

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 401 554**

51 Int. Cl.:

G10L 19/00 (2013.01)

H04B 1/66 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.01.2010 E 10701119 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2013 EP 2380167**

54 Título: **Aparato, procedimiento y programa de computadora para mezclar hacia arriba una señal de audio mezclada hacia abajo**

30 Prioridad:

28.01.2009 US 147815 P
27.05.2009 EP 09007086

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

22.04.2013

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

NEUSINGER, MATTHIAS;
ROBILLIARD, JULIEN y
HILPERT, JOHANNES

74 Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

ES 2 401 554 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

Aparato, procedimiento y programa de computadora para mezclar hacia arriba una señal de audio mezclada hacia abajo.

Antecedentes de la invención

- 5 **[0001]** Realizaciones de acuerdo con la invención se relacionan con un aparato, un procedimiento y un programa de computadora para mezclar hacia arriba (*upmix*) una señal de audio mezclada hacia abajo (*downmix*).
- [0002]** Algunas realizaciones de acuerdo con la invención están relacionadas con una interpolación de parámetro de mezclado hacia arriba preservador de magnitud.
- 10 **[0003]** En lo que sigue se describirá el contexto de la invención. El reciente desarrollo en el área de codificación paramétrica de audio produce técnicas para codificar conjuntamente una señal de audio multicanal (por ejemplo, 5.1) en uno (o más) canales mezclados hacia abajo más una transmisión de información lateral. Estas técnicas se conocen como Codificación Binaural, Paramétrico Estéreo, y MPEG Surround, etc.
- [0004]** Una cantidad de publicaciones describen el enfoque de codificación multicanal paramétrico denominado "Codificación Binaural" ("*Binaural Cue Coding*"), ver por ejemplo, referencias [1][2][3][4][5].
- 15 **[0005]** "Paramétrico Estéreo" es una técnica relacionada para la codificación paramétrica de una señal estéreo de dos canales en base a una señal mono transmitida más información lateral de parámetro [6][7].
- [0006]** "MPEG Surround" es un estándar ISO para codificación paramétrica multicanal [8], que también se explican en Breebart et al. (2007): *Background concept, and architecture for the recent MPEG surround standard on multichannel audio compression*; *AES Journal vol. 55, no.5*.
- 20 **[0007]** Las mencionadas técnicas se basan en transmitir indicadores perceptuales relevantes para una audición espacial del humano en una forma compacta para el receptor junto con la señal mezclada hacia abajo mono o estéreo asociada. Típicos indicadores pueden ser diferencias de nivel intercanal (ILD), correlación o coherencia intercanal (ICC), así como también diferencias de tiempo intercanal (ITD) y diferencias de fase intercanal (IPD).
- 25 **[0008]** Estos parámetros en algunos casos son transmitidos en una resolución de frecuencia y tiempo adaptada a la resolución auditiva del humano. El intervalo de actualización en el tiempo está determinado por el codificador, dependiendo de las características de la señal. Esto significa que no para toda muestra de la señal-mezclada hacia abajo, se transmiten parámetros. En otras palabras, en algunos casos un ritmo de transmisión (o frecuencia de transmisión, o ritmo de actualización) de parámetros que describen los indicadores mencionados arriba, puede ser más pequeño que un ritmo de transmisión (o frecuencia de transmisión, o ritmo de actualización) de muestras de audio (o grupos de muestras de audio).
- 30 **[0009]** Como el decodificador en algunos casos puede tener que aplicar los parámetros continuamente en el tiempo de una manera sin separación, por ejemplo a cada muestra (o muestra de audio), puede ser necesario establecer parámetros intermedios en el lado del decodificador, típicamente mediante interpolación entre conjuntos de parámetros pasados y actuales.
- 35 **[0010]** Sin embargo, algunos enfoques de interpolación convencionales dan por resultado pobre calidad de audio.
- [0011]** En lo que sigue se describirá un esquema de codificación binaural genérico haciendo referencia a la Figura 7. La Figura 7 muestra un diagrama de bloques esquemático de un sistema de transmisión de codificación binaural 800, el cual comprende un codificador de codificación binaural 810 y un decodificador de codificación binaural 820. El codificador de codificación binaural 810 puede recibir, por ejemplo, una pluralidad de señales de audio 812a, 812b y 812c. Además, el codificador de codificación binaural 810 está configurado para mezclar hacia abajo las señales de audio de entrada 812a-812c usando un mezclador hacia abajo 814 para obtener una señal mezclada hacia abajo 816, la cual puede ser, por ejemplo, una señal suma, y la cual puede ser designada con "AS" o "X". Además, el codificador de codificación binaural 810 está configurado para analizar las señales de audio de entrada 812a-812c usando un analizador 818 para obtener la señal de información lateral 819 ("SI"). La señal suma 816 y la señal de información lateral 819 son transmitidas desde el codificador de codificación binaural 810 al decodificador de codificación binaural 820. El decodificador de codificación binaural 820 puede ser configurado para sintetizar una señal de audio de salida multicanal que comprende, por ejemplo, canales de audio y_1, y_2, \dots, y_N sobre la base de la señal suma 816 y los indicadores intercanal 824. Con este fin, el decodificador de codificación binaural 820 puede comprender un sintetizador de codificación binaural 822 el cual recibe la señal suma 816 y los indicadores intercanal 824, y provee las señales de audio y_1, y_2, \dots, y_N .
- 40 **[0012]** El decodificador de codificación binaural 820 además comprende un procesador de información lateral 826 el cual está configurado para recibir la información lateral 819 y, opcionalmente, una entrada de usuario 827. El procesador de información lateral 826 está configurado para proveer los indicadores intercanal 824 sobre la base de la información lateral 819 y la entrada de usuario opcional 827.
- 45
- 50

[0013] Para sintetizar, las señales de audio de entrada son analizadas y mezcladas hacia abajo. La señal suma, más la información lateral, es transmitida al decodificador. Los indicadores intercanal son generados a partir de la información lateral y la entrada de usuario. La síntesis de codificación binaural genera la señal de audio de salida multicanal.

5 [0014] Para detalles se hace referencia a los artículos "*Binaural Cue Coding Part II: Schemes and applications*," ("Codificación Binarual Parte II: Esquemas y aplicaciones") por C. Faller y F. Baumgarte (publicado en: *IEEE Transactions on Speech and Audio Processing*, vol. 11, N° 6, Nov. 2003).

10 [0015] Sin embargo, se ha hallado que muchos decodificadores de codificación binaural convencionales proveen señales de audio de salida multicanal con calidad degradada si la información lateral es recibida a una menor frecuencia de actualización que la señal mezclada hacia abajo.

[0016] En vista de este problema, hay una necesidad de un concepto mejorado de mezclar hacia arriba una señal de audio mezclada hacia abajo llegando a una señal de audio mezclada hacia arriba, el cual reduce una degradación de la impresión auditiva si la frecuencia de actualización de la información lateral es menor que la frecuencia de actualización de la señal de audio mezclada hacia abajo.

15 **Resumen de la invención**

[0017] El problema técnico se resuelve mediante la invención tal como se define mediante las reivindicaciones independientes. Los detalles de la invención se dan en las reivindicaciones dependientes.

20 [0018] Una realización de acuerdo con la invención crea un aparato para mezclar hacia arriba una señal de audio mezclada hacia abajo describiendo uno o más canales de audio mezclados hacia abajo en un canal de audio mezclado hacia arriba describiendo una pluralidad de canales de audio mezclados hacia arriba. El aparato comprende un mezclador hacia arriba configurado para aplicar parámetros de mezclado hacia arriba temporalmente variables para mezclar hacia arriba la señal de audio mezclada hacia abajo para obtener la señal de audio mezclada hacia arriba. El aparato comprende además un interpolador de parámetros, en donde el interpolador de parámetros está configurado para obtener uno o más parámetros de mezclado hacia arriba temporalmente interpolados para ser
25 usados por el mezclador hacia arriba sobre la base de un primer parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo y un subsiguiente segundo parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo. El interpolador de parámetro está configurado para interpolar separadamente entre un valor de magnitud del primer parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo y un valor de magnitud del segundo parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo, y entre un valor de fase del primer parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo y un valor de fase del segundo parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo, para obtener el uno o más parámetros de mezclado hacia arriba temporalmente interpolados.

30 [0019] Realizaciones de acuerdo con la invención se basan en el hallazgo de que una interpolación temporal separada del valor de magnitud de un parámetro de mezclado hacia arriba y del valor de fase del parámetro de mezclado hacia arriba conlleva una buena impresión auditiva de la señal de audio mezclada hacia arriba porque se mantiene muy pequeña una variación de la magnitud del parámetro de mezclado hacia arriba interpolada. Se ha hallado que una variación innecesariamente grande de la amplitud del parámetro de mezclado hacia arriba puede dar por resultado una modulación audible y perturbadora de la señal de audio mezclada hacia arriba. En contraste, interpolando separadamente la amplitud de los parámetros de mezclado hacia arriba de valor complejo, del valor de fase del mismo, la variación de amplitud causada por la interpolación se mantiene pequeña (o incluso minimizada),
35 incluso en presencia de una gran diferencia de fase entre el valor complejo del primer parámetro (o inicial) de mezclado hacia arriba y el valor complejo del segundo (o subsiguiente) parámetro de mezclado hacia arriba. Consiguientemente, se reduce (o incluso se elimina completamente) una modulación audible y perturbadora de la señal de audio de salida mezclada hacia arriba cuando se compara con algunos otros tipos de interpolación.

40 [0020] Así, se puede obtener una buena impresión auditiva de la señal de audio de salida mezclada hacia arriba, incluso si la información lateral es transferida desde una codificador de codificación binaural a un decodificador de codificación binaural menos frecuentemente que las muestras de la señal de audio mezclada hacia abajo.

45 [0021] En una realización de acuerdo con el invento, el interpolador de parámetros está configurado para interpolar monótonamente en el tiempo entre un valor de magnitud del primer parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo y el valor de magnitud del segundo (subsiguiente) parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo para obtener valores de magnitud del uno más parámetros de mezclado hacia arriba temporalmente interpolados. Asimismo, el interpolador de parámetros preferiblemente puede estar configurado para interpolar linealmente en el tiempo entre un valor de fase del primer parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo y el valor de fase del segundo (subsiguiente) parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo, para obtener valores de fase del uno más parámetros de mezclado hacia arriba temporalmente interpolados. Asimismo, el interpolador de parámetros
50 puede estar configurado para combinar el uno o más valores de magnitud de los parámetros de mezclado hacia arriba interpolados con correspondientes valores de fase de los parámetros de mezclado hacia arriba interpolados para obtener el uno o más parámetros de mezclado hacia arriba interpolados de valor complejo.

[0022] En una realización de acuerdo con el invento, el interpolador de parámetros está configurado para interpolar linealmente en el tiempo entre el valor de magnitud del primer parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo y el valor de magnitud del segundo subsiguiente parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo, para obtener valores de magnitud del uno más parámetros de mezclado hacia arriba temporalmente interpolados.

5 **[0023]** Realizando una interpolación monótona en el tiempo o incluso lineal entre valores de magnitud de los subsiguientes parámetros de mezclado hacia arriba de valor complejo, se puede evitar una modulación de amplitud perturbadora de la señal de audio mezclada hacia arriba (la cual sería causada por otros esquemas de interpolación). Con relación a este tema, se ha hallado que el sistema auditivo humano es particularmente sensible a modulación de amplitud de señales de audio. También se ha hallado que la impresión auditiva (o impresión de
10 escucha) es significativamente degradada por una tal modulación de amplitud parásita. Consiguientemente, obtener una variación suave y no modulada de los parámetros de mezclado hacia arriba, lo cual resulta en una evolución temporal suave y no modulada de la amplitud de señal de audio, es una contribución importante al mejoramiento de la impresión auditiva de una señal mezclada hacia arriba en presencia de una interpolación de los parámetros de mezclado hacia arriba.

15 **[0024]** En una realización de la invención, el mezclador hacia arriba está configurado para realizar una superposición ajustada lineal de parámetros de sub-banda de valor complejo, de una pluralidad de señales de audio de entrada del mezclador hacia arriba, en dependencia de los parámetros de mezclado hacia arriba interpolados de valor complejo, para obtener la señal de audio mezclada hacia arriba. En este caso, el mezclador hacia arriba puede estar configurado para procesar secuencias de parámetros de sub-banda que representan muestras de audio
20 subsiguientes de las señales de audio de entrada del mezclador hacia arriba. El interpolador de parámetros puede estar configurado para recibir subsiguientes parámetros de mezclado hacia arriba de valor complejo, los cuales están temporalmente espaciados por más que la duración de una de las muestras de audio de sub-banda, y para actualizar los parámetros de mezclado hacia arriba interpolados más frecuentemente (por ejemplo, una vez por muestra de audio de sub-banda).

25 **[0025]** Así, el mezclador hacia arriba puede estar configurado para recibir muestras actualizadas de las señales de audio de entrada de mezclador hacia arriba a un ritmo de actualización de mezclador hacia arriba, y el interpolador de parámetros puede estar configurado para actualizar los parámetros de mezclado hacia arriba interpolados al ritmo de actualización del mezclador hacia arriba. De esta manera, el ritmo de actualización de los parámetros de mezclado hacia arriba puede ser adaptado para ser el ritmo de actualización de las señales de audio de entrada de
30 mezclador hacia arriba. Consiguientemente, se pueden obtener particularmente suaves transiciones entre dos conjuntos subsiguientes de parámetros de mezclado hacia arriba recibidos por el aparato (por ejemplo, a un ritmo de actualización menor que el ritmo de actualización de mezclador hacia arriba).

[0026] En una realización preferida de la invención, el mezclador hacia arriba puede estar configurado para realizar una multiplicación matriz-vector usando una matriz que comprende los parámetros de mezclado hacia arriba
35 interpolados y un vector que comprende uno o más parámetros de sub-banda de las señales de audio de entrada de mezclador hacia arriba, para obtener como resultado un vector que comprende muestras de sub-banda de valor complejo de las señales de audio mezcladas hacia arriba. Usando una multiplicación matriz-vector, se puede obtener una implementación de circuito particularmente eficiente. La multiplicación matriz-vector define, en una forma eficiente de implementar, la superposición lineal dependiente del parámetro de mezclado hacia arriba, de las
40 señales de entrada de audio. Una multiplicación matriz-vector puede ser implementada en forma eficiente en una procesador de señal (o en otras unidades de hardware o software apropiadas) si las entradas de la matriz están representadas divididas en una parte real y parte imaginaria. El manejo de valores complejos divididos en parte real y parte imaginaria puede realizarse con relativamente poco esfuerzo, ya que la división de parte real/parte imaginaria es bien adecuada tanto para una multiplicación de números complejos como, particularmente, para una adición de
45 los resultados de la multiplicación. Así, mientras otras representaciones numéricas conllevan severas dificultades con respecto a una multiplicación o bien con respecto a una adición (cuyas operaciones son ambas necesarias en una multiplicación matriz-vector), el uso de de una representación numérica en parte real/parte imaginaria provee una solución eficiente.

50 **[0027]** En una realización de la invención, el aparato está configurado para recibir indicadores espaciales que describen los parámetros de mezclado hacia arriba. En este caso, el interpolador de parámetros puede estar configurado para determinar los valores de magnitud de los parámetros de mezclado hacia arriba en dependencia de parámetros de diferencia de nivel intercanal, o en dependencia de parámetros de correlación (o coherencia) intercanal, o en dependencia de parámetros de diferencia de nivel intercanal y parámetros de correlación (o coherencia) intercanal. Además, el interpolador de parámetros puede estar configurado para determinar los valores
55 de fase de los parámetros de mezclado hacia arriba en dependencia de parámetros de diferencia de fase intercanal. Consiguientemente, se puede ver que en algunos casos es posible, de una manera muy eficiente, obtener los valores de magnitud y los valores de fase de los parámetros de mezclado hacia arriba separadamente. Así, la información de entrada requerida para la interpolación separada puede ser obtenida eficientemente incluso sin unidad adicional de separación valor de magnitud/valores de fase si se usan los parámetros mencionados arriba
60 (ILD, ICC, IPD, y/o ITD) o parámetros comparables, como cantidades de entrada para el interpolador de parámetros.

[0028] En una realización de la invención, el interpolador de parámetros está configurado para determinar una dirección de la interpolación entre los valores de fase de parámetros de mezclado hacia arriba de valor complejo subsiguientes, tal que un rango de ángulo pasado en la interpolación entre un valor de fase del primer parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo y un valor de fase del segundo (subsiguiente) parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo, es menor que, o igual a, 180° . En otras palabras, en algunas realizaciones se asegura que una variación de fase causada por la interpolación, es mantenida suficientemente pequeña (o incluso es minimizada). Aunque la percepción auditiva humana no es particularmente sensible a cambios de fase, puede ser ventajoso limitar la variación de fase. Por ejemplo, la variación de fase de los parámetros de mezclado hacia arriba podría resultar en distorsiones difíciles de predecir tales como corrimientos de frecuencia o modulación de frecuencia. Tales distorsiones pueden ser limitadas o eliminadas decidiendo cuidadosamente cómo interpolar los valores de fase de los parámetros de mezclado hacia arriba.

[0029] Otra realización de acuerdo con la invención crea un procedimiento para mezclar hacia arriba una señal de audio mezclada hacia abajo.

[0030] Otra realización más de acuerdo con la invención crea un programa de computadora para mezclar hacia arriba una señal de audio mezclada hacia abajo.

Breve Descripción de las Figuras

[0031] Se describirán subsiguientemente realizaciones de acuerdo con la invención tomando referencia a las figuras incluidas, en las cuales:

la Figura 1 muestra un diagrama de bloques esquemático de un aparato para mezclar hacia arriba una señal de audio mezclada hacia abajo, de acuerdo con una realización de la invención;

las Figuras 2a y 2b muestran un diagrama de bloques esquemático de un aparato para mezclar hacia arriba una señal de audio mezclada hacia abajo, de acuerdo con otra realización de la invención;

la Figura 3 muestra una representación esquemática de una relación temporal entre muestras de la señal de audio mezclada hacia abajo y una información lateral de entrada de decodificador;

la Figura 4 muestra una representación esquemática de una relación temporal entre una información lateral de entrada de decodificador y parámetros de mezclado hacia arriba interpolados temporalmente basados en ello;

la Figura 5 muestra una representación gráfica de una trayectoria de interpolación.

la Figura 6 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento para mezclar hacia arriba una señal de audio mezclada hacia abajo, de acuerdo con una realización de la invención;

la Figura 7 muestra un diagrama de bloques esquemático que representa un esquema de codificación binaural genérico.

Descripción Detallada de las Realizaciones

Realización de Acuerdo con la Figura 1

[0032] La Figura 1 muestra un diagrama de bloques esquemático de un aparato 100 para mezclar hacia arriba una señal de audio mezclada hacia abajo, de acuerdo con una realización de la invención. El aparato 100 está configurado para recibir una señal de audio mezclada hacia abajo 110 que describe uno o más canales de audio mezclados hacia abajo, y para proveer una señal de audio mezclada hacia arriba 120 describiendo una pluralidad de canales de audio mezclados hacia arriba. El aparato 100 comprende un mezclador hacia arriba 130 configurado para aplicar parámetros de mezclado hacia arriba temporalmente variables para mezclar hacia arriba la señal de audio mezclada hacia abajo 110 para obtener la señal de audio mezclada hacia arriba 120. El aparato 100 también comprende un interpolador de parámetros 140 configurado para recibir una secuencia de parámetros de mezclado hacia arriba de valor complejo, por ejemplo un primer parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo 142 y un subsiguiente segundo parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo 144. El interpolador de parámetros 140 está configurado para obtener uno o más parámetros de mezclado hacia arriba temporalmente interpolados 150 para ser usados por el mezclador hacia arriba sobre la base del primer (o inicial) parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo 142 y el subsiguiente segundo parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo 144. El interpolador de parámetros 140 está configurado para interpolar separadamente entre un valor de magnitud del primer parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo 142 y un valor de magnitud del segundo parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo 144 (cuya interpolación de valor de magnitud está representada en el número de referencia 160), y entre un valor de fase del primer parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo 142 y un valor de fase del segundo parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo 144 (cuya interpolación de valor de fase está representada en el número de referencia 162). El interpolador de parámetro 140 está configurado para obtener el uno o más parámetros de mezclado hacia arriba interpolados 159 sobre la base de los valores de magnitud interpolados (también designados como valores de amplitud, o valores de

ganancia) (lo cual está representado con el número de referencia 160) y sobre la base de los valores de fase interpolados (lo cual está mostrado en el número de referencia 164).

[0033] A continuación se describirán algunos detalles relacionados con la funcionalidad del aparato 100. La señal de audio mezclado hacia abajo 110 puede ser ingresada en el mezclador hacia arriba 130, por ejemplo en la forma de una secuencia de conjuntos de valores complejos que representan la señal de audio mezclado hacia abajo en el dominio de tiempo-frecuencia (describiendo bandas de frecuencias o sub-bandas de frecuencia que se superponen o que no se superponen a un ritmo de actualización determinado por el codificador no mostrado aquí). El mezclador hacia arriba 130 está configurado para combinar linealmente múltiples canales de la señal de audio mezclado hacia abajo 110 en dependencia de los parámetros de mezclado hacia arriba interpolados temporalmente 150, o para combinar linealmente un canal de la señal de audio mezclada hacia abajo 110 con una señal auxiliar (por ejemplo, señal decorrelacionada) (en donde la señal auxiliar puede ser establecida a partir del mismo canal de audio de la señal de audio mezclada hacia abajo 110, de uno o más otros canales de audio de la señal de audio mezclada hacia abajo 110). Así, los parámetros de mezclado hacia arriba interpolados temporalmente 150 pueden ser usados por el mezclador hacia arriba 130 para decidir sobre el ajuste de amplitud y una rotación de fase (o retardo de tiempo) usado en la generación de la señal de audio mezclada hacia arriba 120 (o un canal de la misma) sobre la base de la señal de audio mezclada hacia abajo 110.

[0034] El interpolador de parámetros 140 típicamente está configurado para proveer parámetros de mezclado hacia arriba interpolados temporalmente 150 a un ritmo de actualización que es más alto que el ritmo de actualización de la información lateral descrita por los parámetros de mezclado hacia arriba 142, 144. Con este propósito se obtienen subsiguientes parámetros de mezclado hacia arriba de valor complejo (por ejemplo, recibidos o computados) mediante el interpolador de parámetros 140. Un valor de magnitud y un valor de fase de los parámetros de mezclado hacia arriba de valor complejo 142, 144 son procesados separadamente (o incluso independientemente) usando una interpolación de valor de magnitud 160 y una interpolación de valor de fase 162. Así, valores de magnitud interpolados temporalmente de los parámetros de mezclado hacia arriba y valores de fase interpolados temporalmente de los parámetros de mezclado hacia arriba, están disponibles separadamente y pueden ser alimentados separadamente al mezclador hacia arriba 140, o bien pueden ser alimentados al mezclador hacia arriba 130 en una forma combinada (combinada - después de interpolación separada - formando un número de valor complejo). La interpolación separada conlleva la ventaja de que la amplitud del parámetro de mezclado hacia arriba interpolado temporalmente típicamente comprende una evolución temporal suave y monótona entre instancias subsiguientes en el tiempo en el cual la información lateral actualizada es recibida por el aparato 100. Se evitan artefactos audibles y perturbadores, tales como una modulación de amplitud de una o más sub-bandas, los cuales son causados otros tipos de interpolación. Consiguientemente, la calidad de las señales de audio actualizadas 120 es superior a la calidad de una señal mezclada hacia arriba que sería obtenida usando tipos convencionales de interpolación de parámetro de mezclado hacia arriba.

Realización de Acuerdo con la Figura 2

[0035] Se describirán detalles adicionales con relación a la estructura y al funcionamiento de un aparato para mezclar hacia arriba una señal de audio, haciendo referencia a las Figuras 2a y 2b. las Figuras 2a y 2b muestran un diagrama de bloques detallado de un aparato 200 para mezclar hacia arriba una señal de audio mezclada hacia abajo, de acuerdo con otra realización de la invención. El aparato 200 puede ser considerado como un decodificador para generar una señal de audio multicanal (por ejemplo, 5.1) sobre la base de una señal de audio mezclada hacia abajo y una información lateral SI. El aparato 200 implementa las funcionalidades que han sido descritas con respecto al aparato 100. El aparato 200 puede servir, por ejemplo, para decodificar una señal de audio multicanal codificada de acuerdo con una denominada "codificación binaural", una denominada "paramétrico estéreo", o una denominada "MPEG Surround". Naturalmente, el aparato 200 puede ser usado de manera similar para mezclar hacia arriba señales de audio multicanal codificadas de acuerdo con otro sistema usando indicadores espaciales.

[0036] Por simplicidad, se describe el aparato 200 que realiza un mezclado hacia arriba de una señal de audio mezclada hacia abajo de canal único hacia un señal de dos canales. Sin embargo, el concepto descrito aquí puede ser extendido fácilmente a casos en los que la señal de audio mezclada hacia abajo comprende más que un canal, y también a casos en los que la señal de audio mezclada hacia arriba comprende más que dos canales.

Señales de entrada y temporización de entrada

[0037] El aparato 200 está configurado para recibir la señal de audio mezclada hacia abajo 210 y la información lateral 212. Además, el aparato 200 está configurado para proveer una señal de audio mezclada hacia arriba 214 que comprende, por ejemplo, múltiples canales.

[0038] La señal de audio mezclada hacia abajo 210 puede ser, por ejemplo, una señal suma generada por un codificador (por ejemplo, mediante un codificador BCC 810 mostrado en la Figura 7). La señal de audio mezclada hacia abajo 210 puede ser representada, por ejemplo en un dominio de tiempo-frecuencia, por ejemplo en la forma de una descomposición de frecuencia de valor complejo. Por ejemplo, contenidos de audio de una pluralidad de sub-bandas de frecuencia (las cuales pueden superponerse o no superponerse) de la señal de audio, pueden ser

representados por correspondientes valores complejos. Para una dada banda de frecuencia, la señal de audio mezclada hacia abajo puede ser representada por una secuencia de valores complejos que describen el contenido de audio en la sub-banda de frecuencia bajo consideración para subsiguientes intervalos de tiempo (que se superponen o no se superponen). Los subsiguientes valores complejos para subsiguientes intervalos de tiempo se pueden obtener, por ejemplo, usando un banco de filtros (por ejemplo banco de filtros QMF), una Transformada Rápida de Fourier, o herramienta similar, en el aparato 100 (que puede ser parte de un decodificador de señal audio multicanal), o en un dispositivo adicional acoplado al aparato 100. Sin embargo, la representación de la señal de audio mezclada hacia abajo descrita aquí típicamente no es idéntica a la representación de la señal mezclada hacia abajo usada para una transmisión de señal de audio mezclada hacia abajo desde un codificador de señal de audio multicanal a un decodificador de señal de audio multicanal, o a otro aparato 100. Consiguientemente, la señal de audio mezclada hacia abajo 210 puede ser representada mediante un flujo de conjuntos o vectores de valores complejos.

[0039] En lo que sigue se supondrá que intervalos de tiempo subsiguientes de la señal de audio mezclada hacia abajo 210 son designados con un índice de valor entero k . También se supondrá que el aparato 200 recibe un conjunto o vector de valores complejos por intervalo k y por canal de la señal de audio mezclada hacia abajo 210. Así, una muestra (conjunto o vector de valores complejos) es recibida para cada intervalo de actualización de muestra de audio descrito mediante índice de tiempo k .

[0040] Para facilitar la comprensión, la Figura 3 muestra una representación gráfica de una relación temporal entre muestras de la señal de audio mezclada hacia abajo 210 ("x") y la correspondiente información lateral de decodificador 212 ("SI"). Las muestras de audio ("AS") de la señal de audio mezclada hacia abajo 210 recibidas por el aparato 200 a lo largo del tiempo están mostrada en el número de referencia 310. Como se puede ver de la representación gráfica 310, una muestra de audio individual AS se asocia con cada intervalo de actualización de muestra de audio k , como se describe arriba.

[0041] El aparato 200 además recibe una información lateral 212 que describe los parámetros de mezclado hacia arriba. Por ejemplo, la información lateral 212 puede describir uno o más de los siguientes parámetros de mezclado hacia arriba: diferencia de nivel intercanal (ILD), correlación (o coherencia) intercanal (ICC), diferencia de tiempo intercanal (ITD), y diferencia de fase intercanal (IPD). Típicamente, la información lateral 212 comprende los parámetros ILD y por lo menos uno de los parámetros ICC, ITD, IPD. Sin embargo, para ahorrar ancho de banda, la información lateral 212 típicamente sólo es transmitida hacia, o recibida por, el aparato 200 una vez por múltiples intervalos de actualización de muestra de audio k de la señal de audio mezclada hacia abajo 210 (o la transmisión de una conjunto individual de información lateral puede ser temporalmente dispersado sobre una pluralidad de intervalos de actualización de muestra de audio k). Así, típicamente sólo hay un conjunto de parámetros de información lateral para una pluralidad de intervalos de actualización de muestra de audio k .

[0042] Esta relación de temporización se muestra en la Figura 3. Por ejemplo, se transmite información lateral a (o es recibida por) el aparato 200 en los intervalos de actualización de muestra de audio $k=4$, $k=8$ y $k=16$, como se puede ver en el número de referencia 320. En contraste, ninguna información lateral 212 es transmitida a (o recibida por) el aparato 200 entre dichos intervalos de actualización de muestra de audio.

[0043] Como se puede ver de la Figura 3, los intervalos de actualización de la información lateral 212 pueden variar a lo largo del tiempo, conforme el decodificador puede decidir, por ejemplo, proveer una actualización de información lateral sólo cuando es requerida (por ejemplo, cuando el decodificador reconoce que la información lateral es cambiada en más que un valor predeterminado). Por ejemplo, la información lateral recibida por el aparato 200 para el intervalo de actualización de muestra de audio $k=4$ puede ser asociado con los intervalos de actualización de muestra de audio $k=3, 4, 5$. De manera similar, la información lateral recibida por el aparato 200 para el intervalo de actualización de muestra de audio $k=8$ puede ser asociado con los intervalos de actualización de muestra de audio $k=6,7,8,9, 10$ y así de seguido. Sin embargo, naturalmente es posible una asociación diferente, y los intervalos de actualización para la información lateral naturalmente también pueden ser más grandes o más pequeños que los mostrados en la Figura 3.

Señales de salida y temporización de salida

[0044] Sin embargo, el aparato 200 sirve para proveer señales de audio mezcladas hacia arriba en una composición de frecuencia de valor complejo. Por ejemplo, el aparato 200 puede estar configurado para proveer las señales de audio mezcladas hacia arriba 214 tal que las señales de audio mezcladas hacia arriba comprenden el mismo intervalo de actualización de muestra de audio o ritmo de actualización de señal de audio que la señal de audio mezclada hacia abajo 210. En otras palabras, para cada muestra (o intervalo de actualización de muestra de audio k) de la señal de audio mezclada hacia abajo 210, se genera una muestra de la señal de audio mezclada hacia arriba 214.

Mezclado hacia arriba

[0045] En lo que sigue se describirá en detalle cómo se puede obtener una actualización de los parámetros mezclados hacia arriba, los cuales se usan para mezclar hacia arriba la señal de audio mezclada hacia abajo, para cada intervalo de actualización de muestra de audio k , aunque la información lateral de entrada de decodificador sea

actualizada sólo en intervalos de actualización más grandes (como se muestra en la Figura 3). En lo que sigue se describirá el procesamiento para una sub-banda individual, pero el concepto naturalmente puede ser extendido a múltiples sub-bandas.

- 5 **[0046]** El aparato 200 comprende, como componente clave, un mezclador hacia arriba el cual está configurado para funcionar como un combinador lineal de valor complejo. El mezclador hacia arriba 230 está configurado para recibir una muestra $x(k)$ de la señal de audio mezclada hacia abajo 210 (por ejemplo, que representa una cierta banda de frecuencia) asociada con el intervalo de actualización de muestra de audio k . La señal $x(k)$ algunas veces también es designada como "señal seca". También, el mezclador hacia arriba está configurado para recibir muestras que representan una versión decorrelacionada de la señal de audio mezclada hacia abajo.
- 10 **[0047]** Además, el aparato 200 comprende un decorrelacionador (por ejemplo un retardador o un reverberador) 240, el cual está configurado para recibir muestras $x(k)$ de la señal de audio mezclada hacia abajo y para proveer, sobre la base de la misma, muestras $q(k)$ de una versión decorrelacionada de la señal de audio mezclada hacia abajo (representada por $x(k)$). La versión decorrelacionada (muestras $q(k)$) de la señal de audio mezclada hacia abajo (muestras $x(k)$) puede ser designada como "señal mojada".
- 15 **[0048]** El mezclador hacia arriba 230 comprende, por ejemplo un multiplicador matriz-vector 232 el cual está configurado para realizar una combinación lineal de valores complejos de la "señal seca" ($c(k)$) y la "señal mojada" ($q(k)$) para obtener una primera señal de canal mezclada hacia arriba (representada por muestras $y_1(k)$) y una segunda señal de canal mezclada hacia arriba (representada por las muestras $y_2(k)$). El multiplicador matriz-vector 232 puede estar configurado, por ejemplo, para realizar la siguiente multiplicación matriz-vector para obtener las
- 20 muestras $y_1(k)$ y $y_2(k)$ de las señales de canal mezcladas hacia arriba:

$$\begin{bmatrix} y_1(k) \\ y_2(k) \end{bmatrix} = \mathbf{H}(k) \begin{bmatrix} x(k) \\ q(k) \end{bmatrix}$$

Actualización de los parámetros de mezclado hacia arriba

- 25 **[0049]** Como se puede ver de la ecuación de arriba, es deseable actualizar la matriz de parámetros de mezclado hacia arriba $\mathbf{H}(k)$ para cada intervalo de actualización de muestra de audio k . Actualizar la matriz de parámetros de mezclado hacia arriba para cada intervalo de actualización de muestra de audio k conlleva la ventaja de que la matriz de parámetros de mezclado hacia arriba está siempre bien adaptada al entorno acústico real. Actualizar la matriz de parámetros de mezclado hacia arriba para todo intervalo de actualización de muestra de audio k también
- 30 permite mantener pequeños los cambios en forma escalonada de la matriz de parámetros de mezclado hacia arriba \mathbf{H} (o de las entradas de la misma) entre subsiguientes intervalos de muestra de audio, ya que los cambios de la matriz de parámetros de mezclado hacia arriba se distribuyen por múltiples intervalos de actualización de muestra de audio, incluso si la información lateral 212 es actualizada sólo una vez por múltiples intervalos de actualización de muestra de audio k .
- 35 **[0050]** El aparato 200 comprende una unidad de procesamiento de información lateral 250, la cual está configurada para proveer los parámetros de mezclado hacia arriba, por ejemplo, las entradas $H_{ij}(k)$, sobre la base de la información lateral 212. La unidad de procesamiento de información lateral 250 está configurada para proveer un conjunto actualizado de parámetros de mezclado hacia arriba para todo intervalo de muestra k , incluso si la información lateral 212 es actualizada sólo una vez por múltiples intervalos de actualización de muestra de audio k .
- 40 **[0051]** La unidad de procesamiento de información lateral 250 comprende un determinador de parámetros de mezclado hacia arriba (o determinador de coeficientes de matriz de mezclado hacia arriba) 252, la cual está configurada para recibir la información lateral 212 y para establecer, sobre la base de la misma, uno o más parámetros de mezclado hacia arriba (o, en forma equivalente, coeficientes de matriz de mezclado hacia arriba). Por ejemplo, el determinador de parámetros de mezclado hacia arriba 252 puede combinar una pluralidad de indicadores
- 45 (por ejemplo ILD, ICC, ITD, IPD) para obtener los parámetros de mezclado hacia arriba. El determinador de parámetros de mezclado hacia arriba 252 está configurado para describir los parámetros de mezclado hacia arriba en la forma de un valor de magnitud y un valor de fase separado. El valor de magnitud puede representar, por ejemplo, un valor absoluto de un número complejo, y el valor de fase puede representar un valor de ángulo del número complejo (medido, por ejemplo, con respecto a un eje de parte real en un sistema de coordenadas
- 50 ortogonales de parte real y parte imaginaria).
- [0052]** Así, el determinador de parámetros de mezclado hacia arriba puede proveer una secuencia 254 de valores de magnitud de parámetros de mezclado hacia arriba y una secuencia 256 de valores de fase de parámetros de mezclado hacia arriba. El determinador de parámetros de mezclado hacia arriba 252 puede estar configurado para establecer a partir de un conjunto de información lateral, un conjunto complejo de parámetros de mezclado hacia

arriba (o un conjunto completo de elementos de la matriz **H**). Puede haber una asociación entre un conjunto de información lateral 212 y un conjunto de parámetros de mezclado hacia arriba (o un conjunto de elementos de matriz). Consiguientemente, el determinador de parámetros de mezclado hacia arriba 252 puede estar configurado para actualizar los parámetros de mezclado hacia arriba 254, 256 (o elementos de matriz) una vez por intervalo de actualización de parámetro de mezclado hacia arriba, esto es, una vez por actualización del conjunto de información lateral.

[0053] La unidad de procesamiento de información lateral además comprende un interpolador de parámetro 260, el cual será descrito en detalle a continuación. El interpolador de parámetros 260 está configurado para recibir la secuencia 254 de valores de magnitud (valores reales) de parámetros de mezclado hacia arriba (o elementos de matriz) y la secuencia 256 de valores de fase (valores reales) de parámetros de mezclado hacia arriba (o elementos de matriz). Además, el interpolador de parámetros está configurado para proveer una secuencia de parámetros O elementos de matriz) de mezclado hacia arriba interpolados temporalmente, de valores complejos 262 sobre la base de una interpolación y combinación de la secuencia 254 y la secuencia 256.

[0054] El interpolador de parámetros 260 comprende un interpolador de valor de magnitud 270 y un interpolador de valor de fase 272. Además, el interpolador de parámetros comprende un combinado de valor de magnitud/valor de fase 280.

[0055] El interpolador de valor de magnitud 270 está configurado para recibir la secuencia 254 y proveer, sobre la base la misma, una secuencia 274 de valores de magnitud interpolados de parámetros de mezclado hacia arriba (o elementos de matriz). El interpolador de valor de magnitud 270 puede estar configurado, por ejemplo, para realizar una interpolación de magnitud lineal entre valores de magnitud subsiguientes de la secuencia 254. Así, mientras la secuencia 254 es actualizada (esto es, comprende un nuevo valor de magnitud de un parámetro de mezclado hacia arriba o elemento de matriz) una vez por intervalo de actualización de parámetro de mezclado hacia arriba, la secuencia 274 es actualizada más frecuentemente, por ejemplo, una vez por intervalo de actualización de muestra de audio *k* (en donde el intervalo de actualización de parámetro de mezclado hacia arriba típicamente es más grande que el intervalo de actualización de muestra de audio *k*).

[0056] De manera similar, el interpolador de valor de fase 272 está configurado para recibir la secuencia 256 y proveer, sobre la base la misma, una secuencia 276 de valores de fase interpolados de parámetros de mezclado hacia arriba (o elementos de matriz). El interpolador de valor de fase 272 puede estar configurado, por ejemplo, para realizar una interpolación de fase lineal entre valores de fase subsiguientes de la secuencia 256. Así, la secuencia 276 es actualizada una vez por intervalo de actualización de muestra de audio *k*, mientras que la secuencia 256 es actualizada una vez por intervalo de actualización de parámetro de mezclado hacia arriba.

[0057] De manera importante, el interpolador de valor de magnitud 270 y el interpolador de valor de fase 272 están configurados para realizar la interpolación de magnitud y la interpolación de fase separadamente o independientemente. Así, los valores de magnitud de la secuencia 254 no afectan la interpolación de valor de fase, y los valores de fase de la secuencia 256 no afectan la interpolación de magnitud. Sin embargo, se supone que el interpolador de valor de magnitud y el interpolador de valor de fase funcionan de manera sincronizada en el tiempo tal que las secuencias 274, 276 comprenden correspondientes pares de valores de magnitud interpolados y valores de fase interpolados de parámetros de mezclado hacia arriba (o elementos de matriz).

[0058] El combinador de valor de magnitud/valor de fase 280 está configurado para recibir tanto la secuencia 274 de valores de magnitud interpolados como la secuencia 276 de valores de fase interpolados. El combinador de valor de magnitud/valor de fase 280 está configurado además para proveer la secuencia 262 de parámetros de mezclado hacia arriba interpolados de valores complejos o elementos de matriz, combinando los valores de magnitud interpolados de la secuencia 274 con correspondientes valores de fase interpolados de la secuencia 276. Por ejemplo, el combinador de valor de magnitud/valor de fase 280 está configurado para realizar una rotación de valor complejo de un valor de magnitud interpolado de la secuencia 274 en un ángulo determinado por un correspondiente valor de fase interpolado de la secuencia 276. Hablando en general, el combinador de valor de magnitud/valor de fase puede proveer un número complejo, la magnitud del cual está determinada por un valor de magnitud interpolado y la fase del cual está determinada por un correspondiente valor de fase interpolado.

[0059] Naturalmente, el interpolador de parámetro 260 puede actuar separadamente sobre diferentes parámetros de mezclado hacia arriba o elementos de matriz diferentes. Así, el interpolador de parámetros 260 puede recibir una secuencia 254 de valores de magnitud y una correspondiente secuencia 256 de valores de fase por cada parámetro de mezclado hacia arriba (de una pluralidad de parámetros de mezclado hacia arriba) o elemento de matriz de la matriz **H**. Así, el interpolador de parámetros puede proveer una secuencia 262 de valores complejos interpolados temporalmente para cada parámetro de mezclado hacia arriba o elementos de matriz.

55 Relación de temporización de interpolación

[0060] La Figura 4 muestra una representación gráfica de la relación de temporización entre la información de entrada 212 (información del lado de entrada del decodificador) recibida por la unidad de procesamiento de información lateral 250 y la información de salida 262 (parámetros de mezclado hacia arriba interpolados

temporalmente de valor complejo) provista por la unidad de procesamiento de información lateral 252 al mezclador hacia arriba 230.

5 **[0061]** La Figura 4 muestra una representación gráfica 410 de la información lateral de entrada del decodificador 212. Como se puede ver de la representación gráfica 410, la información lateral de entrada del decodificador no es actualizada en todo intervalo de actualización de muestra de audio k, sino sólo una vez cada múltiples intervalos de actualización de muestra de audio k. En contrastes, los parámetros de mezclado hacia arriba interpolados temporalmente de la secuencia 262, los que se muestran en el número de referencia 420, son actualizados una vez por intervalos de actualización de muestra de audio. En otras palabras, el intervalo de actualización de los parámetros de mezclado hacia arriba interpolados temporalmente 262 es, por ejemplo, idéntico al intervalo de actualización de muestra de audio k. Así, la matriz **H** puede ser actualizada una vez por intervalo de actualización de muestra de audio k.

10 **[0062]** Por lo tanto, cada muestra de audio puede ser ponderada con su matriz de parámetros de mezclado hacia arriba **H** (o incluso asociada uno a uno). Mientras se pueden proveer matrices de parámetro de mezclado hacia arriba "exactas", las cuales están basadas en un solo conjunto de información lateral para algunos intervalos de actualización de muestra de audio (por ejemplo, para k=4,8,16), para otros intervalos de actualización de muestra de audio (por ejemplo, para k=5,6,7,9,10,11,12,13,14,15) se proveen matrices de parámetro de mezclado hacia arriba interpolado, las cuales están basadas en dos, o incluso más, conjuntos de información lateral.

Síntesis y mejoras opcionales adicionales

20 **[0063]** En lo que sigue se sintetizará brevemente la operación del aparato de acuerdo con el presente invento. Realizaciones de acuerdo con el presente invento mejoran técnicas de interpolación actuales (o convencionales) mediante una interpolación que preserva la magnitud de la señal, también en presencia de cambios de fase que varían con el tiempo para los parámetros. Por razones de simplicidad, la descripción de arriba, y también la siguiente descripción, se restringe a un mezclado hacia arriba de uno a dos canales solamente. Naturalmente, el concepto también podría ser aplicado en presencia de un gran número de canales mezclados hacia abajo o canales mezclados hacia arriba.

25 **[0064]** El procedimiento de mezclado hacia arriba del decodificador a partir de, por ejemplo uno a dos canales, es realizado mediante una multiplicación de matriz de un vector que consiste de la señal mezclada hacia abajo x (también designada con $x(k)$), llamada señal seca, y una versión decorrelacionada de la señal mezclada hacia abajo q (también designada $q(k)$), llamada la señal mojada, con una matriz de mezclado hacia arriba **H** (también designada con $H(k)$). La señal mojada q ha sido generada alimentando la señal mezclada hacia abajo x a través de un filtro de decorrelación (por ejemplo, el decorrelacionador 240). La señal de salida y es un vector que contiene el primer y el segundo canal de la salida (por ejemplo, componentes $y_1(k)$ y $y_2(k)$). Todas las señales x, q, y pueden estar disponibles en una descomposición de valor complejo (por ejemplo representación en el dominio de tiempo-frecuencia). Esta operación de matriz se realiza (por ejemplo separadamente) para muestras de sub-banda de cada banda de frecuencia. Por ejemplo, la operación de matriz puede ser realizada de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \mathbf{H} \begin{bmatrix} x \\ q \end{bmatrix}$$

40 **[0065]** Como se puede ver de la Figura 2a, la multiplicación matriz-vector puede ser realizada, por ejemplo, mediante el multiplicador matriz-vector 232 del mezclador hacia arriba 230.

[0066] Los coeficientes de la matriz de mezclado hacia arriba H pueden ser establecidos a partir de los indicadores espaciales, típicamente ILDs y ICCs, que dan por resultado elementos de matriz de valores reales que básicamente realizan una mezcla de señales secas y mojadas para cada canal en base a las ICCs, y ajusta los niveles de salida de ambos canales de salida según lo determinado por las ILDs.

45 **[0067]** Cuando se usan IPDs, se tiene que aplicar un corrimiento de fase adiconal a las señales para recrear la relación de fase entre canales de la señal original. El corrimiento de fase se realiza usando elementos de valor complejo en la matriz de mezclado hacia arriba **H**, que da por resultado una rotación compleja de las señales de sub-banda, y así un corrimiento de fase de ellas. El ángulo de los elementos complejos, cuando se los mira en coordenadas polares, es igual al corrimiento de fase requerido.

50 **[0068]** Como no se transmite parámetros (también designados como "conjuntos de información lateral", mostrados con el número de referencia 212) para cada muestra de audio (por ejemplo, no para cada intervalo de actualización de muestra de audio k), como se ha descrito con referencia a la Figuras 3 y 4, sino sólo para un conjunto de

muestras subsiguientes como un parámetro-conjunto, en cada arribo de un parámetro-conjunto se calcula una nueva matriz H_n .

Ejemplo de Comparación: Enfoque de Interpolación Lineal

5 **[0069]** En lo que sigue se describirá un posible enfoque de interpolación lineal con el propósito de comparación. En puntos de muestra donde no se transmite parámetro-conjunto, se puede calcular una matriz H_i (o matriz interpolada) mediante interpolación lineal de los elementos de matriz entre una matriz (actual) H_n y una matriz calculada previamente H_{n-1} :

$$H_i = \left(1 - i/i_{\max}\right)H_{n-1} + \left(i/i_{\max}\right)H_n, \quad i = 0..i_{\max}$$

10 **[0070]** Esta interpolación lineal de elementos de matriz funciona perfectamente para elementos de valores reales. Sin embargo, cuando se usan elementos de valores complejos con ángulos que varían en el tiempo, este tipo de interpolación tiene una clara desventaja, que da por resultado una indeseable pérdida de energía de la señal de salida. La interpolación lineal de dos valores complejos da un valor con una magnitud menor que lo que daría la interpolación lineal de las dos magnitudes de los valores complejos. Este hecho se muestra en la Figura 5.

15 **[0071]** La Figura 5 muestra una representación gráfica 500 de diferentes tipos de interpolación entre dos valores complejos. La representación gráfica 500 describe números complejos en un plano complejo. Una abscisa 510 sirve como eje de parte real y una ordenada 512 sirve como eje de parte imaginaria. Un primer valor complejo o valor complejo inicial está designado con z_1 , y un segundo o subsiguiente valor complejo está designado con z_2 . Una interpolación lineal entre los valores complejos z_1 y z_2 da por resultado un valor complejo z_{lin} , con $z_{\text{lin}} = \frac{1}{2}(z_1+z_2)$. Como se puede ver, un valor absoluto (o valor de magnitud) de z_{lin} es significativamente menor que un valor absoluto z_1 y también significativamente menor que un valor absoluto del valor complejo z_2 .

20 **[0072]** Sin embargo, aparte de una simple formación de un promedio de acuerdo con $1/2*(z_1+z_2)$, alternativamente se podría implementar una implementación lineal de acuerdo con

$$z_{\text{lin}} = (1-\alpha)*z_1 + \alpha*z_2.$$

25 **[0073]** Con relación a la interpolación lineal, la reducción de la magnitud se hace más alta con el creciente ángulo de los dos números complejos (z_1 y z_2), con el peor caso a 180 grados. Como las magnitudes de los elementos de matriz compleja determinan la amplitud de la señal de salida, esto da por resultado un menor nivel de salida para las muestras entre los conjuntos de parámetros subsiguientes, que lo que sería el caso sin usar las IPDs. Esto puede resultar en una modulación audible o artefactos de desaparición momentánea de señal (*dropout*) siempre que aparece un rápido cambio de ángulo de fase.

30 Detalles concernientes al Enfoque de Interpolación Separada

[0074] En lo que sigue se describirán algunas realizaciones preferidas de la interpolación separada de valores de magnitud y valores de fase, en donde la interpolación separada típicamente es realizada mediante el interpolador de valor de magnitud 270 y el interpolador de valor de fase 272.

35 **[0075]** Para evitar la pérdida de energía de salida descrita arriba, en la presente se propone un procedimiento diferente para interpolar la matriz de mezclado hacia arriba. Este nuevo procedimiento usa una interpolación separada para los ángulos de los coeficientes de la matriz obtenidos a partir de las diferencias de fase intercanal (IPDs) y para sus magnitudes obtenidas, por ejemplo, a partir de diferencias de nivel intercanal (ILDs) y correlación o coherencia intercanal (CCs).

40 **[0076]** En un primer paso se calculan coeficientes de matriz de valores reales (por ejemplo, representados por la secuencia 254) y son interpolados linealmente (por ejemplo, usando el interpolador de valor de magnitud 270), como se hiciera sin usar diferencias de fase intercanal (IPDs).

45 **[0077]** En el siguiente paso se calculan los ángulos de corrimiento de fase (por ejemplo, representados por la secuencia 256) a partir de las diferencias de fase intercanal transmitidas (IPDs) para los conjuntos de parámetros (por ejemplo, conjuntos de información lateral 212). Entre estos ángulos se realiza una interpolación lineal (por ejemplo usando el interpolador de valor de fase 272) para obtener un ángulo para cada muestra entre conjuntos de parámetros subsiguientes (por ejemplo, conjuntos de información lateral 212). Como en esta interpolación se usan ángulos que giran alrededor hasta 2π , se puede tener especial cuidado para interpolar en la dirección correcta. Por ejemplo, los ángulos interpolados pueden obtenerse de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\alpha_i = \begin{cases} \left(1 - i/i_{\max}\right)\alpha_{n-1} + \left(i/i_{\max}\right)\alpha_n & |\alpha_n - \alpha_{n-1}| \leq \pi \\ \left(\left(1 - i/i_{\max}\right)\alpha_{n-1} + 2\pi\right) + \left(i/i_{\max}\right)\alpha_n \text{ mod } 2\pi & \alpha_n - \alpha_{n-1} > \pi \\ \left(\left(1 - i/i_{\max}\right)\alpha_{n-1} + \left(i/i_{\max}\right)\alpha_n + 2\pi\right) \text{ mod } 2\pi & \alpha_n - \alpha_{n-1} < -\pi \end{cases}, \quad i = 0..i_{\max}$$

[0078] En la ecuación de arriba, α_{n-1} designa un valor de fase de un primer (o previo) parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo. α_n designa un valor de fase del segundo (o subsiguiente) parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo. "mod" designa un operador módulo. i designa un índice de un valor de fase interpolado. $i=0$ indica un índice asociado con el primer parámetro de mezclado hacia arriba, $i=i_{\max}$ designa un índice asociado con el segundo parámetro de mezclado hacia arriba. Los índices i entre 0 e i_{\max} están asociados con parámetros de mezclado hacia arriba interpolados. Además, se supone que hay $i_{\max}-1$ valores interpolados entre dos puntos de muestreo (o conjuntos de información lateral).

[0079] Naturalmente, el orden la computación de los coeficientes de matriz de valor real interpolados y de los ángulos de corrimiento de fase interpolados puede ser intercambiado, o la computación puede ser realizada en paralelo.

[0080] En un último paso se pueden girar los elementos de matriz de valor real por los ángulos interpolados. Por ejemplo, se puede aplicar la siguiente ecuación:

$$H_{xx,complex} = e^{j\alpha} H_{xx,real}$$

[0081] En la ecuación de arriba " xx " denota el respectivo índice de elemento de matriz (el cual también es designado en la presente algunas veces con " ij "). Además, $H_{xx,real}$ designa un coeficiente de matriz de valor real, esto es, un valor de magnitud. α designa un ángulo de corrimiento de fase asociado con el coeficiente de matriz de valor real $H_{xx,real}$. j designa la unidad imaginaria, esto es la raíz cuadrada de -1. $H_{xx,complex}$ designa un parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo.

[0082] Usando el procedimiento de interpolación mejorado descrito arriba se preserva la magnitud correcta de los elementos de matriz.

[0083] En contraste con el enfoque de interpolación lineal descrito arriba, la interpolación de valor de magnitud - valor de fase separados entre los valores complejos z_1 y z_2 da por resultado el valor interpolado z_{sep} , como se puede ver en la Figura 5. Por ejemplo, el valor absoluto del valor interpolado z_{sep} , está determinado por una interpolación lineal entre un valor absoluto del primer valor complejo z_1 y un valor absoluto del segundo valor complejo z_2 (en donde $|\cdot|$ designa la operación valor absoluto). Además, una posición angular del valor interpolado z_{sep} yace entre las posiciones angulares del primer valor z_1 y el segundo valor z_2 , como se muestra en la Figura 5.

[0084] Consiguientemente, se puede ver de la Figura 5 que la magnitud del valor interpolado z_{sep} yace entre las magnitudes del primer valor z_1 y el segundo valor z_2 . Así, se evita la degradación de amplitud que se puede ver claramente para la interpolación de valor complejo lineal (magnitud reducida del valor interpolado linealmente z_{lin} cuando se compara con z_1 y z_2) usando una interpolación separada de los valores de magnitud y fase.

Conclusión

[0085] Para sintetizar lo de arriba, se ha descrito un concepto general de producir matrices de mezclado hacia arriba interpoladas (por ejemplo, H), las cuales son (por lo menos aproximadamente) conservadoras de magnitud en presencia de síntesis de fase que varía con el tiempo. Realizaciones de acuerdo con la invención invalidan otras técnicas reduciendo la pérdida de amplitud en la señal de salida, causada por técnicas de interpolación simple convencionales. Adicionalmente, el esfuerzo computacional para la interpolación conservadora de magnitud es sólo marginalmente más alto que otras técnicas.

Procedimiento

[0086] Una realización de acuerdo con la invención comprende un procedimiento para mezclar hacia arriba una señal de audio mezclada hacia abajo describiendo uno o más canales de audio mezclados hacia abajo en una señal de audio mezclada hacia arriba describiendo una pluralidad de canales de audio mezclados hacia arriba. La Figura 6 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento así, el cual está designado en su conjunto con 700.

[0087] El procedimiento 700 comprende un paso 710 de obtener uno o más parámetros de mezclado hacia arriba interpolados temporalmente sobre la base de un primer parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo, y un segundo parámetro subsiguiente de mezclado hacia arriba de valor complejo. La interpolación es realizada separadamente entre un valor de magnitud del primer parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo y el valor de magnitud del segundo parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo, y entre un valor de fase del primer parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo y un valor de fase del segundo parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo.

[0088] El procedimiento 700 comprende además el paso 720 de aplicar los parámetros mezclados hacia arriba interpolados para mezclar hacia arriba una señal mezclada hacia abajo, para obtener una señal de audio mezclada hacia arriba.

[0089] El procedimiento 700 puede ser complementado por cualquiera de los pasos y funcionalidades descritos en la presente con respecto al aparato de la invención.

Diferentes Tecnologías de Implementación

5 **[0090]** Dependiendo de ciertos requerimientos de implementación, realizaciones de la invención pueden ser implementadas en hardware o en software. La implementación puede ser realizada usando un medio de almacenamiento digital, por ejemplo, un disco flexible, un DVD, CD, ROM, una PROM, una EPROM, una EEPROM o una memoria FLASH, teniendo Señales de control legibles electrónicamente almacenadas en las mismas, las cuales cooperan (o son capaces de cooperar) con un Sistema de computadora programable tal que se ejecute el respectivo procedimiento.

10 **[0091]** También se describe un portador de datos que tiene señales de control legibles electrónicamente, las cuales son capaces de cooperar con una sistema de computadora programable, tal que uno de los procedimientos descrito en la presente sea ejecutado.

15 **[0092]** Generalmente, realizaciones del presente invento pueden ser implementadas como un programa de computador con un código de programa, siendo código de programa operativo para ejecutar uno de los procedimientos cuando el producto de programa de computadora corre en una computadora. El código de programa puede ser almacenado, por ejemplo, sobre un portador legible por una máquina.

[0093] Otras realizaciones comprenden el programa de computadora para ejecutar uno de los procedimientos descritos en la presente, almacenado en un portador legible por una máquina.

20 **[0094]** En otras palabras, una realización del procedimiento inventivo es, por lo tanto, un programa de computadora que un código de programa para ejecutar uno de los procedimientos descritos en la presente, cuando el programa de computadora corre en una computadora.

[0095] También se describe, por lo tanto, un portador de datos (o un medio de almacenamiento digital) que comprende el programa de computadora para ejecutar uno de los procedimientos descritos en la presente.

25 **[0096]** También se describe, por lo tanto, una transmisión de datos o una secuencia de señales que representan el programa de computador para ejecutar uno de los procedimientos descritos en la presente.

[0097] La transmisión de datos o la secuencia de Señales pueden ser configuradas, por ejemplo, para ser transferidos vía una conexión de comunicación de datos, por ejemplo, vía Internet.

[0098] También se describe, por ejemplo, una computadora, o un dispositivo lógico programable, configurado para o adaptado para ejecutar uno de los procedimientos descritos en la presente.

30 **[0099]** También se describe una computadora que tiene instalado en ella el programa de computadora para ejecutar uno de los procedimientos descritos en la presente.

[0100] También se describe un dispositivo de lógica programable (por ejemplo un arreglo de compuesta programable de campo) para realizar algunas o todas las funcionalidades de los procedimientos descritos en la presente.

35 **[0101]** También se describe una disposición de compuerta programable de campo puede cooperar con un microprocesador para realizar uno de los procedimientos descritos en la presente.

Referencias

[0102]

40 [1] C. Faller y F. Baumgarte, "Representación eficiente de audio espacial usando una parametrización perceptiva" ("Efficient representation of spatial audio using perceptual parameterization"), IEEE WASPAA, Mohonk, NY, Octubre de 2001

[2] F. Baumgarte y C. Faller, "Estimación de indicadores espaciales auditivas para la codificación binaural" ("Estimation of auditory spatial cues for binaural cue coding"), ICASSP, Orlando, FL, Mayo de 2002

45 [3] C. Faller y F. Baumgarte, "Codificación binaural: una representación nueva y eficiente de audio espacial" ("Binaural cue coding: a novel and efficient representation of spatial audio"), ICASSP, Orlando, FL, Mayo de 2002

[4] C. Faller y F. Baumgarte, "Codificación binaural aplicada a la compresión de audio con una versión flexible" ("Binaural cue coding applied to audio compression with flexible rendering"), AES 113th Convention, Los Angeles, Pre-impresión 5686, Octubre de 2002

- [5] C. Faller and F. Baumgarte, "Codificación binaural – parte II Esquemas y aplicaciones" ("Binaural Cue Coding - Part II: Schemes and applications"), IEEE Trans, sobre procesamiento de voz y audio (IEEE Trans, on Speech and Audio Proc.), vol. 11, N° 6, Nov. de 2003
- 5 [6] J. Breebaart, S. van de Par, A. Kohlrausch, E. Schuijers, " Codificación espacial paramétrica de alta calidad con baja velocidad de bits"("High-Quality Parametric Spatial Audio Coding at Low Bitrates"), AES 116ta Convención (AES 116th Convention), Berlin, Pre-impresión 6072, Mayo de 2004
- [7] E. Schuijers, J. Breebaart, H. Purnhagen, J. Engdegard, "Codificación de paramétrico estéreo de baja complejidad" ("Low Complexity Parametric Stereo Coding"), AES 116ta Convención (AES 116th Convention), Berlin, Pre-impresión 6073, Mayo de 2004
- 10 [8] ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11, 23003-1, MPEG Surround
- [9] J. Blauert, "Audición espacial: La psicofísica de la localización humana de sonido" ("Spatial Hearing: The Psychophysics of Human Sound Localization", The MIT Press, Cambridge, MA, edición revisada de 1997

REIVINDICACIONES

1. El aparato (100; 200) para mezclar hacia arriba una señal de audio mezclada hacia abajo (110; 210) que describe uno o más canales de audio mezclados hacia abajo en una señal de audio mezclada hacia arriba (120; 214) describiendo una pluralidad de canales de audio mezclados hacia arriba, el aparato que comprende:
- 5 un mezclador hacia arriba (130; 230) configurado para aplicar parámetros de mezclado hacia arriba temporalmente variables (150; 262; H_{ij}) para mezclar hacia arriba la señal de audio mezclada hacia abajo (110; 210) para obtener la señal de audio mezclada hacia arriba (120; 214); y
- 10 un interpolador de parámetros (140; 260) en donde el interpolador de parámetros está configurado para obtener uno o más parámetros de mezclado hacia arriba temporalmente interpolados (150; 262) para ser usados por el mezclador hacia arriba (130; 230) sobre la base de una información que describe un primer parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo (142) y un subsiguiente segundo parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo (144),
- en el que el interpolador de parámetros (140; 260) está configurado para interpolar separadamente
- 15 (a) entre un valor de magnitud (254) del primer parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo (142) y un valor de magnitud (254) del segundo parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo (144), y
- (b) entre un valor de fase (256) del primer parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo (142) y un valor de fase (256) del segundo parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo (144), y
- para obtener el uno o más parámetros de mezclado hacia arriba de valor complejo interpolados temporalmente (150; 262).
- 20 2. El aparato (100; 200) de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual el interpolador de parámetros (140; 260) está configurado para interpolar monótonamente en el tiempo entre el valor de magnitud (254) del primer parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo (142) y el valor de magnitud (254) del segundo subsiguiente parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo (144), para obtener valores de magnitud (274) del uno más parámetros de mezclado hacia arriba temporalmente interpolados (150; 262),
- 25 para interpolar linealmente en el tiempo entre el valor de fase (256) del primer parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo (142) y el valor de fase (256) del segundo subsiguiente parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo (144), para obtener valores de fase (276) del uno más parámetros de mezclado hacia arriba temporalmente interpolados, y
- 30 para combinar el uno o más valores de magnitud (274) con uno o más correspondientes valores de fase (276), para obtener el uno o más parámetros de mezclado hacia arriba interpolados temporalmente de valor complejo (150; 262).
3. El aparato (100; 200) de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual el interpolador de parámetros (140; 260) está configurado para interpolar linealmente entre el valor de magnitud (254) del primer parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo (142) y el valor de magnitud (254) del segundo subsiguiente parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo (144), para obtener valores de magnitud del uno más parámetros de mezclado hacia arriba temporalmente interpolados de valor complejo (150; 262).
- 35 4. El aparato (100; 200) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el cual el mezclador hacia arriba (130; 230) está configurado para realizar una superposición ajustada lineal de parámetros de sub-banda de valor complejo, de una pluralidad de señales de audio de entrada del mezclador hacia arriba $x(k)$, $q(k)$, en dependencia de los parámetros de mezclado hacia arriba interpolados temporalmente de valor complejo (150; 262) para obtener la señal de audio mezclada hacia arriba (120; 214);
- 40 en donde el mezclador hacia arriba (130; 230) está configurado para procesar secuencias de parámetros de sub-banda de valores complejos que representan muestras de audio subsiguientes de señales de entrada de audio de mezclador hacia arriba $x(k)$, $q(k)$; y
- 45 en donde el interpolador de parámetros (140; 260) está configurado para recibir una representación (142; 144; 254; 256) de parámetros de mezclado hacia arriba de valor complejo subsiguientes, los cuales están temporalmente espaciados por más que una duración de una de las muestras de audio, y
- para actualizar los parámetros de mezclado hacia arriba interpolados (150; 262) más frecuentemente.
- 50 5. El aparato (100; 200) de acuerdo con la reivindicación 4, en el cual el mezclador hacia arriba (130; 230) está configurado para recibir señales de audio de entrada actualizadas $x(k)$, $q(k)$ a un ritmo de actualización de mezclador hacia arriba, y

en el cual el interpolador de parámetros (140; 260) está configurado para actualizar los parámetros de mezclado hacia arriba interpolados (150; 262) al ritmo de actualización del mezclador hacia arriba.

- 5 **6.** El aparato (100; 200) de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 o 5, en el cual el mezclador hacia arriba (130; 230) está configurado para realizar una multiplicación matriz-vector usando una matriz (**H**) que comprende los parámetros interpolados (150; 262) y un vector

$$\begin{bmatrix} x(k) \\ q(k) \end{bmatrix}$$

10 que comprende los parámetros de sub-banda de las señales de audio de entrada de mezclador hacia arriba ($x(k)$, $q(k)$), para obtener como resultado, un vector

$$\begin{bmatrix} y_1(k) \\ y_2(k) \end{bmatrix}$$

que comprende las señales de audio mezcladas hacia arriba (y_1 , y_2).

- 15 **7.** El aparato (100; 200) de acuerdo con la reivindicación 6, en el cual el mezclador hacia arriba (130; 230) está configurado para realizar la multiplicación matriz-vector usando una representación de número de parte real-parte imaginaria.

- 20 **8.** El aparato (100; 200) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el cual el aparato está configurado para recibir indicadores espaciales (ILD, ICC, ITD, IPD) que describen los parámetros de mezclado hacia arriba.

- 25 **9.** El aparato (100; 200) de acuerdo con la reivindicación 8, en el cual el interpolador de parámetros (140; 260) está configurado para determinar los valores de magnitud (274) de los parámetros de mezclado hacia arriba (150; 262) en dependencia de parámetros de diferencia de nivel intercanal, o en dependencia de parámetros de correlación o coherencia intercanal, o en dependencia de parámetros de diferencia de nivel intercanal y parámetros de correlación o coherencia intercanal; y

para obtener valores de fase (276) de los parámetros de mezclado hacia arriba interpolados (150; 262) en dependencia de parámetros de diferencia de fase intercanal o parámetros de diferencia de tiempo intercanal.

- 30 **10.** El aparato (100; 200) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el cual el mezclador hacia arriba (130; 230) está configurado para aplicar los parámetros de mezclado hacia arriba variables en el tiempo (150; 262) para combinar una o más señales de audio mezcladas hacia abajo ($x(k)$) con una o más versiones decorrelacionadas ($q(k)$) de la una o más señales de audio mezcladas hacia abajo.

- 35 **11.** El aparato (100; 200) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el cual el interpolador de parámetros (140; 260) está configurado para determinar una dirección de la interpolación entre los valores de fase (256) de parámetros de mezclado hacia arriba de valor complejo subsiguientes, tal que un rango de ángulo pasado en la interpolación entre un valor de fase del primer parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo (142) y un valor de fase del segundo parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo (144), es menor que, o igual a, 180° .

- 40 **12.** El aparato (100; 200) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el cual el interpolador de parámetros (140; 260) está configurado para calcular un valor de fase interpolado α_i de acuerdo con la siguiente ecuación

$$\alpha_i = \begin{cases} (1 - i/i_{\max})\alpha_{n-1} + (i/i_{\max})\alpha_n & |\alpha_n - \alpha_{n-1}| \leq \pi \\ ((1 - i/i_{\max})(\alpha_{n-1} + 2\pi) + (i/i_{\max})\alpha_n) \bmod 2\pi & \alpha_n - \alpha_{n-1} > \pi \\ ((1 - i/i_{\max})\alpha_{n-1} + (i/i_{\max})(\alpha_n + 2\pi)) \bmod 2\pi & \alpha_n - \alpha_{n-1} < -\pi \end{cases}, i = 0 \dots i_{\max}$$

en donde:

α_{n-1} designa un valor de fase (256) del primer parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo (142);

α_n designa un valor de fase (256) del segundo parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo (144);

$|\cdot|$ designa un operador de valor absoluto;

mod designa un operadores de módulo; y

5 i designa un índice de un valor de fase interpolado (276), en el cual $i=0$ designa un índice asociado con el primer parámetro de mezclado hacia arriba (142), en el cual $i=i_{\max}$ designa un índice asociado con el segundo parámetro de mezclado hacia arriba (144), y en el cual índices i entre 0 e i_{\max} están asociados con parámetros de mezclado hacia arriba interpolados temporalmente (150; 262)

10 **13.** El aparato (100; 200) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el cual el interpolador de parámetros (140; 260) está configurado para combinar separadamente valores de magnitud interpolados (274) y valores de fase (176) aplicando una rotación de valor complejo a los valores de magnitud interpolados (274), en donde un ángulo de la rotación de valor complejo está determinado por los valores de fase interpolados (276).

15 **14.** Un procedimiento (700) para mezclar hacia arriba una señal de audio mezclada hacia abajo que describe uno o más canales de audio mezclados hacia abajo en una señal de audio mezclada hacia arriba describiendo una pluralidad de canales de audio mezclados hacia arriba, el procedimiento que comprende:

obtener (710) uno o más parámetros mezclados hacia arriba interpolados temporalmente sobre la base de un primer parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo, y un segundo parámetro subsiguiente de mezclado hacia arriba de valor complejo,

en el cual la interpolación se realiza separadamente

20 (a) entre un valor de magnitud del primer parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo y un valor de magnitud del segundo parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo, y

(b) entre un valor de fase del primer parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo y un valor de fase del segundo parámetro de mezclado hacia arriba de valor complejo; y

25 aplicar (720) los parámetros de mezclado hacia arriba de valor complejo interpolados para mezclar hacia arriba la señal de audio mezclada hacia abajo, para obtener la señal de audio mezclada hacia arriba.

15. Un programa de computadora para realizar el procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14, cuando el programa de computadora se corre en una computadora.

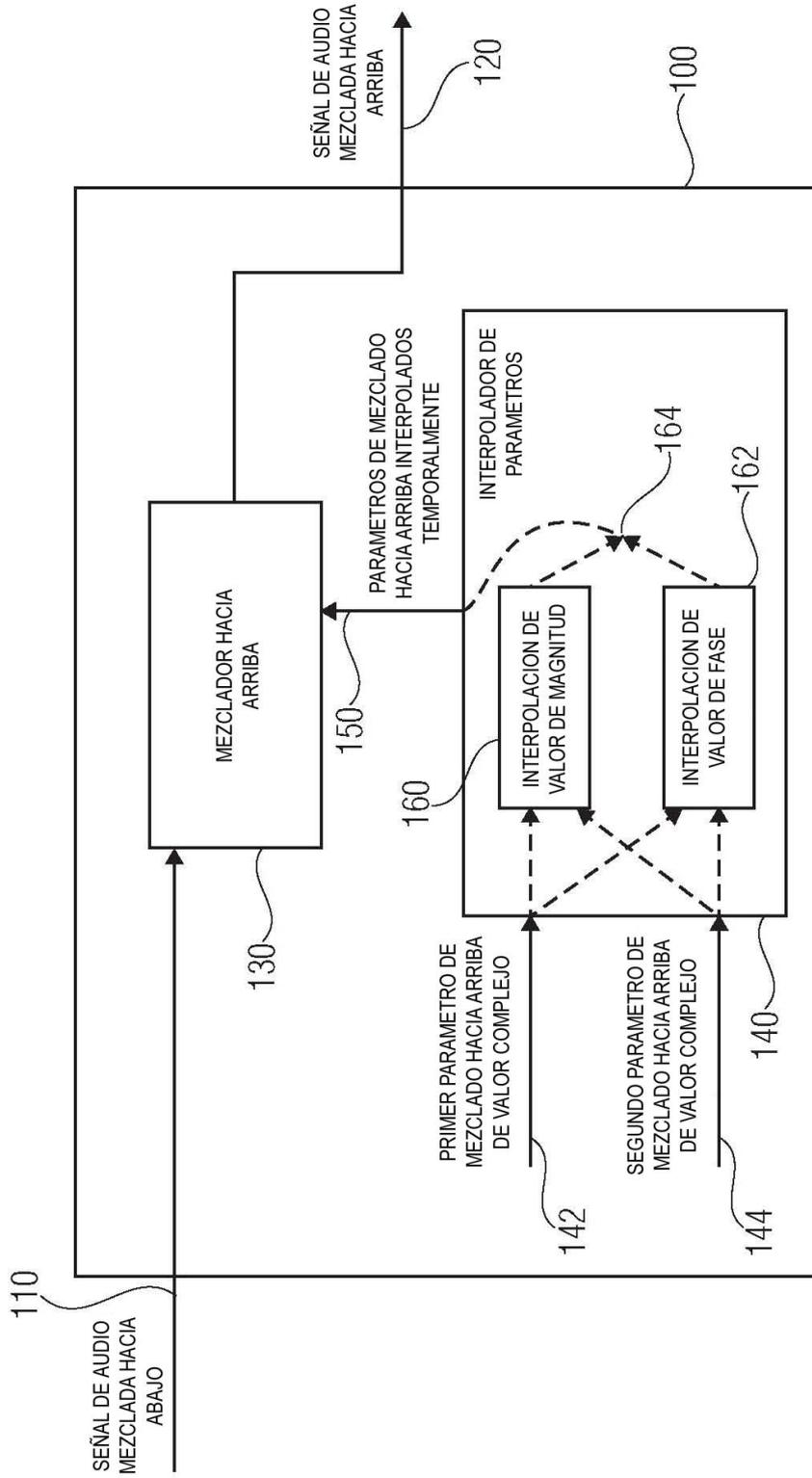
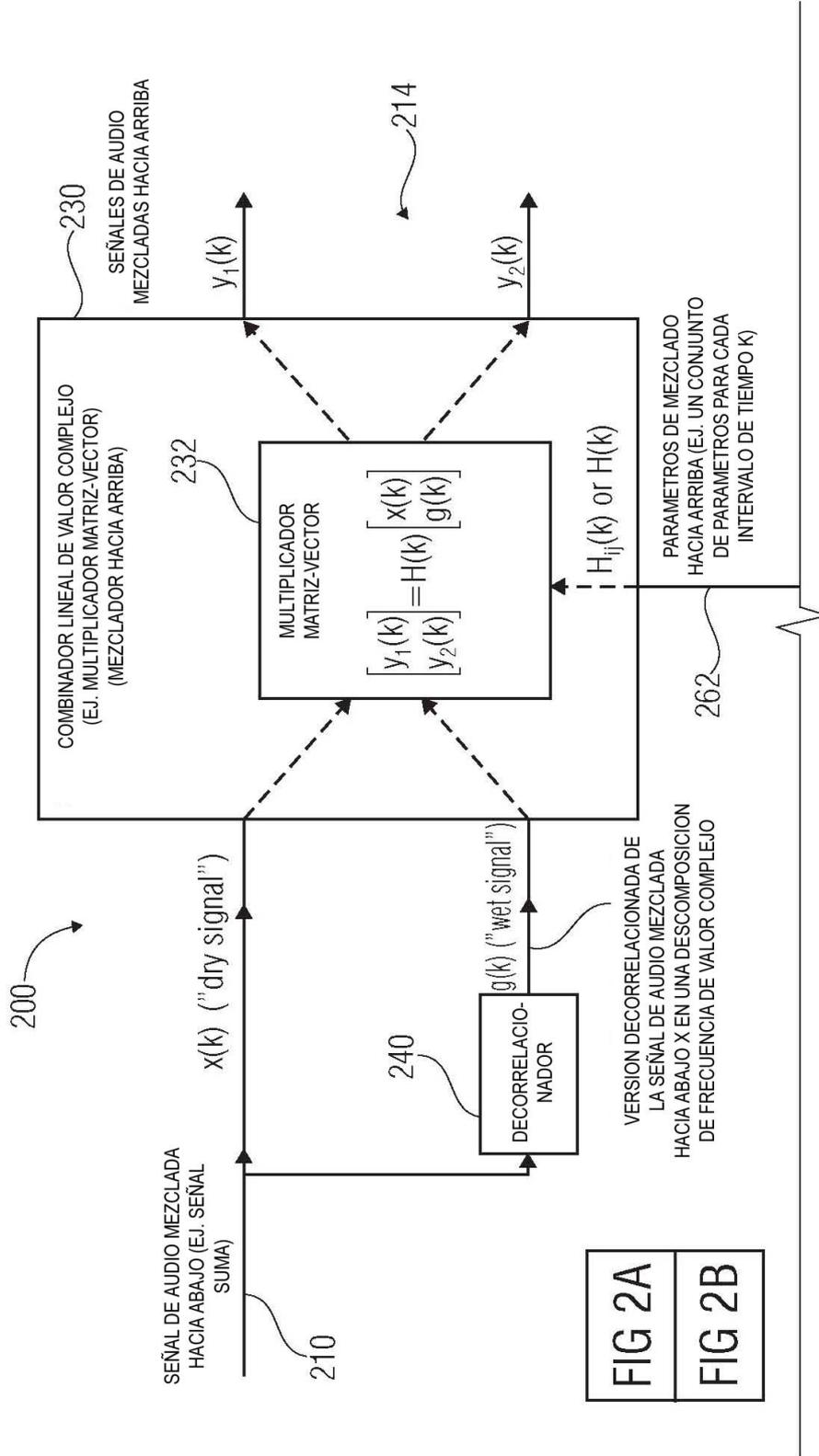


FIG 1

FIG 2A



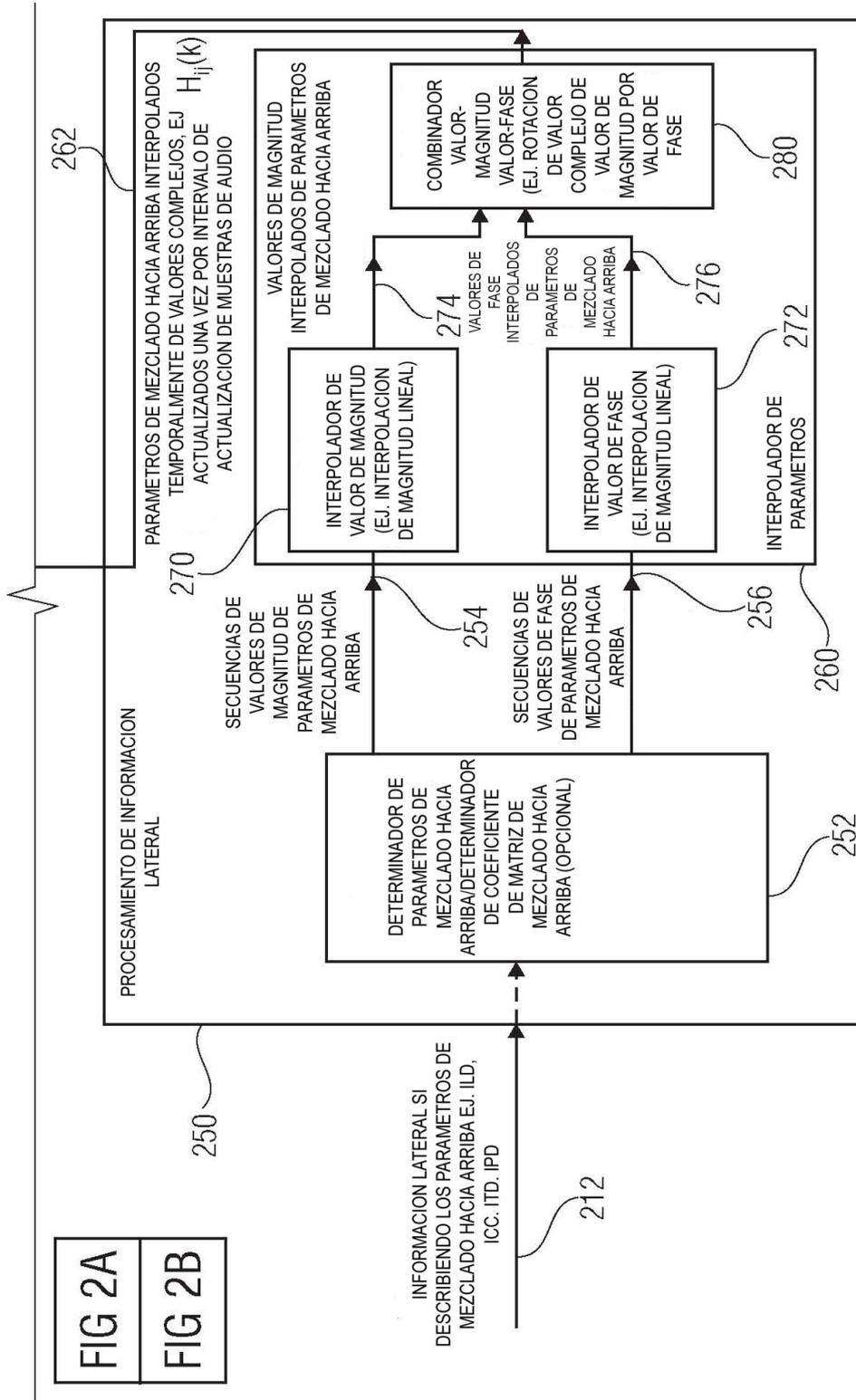


FIG 2B

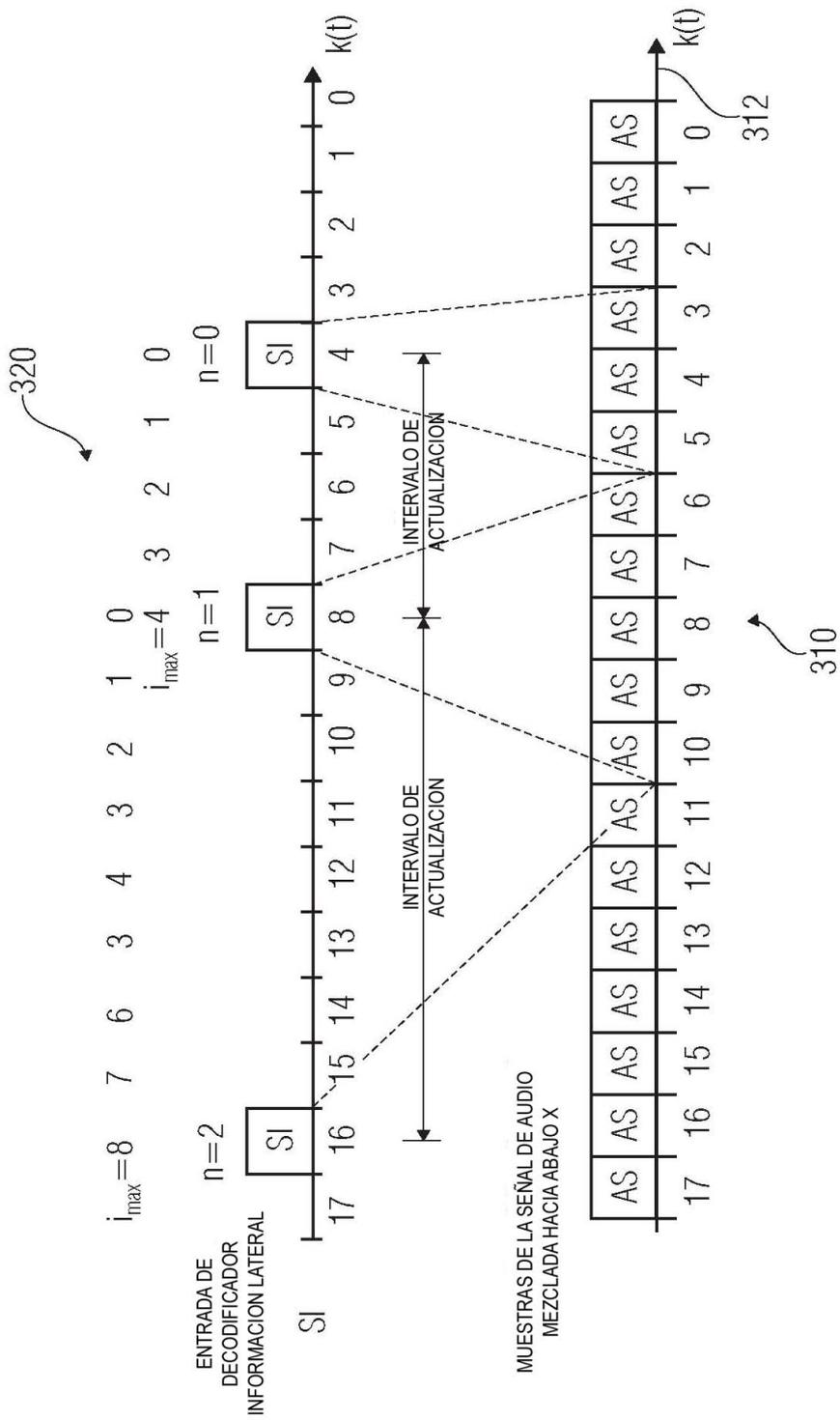


FIG 3

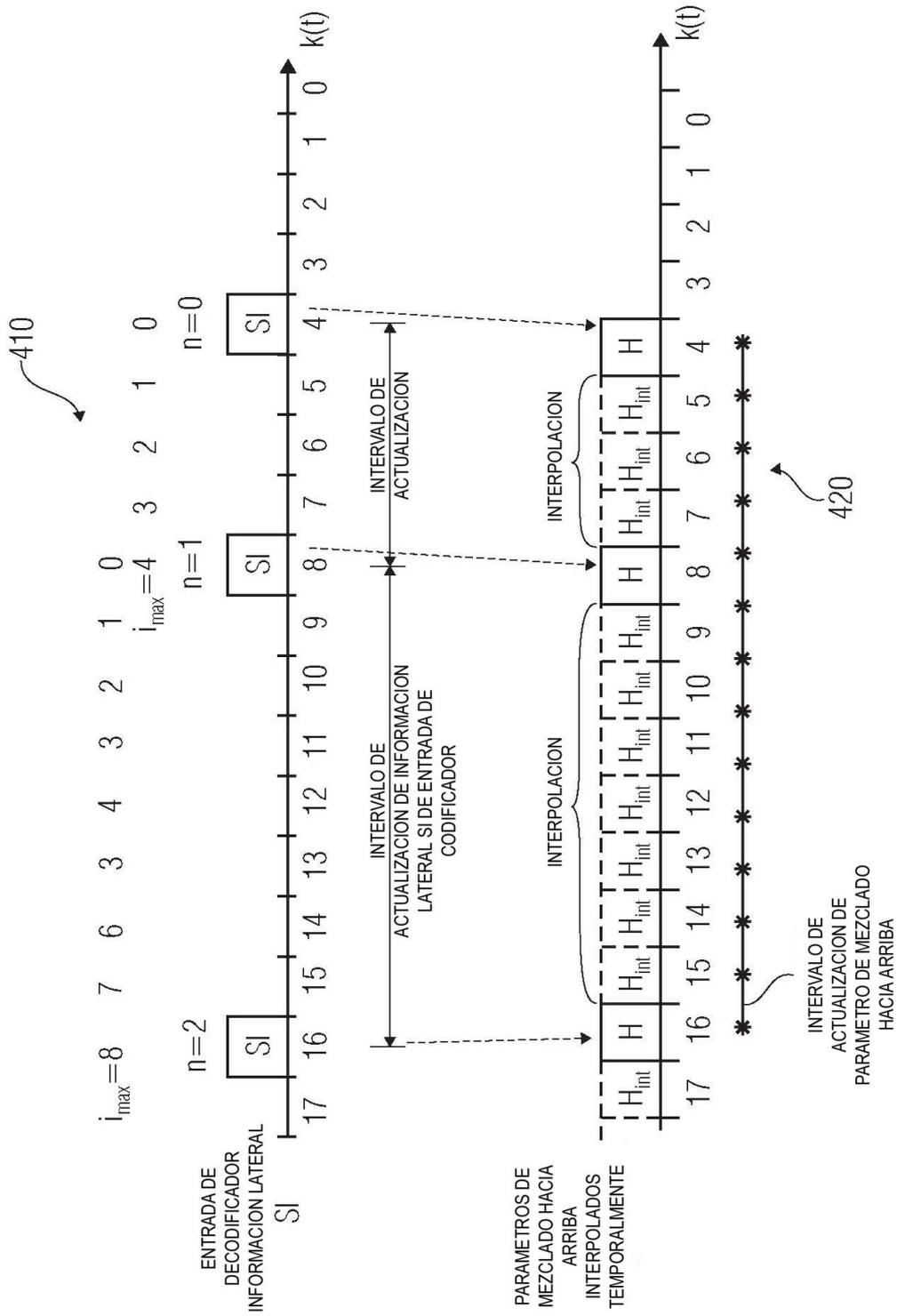
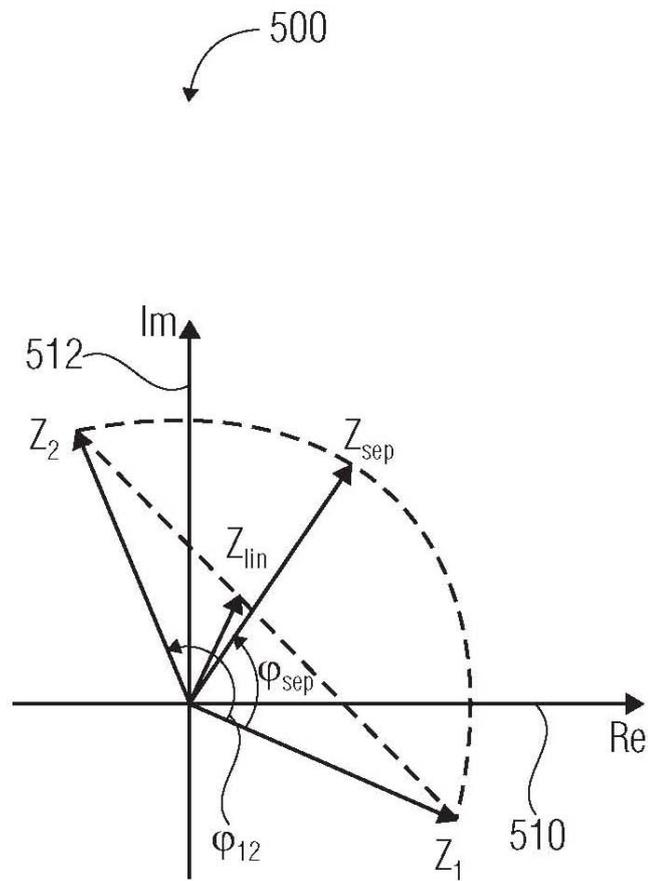


FIG 4



$$|z_{sep}| = \frac{1}{2} (|z_1| + |z_2|)$$

$$\varphi_{sep} = \frac{1}{2} \varphi_{12}$$

FIG 5

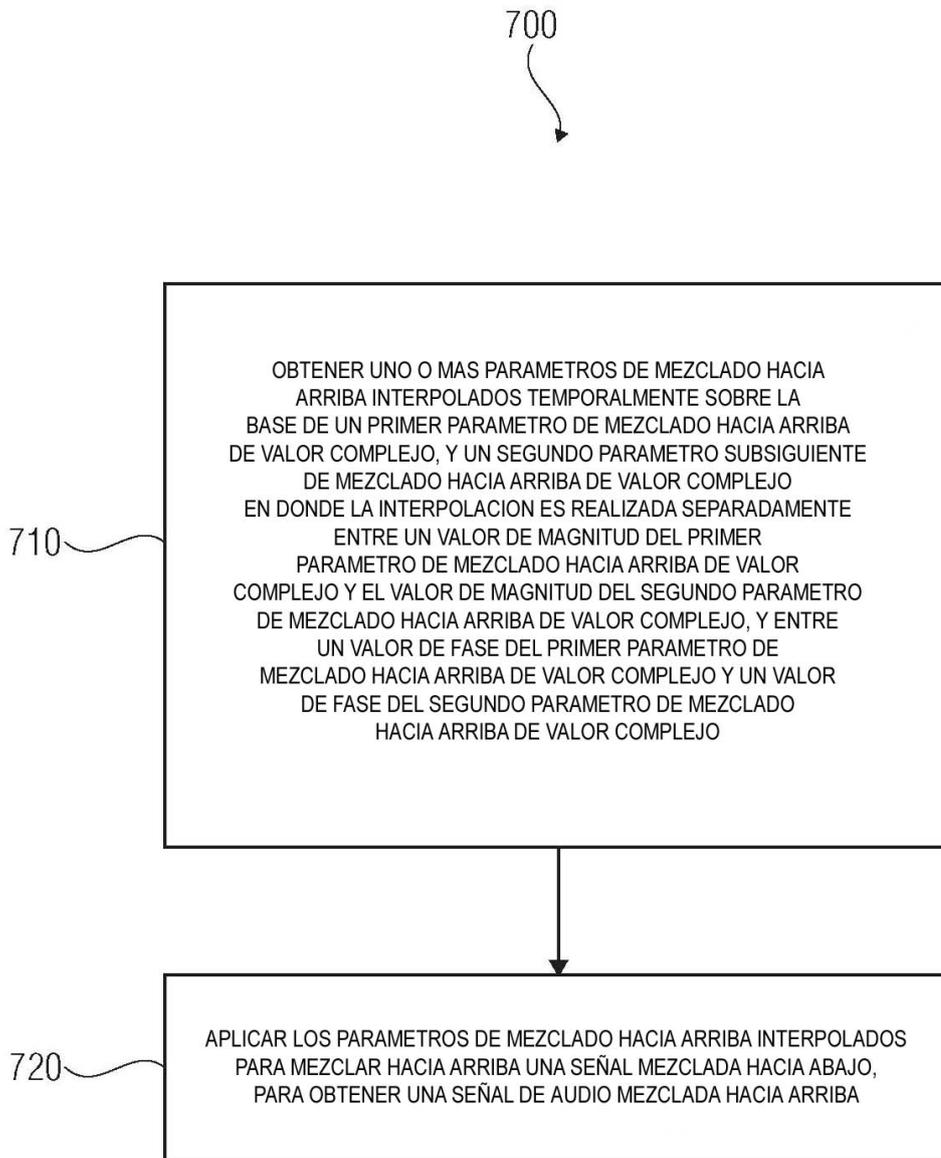


FIG 6

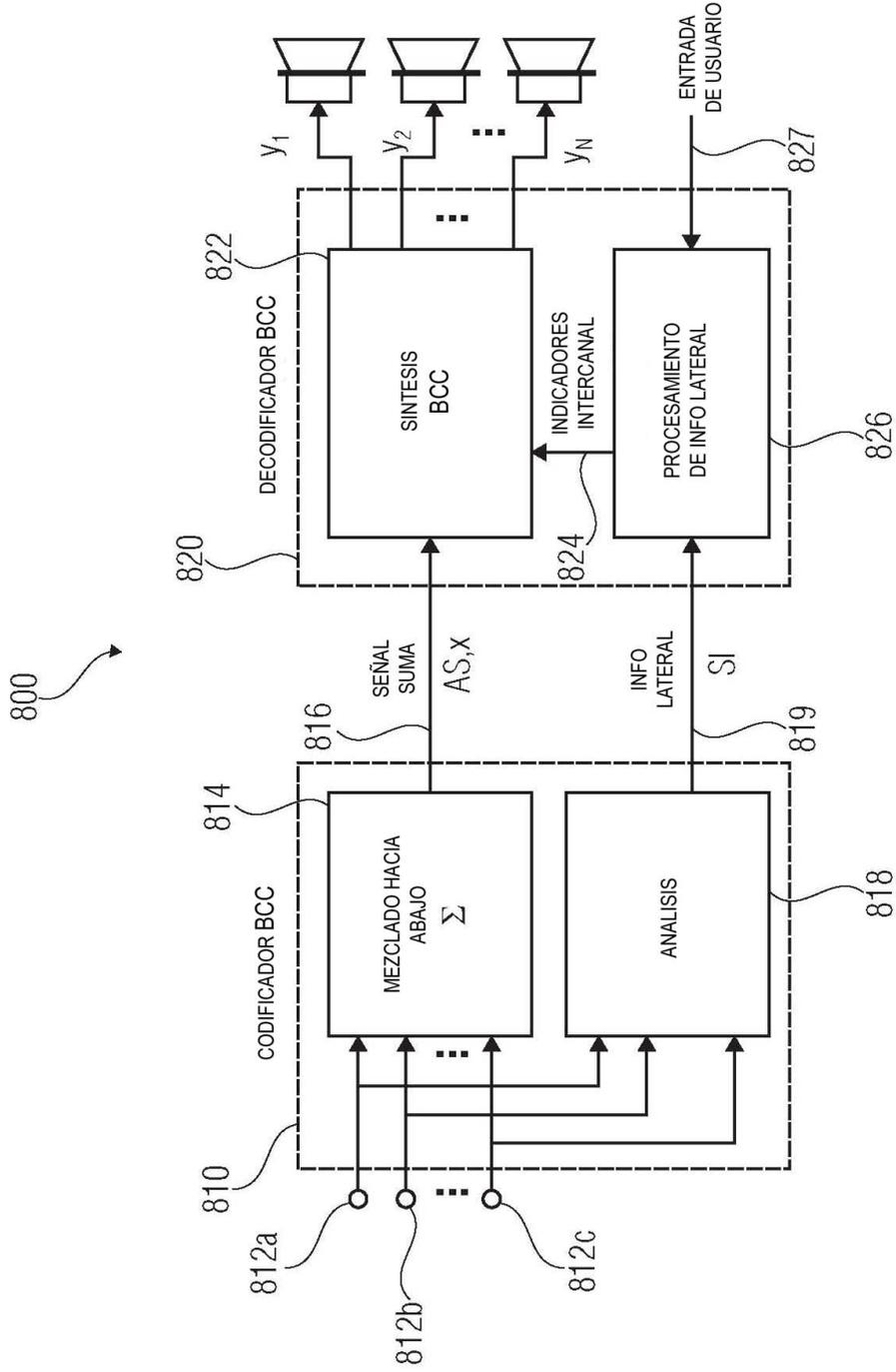


FIG 7