;

25

la codificación de la matriz de mezcla descendente (306) de acuerdo con la reivindicación 15;

la transmisión del contenido de audio codificado y la matriz de mezcla descendente codificada (306) al sistema;

30 la decodificación del contenido de audio;

la decodificación de la matriz de mezcla descendente (306) de acuerdo con la reivindicación 1 y

35 el mapeo de los canales de entrada (300) del contenido de audio a los canales de salida (302) del sistema mediante el uso de la matriz de mezcla descendente decodificada (306),

en el que la matriz de mezcla descendente (306) es codificada/ decodificada de acuerdo con el procedimiento de una de las reivindicaciones anteriores.

40 25. El procedimiento de la reivindicación 24, en el que la matriz de mezcla descendente (306) es especificada por un usuario.

26. El procedimiento de la reivindicación 24 ó 25, que comprende además la transmisión de parámetros del ecualizador asociados a los canales de entrada (300) o los elementos de la matriz de mezcla descendente (304). 45

27. Un producto de computación no transitorio que incluye un medio legible por ordenador que almacena instrucciones para llevar a cabo un procedimiento de una de las reivindicaciones 1 a 26.

28. Un codificador para la codificación de una matriz de mezcla descendente (306) para el mapeo de una pluralidad de canales de entrada (300) de contenido de audio con una pluralidad de canales de salida (302), estando los canales de entrada y salida (302) asociados a respectivos altavoces en posiciones predeterminadas con respecto a la posición de un oyente, comprendiendo el codificador: 50

un procesador configurado para codificar la matriz de mezcla descendente (306) de acuerdo con la reivindicación 15. 55

29. Un decodificador para la decodificación de una matriz de mezcla descendente (306) para el mapeo de una pluralidad de canales de entrada (300) de contenido de audio con una pluralidad de canales de salida (302), estando los canales de entrada y salida (302) asociados a los respectivos altavoces en posiciones predeterminadas con respecto a la posición de un oyente, en el que la matriz de mezcla descendente (306) es codificada

aprovechando la simetría de los pares de altavoces (S1-S9) de la pluralidad de canales de entrada (300) y la simetría de los pares de altavoces (S10-S11) de la pluralidad de canales de salida (302), comprendiendo el decodificador:

5 un procesador configurado para operar de acuerdo con la reivindicación 1.

30. Un codificador de audio para la codificación de una señal de audio, que comprende un codificador de la reivindicación 28.

10 31. Un decodificador de audio para la decodificación de una señal de audio codificada, comprendiendo el decodificador de audio un decodificador de la reivindicación 29.

32. El decodificador de audio de la reivindicación 31, que comprende un conversor de formato acoplado al decodificador para recibir la matriz de mezcla descendente decodificada (306) y que cumple la función de convertir
15 el formato de la señal de audio decodificada de acuerdo con la matriz de mezcla descendente decodificada recibida (306).

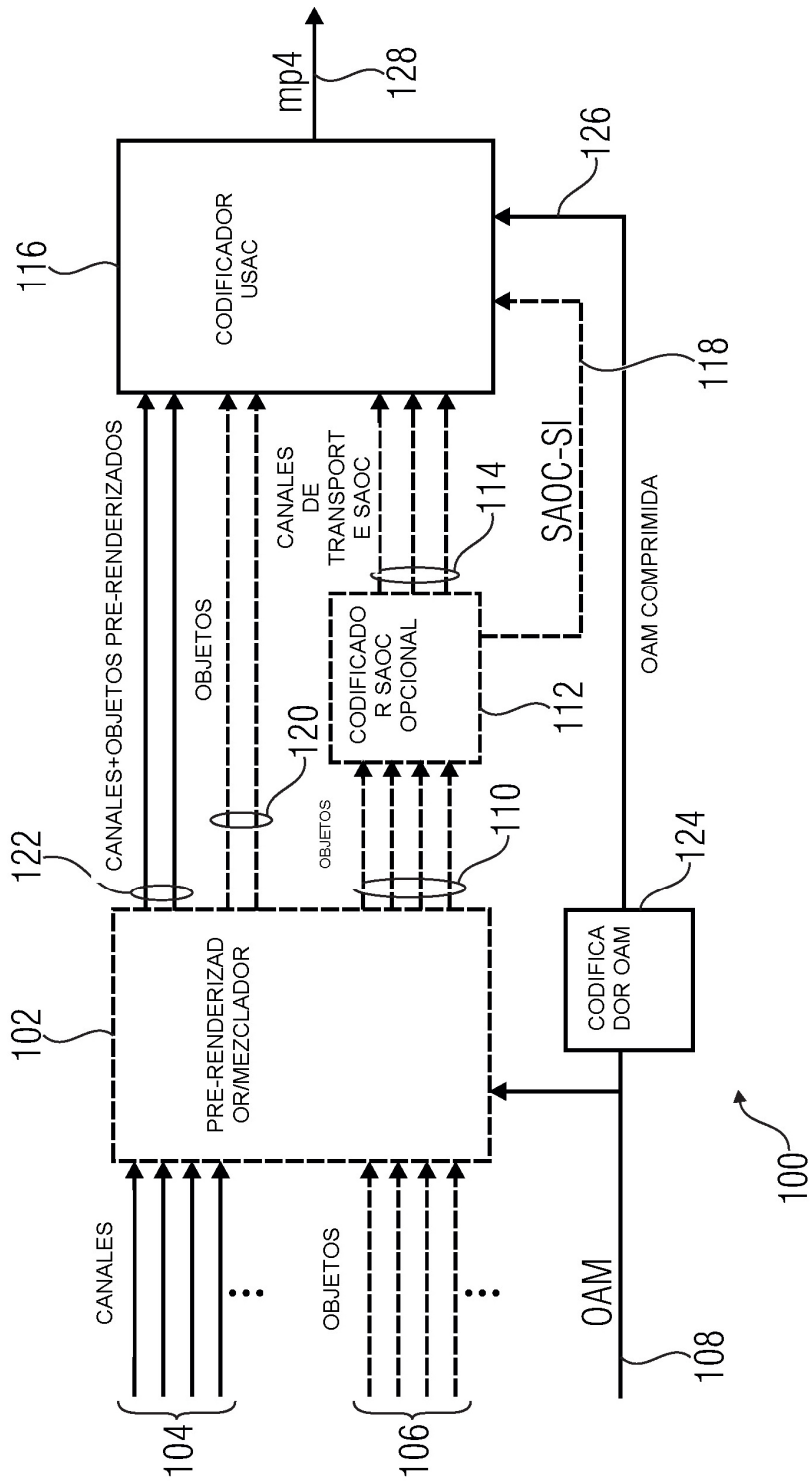


FIG 1

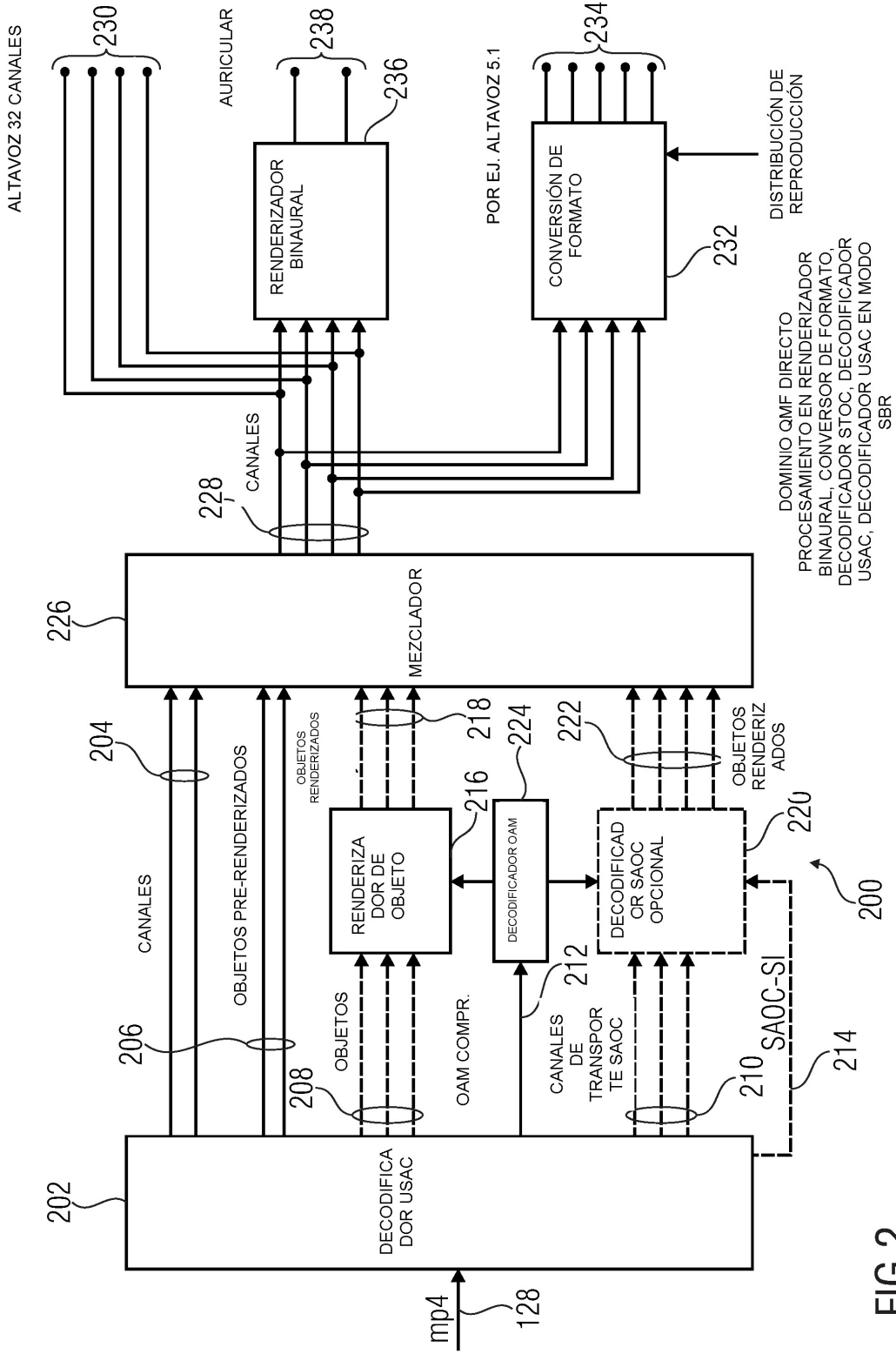


FIG 2

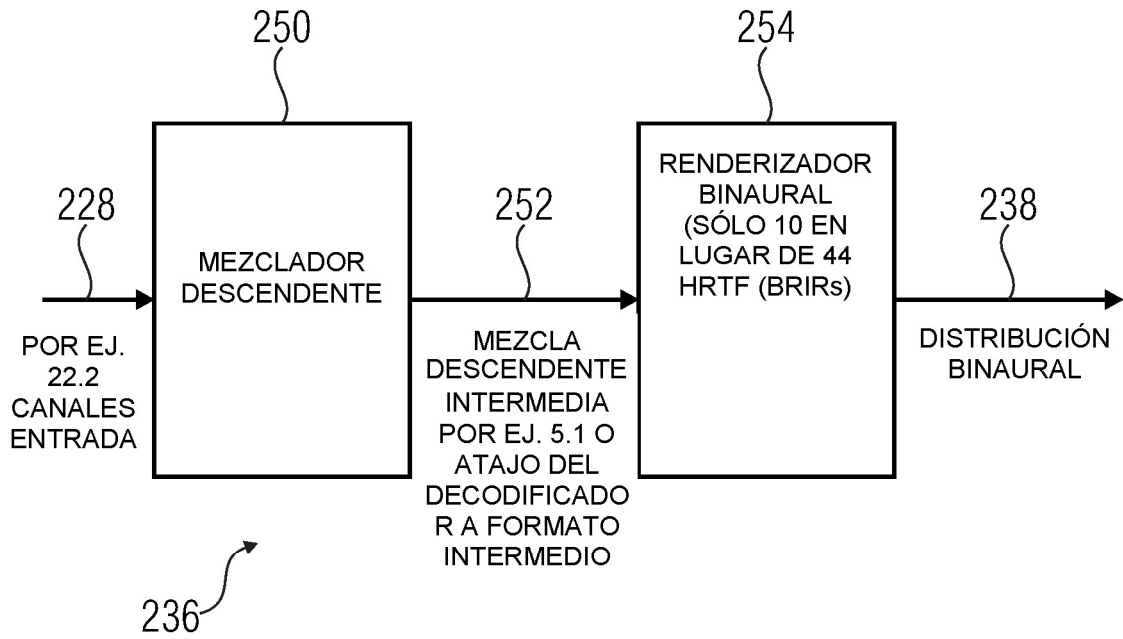


FIG 3

		1		5			300
1	1						C
	0.7	0.7					Lc
	0.7		0.7				Rc
		1					L
5			1				R
		0.7		0.7			Lss
			0.7		0.7		Rss
				1			Lsr
					1		Rsr
10				0.7	0.7		Cs
						0.7	LFE
						0.7	LFE2
	1						Cv
		1					Lv
15			1				Rv
		0.7		0.7			Lvss
			0.7		0.7		Rvss
	0.7			0.5	0.5		Ts
				1			Lvr
20					1		Rvr
				0.7	0.7		Cvr
	1						Cb
		1					Lb
			1				Rb
	C	L	R	Ls	Rs	LFE	

302

FIG 4

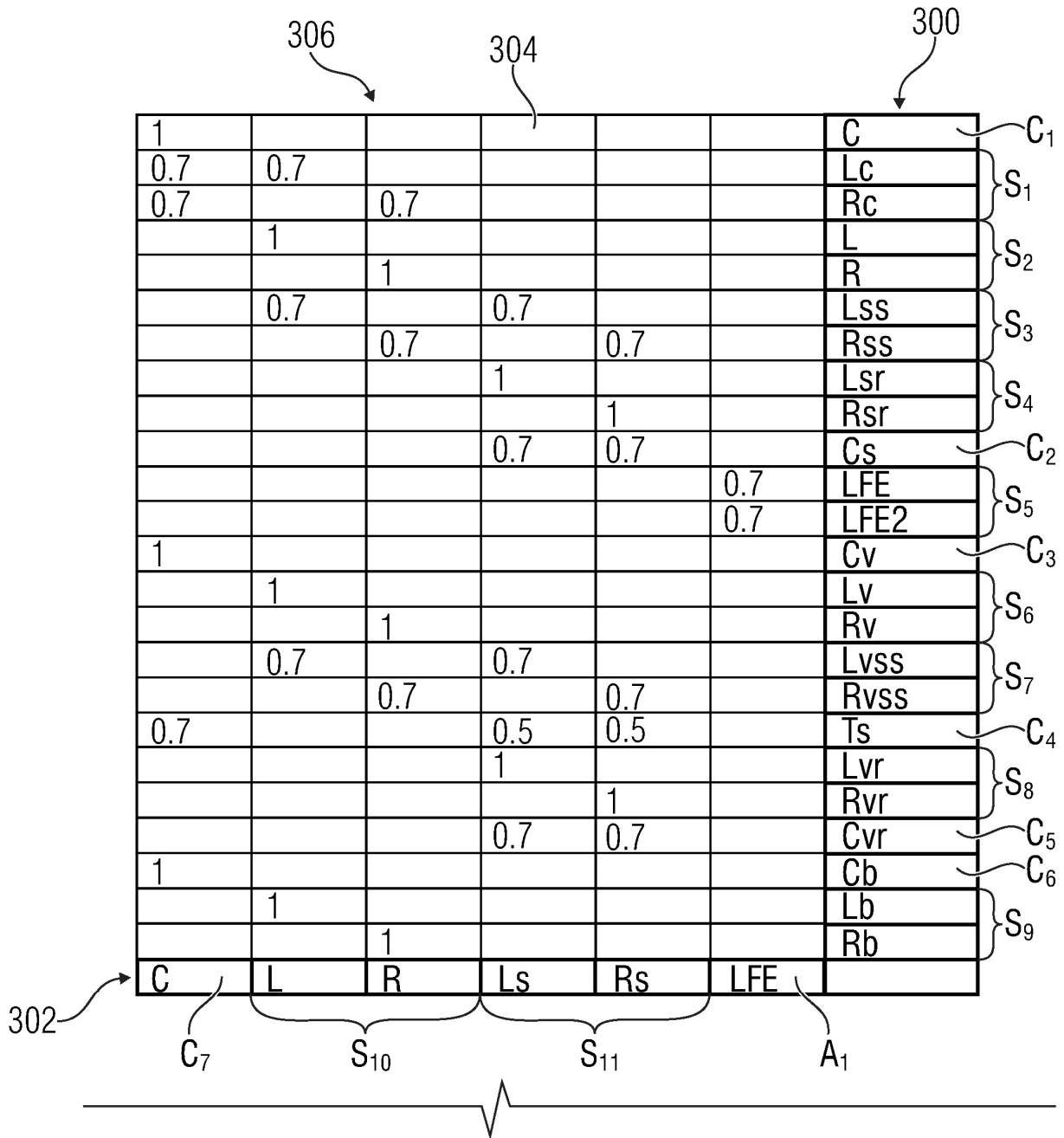


FIG 5A

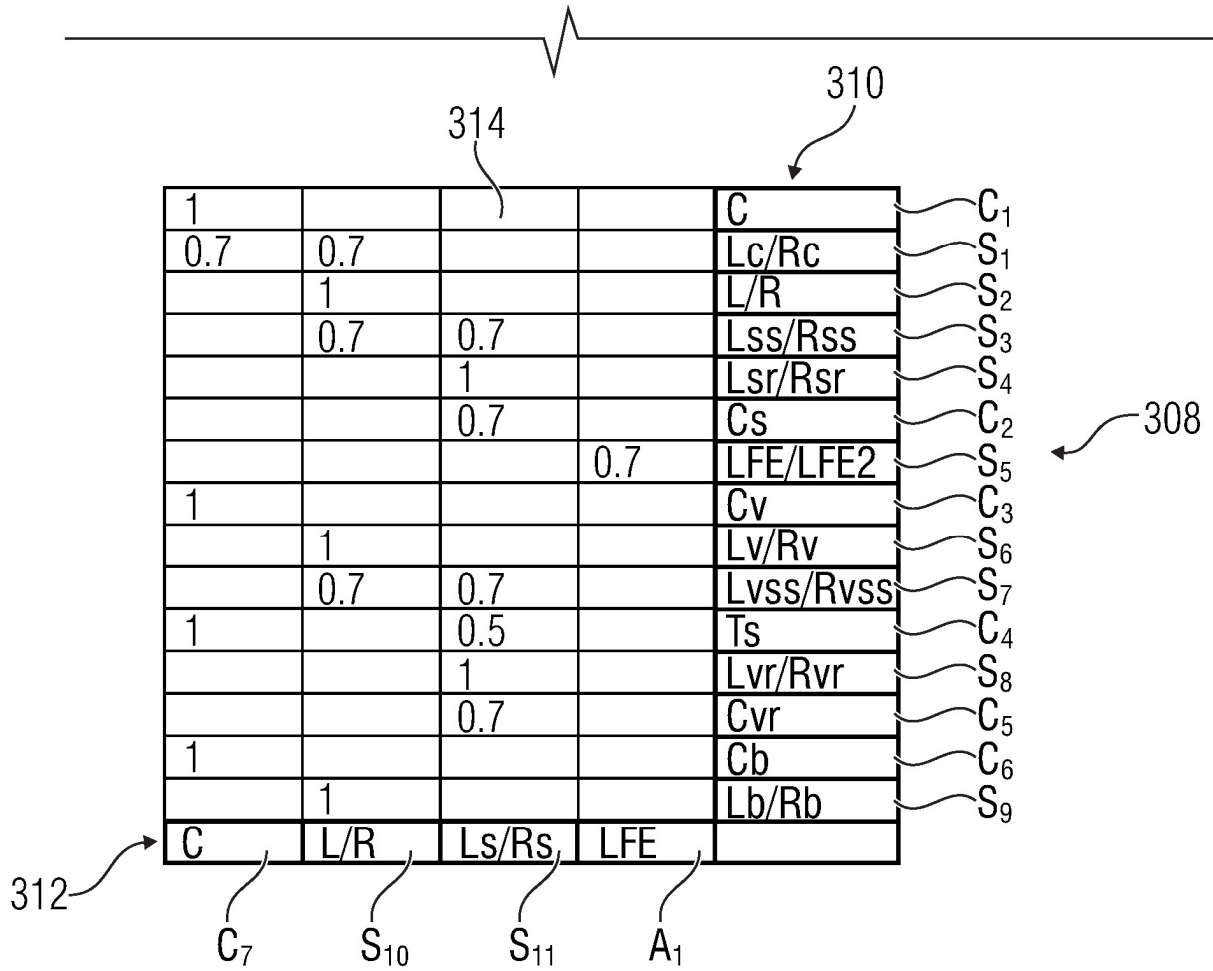


FIG 5B

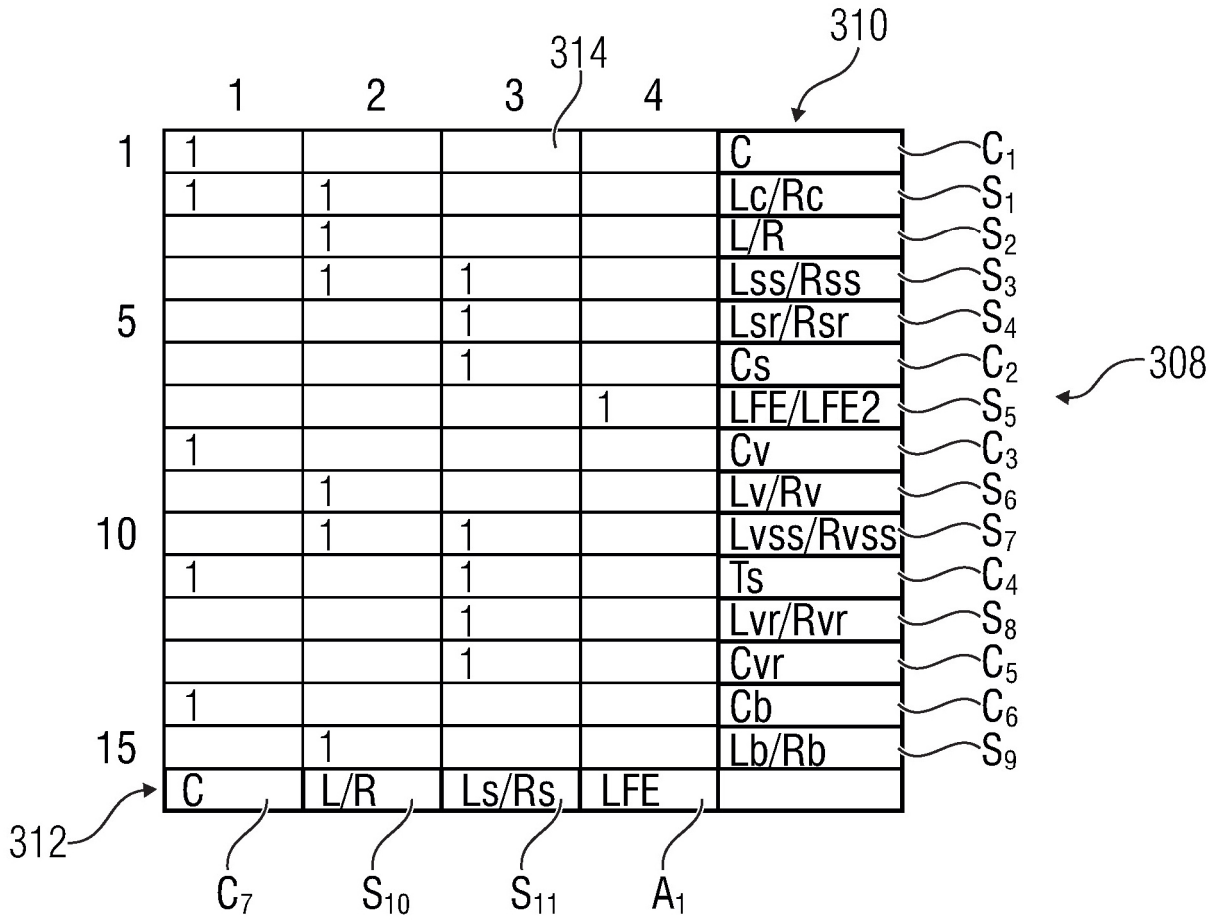


FIG 6

FIG. 7

1					C
1	1				Lc/Rc
	1				L/R
		1			Lss/Rss
		1			Lsr/Rsr
		1			Cs
			1		LFE/LFE2
1	1				Cv
	1				Lv/Rv
	1	1			Lvss/Rvss
1	1	1			Ts
		1			Lvr/Rvr
		1			Cvr
1					Cb
C	L/R	Ls/Rs	LFE		

310' 314' 318' 320' 312' 316

1					C
1	1				Lc/Rc
	1				L/R
		1			Lss/Rss
		1			Lsr/Rsr
		1			Cs
			1		LFE/LFE2
1	1				Cv
	1				Lv/Rv
	1	1			Lvss/Rvss
1	1	1			Ts
		1			Lvr/Rvr
		1			Cvr
1					Cb
C	L/R	Ls/Rs	LFE		

310 314 318 320 312 308

