

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 426 917**

51 Int. Cl.:

G10L 19/02 (2013.01)

H04R 5/04 (2006.01)

H04S 1/00 (2006.01)

H04S 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.03.2005 E 05718592 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2013 EP 1735779**

54 Título: **Aparato codificador, aparato decodificador, sus métodos y sistema de audio asociado**

30 Prioridad:

05.04.2004 EP 04101405

14.07.2004 EP 04103367

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

25.10.2013

73 Titular/es:

KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)

High Tech Campus 5

5656 AE Eindhoven, NL

72 Inventor/es:

VAN LOON, MACHIEL, W.;

HOTHO, GERARD, H. y

BREEBAART, DIRK, J.

74 Agente/Representante:

ZUAZO ARALUZE, Alexander

ES 2 426 917 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 codificador, aparato decodificador, sus métodos y sistema de audio asociado

- 5 La presente invención se refiere a un método y a un dispositivo para procesar una señal estéreo obtenida de un codificador, codificador que codifica una señal de audio de N canales en señales izquierda y derecha y parámetros espaciales. La invención también se refiere a un aparato codificador que comprende un codificador de este tipo y un dispositivo de este tipo.
- 10 La presente invención también se refiere a un método y a un dispositivo para procesar una señal estéreo obtenida mediante un método de este tipo y un dispositivo de este tipo para procesar una señal estéreo obtenida de un codificador. La invención también se refiere a un aparato decodificador que comprende un dispositivo de este tipo para procesar una señal estéreo.
- 15 La presente invención también se refiere a un sistema de audio que comprende un aparato codificador de este tipo y un aparato decodificador de este tipo.
- Durante mucho tiempo, ha predominado la reproducción estéreo de música, por ejemplo en el entorno doméstico. Durante los años 70, se realizaron algunos experimentos con la reproducción de cuatro canales en equipos de
- 20 música domésticos.
- En salas más grandes, tales como salas de cine, una reproducción de sonido de múltiples canales ha estado presente durante mucho tiempo. Dolby Digital® y otros sistemas se desarrollaron para proporcionar una reproducción de sonido realista e impresionante en una sala grande.
- 25 Tales sistemas de múltiples canales se han introducido en el cine en casa y están adquiriendo mucho interés. Por tanto, actualmente en el mercado son comunes los sistemas que tienen cinco canales de alcance completo y un canal de alcance parcial o canal de efectos de baja frecuencia (LFE), los denominados sistemas 5.1. También existen otros sistemas, tales como 2.1, 4.1, 7.1 e incluso 8.1.
- 30 Con la introducción de SACD y DVD, la reproducción de audio de múltiples canales está adquiriendo más interés. Muchos consumidores ya tienen la posibilidad de reproducir múltiples canales en sus hogares, y el material de fuente de múltiples canales está volviéndose popular.
- 35 Debido a la popularidad creciente del material de múltiples canales, la codificación eficaz de material de múltiples canales está volviéndose más importante, lo que también reconocen los órganos de normalización tales como MPEG.
- Los codificadores conocidos previamente a menudo no aplican métodos eficaces para codificar audio de múltiples
- 40 canales. Los canales de entrada pueden codificarse básicamente de manera individual (posiblemente después del matrizado), requiriendo así una alta tasa de transmisión de bits debido al gran número de canales.
- Sin embargo, un codificador de audio de múltiples canales puede generar una mezcla descendente de 2 canales que es compatible con los sistemas de reproducción de 2 canales, mientras todavía se permite una reconstrucción
- 45 de múltiples canales de alta calidad en el lado de decodificador. La reconstrucción de alta calidad se controla mediante parámetros P transmitidos que controlan el proceso de mezcla ascendente de estéreo a múltiples canales. Estos parámetros contienen información que describe, entre otros, la relación de señal frontal frente a señal envolvente que está presente en la mezcla descendente de 2 canales. Usando un enfoque de este tipo, un decodificador puede controlar la cantidad de señal frontal frente a señal envolvente en el proceso de mezcla
- 50 ascendente. En otras palabras, los parámetros describen propiedades importantes del campo de sonido espacial que está presente en la señal de múltiples canales original, pero que se pierde en la mezcla de estéreo debido al proceso de mezcla descendente.
- Un ejemplo de un codificador y decodificador de múltiples canales se da a conocer en la publicación de patente del
- 55 Tratado de Cooperación en materia de Patentes WO2004/008805.
- La invención actual se refiere a la posibilidad de usar esta información espacial parametrizada para aplicar un procesamiento posterior dependiente de parámetros, preferiblemente invertible, en una mezcla descendente de 2 canales para mejorar la mezcla descendente, tal como la calidad perceptual o propiedades espaciales de la misma.
- 60 Un objeto de la presente invención es hacer posible un procesamiento posterior de la mezcla descendente después de la codificación, basándose en los parámetros según se determina en el codificador de múltiples canales y todavía mantener la posibilidad de una decodificación de múltiples canales sin influir en el procesamiento posterior.
- 65 Este objeto se consigue mediante un método y un dispositivo para procesar una señal estéreo obtenida de un codificador, codificador que codifica una señal de N canales ($N > 2$) en señales izquierda y derecha y parámetros

espaciales. El método comprende procesar dichas señales de canal izquierda y derecha con el fin de proporcionar una señal estéreo procesada. El procesamiento se controla dependiendo de dichos parámetros espaciales. La idea general es usar los parámetros espaciales obtenidos de un codificador de N canales a estéreo para controlar un determinado algoritmo de procesamiento posterior. De esta manera, la señal estéreo obtenida del codificador puede procesarse, por ejemplo para mejorar la impresión espacial.

En una realización de la invención, el procesamiento se controla mediante un primer parámetro para cada canal de entrada, es decir para cada una de las señales izquierda y derecha, dependiendo el primer parámetro de los parámetros espaciales. El primer parámetro puede ser una función de tiempo y/o frecuencia. Por tanto, el sistema puede tener una cantidad variable de procesamiento posterior dependiendo la cantidad real de procesamiento posterior de los parámetros espaciales. El procesamiento posterior puede realizarse individualmente en diferentes bandas de frecuencia. El codificador entrega parámetros espaciales independientes que describen la imagen espacial para un conjunto de bandas de frecuencia. En ese caso, el primer parámetro puede depender de la frecuencia.

En otra realización de la invención, el procesamiento posterior comprende añadir una primera, segunda y tercera señal con el fin de obtener dichas señales de canal procesadas. La primera señal incluye la primera señal de entrada, es decir la señal izquierda o derecha, modificada por una primera función de transferencia, la segunda señal incluye la primera señal de entrada modificada por una segunda función de transferencia, y la tercera señal incluye la segunda señal de entrada, es decir la señal derecha o izquierda, modificada por una tercera función de transferencia. La segunda función de transferencia puede comprender dicho primer parámetro y una primera función de filtro. La primera función de transferencia puede comprender un segundo parámetro, con lo que la suma de dicho primer parámetro y dicho segundo parámetro puede ser una unidad. La tercera función de transferencia puede comprender dicho primer parámetro de la segunda señal de entrada y una segunda función de filtro.

Las funciones de filtro pueden ser invariables con el tiempo.

En una realización específica, las señales pueden describirse mediante la ecuación:

$$\begin{bmatrix} L_{Ow} \\ R_{Ow} \end{bmatrix} = H \begin{bmatrix} L_o \\ R_o \end{bmatrix} \quad \text{donde} \quad H = \begin{bmatrix} (1-w_l)^a + (w_l)^a H_1 & (w_r)^a H_3 \\ (w_l)^a H_2 & (1-w_r)^a + (w_r)^a H_4 \end{bmatrix}$$

siendo a una constante.

Usando esta representación, el efecto de filtrado de las funciones de filtro H₁, H₂, H₃ y H₄ es variable variando los parámetros w_l y w_r. Si ambos parámetros tienen valores igual a cero, las señales procesadas posteriormente L_{ow}, R_{ow} son esencialmente iguales al par de señales de entrada estéreo L_o, R_o. Por otro lado, si los parámetros son +1, el par de estéreo procesado posteriormente L_{ow}, R_{ow} se procesa completamente mediante las funciones de filtro H₁, H₂, H₃ y H₄. Esta invención hace posible controlar la cantidad real de filtrado, es decir, el valor de los parámetros w_l y w_r mediante los parámetros espaciales P.

Según una realización, las funciones y parámetros de filtro se seleccionan de modo que la matriz de función de transferencia sea invertible. Esto hace posible la reconstrucción de la señal estéreo original.

En otro aspecto de la invención, comprende un dispositivo para procesar una señal estéreo según los métodos mencionados anteriormente, y un aparato codificador que comprende un dispositivo de este tipo.

En otro aspecto de la invención se proporciona un método y un dispositivo para invertir el procesamiento según los métodos mencionados anteriormente, y un aparato decodificador que comprende un dispositivo inversor de este tipo.

Todavía en otro aspecto de la invención se proporciona un sistema de audio que comprende un aparato codificador de este tipo y un aparato decodificador de este tipo.

Los objetos, características y ventajas adicionales de la invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de la invención con referencia a las realizaciones de la misma y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 muestra un diagrama de bloques esquemático de un sistema de audio de codificador/decodificador que incluye un procesamiento posterior y un procesamiento posterior inverso según la presente invención.

La figura 2 muestra un diagrama de bloques detallado de una realización de un dispositivo para procesar

posteriormente una señal estéreo obtenida de un codificador de múltiples canales.

La figura 3 muestra un diagrama de bloques de otra realización del dispositivo para procesar posteriormente una señal estéreo obtenida de un decodificador de múltiples canales.

5 La figura 4 muestra un diagrama de bloques de una realización de un dispositivo para procesar posteriormente de manera inversa una señal estéreo que comprende señales izquierda y derecha.

10 La figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de codificador/decodificador en el que pretende usarse la presente invención. En el sistema 1 de audio una señal de audio de N canales se suministra a un codificador 2, siendo N un número entero que es mayor que 2. El codificador 2 transforma las señales de audio de N canales a señales L_0 y R_0 e información de decodificador paramétrica P, por medio de lo cual un decodificador puede decodificar la información y estimar las señales de N canales originales que van a emitirse desde el decodificador. El conjunto de parámetros espaciales P depende preferiblemente del tiempo y/o la frecuencia. Las señales de N canales pueden ser señales para un sistema 5.1, que comprende un canal central, dos canales frontales, dos canales envolventes y un canal de LFE.

20 El par de señales estéreo L_0 y R_0 codificadas y la información espacial de decodificador P, se transmiten al usuario de una manera adecuada, tal como mediante CD, DVD, VHS, H-i-Fi, difusión, disco láser, DBS, cable digital, Internet o cualquier otro sistema de transmisión o distribución, indicados por una línea 4 circular en la figura 1. Puesto que se transmiten las señales izquierda y derecha, el sistema es compatible con el gran número de equipos de recepción que sólo pueden reproducir señales estéreo. Si el equipo de recepción incluye un decodificador, el decodificador puede decodificar las señales de N canales y proporcionar una estimación de las mismas, basándose en la información en el par de señales estéreo L_0 y R_0 así como las señales de información espacial de decodificador o parámetros espaciales P.

25 Sin embargo, debido al número decreciente de señales de reproducción, las señales estéreo carecen de información espacial en comparación con las señales de N canales u otras propiedades que pueden desearse para determinadas situaciones. Por tanto, según la presente invención, se proporciona un procesador 5 posterior que procesa la señal estéreo antes de su transmisión/distribución al receptor. El procesamiento posterior puede ser una "adición dependiente de la posición de graves o reverberación, o eliminación de vocales (karaoke con vocales en el canal central).

30 Otros ejemplos de procesamiento posterior son ampliación de estéreo-base, que puede realizarse usando el conocimiento de la composición de la mezcla envolvente original, tal como frontal/trasera, puesto que la contribución de señales de entrada individuales se conoce de las señales de información de decodificador P. En principio, ya puede aplicarse una ampliación estéreo en el codificador, pero ésta generalmente no es invertible, puesto que sólo están disponibles dos señales en el decodificador, en lugar de N, la inversión es generalmente imposible. Pero además de la ampliación de estéreo, también son posibles otras técnicas de procesamiento posterior en las contribuciones de múltiples canales individuales.

35 Según la invención, las señales procesadas posteriormente se transmiten a un receptor tal como se indicó mediante el círculo 6 en la figura 1. El dispositivo de la invención para procesar una señal estéreo obtenida de un codificador comprende el procesador 5 posterior. El aparato codificador según la presente invención comprende el codificador 2 y el procesador 5 posterior.

40 La señal recibida puede usarse directamente, por ejemplo si el receptor no incluye un decodificador de múltiples canales. Éste puede ser el caso en un ordenador que recibe la señal 6 por Internet, o en un receptor que tiene sólo dos altavoces. Tal señal recibida se percibe como señal de alta calidad, puesto que ha mejorado la impresión espacial u otras características tal como se determina en el procesamiento de las mismas mediante el codificador y el procesador posterior.

45 Si la señal debe usarse para una decodificación en un decodificador 3 de N canales convencional, en primer lugar debe procesarse posteriormente de manera inversa mediante un procesador 7 posterior inverso, con el fin de reconstruir el par de señales estéreo L_0 y R_0 originales que junto con la información de decodificador o los parámetros espaciales P, produce una señal de N canales estimada. Según la invención, es posible tal reconstrucción de la mezcla de múltiples canales, reconstrucción que apenas se ve afectada por el procesamiento posterior. Además, es posible un procesamiento posterior en el decodificador para una reproducción estéreo como una característica seleccionable por el usuario, sin tener que determinar en primer lugar la señal de múltiples canales. El dispositivo de la invención para procesar una señal estéreo que comprende señales izquierda y derecha comprende el procesador 7 posterior inverso. El aparato decodificador según la presente invención comprende el decodificador 3 y el procesador 7 posterior inverso.

50 Sin el procesamiento posterior la mezcla descendente puede compararse con una mezcla descendente de ITU convencional. Sin embargo, el método de la invención puede mejorar la mezcla descendente de manera significativa.

El método de la invención puede determinar la contribución en la mezcla descendente de los canales originales en la mezcla de múltiples canales con la ayuda de los parámetros espaciales P determinados en el codificador. De esta manera puede aplicarse un procesamiento posterior a canales específicos de la mezcla de múltiples canales, por ejemplo una ampliación de estéreo-base de los canales traseros, mientras que los otros canales no se ven afectados. El procesamiento posterior no afecta la reconstrucción de múltiples canales final si el procesamiento posterior es invertible. También puede aplicarse para una reproducción estéreo mejorada sin la necesidad de reconstruir en primer lugar la mezcla de múltiples canales.

Este método difiere de las técnicas de procesamiento posterior existentes porque usa el conocimiento de la mezcla de múltiples canales original, es decir los parámetros espaciales P determinados.

El codificador 2 opera de la siguiente manera:

Supóngase una señal de audio de N canales como señal de entrada al codificador 2, donde $z_1[n], z_2[n], \dots, z_N[n]$ describen las formas de onda de dominio de tiempo discreto de los N canales. Estas N señales se segmentan usando una segmentación común, usando preferiblemente ventanas de análisis superpuestas. Posteriormente, cada segmento se convierte al dominio de frecuencia usando una transformada compleja (por ejemplo, FFT). Sin embargo, las estructuras de banco de filtros complejas también pueden ser apropiadas para obtener mosaicos de tiempo/frecuencia. Este proceso da como resultado representaciones de subbanda segmentadas de las señales de entrada que se indicarán por, $Z_1[k], Z_2[k], \dots, Z_N[k]$, indicando k el índice de frecuencia.

A partir de estos N canales, se crean 2 canales de mezcla descendente, que son $L_0[k]$ y $R_0[k]$. Cada canal de mezcla descendente es una combinación lineal de las N señales de entrada:

25

$$L_0[k] = \sum_{i=1}^N \alpha_i Z_i[k]$$

$$R_0[k] = \sum_{i=1}^N \beta_i Z_i[k].$$

Los parámetros α_i y β_i se eligen de manera que la señal estéreo que consiste en $L_0[k]$ y $R_0[k]$ tiene una buena imagen de estéreo. En caso de una señal de entrada de 5 canales que consiste en L_f, R_f, C, L_s y R_s (para los canales izquierdo frontal, derecho frontal, central, izquierdo envolvente, derecho envolvente, respectivamente), puede obtenerse una mezcla descendente adecuada según:

30

$$L_0[k] = L[k] + C[k] / \sqrt{2}$$

$$R_0[k] = R[k] + C[k] / \sqrt{2}$$

35

Las señales L y R pueden obtenerse según las ecuaciones:

$$L[k] = L_f[k] + L_s[k] / \sqrt{2}$$

$$R[k] = R_f[k] + R_s[k] / \sqrt{2}$$

Adicionalmente, se extraen parámetros espaciales P para permitir la reconstrucción perceptual de las señales L_f, R_f, C, L_s y R_s a partir de L_0 y R_0 .

En una realización, el conjunto de parámetros P incluye diferencias de intensidad entre canales (IID) y posiblemente valores de correlación cruzada entre canales (ICC) entre los pares de señales (L_f, L_s) y (R_f, R_s). La IID y la ICC entre el par L_f, L_s se obtienen según las ecuaciones:

45

$$IID_L = \frac{\sum_k L_f[k]L_f^*[k]}{\sum_k L_s[k]L_s^*[k]}$$

$$ICC_L = \Re \left(\frac{\sum_k L_f[k]L_s^*[k]}{\sqrt{\sum_k L_f[k]L_f^*[k] \sum_k L_s[k]L_s^*[k]}} \right)$$

5 En este caso, (*) indica la conjugación compleja. Para otros pares de señal, pueden usarse ecuaciones similares. Por tanto, el parámetro IID_L describe la cantidad relativa de energía entre los canales izquierdo-frontal e izquierdo-envolvente y el parámetro ICC_L describe la cantidad de correlación mutua entre los canales izquierdo-frontal e izquierdo-envolvente. Estos parámetros describen esencialmente los parámetros relevantes de manera perceptual entre los canales frontal y envolvente.

10 Puede obtenerse una parametrización de la cantidad de señal central que está presente en L_0 , R_0 estimando dos parámetros c_1 y c_2 de predicción. Estos dos parámetros de predicción definen una matriz de 2x3 que controla el proceso de mezcla ascendente de decodificador desde L_0 , R_0 a L , C , y R :

$$\begin{bmatrix} L \\ R \\ C \end{bmatrix} = M \begin{bmatrix} L_0 \\ R_0 \end{bmatrix}$$

15 Una implementación de la matriz de mezcla ascendente M se proporciona por:

$$M = \begin{bmatrix} c_1 & c_2 - 1 \\ c_1 - 1 & c_2 \\ 1 - c_1 & 1 - c_2 \end{bmatrix}$$

20 Para el ejemplo mostrado anteriormente, el conjunto de parámetros P incluye $\{c_1, c_2, IID_L, ICC_L, IID_r, ICC_r\}$ para cada mosaico de tiempo/frecuencia.

25 En el par de señales estéreo (L_0 , R_0) resultantes, puede aplicarse un procesamiento posterior de una manera que afecta principalmente a la contribución de $Z_i[k]$, por ejemplo L_s y R_s en la mezcla de estéreo. En la figura 1, se muestra la posición de este bloque en el códec.

30 La figura 2 es una vista detallada del procesador 5 posterior en la figura 1 según una realización de la invención. La señal izquierda L_{0w} procesada posteriormente es la suma de tres señales, concretamente la señal izquierda L_0 modificada por una función de transferencia H_A , la señal izquierda L_0 modificada por una función de transferencia H_B y la señal derecha R_0 modificada por una función de transferencia H_D . De la misma manera, la señal derecha R_{0w} procesada posteriormente es la suma de tres señales, concretamente la señal derecha R_0 modificada por una función de transferencia H_F , la señal derecha R_0 modificada por una función de transferencia H_E y la señal izquierda L_0 modificada por una función de transferencia H_C . Las funciones de transferencia $H_A - H_F$ pueden implementarse como filtros de tipo FIR o IIR, o pueden ser simplemente factores de escala (complejos) que pueden depender de la frecuencia. Además, la función de transferencia H_A puede ser una multiplicación por un segundo parámetro $(1-w_l)$ y la función de transferencia H_B puede incluir un primer parámetro w_l con lo que este parámetro w_l determina la cantidad de procesamiento posterior de la señal estéreo.

40 Esto se muestra en la figura 3. El parámetro w_l determina la cantidad de procesamiento posterior de $L_0[k]$ y w_r de $R_0[k]$. Cuando w_l es igual a 0, $L_0[k]$ no se ve afectado, y cuando w_l es igual a 1, $L_0[k]$ se ve afectado al máximo. Lo mismo se aplica para w_r con respecto a $R_0[k]$.

Se aplican las siguientes ecuaciones para los parámetros de procesamiento posterior w_l y w_r :

$$w_l = f_l(IID_L, ICC_L, c_1, c_2)$$

$$w_r = f_r(IID_r, ICC_r, c_1, c_2)$$

Los bloques H_1 , H_2 , H_3 y H_4 en la figura 3 son funciones de filtro, que pueden ser diversos tipos de filtros, por ejemplo filtros de ampliación de estéreo, tal como se muestra a continuación.

5 Las salidas resultantes son:

$$\begin{bmatrix} L_{Ow} \\ R_{Ow} \end{bmatrix} = H \begin{bmatrix} L_o \\ R_o \end{bmatrix} \quad \text{donde} \quad H = \begin{bmatrix} (1-w_l)^a + (w_l)^a H_1 & (w_r)^a H_3 \\ (w_l)^a H_2 & (1-w_r)^a + (w_r)^a H_4 \end{bmatrix}$$

siendo a una constante arbitraria (por ejemplo, +1).

10 Si las funciones de filtro H_1 , H_2 , H_3 y H_4 se eligen apropiadamente, la matriz de función de transferencia H puede invertirse. Además, para permitir el cálculo de la matriz inversa en el lado de decodificador, las funciones de filtro H_1 , H_2 , H_3 y H_4 y los parámetros w_l y w_r deben conocerse en el *decodificador*. Esto es posible puesto que w_l y w_r pueden calcularse a partir de los parámetros transmitidos. Por tanto, la señal estéreo original L_o , R_o estará disponible de nuevo lo que es necesario para decodificar la mezcla de múltiples canales.

Otra posibilidad es transmitir la señal estéreo original y aplicar el procesamiento posterior en el decodificador para hacer posible la reproducción estéreo mejorada sin la necesidad de determinar en primer lugar la mezcla de múltiples canales.

20 A continuación, se describe en detalle una realización del procesamiento posterior. Sin embargo, la invención no se limita a los detalles exactos sino que puede variarse dentro del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones de patente adjuntas.

25 Los parámetros de procesamiento posterior o pesos w_l y w_r son una función de los parámetros espaciales transmitidos:

$$(w_l, w_r) = f(P)$$

30 La función f se diseña de tal manera que w_l aumenta si la señal L_o contiene más energía desde la señal izquierda-envolvente en comparación con las señales izquierda-frontal o central. De una manera similar, w_r aumenta con una energía relativa creciente de la señal derecha-envolvente presente en R_o . Una expresión conveniente para w_l y w_r viene dada por:

$$\begin{aligned} w_l &= f_1(c_1) f_2(IID_l) \\ w_r &= f_1(c_2) f_2(IID_r) \end{aligned}$$

con

$$f_1(x) = \begin{cases} 2x-1 & \text{para } 0,5 \leq x \leq 1 \\ 0 & \text{para } x < 0,5 \\ 1 & \text{para } x > 1 \end{cases}$$

40 y

$$f_2(x) = \sqrt{\frac{x}{1+x}}$$

45 Para las funciones de filtro H_1 , H_2 , H_3 y H_4 entonces se eligen las siguientes funciones a modo de ejemplo (en el dominio z):

$$H_1(z) = H_4(z) = 0,8(1,0 + 0,2z^{-1} + 0,2z^{-2})$$

$$H_2(z) = H_3(z) = 0,8(-1,0z^{-1} - 0,2z^{-2}).$$

5 Esta invención puede integrarse en un aparato codificador de audio de múltiples canales que crea una mezcla descendente compatible con estéreo. El esquema general de un codificador de audio paramétrico de múltiples canales de este tipo que se mejora mediante el esquema de procesamiento posterior tal como se describió anteriormente puede exponerse tal como sigue:

- 10 - conversión de la señal de entrada de múltiples canales al dominio de frecuencia, o bien mediante segmentación y transformada o bien mediante aplicación de un banco de filtros;
- extracción de parámetros espaciales P y generación de una mezcla descendente en el dominio de frecuencia;
- 15 - aplicación del algoritmo de procesamiento posterior en el dominio de frecuencia; conversión de las señales procesadas posteriormente al dominio de tiempo;
- codificación de la señal estéreo usando técnicas de codificación convencionales, tal como se define en MPEG;
- 20 - multiplexación del flujo de bits estéreo con los parámetros P codificados para formar un flujo de bits emitidos total.

Un aparato decodificador de múltiples canales correspondiente (es decir, un decodificador con inversión de procesamiento posterior integrado) puede exponerse tal como sigue:

- 25 - demultiplexación del flujo de bits de parámetros para recuperar los parámetros P y la señal estéreo codificada;
- decodificación de la señal estéreo;
- conversión de la señal estéreo decodificada al dominio de frecuencia;
- 30 - aplicación de la inversión de procesamiento posterior basándose en los parámetros P;
- mezcla ascendente desde la salida estéreo a múltiples canales basándose en los parámetros P;
- 35 - conversión de la salida de múltiples canales al dominio de tiempo.

Puesto que el procesamiento posterior y procesamiento posterior inverso se realizan en el dominio de frecuencia, las funciones de filtro H_1 a H_4 se convierten o se realiza una aproximación a las mismas preferiblemente en el dominio de frecuencia mediante factores de escala (de valor real o complejos) sencillos, que pueden depender de la frecuencia.

40 Los expertos en la técnica pueden entender que una o más fases de procesamiento tal como se expuso anteriormente pueden combinarse como única fase de procesamiento.

45 Otra aplicación de la invención es aplicar el procesamiento posterior en la señal estéreo sólo en el lado de decodificador (es decir, sin procesamiento posterior en el lado de codificador). Usando este enfoque, el decodificador puede generar una señal estéreo mejorada desde una señal estéreo no mejorada.

50 Puede proporcionarse información adicional en el flujo de bits que indique si el procesamiento posterior se ha realizado o no y las funciones de parámetro f_1 , f_2 , y qué funciones de filtro H_1 , H_2 , H_3 , y H_4 se han usado, lo que permite un procesamiento posterior inverso.

55 Una función de filtro puede describirse como una multiplicación en el dominio de frecuencia. Puesto que hay parámetros presentes para bandas de frecuencia individuales, la invención puede implementarse como ganancias sencillas, complejas en lugar de filtros, que se aplican individualmente en diferentes bandas de frecuencia. En este caso, las bandas de frecuencia de L_{ow} , R_{ow} se obtienen mediante una multiplicación de matriz (2x2) sencilla desde las bandas de frecuencia correspondientes desde (L_0 , R_0). Las entradas de matriz reales se determinan por los parámetros y las representaciones de dominio de frecuencia de las funciones de filtro H que consisten por tanto en las ganancias invariables con el tiempo H y las ganancias controladas por parámetros que varían con el tiempo/frecuencia w_l y w_r . Debido a que los filtros son escalares para cada banda, es posible la inversión.

60

El procesamiento posterior en el codificador puede describirse mediante la siguiente ecuación de matriz:

$$\begin{bmatrix} L_{Ow} \\ R_{Ow} \end{bmatrix} = H \begin{bmatrix} L_O \\ R_O \end{bmatrix},$$

5 donde

$$H = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (1-w_l)^a + (w_l)^a H_1 & (w_r)^a H_3 \\ (w_l)^a H_2 & (1-w_r)^a + (w_r)^a H_4 \end{bmatrix}$$

10 Esta ecuación de matriz se aplica para cada banda de frecuencia. La matriz H contiene todos los escalares. El uso de escalares hace que el procesamiento posterior y el procesamiento posterior inverso sean relativamente fáciles.

Los parámetros w_l y w_r son escalares y funciones del conjunto de parámetros P. Estos 2 parámetros determinan la cantidad de procesamiento posterior de los canales de entrada.

15 Los parámetros $H_1 \dots H_4$ son funciones de filtro complejas.

La inversión de este proceso también puede realizarse mediante una única multiplicación de matriz por banda de frecuencia. Se aplica la siguiente ecuación por banda de frecuencia:

$$\begin{bmatrix} L_O \\ R_O \end{bmatrix} = H^{-1} \begin{bmatrix} L_{Ow} \\ R_{Ow} \end{bmatrix}$$

20

donde

$$H^{-1} = \begin{bmatrix} k_1 & k_3 \\ k_2 & k_4 \end{bmatrix} = \frac{1}{h_{11}h_{22} - h_{12}h_{21}} \begin{bmatrix} h_{22} & -h_{12} \\ -h_{21} & h_{11} \end{bmatrix}$$

25

La matriz H^{-1} contiene sólo escalares. Los elementos de H^{-1} , $k_1 \dots k_4$, también son funciones del conjunto de parámetros P. Cuando las funciones en la matriz H, $h_{11} \dots h_{22}$, y los parámetros P se conocen en el decodificador, entonces puede invertirse el procesamiento posterior.

30 Un diagrama de bloques de un procesador 3 posterior inverso que realiza tal procesamiento posterior inverso está ilustrado en la figura 4.

Esta inversión es posible cuando el determinante de la matriz H no es igual a cero. El determinante de H es igual a:

$$35 \quad \det(H) = h_{11}h_{22} - h_{12}h_{21} = (1-w_l)^a(1-w_r)^a + (1-w_l)^a w_r^a H_4 + (1-w_r)^a w_l^a H_1 + w_l^a w_r^a (H_1 H_4 - H_2 H_3)$$

Cuando se eligen funciones $h_{11} \dots h_{22}$ adecuadas, $\det(H)$ será distinto de cero, de modo que el proceso es invertible.

40 Se menciona que la expresión "que comprende" no excluye otros elementos o etapas y que "un" o "una" no excluye una pluralidad de elementos. Además, los símbolos de referencia en las reivindicaciones no deben interpretarse como limitativos del alcance de las reivindicaciones.

45 Aunque la presente invención se ha descrito en conexión con algunas realizaciones, no se pretende que se limite a la forma específica expuesta en el presente documento. En cambio, el alcance de la presente invención se limita sólo por las reivindicaciones adjuntas. Adicionalmente, aunque parezca que se describe una característica en conexión con realizaciones particulares, un experto en la técnica reconocerá que según la invención pueden combinarse diversas características de las realizaciones descritas.

REIVINDICACIONES

1. Método para procesar una señal estéreo obtenida de un codificador, codificador que codifica una señal de audio de N canales en señales izquierda y derecha (L_0 ; R_0) y parámetros espaciales (P), estando el método caracterizado porque comprende:
 - procesar dichas señales izquierda y derecha con el fin de proporcionar una señal estéreo procesada (L_{0w} ; R_{0w}), en el que dicho procesamiento se controla dependiendo de dichos parámetros espaciales (P).
2. Método según la reivindicación 1, en el que dicho procesamiento se controla por un primer parámetro (w_i ; w_r) para cada una de dichas señales izquierda y derecha, dependiendo dicho primer parámetro de los parámetros espaciales (P).
3. Método según la reivindicación 2, en el que dicho primer parámetro (w_i ; w_r) es una función de tiempo y/o frecuencia.
4. Método según la reivindicación 1, 2 ó 3, en el que dicho procesamiento comprende filtrar al menos una de dichas señales izquierda y derecha con una función de transferencia que depende de los parámetros espaciales (P).
5. Método según la reivindicación 1, 2, 3 ó 4, en el que dicho procesamiento comprende:
 - añadir una primera, segunda y tercera señal con el fin de obtener dichas señales de canal procesadas (L_{0w} ; R_{0w}), en las que la primera señal incluye la señal estéreo de un canal modificada por una primera función de transferencia ($L_0^*H_A$; $R_0^*H_F$), la segunda señal incluye la señal estéreo del mismo canal modificada por una segunda función de transferencia ($L_0^*H_B$; $R_0^*H_E$) y la tercera señal incluye la señal estéreo del otro canal modificada por una tercera función de transferencia ($R_0^*H_D$; $L_0^*H_C$).
6. Método según la reivindicación 5, en el que dicha segunda función de transferencia (H_B ; H_E) comprende una multiplicación por dicho primer parámetro (w_i ; w_r) seguida por una multiplicación por una primera función de filtro (H_1 ; H_4).
7. Método según la reivindicación 5, en el que dicha primera función de transferencia (H_A ; H_F) comprende una multiplicación por un segundo parámetro.
8. Método según la reivindicación 5, en el que dicha primera función de transferencia (H_A ; H_F) comprende una multiplicación por un segundo parámetro siendo dicho primer parámetro una función de dicho segundo parámetro.
9. Método según la reivindicación 5, 6, 7 u 8, en el que dicha tercera función de transferencia (H_C ; H_D) comprende una multiplicación de la señal izquierda o derecha (L_0 ; R_0) por dicho primer parámetro (w_i ; w_r) seguida por una segunda función de filtro (H_2 ; H_3).
10. Método según la reivindicación 6, 7, 8 ó 9, en el que dichas funciones de filtro (H_1 , H_2 , H_3 , H_4) son invariables con el tiempo.
11. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichas señales se describen mediante la ecuación:

$$\begin{bmatrix} L_{0w} \\ R_{0w} \end{bmatrix} = H \begin{bmatrix} L_0 \\ R_0 \end{bmatrix}$$

en la que la matriz de función de transferencia (H) es una función de los parámetros espaciales (P).

12. Método según la reivindicación 11, en el que dicha matriz de función de transferencia (H) se describe mediante la ecuación:

$$H = \begin{bmatrix} (1-w_i)^a + (w_i)^a H_1 & (w_r)^a H_3 \\ (w_i)^a H_2 & (1-w_r)^a + (w_r)^a H_4 \end{bmatrix}$$

siendo a una constante.

13. Método según la reivindicación 12, en el que dichas funciones de filtro (H_1, H_2, H_3, H_4) y dichos parámetros (w_l, w_r) se seleccionan de modo que la matriz de función de transferencia (H) es invertible.
- 5 14. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos parámetros espaciales (P) contienen información que describe niveles de señales de la señal de N canales.
- 10 15. Dispositivo para procesar una señal estéreo obtenida de un codificador, codificador que codifica una señal de audio de N canales en señales izquierda y derecha ($L_0; R_0$) y parámetros espaciales (P), estando el dispositivo caracterizado porque comprende:
- un procesador (5) posterior para procesar posteriormente dichas señales izquierda y derecha con el fin de proporcionar una señal estéreo procesada ($L_{0w}; R_{0w}$), en el que dicho procesamiento posterior se controla dependiendo de dichos parámetros espaciales (P).
- 15 16. Aparato codificador que comprende:
- un codificador (2) para codificar una señal de audio de N canales en señales izquierda y derecha ($L_0; R_0$) y parámetros espaciales (P), y
 - un dispositivo (5) según la reivindicación 15 para procesar dichas señales izquierda y derecha ($L_0; R_0$) dependiendo de dichos parámetros espaciales (P).
- 20 17. Aparato decodificador que comprende:
- un dispositivo (7) para recibir señales izquierda y derecha ($L_{0w}; R_{0w}$) procesadas y parámetros espaciales, siendo las señales izquierda y derecha ($L_{0w}; R_{0w}$) procesadas señales izquierda y derecha ($L_0; R_0$) procesadas dependiendo de los parámetros espaciales, representando las señales izquierda y derecha ($L_0; R_0$) y los parámetros espaciales una codificación de una señal de audio de N canales,
 - medios para procesar las señales izquierda y derecha ($L_{0w}; R_{0w}$) procesadas en respuesta a los parámetros espaciales para generar señales izquierda y derecha ($L_0; R_0$) de decodificador, y
 - un decodificador para decodificar las señales izquierda y derecha ($L_0; R_0$) de decodificador en una señal de audio de N canales.
- 25 18. Aparato decodificador según la reivindicación 17, en el que los medios para procesar están dispuestos para invertir el procesamiento de las señales izquierda y derecha ($L_0; R_0$) para generar las señales izquierda y derecha ($L_{0w}; R_{0w}$) procesadas.
- 30 19. Método para decodificar que comprende:
- recibir señales izquierda y derecha ($L_{0w}; R_{0w}$) procesadas y parámetros espaciales, siendo las señales izquierda y derecha ($L_{0w}; R_{0w}$) procesadas señales izquierda y derecha ($L_0; R_0$) procesadas dependiendo de los parámetros espaciales, representando las señales izquierda y derecha ($L_0; R_0$) y los parámetros espaciales una codificación de una señal de audio de N canales;
 - procesar las señales izquierda y derecha ($L_{0w}; R_{0w}$) procesadas en respuesta a los parámetros espaciales para generar señales izquierda y derecha ($L_0; R_0$) de decodificador, y
 - decodificar las señales izquierda y derecha ($L_0; R_0$) de decodificador en una señal de audio de N canales.
- 35 20. Sistema (1) de audio que comprende un aparato codificador según la reivindicación 16 y un aparato decodificador según la reivindicación 17.
- 40 45 50 55

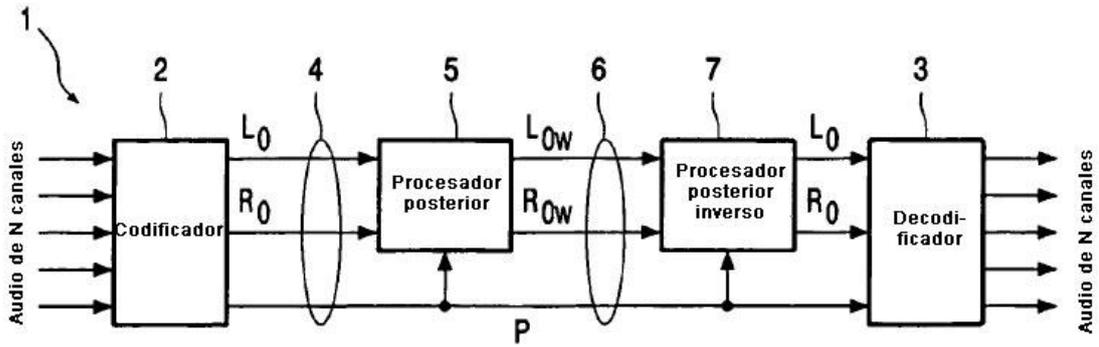


FIG. 1

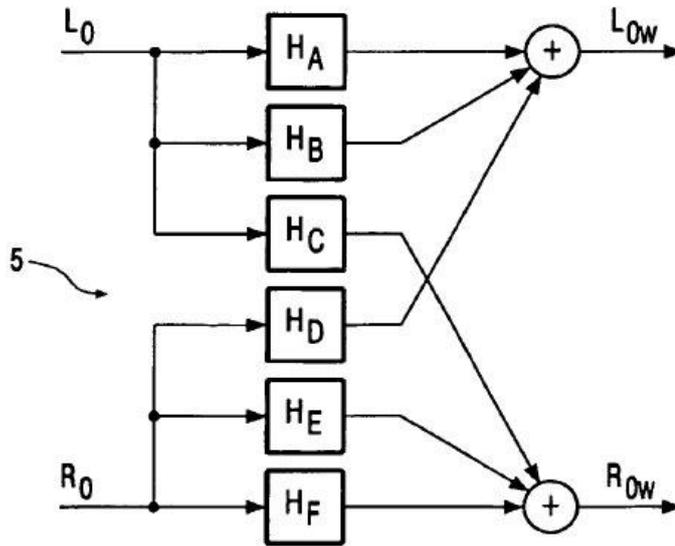


FIG. 2

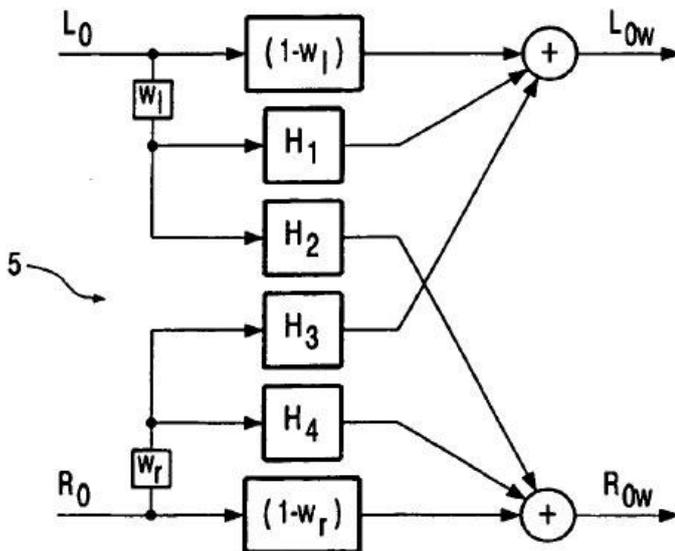


FIG. 3

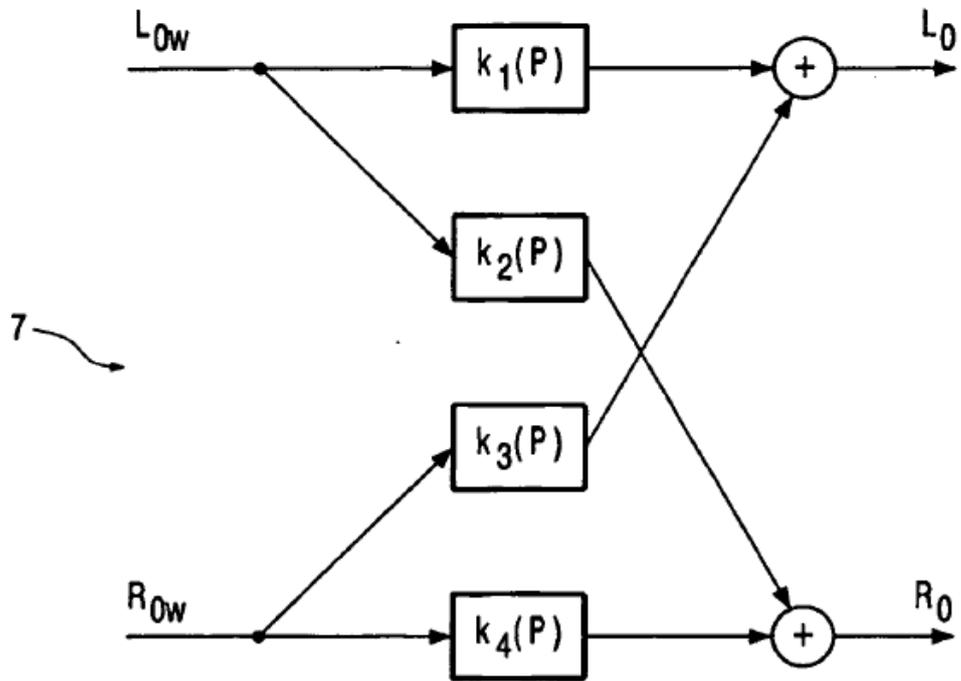


FIG. 4