



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 294 738**

51 Int. Cl.:
G10L 19/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **05811028 .9**

86 Fecha de presentación : **28.10.2005**

87 Número de publicación de la solicitud: **1730726**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **13.12.2006**

54 Título: **Compensación de pérdida de energía de audio multicanal.**

30 Prioridad: **02.11.2004 SE 0402652**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.04.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.04.2008

73 Titular/es: **Coding Technologies AB.**
Döbelnsgatan 64
113 52 Stockholm, SE
Koninklijke Philips Electronics N.V.

72 Inventor/es: **Villemoes, Lars;**
Kjörling, Kristofer;
Purnhagen, Heiko;
Röden, Jonas;
Breebaart, Jeroen y
Hotho, Gerard

74 Agente: **Arizti Acha, Mónica**

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

Compensación de pérdida de energía de audio multicanal.

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a la reconstrucción multicanal de señales de audio basándose en una señal estéreo disponible y datos de control adicionales.

10 **Antecedentes de la invención**

El desarrollo reciente en la codificación de audio ha puesto a disposición la capacidad para recrear una representación multicanal de una señal de audio basándose en una señal estéreo (o mono) y datos de control correspondientes. Estos métodos difieren sustancialmente de la antigua solución basada en matrices tal como Dolby Prologic, puesto que se transmiten datos de control adicionales para controlar la recreación, también denominada como upmix (conversión de señal mono o estéreo en señal envolvente), de los canales envolventes basándose en los canales mono o estéreo transmitidos.

Por tanto, los descodificadores de audio multicanal paramétricos reconstruyen N canales basándose en M canales transmitidos, donde $N > M$, y los datos de control adicionales. Los datos de control adicionales representan una tasa de transmisión de datos significativa inferior a transmitir los N-M canales adicionales, haciendo la codificación muy eficaz mientras que al mismo tiempo se garantiza la compatibilidad tanto con dispositivos de M canales como con dispositivos de N canales.

Estos métodos de codificación envolvente paramétrica comprenden normalmente una parametrización de la señal envolvente basándose en IID (Diferencia de Intensidad entre Canales, *Inter channel Intensity Difference*) e ICC (Coherencia entre Canales, *Inter Channel Coherence*). Estos parámetros describen la correlación y relaciones de potencia entre pares de canales en el proceso de upmix. Parámetros adicionales utilizados también en la técnica anterior comprenden parámetros de predicción utilizados para predecir canales intermedios o de salida durante el procedimiento de upmix.

Uno de los usos más atractivos del método basado en la predicción según se describe en la técnica anterior es para un sistema que recrea el canal 5.1 a partir de dos canales transmitidos. En esta configuración está disponible una transmisión estéreo en el lado del descodificador, que es un downmix (conversión de señal envolvente a señal mono o estéreo) de la señal multicanal 5.1 original. En este contexto es particularmente interesante poder extraer de la manera más precisa posible el canal central de la señal estéreo, puesto que sobre el canal central se realiza normalmente un downmix tanto con el canal de downmix izquierdo como derecho. Esto se realiza mediante la estimación de dos coeficientes de predicción que describen la cantidad de cada uno de los dos canales transmitidos utilizados para construir el canal central. Estos parámetros se estiman para diferentes regiones de frecuencia de manera similar a los parámetros IID e ICC anteriores.

Sin embargo, puesto que los parámetros de predicción no describen una relación de potencia de dos señales, sino que se basan en hacer coincidir la forma de onda en un sentido de error cuadrático mínimo, el método se vuelve sensible de manera inherente a cualquier modificación de la forma de onda estéreo después del cálculo de los parámetros de predicción.

Los desarrollos adicionales en codificación de audio a lo largo de los últimos años han introducido métodos de reconstrucción de altas frecuencias como una herramienta muy útil en códecs de audio a bajas tasas de transmisión de bits. Un ejemplo es SBR (Replicación de Banda Espectral, *Spectral By Replication*) [WO 98/57436], que se utiliza en códec estandarizados MPEG tales como AAC de alta eficacia MPEG-4. Es común para estos métodos que recrean las altas frecuencias en el lado del descodificador a partir de una señal de banda estrecha codificada por el códec núcleo subyacente y una pequeña cantidad de información de guía adicional. Similar al caso de la reconstrucción paramétrica de señales multicanal basándose en uno o dos canales, la cantidad de datos de control requerida para recrear las componentes de señal desconocidas (en el caso de SBR, las altas frecuencias), es significativamente más pequeña que la cantidad de datos que se requerirían para codificar toda la señal con un códec de forma de onda.

Sin embargo, debería entenderse que la señal de banda alta recreada es en su percepción igual a la señal de banda alta original, mientras que la forma de onda real difiere de manera significativa. Además, para codificadores de forma de onda que codifican señales estéreo a baja tasa de transmisión de bits se utiliza normalmente preprocesamiento estéreo, lo que significa que se realiza una limitación sobre la señal lateral de la representación media/lateral de la señal estéreo.

Cuando se desea una representación multicanal basándose en una señal de códec estéreo utilizando AAC de alta eficacia MPEG-4 o cualquier otro códec que utiliza técnicas de reconstrucción de alta frecuencia, deben considerarse estos y otros aspectos del códec utilizado para codificar la señal estéreo sobre la que se ha realizado downmix.

Todavía adicionalmente, es común que para una grabación disponible como una señal de audio multicanal haya una mezcla estéreo dedicada disponible, que no es una versión de downmix automatizado de la señal multicanal. Esto se

denomina comúnmente como “downmix artístico”. Este downmix no puede expresarse como una combinación lineal de las señales multicanal.

La tesis doctoral nº 3062 “Parametric coding of spatial audio” C. Faller, 24 de septiembre de 2004, da a conocer un esquema BBC con múltiples canales de transmisión de audio. En el codificador, se realiza downmix sobre C canales de entrada para dar E canales de audio transmitidos. Las diferencias de tiempo entre canales, las diferencias de nivel entre canales, y las mediciones de coherencia entre canales entre determinados pares de canales de entrada se estiman en función del tiempo y la frecuencia. Las colas estimadas se transmiten al descodificador como información lateral. En el lado del decodificador, los canales de audio transmitidos y los parámetros incluidos en la información lateral se utilizan para realizar una síntesis de una señal de salida multicanal.

El documento WO 2005/086139 A1 publicado después de la fecha de prioridad de esta solicitud da a conocer un esquema de codificación de audio multicanal, en el que se combinan múltiples canales de audio ya sea para dar una señal compuesta monofónica o múltiples canales de audio junto con información auxiliar relacionada a partir de la que se reconstruyen múltiples canales de audio. Los artefactos de acoplamiento en el proceso de codificación se reducen mediante el ajuste relativo de fases entre canales antes de realizar downmix. La dimensionalidad espacial de la señal reproducida se mejora restaurando los ángulos de fase y los grados de descorrelación en el descodificador.

Es un objetivo de la presente invención proporcionar un concepto de downmix/codificador o upmix/descodificador multicanal, lo que da como resultado una mejor calidad de la salida multicanal reconstruida.

Sumario de la invención

Según la invención, este objetivo se consigue mediante un sintetizador multicanal según la reivindicación 1, un codificador para procesar una señal de entrada multicanal según la reivindicación 28, un método de generación de al menos tres canales de salida según la reivindicación 40, un método de codificación según la reivindicación 41, una señal multicanal codificada según la reivindicación 42, o un medio legible por ordenador según la reivindicación 43.

Las realizaciones preferidas se exponen en las reivindicaciones dependientes.

La presente invención tal como se define en las reivindicaciones se refiere al problema de la modificación de forma de onda de la señal multicanal sobre la que se ha realizado downmix cuando se utilizan métodos de upmix basados en predicción. Esto incluye cuando la señal sobre la que se ha realizado downmix se codifica por un códec realizando un preprocesamiento estéreo, reconstrucción de alta frecuencia y otros esquemas de codificación que modifican de manera importante la forma de onda. Además, la invención aborda el problema que surge cuando se utilizan técnicas de upmix predictivas para un downmix artístico, es decir una señal de downmix que no está automatizada a partir la señal multicanal.

La presente invención comprende las siguientes características:

- estimación de los parámetros de predicción basándose en la forma de onda modificada en lugar de en la forma de onda sobre la que se ha realizado downmix;
- utilización de métodos basados en predicción sólo en los intervalos de frecuencia en los que es ventajoso;
- corrección de la pérdida de energía y correlación no precisa entre canales introducidas en el procedimiento de upmix basado en predicción.

Breve descripción de los dibujos

A continuación se describirá la presente invención a modo de ejemplos ilustrativos, que no limitan el alcance de la invención, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 ilustra una reconstrucción basada en predicción de tres canales a partir de dos canales;

la figura 2 ilustra un upmix predictivo con compensación de energía;

la figura 3 ilustra una compensación de energía en el upmix predictivo;

la figura 4 ilustra un estimador de parámetros de predicción en el lado del codificador con compensación de energía de la señal de downmix;

la figura 5 ilustra un upmix predictivo con reconstrucción de correlación;

la figura 6 ilustra un módulo de mezcla para mezclar la señal descorrelacionada con la señal sobre la que se ha realizado upmix en el upmix con reconstrucción de correlación;

ES 2 294 738 T3

la figura 7 ilustra un módulo de mezcla alternativo para mezclar la señal descorrelacionada con la señal sobre la que se ha realizado upmix en el upmix con reconstrucción de correlación;

la figura 8 ilustra una estimación de parámetros de predicción en el lado del codificador;

la figura 9 ilustra una estimación de parámetros de predicción en el lado del codificador;

la figura 10 ilustra una estimación de parámetros de predicción en el lado del codificador;

la figura 11 ilustra un dispositivo de upmix según la invención;

la figura 12 ilustra un gráfico de energía que muestra el resultado de un upmix que introduce pérdida de energía y la compensación preferida;

la figura 13 es una tabla de métodos de compensación de energía preferidos;

la figura 14a es un diagrama esquemático de un codificador multicanal preferido;

la figura 14b es un diagrama de flujo del método preferido realizado por el dispositivo de la figura 14a;

la figura 15a es un codificador multicanal que presenta una funcionalidad de replicación de banda espectral para generar una parametrización diferente comparado con el dispositivo de la figura 14a;

la figura 15b es una ilustración en forma de tabla de generación y transmisión selectiva en frecuencia de datos paramétricos; y

la figura 16a es un descodificador según la invención que ilustra el cálculo de coeficientes de matriz de upmix;

la figura 16b es una descripción detallada de un cálculo de parámetros para el upmix predictivo;

la figura 17 es un transmisor y un receptor de un sistema de transmisión; y

la figura 18 muestra un grabador de audio que presenta un codificador y un reproductor de audio que presenta un descodificador.

Descripción de las realizaciones preferidas

Las realizaciones descritas a continuación son meramente ilustrativas de los principios de la presente invención. Se entiende que modificaciones y variaciones de las disposiciones y los detalles descritos en el presente documento serán evidentes para otros expertos en la técnica. Por lo tanto, el propósito es estar limitada sólo por el alcance de las reivindicaciones de patente inminentes y no por los detalles específicos presentados a modo de descripción y explicación de las realizaciones en el presente documento.

Se recalca que la aplicación, realización de upmix, realización de downmix, el cálculo de parámetros y cualquier otra acción posterior pueden realizarse en una base selectiva para banda de frecuencia, es decir, para subbandas en un banco de filtros.

Con el fin de explicar las ventajas de la presente invención se da en primer lugar una descripción más detallada de un upmix predictivo tal como se conoce por la técnica anterior. Supóngase un upmix de tres canales basándose en dos canales de downmix, tal como se representa en la figura 1, en la que 101 representa el canal original izquierdo, 102 representa el canal original central, 103 representa el canal original derecho, 104 representa el módulo de extracción de parámetros y downmix en el lado del codificador, 105 y 106 representan parámetros de predicción, 107 representa el canal sobre el que se ha realizado downmix izquierdo, 108 representa el canal sobre el que se ha realizado downmix derecho, 109 representa el módulo de upmix predictivo, y 110, 111 y 112 representan, respectivamente, el canal izquierdo, central y derecho reconstruidos.

Supóngase las siguientes definiciones donde X es una matriz $3 \times L$ que contiene los tres segmentos $l(k)$, $r(k)$, $c(k)$ de señal, $k=0, \dots, L-1$ como filas.

Asimismo, las dos señales $l_0(k)$, $r_0(k)$ sobre las que se ha realizado downmix forman las filas de X_0 . El proceso de downmix se describe por

$$X_0 = DX \quad (1)$$

donde la matriz de downmix se define por

$$\mathbf{D} = \begin{pmatrix} \alpha_1 & \alpha_2 & \alpha_3 \\ \beta_1 & \beta_2 & \beta_3 \end{pmatrix} \quad (2)$$

Una elección preferida de matriz de downmix es

$$\mathbf{D}_a = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \alpha \\ 0 & 1 & \alpha \end{pmatrix} \quad (3)$$

lo que significa que la señal $l_0(k)$ de downmix izquierdo contendrá sólo $l(k)$ y $\alpha c(k)$, y $r_0(k)$ contendrá sólo $r(k)$ y $\alpha c(k)$. Esta matriz de downmix se prefiere puesto que asigna una cantidad igual del canal central al downmix izquierdo y derecho, y puesto que no asigna nada del canal derecho original al downmix izquierdo o viceversa.

El upmix se define por

$$\hat{\mathbf{X}} = \mathbf{C}\mathbf{X}_0 \quad (4)$$

donde $\mathbf{C}$ es una matriz 3×2 de upmix.

El upmix predictivo tal como se conoce de la técnica anterior se basa en la idea de resolver el sistema sobredeterminado

$$\mathbf{C}\mathbf{X}_0 = \mathbf{X} \quad (5)$$

para $\mathbf{C}$ en el sentido de mínimos cuadrados. Esto lleva a las ecuaciones normales

$$\mathbf{C}\mathbf{X}_0\mathbf{X}_0^* = \mathbf{X}\mathbf{X}_0^* \quad (6)$$

Multiplicar (6) a la izquierda por $\mathbf{D}$ da $\mathbf{D}\mathbf{C}\mathbf{X}_0\mathbf{X}_0^* = \mathbf{D}\mathbf{X}\mathbf{X}_0^*$, lo que, en el caso genérico en el que $\mathbf{X}_0\mathbf{X}_0^* = \mathbf{D}\mathbf{X}\mathbf{X}_0^*$ es no singular, implica

$$\mathbf{D}\mathbf{C} = \mathbf{I}_2 \quad (7)$$

donde $\mathbf{I}_n$ denota la matriz de identidad n . Esta relación reduce el espacio $\mathbf{C}$ de parámetros a la dimensión dos.

Dado lo anterior, la matriz $\mathbf{C} = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \\ c_{31} & c_{32} \end{pmatrix}$ de upmix puede definirse completamente en el lado del descodifica-

dor si se conoce la matriz $\mathbf{D}$ de downmix, y se transmiten dos elementos de la matriz $\mathbf{C}$, por ejemplo c_{11} y c_{22} .

Las señales residuales (error de predicción) vienen dadas por

$$\mathbf{X}_r = \mathbf{X} - \hat{\mathbf{X}} = (\mathbf{I}_3 - \mathbf{C}\mathbf{D})\mathbf{X} \quad (8)$$

Multiplicar a la izquierda por $\mathbf{D}$ lleva a

$$\mathbf{D}\mathbf{X}_r = (\mathbf{D} - \mathbf{D}\mathbf{C}\mathbf{D})\mathbf{X} = \mathbf{0} \quad (9)$$

debido a (7). De esto se deduce que hay una señal x_r de vector de fila $1 \times L$ de tal manera que

$$\mathbf{X}_r = \mathbf{v}x_r \quad (10)$$

donde $\mathbf{v}$ es un vector unitario 3×1 que abarca el núcleo (espacio nulo) de D . Por ejemplo, en el caso de downmix (3), puede utilizarse

$$\mathbf{v} = \frac{1}{\sqrt{1+2\alpha^2}} \begin{bmatrix} -\alpha \\ -\alpha \\ 1 \end{bmatrix} \quad (11)$$

En general, cuando $\mathbf{v} = [v_1, v_r, v_c]^T$, y el $\mathbf{X} \begin{bmatrix} \hat{l}(k), \hat{r}(k), \hat{c}(k) \end{bmatrix}^T$ esto simplemente significa que, hasta un factor de ponderación, la señal residual es común para los tres canales.

$$\begin{aligned} l(k) &= \hat{l}(k) + v_l x_r(k) \\ r(k) &= \hat{r}(k) + v_r x_r(k) \\ c(k) &= \hat{c}(k) + v_c x_r(k) \end{aligned} \quad (12)$$

Debido al principio de ortogonalidad, el $x_r(k)$ residual es ortogonal a las tres señales $\hat{l}(k)$, $\hat{r}(k)$, $\hat{c}(k)$ predichas.

Problemas resueltos y mejoras obtenidas mediante las realizaciones preferidas de la presente invención

Obviamente surgen los siguientes problemas cuando se utiliza upmix basado en la predicción según la técnica anterior tal como se explicó anteriormente:

- el método se basa en hacer coincidir la forma de onda en un sentido de los errores cuadráticos medios mínimos, lo que no funciona para sistemas en los que no se mantiene la forma de onda de las señales sobre las que se ha realizado downmix.
- El método no proporciona la estructura de correlación correcta entre los canales reconstruidos (tal como se comentará posteriormente).
- El método no reconstruye la cantidad correcta de energía en los canales reconstruidos.

Compensación de energía

Tal como se mencionó anteriormente, uno de los problemas con la reconstrucción multicanal basada en la predicción es que el error de predicción corresponde a una pérdida de energía de los tres canales reconstruidos. Posteriormente se comentará la teoría para esta pérdida de energía y una solución tal como se enseña mediante las realizaciones preferidas. En primer lugar, se realiza el análisis teórico, y posteriormente se da una realización preferida de la presente invención según la teoría comentada posteriormente.

Sean E , $\hat{E}$, y E_r la suma de las energías de las señales originales en $\mathbf{X}$, las señales predichas en $\hat{\mathbf{X}}$ y las señales de error de predicción en $\mathbf{X}_r$, respectivamente. A partir de la ortogonalidad, se deduce que

$$E = \hat{E} + E_r \quad (13)$$

La ganancia de predicción total puede definirse como $p = \frac{E}{E_r}$ pero en lo sucesivo será más conveniente considerar el parámetro

$$\rho = \sqrt{\frac{\hat{E}}{E}} \quad (14)$$

Por tanto, $\rho^2 \in [0,1]$ mide la energía relativa total del upmix predictivo.

Dada esta ρ , es posible reajustar cada canal aplicando una ganancia de compensación, $\hat{z}_g(k) = g_z \hat{z}(k)$, de tal manera que $\|\hat{z}_g\|^2 = \|z\|^2$ para $z = l, r, c$. Específicamente, la energía objetivo viene dada por (12),

$$\|z\|^2 = \|\hat{z}\|^2 + v_z^2 \|x_r\|^2 \quad (15)$$

por lo que se necesita resolver

$$g_z^2 \|\hat{z}\|^2 = \|\hat{z}\|^2 + v_z^2 \|x_r\|^2 \quad (16)$$

En este caso, puesto que v es un vector unitario,

$$E_r = \|x_r\|^2, \quad (17)$$

y a partir de la definición (14) de ρ y (13) se deduce que

$$E_r = \frac{1 - \rho^2}{\rho} \hat{E}, \quad (18)$$

Juntando todo esto, se llega a la ganancia

$$g_z = \left(1 + v_z^2 \frac{1 - \rho^2}{\rho^2} \frac{\hat{E}}{\|\hat{z}\|^2} \right)^{1/2}, \quad (19)$$

Es evidente que con este método, además de transmitir ρ , la distribución de energía de los canales descodificados tiene que calcularse en el descodificador. Además sólo las energías se reconstruyen correctamente, mientras que se ignora la estructura de correlación fuera de la diagonal.

Es posible derivar un valor de ganancia que garantice que se conserva la energía total, mientras que no se garantiza que la energía de los canales individuales sea correcta. Una ganancia común para todos los canales $g_z = g$ que garantiza que se conserva la energía total se obtiene a través de la ecuación de definición $g^2 \hat{E} = E$. Es decir,

$$g = \frac{1}{\rho}, \quad (20)$$

Por linealidad, esta ganancia puede aplicarse en el codificador a las señales sobre las que se ha realizado downmix, de modo que no tiene que transmitirse ningún parámetro adicional.

La figura 2 representa una realización preferida de la presente invención que recrea los tres canales mientras que mantiene la energía correcta de los canales de salida. Las señales l_0 y r_0 sobre las que se ha realizado downmix se introducen en el módulo 201 de upmix, junto con los parámetros c_1 y c_2 de predicción. El módulo de upmix recrea la matriz C de upmix basándose en el conocimiento sobre la matriz D de downmix y los parámetros de predicción recibidos. Los tres canales de salida de 201 se introducen en 202 junto con el parámetro ρ de ajuste. Los tres canales están ajustados en ganancia como una función del parámetro ρ transmitido y se emiten los canales corregidos en energía.

En la figura 3 se muestra una realización más detallada del módulo 202 de ajuste. Los tres canales sobre los que se ha realizado upmix se introducen en el módulo 304 de ajuste, así como en el módulo 301, 302 y 303 respectivamente. Los módulos 301 a 303 de estimación de energía estiman la energía de las tres señales sobre las que se ha realizado upmix e introducen la energía medida en el módulo 304 de ajuste. La señal ρ de control (que representa la ganancia de predicción) recibida del codificador también se introduce en 304. El módulo de ajuste implementa la ecuación (19) tal como se comentó anteriormente.

En una implementación alternativa de la presente invención la corrección de energía puede realizarse en el lado del codificador. La figura 4 ilustra una implementación del codificador en el que las señales l_0 107 y r_0 108 sobre las que se ha realizado downmix se ajustan en ganancia mediante 401 y 402 según un valor de ganancia calculado por 403. El valor de ganancia se deriva según la ecuación (20) anterior. Tal como se comentó anteriormente esto es una ventaja de esta realización de la presente invención, puesto que no es necesario calcular la energía de los tres canales recreados a partir del upmix predictivo. Sin embargo, esto sólo garantiza que la energía total de los tres canales recreados es correcta. No garantiza que la energía de los canales individuales sea correcta.

Un ejemplo preferido para una matriz de downmix correspondiente a la ecuación (3) está indicado por debajo del elemento de downmix en la figura 4. Sin embargo, el elemento de downmix puede aplicar cualquier matriz de downmix general tal como se comentó en la ecuación (2).

Tal como se comentará posteriormente, para el presente caso de un elemento de downmix que presenta, como entrada, tres canales, y, que presenta, como salida, dos canales, se requieren al menos dos parámetros c_1 , c_2 de upmix adicionales. Cuando una matriz D de downmix es variable o no completamente conocida para un descodificador, también tiene que transmitirse información adicional sobre el downmix utilizado desde el lado del codificador a un lado del descodificador, además de los parámetros 105 y 106.

Estructura de correlación

Uno de los problemas con el procedimiento de upmix descrito por la técnica anterior es que no reconstruye la correlación correcta entre los canales recreados. Por lo tanto, tal como se comentó anteriormente, el canal central se predice como una combinación lineal del canal de downmix izquierdo y el canal de downmix derecho, y los canales izquierdo y derecho se reconstruyen restando el canal central predicho de los canales de downmix izquierdo y derecho. Es evidente que el error de predicción dará como resultado restos del canal central original en el canal izquierdo y derecho predicho. Esto implica que las correlaciones entre los tres canales no son las mismas para los canales reconstruidos que las que eran para los tres canales originales.

Una realización preferida enseña que los tres canales predichos deberían combinarse con señales descorrelacionadas según el error de predicción medido.

La teoría básica para conseguir la estructura de correlación correcta se comenta a continuación. La estructura especial del resto puede utilizarse para reconstruir la estructura XX^* de correlación 3×3 completa sustituyendo una señal x_d descorrelacionada por el resto en el descodificador.

Primero, obsérvese que las ecuaciones (6) normales llevan a $X_r X_0^* = 0$ por lo que

$$X_r \hat{X}^* = 0, \quad \hat{X} X_r^* = 0 \quad (21)$$

Por tanto, como, $X = \hat{X} + X_r$,

$$XX^* = \hat{X}\hat{X}^* + X_r X_r^* = \hat{X}\hat{X}^* + vv^* E, \quad (22)$$

donde (10) y (17) se aplicaron para la última igualdad.

Sea x_d una señal descorrelacionada de todas las señales $\hat{l}$, $\hat{r}$, $\hat{c}$, descodificadas de tal manera que $\hat{X} X_r^* = 0$. La señal mejorada

$$Y = \hat{X} + vx_d \quad (23)$$

entonces tiene la matriz de correlación

$$YY^* = \hat{X}\hat{X}^* + vv^* \|x_d\|^2 \quad (24)$$

Con el fin de reproducir completamente la matriz (22) de correlación original, es suficiente que

$$\|x_d\|^2 = E, \quad (25)$$

Si se obtiene x_d descorrelacionando la señal sobre la que se ha realizado downmix, digamos $\frac{1}{2}(l_0 + r_0)$, seguido por una ganancia γ entonces debería considerarse que

$$\gamma^2 \left\| \frac{1}{2}(l_0 + r_0) \right\|^2 = E, \quad (26)$$

Esta ganancia puede calcularse en el codificador. Sin embargo, si ha de utilizarse el parámetro $\rho^2 \in [0,1]$ mejor

5 definido a partir de (14), la estimación de $\hat{E}$ y $\left\| \frac{1}{2}(\hat{l}_0 + \hat{r}_0) \right\|^2$ tiene que realizarse en el descodificador. En vista de esto, una alternativa más atractiva es generar x_d utilizando tres descorreladores

$$10 \quad x_d = \gamma \cdot (d_1 \{\hat{l}\} + d_2 \{\hat{r}\} + d_3 \{\hat{e}\}) \quad (26a)$$

puesto que entonces $\|x_d\|^2 = \gamma^2 \hat{E}$, por lo que (25) se satisface mediante la elección

$$15 \quad \gamma = \sqrt{\frac{1}{\rho^2} - 1}. \quad (27)$$

La figura 5 ilustra una realización de la presente invención para upmix predictivo de tres canales a partir de dos canales de downmix, mientras se mantiene la estructura de correlación correcta entre los canales. En la figura 5 los módulos 109, 110, 111 y 112 son los mismos que en la figura 1 y no se explicarán adicionalmente en este momento. Las tres señales sobre las que se ha realizado upmix que son la salida de 109 se introducen en los módulos 501, 502 y 503 de descorrelación. Estos generan señales mutuamente descorrelacionadas. Las señales descorrelacionadas se suman y se introducen a los módulos 504, 505 y 506 de mezcla, donde se mezclan con la salida de 109. La mezcla de las señales sobre las que se ha realizado upmix predictivo con las versiones descorrelacionadas de las mismas es una característica esencial de la presente invención. En la figura 6 se muestra una realización de los módulos 504, 505 y 506 de mezcla. En esta realización de la invención el nivel de la señal descorrelacionada se ajusta por 601 basándose en la señal γ de control. La señal descorrelacionada se añade posteriormente a la señal sobre la que se ha realizado upmix predictivo en 602.

30 Una tercera realización preferida utiliza descorreladores 501, 502, 503 para los canales sobre los que se ha realizado upmix. También puede generarse una señal descorrelacionada mediante un descorrelador 501', que recibe, como señal de entrada, el canal de downmix o incluso todos los canales de downmix. Además, en caso de más de un canal de downmix, tal como se muestra en la figura 5, la señal de descorrelación también puede generarse mediante descorreladores separados para el canal l_0 base izquierdo y el canal r_0 base derecho y combinando la salida de estos descorreladores separados. Esta posibilidad es sustancialmente la misma que la posibilidad mostrada en la figura 5, pero presenta una diferencia respecto a la posibilidad mostrada en la figura 5 en que se utilizan los canales base antes de realizar upmix.

40 Además, se comenta en conexión con la figura 5 que los módulos 504, 505 y 506 de mezcla no sólo reciben el factor γ , que es igual para los tres canales, puesto que este factor sólo depende de la medida ρ de energía, sino que también reciben el factor v_l , v_c y v_r específico de canal, que se determina tal como se comentó en conexión con las ecuaciones (10) y (11). Sin embargo, este parámetro no tiene que transmitirse desde un codificador a un descodificador cuando el descodificador conoce el downmix utilizado en el codificador. En su lugar, estos parámetros en la matriz v tal como se muestra en las ecuaciones (10) y (11) se preprograman preferiblemente en los módulos 504, 505, y 506 de mezcla de tal modo que no tienen que transmitirse estos factores de ponderación específicos de canal (pero por supuesto pueden transmitirse cuando se requiera).

50 En la figura 6, se muestra que el dispositivo 601 de ponderación ajusta la energía de la señal descorrelacionada utilizando el producto de γ y el parámetro v_z dependiente del downmix específico de canal, en el que z significa l , r o c . En este contexto, se observa que la ecuación (26a) garantiza que la energía de x_d es igual a la energía suma de los canales izquierdo, derecho y central sobre los que se ha realizado el upmix de manera predictiva. Por lo tanto, el dispositivo 601 puede implementarse simplemente como un elemento de ajuste a escala utilizando el factor G de ajuste a escala. Sin embargo, cuando la señal descorrelacionada se genera de manera alternativa, el módulo 504, 505, 506 de mezcla tiene que realizar un ajuste de energía absoluta de la señal descorrelacionada añadida mediante el dispositivo 602 de adición de tal modo que la energía de la señal añadida en el sumador 602 es igual a la energía de la señal residual, por ejemplo, la energía que se pierde por el upmix predictivo que no conserva la energía.

60 Con respecto al parámetro v_z dependiente del downmix específico de canal, también se aplican las mismas observaciones tal como se comentó anteriormente con respecto a la figura 6 para la realización de la figura 7.

Además, en este momento ha de observarse que la realización de la figura 6 y la figura 7 se basan en el reconocimiento de que al menos una parte de la pérdida de energía en el upmix predictivo se añade utilizando una señal de descorrelación. Con el fin de tener energías de señal correctas y partes correctas de la señal de componente de señal seca (no correlacionada) y la componente de señal "húmeda" (descorrelacionada), se ha de garantizar que la entrada de señal "seca" al módulo 504 de mezcla no se ha ajustado a escala previamente. Cuando, por ejemplo, los canales base se han corregido previamente en el lado del descodificador (tal como se muestra en la figura 4) entonces esta corrección previa de la figura 4 tiene que compensarse multiplicando el canal por la medida ρ de energía (relativa)

antes de introducir el canal en la caja 504, 505 ó 506 mezcladora. Adicionalmente, tiene que realizarse el mismo procedimiento cuando se ha realizado una corrección de energía de este tipo en un lado del descodificador antes de introducir los canales de downmix en el elemento 109 de upmix tal como se muestra en la figura 5.

- 5 Cuando sólo una parte de la energía residual va a cubrirse por una señal descorrelacionada, la corrección previa sólo tiene que eliminarse parcialmente ajustando previamente a escala la entrada de señal en la caja 504, 505, 506 de mezcla por un factor dependiente de ρ , que, sin embargo, es más próximo a uno que el propio factor ρ . Naturalmente, este factor de ajuste previo a escala que compensa parcialmente dependerá de la entrada de señal κ generada por el codificador en 605 en la figura 7. Cuando tiene que realizarse un ajuste previo a escala parcial de este tipo, entonces el factor de ponderación aplicado en G_2 no es necesario. En su lugar, entonces la rama desde la entrada 604 al sumador 602 será la misma que en la figura 6.

Controlar el grado de descorrelación

- 15 Una realización preferida de la invención enseña que la cantidad de descorrelación añadida a las señales sobre las que se ha realizado upmix predichas puede controlarse desde el codificador, mientras que se mantiene todavía la energía de salida correcta. Esto es porque en un ejemplo de “entrevista” típica de voz seca en el ambiente y canal central en los canales izquierdo y derecho, la sustitución de la señal descorrelacionada para error de predicción en el canal central puede ser indeseable.

20 Según una realización preferida de la presente invención puede utilizarse un procedimiento de mezcla alternativo al representado en la figura 5. Posteriormente se mostrará cómo según la presente invención pueden separarse las cuestiones de conservación de energía total y reproducción de correlación real y la cantidad de descorrelación puede controlarse mediante el parámetro K .

- 25 Se supondrá que se ha realizado una compensación (20) de ganancia que conserva la energía total sobre la señal sobre la que se ha realizado downmix, de tal modo que primero se obtiene la señal $\hat{X}/\rho$ descodificada. A partir de esta, se produce una señal d descorrelacionada con la misma energía total $\|d\|^2 = \hat{E}/\rho^2$, por ejemplo mediante el uso de tres descorreladores tal como en la sección anterior. El upmix total se define entonces según

$$30 \quad \mathbf{Y}_x = \kappa \cdot \frac{1}{\rho} \hat{\mathbf{X}} + \sqrt{1 - \kappa^2} \cdot \mathbf{v}d. \quad (29)$$

- 35 donde $\kappa \in [\rho, 1]$ es un parámetro transmitido. La elección $\kappa = 1$ corresponde a la conservación de la energía total sin adición de señal descorrelacionada y $\kappa = \rho$ corresponde a la reproducción de estructura de correlación 3 x 3 completa. Se tiene

$$40 \quad \mathbf{Y}_x \mathbf{Y}_x^* = \frac{\kappa^2}{\rho^2} \hat{\mathbf{X}} \hat{\mathbf{X}}^* + \frac{1 - \kappa^2}{\rho^2} \mathbf{v} \mathbf{v}^* \hat{E}, \quad (30)$$

- por lo que la energía total se conserva para todo $\kappa \in [\rho, 1]$, tal como puede verse calculando las trazas (suma de los valores diagonales) de las matrices en (30). Sin embargo, la energía individual correcta sólo se obtiene para $\kappa = \rho$.

45 La figura 7 ilustra una realización de los módulos 504, 505 y 506 de mezcla de la figura 5 según la teoría comentada anteriormente. En esta alternativa de los módulos de mezcla el parámetro γ de control se introduce en 702 y 701. El factor de ganancia utilizado para 702 corresponde a κ según la ecuación (29) anterior, y el factor de ganancia utilizado para 701 corresponde a $\sqrt{1 - \kappa^2}$ según la ecuación (29) anterior.

- 50 La realización descrita anteriormente de la presente invención permite al sistema emplear un mecanismo de detección en el lado del codificador, que estima la cantidad de descorrelación que ha de añadirse en el upmix basado en predicción. La implementación descrita en la figura 7 añadirá la cantidad indicada de señal descorrelacionada, y aplicará la corrección de energía de tal modo que la energía total de los tres canales sea correcta, mientras aún puede 55 sustituirse una cantidad arbitraria del error de predicción por señal descorrelacionada.

Esto significa que para un ejemplo con tres señales ambientales, por ejemplo una pieza de música clásica, con mucho sonido ambiental, el codificador puede detectar la falta de un canal central “seco”, y permitir al descodificador sustituir el error de predicción completo por señal descorrelacionada, recreando así el ambiente del sonido de los tres canales de una manera que no sería posible con solamente los métodos basados en predicción de la técnica anterior. Además, para una señal con un canal central seco, por ejemplo voz en el canal central y sonidos ambientales en los canales izquierdo y derecho, el codificador detecta que sustituir el error de predicción por señal descorrelacionada no es correcto psicoacústicamente y en su lugar permite al descodificador ajustar los niveles de los tres canales reconstruidos de tal modo que la energía de los tres canales es correcta. Obviamente los ejemplos extremos anteriores representan 65 dos posibles consecuencias de la invención. No está limitada a cubrir sólo los casos extremos comentados en los ejemplos anteriores.

Adaptar los coeficientes de predicción a formas de onda modificadas

Tal como se comentó anteriormente los parámetros de predicción se estiman minimizando el error cuadrático medio dados los tres canales X originales y una matriz D de downmix. Sin embargo, en muchas situaciones no puede confiarse en que la señal sobre la que se ha realizado downmix pueda describirse como una matriz D de downmix multiplicada por una matriz X que describe la señal multicanal original. Un ejemplo obvio para esto es cuando se utiliza un denominado “downmix artístico”, es decir, el downmix de dos canales no puede describirse como una combinación lineal de la señal multicanal. Otro ejemplo es cuando la señal sobre la que se ha realizado downmix se codifica mediante un códec de audio de percepción que utiliza preprocesamiento estéreo u otras herramientas para eficacia de codificación mejorada. Es comúnmente conocido en la técnica anterior que muchos códecs de audio de percepción se basan en codificación estéreo medio/lateral, en la que la señal lateral se atenúa bajo condición limitada de tasa de transmisión de bits, produciendo una salida que presenta una imagen estéreo más estrecha que la de la señal utilizada para la codificación.

La figura 8 muestra una realización preferida de la presente invención en la que la extracción de parámetros en el lado del codificador aparte de la señal multicanal también tiene acceso a la señal de downmix modificado. El downmix modificado se genera en este caso por 801. Si sólo se transmiten dos parámetros de la matriz C , se necesita un conocimiento de la matriz D en el lado del decodificador con el fin de poder realizar el upmix, y conseguir el error cuadrático medio mínimo para todos los canales sobre los que se ha realizado upmix. Sin embargo, la presente realización enseña que pueden sustituirse las señales l_0 y r_0 sobre las que se ha realizado downmix en el lado del codificador por las señales l'_0 y r'_0 sobre las que se ha realizado downmix que se obtienen utilizando una matriz D de downmix que no es necesariamente la misma que se supuso en el decodificador. Utilizando downmix alternativo para estimación de parámetros en el lado del codificador sólo garantiza una reproducción de canal central correcta en el lado del decodificador. Transmitiendo información adicional desde el codificador al decodificador puede obtenerse un upmix más preciso de los tres canales. En un caso extremo pueden transmitirse los seis elementos de la matriz C . Sin embargo, la presente realización enseña que puede transmitirse un subconjunto de la matriz C si se acompaña de información 802 sobre la matriz D de downmix utilizada.

Tal como se mencionó anteriormente los códecs de audio de percepción emplean codificación medio/lateral para codificación estéreo en tasas de transmisión de bits bajas. Además, comúnmente se emplea preprocesamiento estéreo con el fin de reducir la energía de la señal lateral bajo condiciones limitadas de tasa de transmisión de bits. Esto se realiza basándose en la sensación psicoacústica de que una reducción de señal estéreo del ancho de la señal estéreo es un artefacto de codificación preferido sobre distorsión de cuantificación audible y limitación de ancho de banda.

Por tanto, si se utiliza preprocesamiento estéreo, la ecuación (3) de downmix puede expresarse como

$$D_{\alpha}^{\gamma} = \begin{pmatrix} 1-\gamma & \gamma \\ \gamma & 1-\gamma \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & \alpha \\ 0 & 1 & \alpha \end{pmatrix} \quad (31)$$

donde γ es la atenuación de la señal lateral. Tal como se comentó anteriormente necesita conocerse la matriz D en el lado del decodificador con el fin de poder reconstruir correctamente los tres canales.

Por tanto, la presente realización enseña que el factor de atenuación debería enviarse al decodificador.

La figura 9 muestra otra realización de la presente invención en la que la salida de señal l_0 y r_0 de downmix desde 104 se introduce en un dispositivo 901 de preprocesamiento estéreo que limita la señal $(l_0 - r_0)$ lateral de la representación medio/lateral de la señal downmix por un factor γ . Este parámetro se transmite al decodificador.

Parametrización para señales de códec HFR

Si el upmix basado en predicción se utiliza con métodos de reconstrucción de altas frecuencias tales como SBR [W0 98/57436], los parámetros de predicción estimados en el lado del codificador no coincidirán con la señal de banda alta recreada en el lado del decodificador. La presente realización enseña el uso de una estructura de upmix alternativa no basada en la forma de onda para la recreación de tres canales a partir de dos. El procedimiento de upmix propuesto se diseña para recrear la energía correcta de todos los canales sobre los que se ha realizado upmix en el caso de señales de ruido no correlacionadas.

Supóngase que se utiliza la matriz D_{α} de downmix tal como se define en (3). Y que a continuación se definirá la matriz C de upmix. Entonces el upmix se define por

$$\hat{X} = CX_0 \quad (32)$$

Esforzándose en sólo recrear la energía correcta de la señal $l(k)$, $r(k)$ y $c(k)$ sobre la que se ha realizado upmix, en las que las energías son L , R y C , se elige la matriz de upmix de tal modo que los elementos diagonales de $\hat{X}\hat{X}^*$ y XX^* son los mismos, según:

$$\mathbf{X}\mathbf{X}^* = \begin{pmatrix} L & 0 & 0 \\ 0 & R & 0 \\ 0 & 0 & C \end{pmatrix}. \quad (35)$$

La expresión correspondiente para la matriz de downmix será

$$\mathbf{X}_0\mathbf{X}_0^* = \begin{pmatrix} L + \alpha^2 C & \alpha^2 C \\ \alpha^2 C & R + \alpha^2 C \end{pmatrix}, \quad (36)$$

$$\hat{\mathbf{X}}\hat{\mathbf{X}}^* = \mathbf{C}\mathbf{X}_0\mathbf{X}_0^*\mathbf{C}^* = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \\ c_{31} & c_{32} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} L + \alpha^2 C & \alpha^2 C \\ \alpha^2 C & R + \alpha^2 C \end{pmatrix} \begin{pmatrix} c_{11} & c_{21} & c_{31} \\ c_{12} & c_{22} & c_{32} \end{pmatrix}. \quad (37)$$

Fijar el elemento diagonal de $\hat{X}\hat{X}^*$ igual al elemento de diagonal de XX^* lleva a tres ecuaciones que definen la relación entre los elementos en C y L , R y C

$$\begin{cases} Lc_{11}^2 + Rc_{12}^2 + C\alpha^2(c_{11} + c_{12})^2 = L \\ Lc_{21}^2 + Rc_{22}^2 + C\alpha^2(c_{21} + c_{22})^2 = R \\ Lc_{31}^2 + Rc_{32}^2 + C\alpha^2(c_{31} + c_{32})^2 = C \end{cases} \quad (38)$$

Basándose en lo anterior puede definirse una matriz de upmix. Es preferible definir una matriz de upmix que no añada el canal sobre el que se ha realizado downmix derecho al canal sobre el que se ha realizado upmix izquierdo y viceversa. Por tanto, una matriz de upmix adecuada puede ser

$$\mathbf{C} = \begin{pmatrix} \beta & 0 \\ 0 & \gamma \\ \delta & \delta \end{pmatrix} \quad (39)$$

Esto da una matriz C según:

$$\mathbf{C} = \begin{pmatrix} \sqrt{\frac{L}{L + \alpha^2 C}} & 0 \\ 0 & \sqrt{\frac{R}{R + \alpha^2 C}} \\ \sqrt{\frac{C}{L + R + 4\alpha^2 C}} & \sqrt{\frac{C}{L + R + 4\alpha^2 C}} \end{pmatrix} \quad (40)$$

Puede mostrarse que los elementos de la matriz C pueden recrearse en el lado del descodificador a partir de los dos parámetros transmitidos $c_1 = \frac{L + R}{C}$ y $c_2 = \frac{L}{R}$.

La figura 10 representa una realización preferida de la presente invención. En este caso 101 a 112 son los mismos que en la figura 1 y no se explicarán adicionalmente en este momento. Las tres señales 101 a 103 originales se introducen en el módulo 1001 de estimación. Este módulo estima dos parámetros, por ejemplo $c_1 = \frac{L + R}{C}$ y $c_2 = \frac{L}{R}$ a partir de los que puede derivarse la matriz C en el lado del descodificador. Estos parámetros junto con los parámetros emitidos desde 104 se introducen al módulo 1002 de selección. En una realización preferida, el módulo 1002 de selección emite los parámetros desde 104 si los parámetros corresponden a un intervalo de frecuencia que se codifica mediante un códec de forma de onda, y emite los parámetros desde 1001 si los parámetros corresponden a un intervalo de frecuencia reconstruido mediante HFR. El módulo 1002 de selección también emite información 1005 sobre qué parametrización se utiliza para los diferentes intervalos de frecuencia de la señal.

En el lado del descodificador, el módulo 1004 toma los parámetros transmitidos y los dirige al upmix 109 predictivo o al upmix 1003 basado en la energía según lo anterior, dependiendo de la indicación dada por el parámetro 1005. El upmix 1003 basado en energía implementa la matriz C de upmix según la ecuación (40).

La matriz C de upmix tal como se representa en la ecuación (40) tiene pesos (δ) iguales para obtener la señal $c(k)$ (de descodificador) estimada a partir de las dos señales $l_0(k)$, $r_0(k)$ sobre las que se ha realizado downmix. Basándose en la observación de que la cantidad relativa de la señal $c(k)$ puede diferir en las dos señales $l_0(k)$, $r_0(k)$ sobre las que se ha realizado downmix (es decir, C/L no igual a C/R), también podría considerarse la siguiente matriz de upmix genérica:

$$C = \begin{pmatrix} f_1(c_1, c_2) & f_2(c_1, c_2) \\ f_2(c_2, c_1) & f_1(c_2, c_1) \\ f_3(c_1, c_2) & f_3(c_2, c_1) \end{pmatrix} \quad (41)$$

Con el fin de estimar $c(k)$, esta realización también requiere la transmisión de dos parámetros c_1 y c_2 de control, que son por ejemplo iguales a $c_1 = \alpha^2 C / (L + \alpha^2 X)$ y $c_2 = \alpha^2 X / (R + \alpha^2 C)$. Una posible implementación de las funciones f_i de la matriz de upmix viene dada por

$$f_1(c_1, c_2) = \sqrt{1 - c_1^2} \quad (42)$$

$$f_2(c_1, c_2) = 0 \quad (43)$$

$$f_3(c_1, c_2) = \frac{c_1}{2\alpha} \quad (44)$$

La señalización de la diferente parametrización para el intervalo SBR según la presente invención no está limitada a SBR. La parametrización comentada anteriormente puede utilizarse en cualquier intervalo de frecuencia en el que el error de predicción del upmix basado en predicción se considera demasiado grande. Por tanto, el módulo 1002 puede emitir los parámetros desde 1001 ó 104 dependiendo de una multitud de criterios, tales como método de codificación de las señales transmitidas, error de predicción, etc.

Un método preferido para reconstrucción multicanal basada en predicción mejorada incluye, en el lado del codificador, extraer diferentes parametrizaciones multicanal para diferentes intervalos de frecuencia y, en el lado del descodificador, aplicar estas parametrizaciones a los intervalos de frecuencia con el fin de reconstruir los multicanales.

Un realización preferida adicional de la presente invención incluye un método para reconstrucción multicanal basada en predicción mejorada que incluye, en el lado del codificador, extraer información sobre el proceso de downmix utilizado y posteriormente enviar esta información a un descodificador y, en el lado del descodificador, aplicar un upmix basándose en parámetros de predicción extraídos y la información sobre el downmix con el fin de reconstruir los multicanales.

Una realización preferida adicional de la presente invención incluye un método para reconstrucción multicanal basada en predicción mejorada, en el que, en el lado del codificador, la energía de la señal de downmix se ajusta según un error de predicción obtenido para los parámetros de upmix predictivo extraídos.

Una realización preferida adicional de la presente invención se refiere a un método para reconstrucción multicanal basada en predicción mejorada, en el que, en el lado del descodificador, se compensa una pérdida de energía debida al error de predicción aplicando una ganancia a los canales sobre los que se ha realizado upmix.

Una realización adicional de la presente invención se refiere a un método para reconstrucción multicanal basada en predicción mejorada, en el que, en el lado del descodificador la pérdida de energía debida a un error de predicción se sustituye por una señal descorrelacionada.

Una realización preferida adicional de la presente invención se refiere a un método para reconstrucción multicanal basada en predicción mejorada, en el que, en el lado del descodificador, una parte de la pérdida de energía debida a un error de predicción se sustituye por una señal descorrelacionada, y una parte de la pérdida de energía se sustituye aplicando una ganancia a los canales sobre los que se ha realizado upmix. Esta parte de la pérdida de energía se señala preferiblemente desde un codificador.

Una realización preferida adicional de la presente invención es un aparato para reconstrucción multicanal basada en predicción mejorada que comprende medios para ajustar la energía de la señal de downmix según el error de predicción obtenido para los parámetros de upmix predictivo extraídos.

Una realización preferida adicional de la presente invención es un aparato para reconstrucción multicanal basada en predicción mejorada que comprende medios para compensar la pérdida de energía debida al error de predicción aplicando una ganancia a los canales sobre los que se ha realizado upmix.

5 Una realización preferida adicional de la presente invención es un aparato para reconstrucción multicanal basada en predicción mejorada que comprende medios para sustituir la pérdida de energía debida al error de predicción por una señal descorrelacionada.

10 Una realización preferida adicional de la presente invención es un aparato para reconstrucción multicanal basada en predicción mejorada que comprende medios para sustituir parte de la pérdida de energía debida al error de predicción por una señal descorrelacionada, y parte de la pérdida de energía aplicando una ganancia a los canales sobre los que se ha realizado upmix.

15 Una realización preferida adicional de la presente invención es un codificador para reconstrucción multicanal basada en predicción mejorada que incluye ajustar la energía de la señal de downmix según el error de predicción obtenido para los parámetros de upmix predictivo extraídos.

20 Una realización preferida adicional de la presente invención es un decodificador para reconstrucción multicanal basada en predicción mejorada que incluye compensar una pérdida de energía debida al error de predicción aplicando una ganancia a los canales sobre los que se ha realizado upmix.

25 Una realización preferida adicional de la presente invención se refiere a un decodificador para reconstrucción multicanal basada en predicción mejorada que incluye sustituir la pérdida de energía debida al error de predicción por una señal descorrelacionada.

30 Una realización preferida adicional de la presente invención es un decodificador para reconstrucción multicanal basada en predicción mejorada que incluye sustituir una parte de la pérdida de energía debida al error de predicción por una señal descorrelacionada, y una parte de la pérdida de energía aplicando una ganancia a los canales sobre los que se ha realizado downmix.

35 La figura 11 muestra un sintetizador multicanal para generar al menos tres canales 1100 de salida utilizando una señal de entrada que presenta al menos un canal 1102 base, derivándose el al menos un canal base a partir de una señal multicanal original. El sintetizador multicanal tal como se muestra en la figura 11 incluye un dispositivo 1104 de upmix, que puede implementarse tal como se muestra en cualquiera de las figuras 2 a 10. Generalmente, el dispositivo 1104 de upmix funciona para realizar upmix sobre el al menos un canal base utilizando una regla de upmix de tal manera que se obtienen los al menos tres canales de salida. El elemento 1104 de upmix funciona para generar los al menos tres canales de salida en respuesta a una medida 1106 de energía y al menos dos parámetros 1108 de upmix diferentes utilizando una regla de upmix que introduce pérdida de energía de tal modo que los al menos tres canales de salida tienen una energía que es mayor que una energía de señales que resultan de solamente la regla de upmix que introduce pérdida de energía. Por tanto, independientemente de un error de energía que depende de la regla de upmix que introduce pérdida de energía, la invención da como resultado un resultado compensado en energía, en el que la compensación de energía puede realizarse ajustando a escala y/o mediante la adición de una señal descorrelacionada. Los al menos dos parámetros 1108 de upmix diferentes y la medida 1106 de energía están incluidos en la señal de entrada.

45 Preferiblemente, la medida de energía es cualquier medida relacionada con una pérdida de energía introducida por la regla de upmix. Puede ser una medida absoluta del error de energía introducido por el upmix o la energía de la señal de upmix (que normalmente es inferior en energía que la señal original), o puede ser una medida relativa tal como una relación entre la energía de la señal original y la energía de la señal de upmix o una relación entre el error de energía y la energía de la señal original o incluso una relación entre el error de energía y la energía de la señal de upmix. Una medida de energía relativa puede utilizarse como un factor de corrección, pero no obstante es una medida de energía puesto que depende del error de energía introducido en la señal de upmix generada por una regla de upmix que introduce pérdida de energía o, expresado en otras palabras, una regla de upmix que no conserva la energía.

55 Una regla de upmix a modo de ejemplo que introduce pérdida de energía (regla de upmix que no conserva la energía) es un upmix que utiliza coeficientes de predicción transmitidos. En caso de una predicción no perfecta de una trama o subbanda de una trama, la señal de salida de upmix se ve afectada por un error de predicción, correspondiente a una pérdida de energía. Naturalmente, el error de predicción varía de trama a trama, puesto que en el caso de una predicción casi perfecta (un bajo error de predicción) sólo tiene que realizarse una pequeña compensación (mediante ajuste a escala o añadiendo una señal descorrelacionada) mientras que el en caso de un error de predicción más grande (una predicción no perfecta) tiene que realizarse más compensación. Por lo tanto, la medida de energía de la invención también varía entre un valor que indica ninguna o sólo una pequeña compensación y un valor que indica una gran compensación.

65 Cuando la medida de energía se considera como un valor de coherencia entre canales (ICC), cuya consideración es natural, cuando la compensación se realiza añadiendo una señal descorrelacionada ajustada a escala dependiendo de la medida de energía, la medida (p) de energía relativa utilizada preferiblemente varía normalmente entre 0,8 y 1,0, indicando 1,0 que las señales sobre las que se ha realizado upmix están descorrelacionadas según se requiera o que

no tiene que añadirse ninguna señal descorrelacionada o que la energía del resultado de upmix predictivo es igual a la energía de la señal original o que el error de predicción es cero.

5 Sin embargo, la presente invención también es útil en conexión con otras reglas de upmix que introduce pérdida de energía, es decir, reglas que no se basan en la coincidencia de la forma de onda sino que se basan en otras técnicas, tales como el uso de libros de código, coincidencia de espectro, o cualquier otra regla de upmix que no se ocupa de la conservación de energía.

10 Generalmente, la compensación de energía puede realizarse antes o después de aplicar la regla de upmix que introduce pérdida de energía. Como alternativa, la compensación de la pérdida de energía puede incluirse incluso en la regla de upmix, por ejemplo alterando los coeficientes de la matriz original utilizando la medida de energía de tal modo que se genera y utiliza una nueva regla de upmix por el elemento de upmix. Esta nueva regla de upmix se basa en la regla de upmix que introduce pérdida de energía y en la medida de energía. Expresado de otro modo, esta realización se refiere a una situación en la que la compensación de energía se “mezcla” en regla de upmix “mejorada”
15 de tal modo que la compensación de energía y/o la adición de una señal descorrelacionada se realizan aplicando una o más matrices de upmix a un vector de entrada (el uno o más canales base) para obtener (después de la una o más operaciones de matrices) el vector de salida (la señal multicanal reconstruida que presenta al menos tres canales).

20 Preferiblemente, el dispositivo de upmix recibe dos canales l_0 , r_0 base y emite tres canales l , r y c reconstruidos.

Posteriormente se hace referencia a la figura 12 para mostrar una situación de energía ejemplo en diferentes posiciones en una trayectoria de codificador a descodificador. El bloque 1200 muestra una energía de una señal de audio multicanal tal como una señal que presenta al menos un canal izquierdo, un canal derecho y un canal central, tal como se muestra en la figura 1. Para la realización en la figura 12, se supone que los canales 101, 102, 103 de entrada en la
25 figura 1 están completamente no correlacionados, y que el elemento de downmix conserva la energía. En este caso, la energía 1202 del uno o más canales base indicada por el bloque 1202 es idéntica a la energía 1200 de la señal multicanal original. Cuando las señales multicanal originales están correlacionadas entre sí, la energía 1202 de canal base puede ser inferior a la energía de la señal multicanal original, cuando, por ejemplo, la izquierda y la derecha se cancelan (parcialmente) entre sí.

30 Para la posterior discusión, sin embargo, se supone que la energía 1202 de los canales base es la misma que la energía 1200 de la señal multicanal original.

35 Con 1204 se ilustra la energía de las señales de upmix, cuando las señales de upmix (por ejemplo, 110, 111, 112 de la figura 1) se generan utilizando un upmix que no conserva la energía o un upmix predictivo, tal como se comentó en conexión con la figura 1. Puesto que, tal como se expondrá posteriormente con respecto a las figuras 14a y 14b, un upmix predictivo de este tipo introduce un error E_r de energía, la energía 1204 del resultado del upmix será inferior a la energía 1202 de los canales base.

40 El elemento 1104 de upmix funciona para emitir canales de salida, que presentan una energía que es superior a la energía 1204. Preferiblemente, el dispositivo 1104 de upmix realiza una compensación completa de tal modo que el resultado 1100 del upmix en la figura 11 presenta una energía tal como se muestra en 1206.

45 Preferiblemente, el resultado del upmix, cuya energía se muestra en 1204, no se ajusta simplemente a escala de manera ascendente tal como se muestra en la figura 2, o se ajusta a escala de manera ascendente individualmente tal como se muestra en la figura 3 o se ajusta a escala de manera ascendente en el lado del codificador tal como se muestra en la figura 4. En lugar de ello, la energía E_r restante, que corresponde al error debido al upmix predictivo, se “rellena” utilizando una señal descorrelacionada. En otra realización preferida, este error E_r de energía sólo se cubre parcialmente por una señal descorrelacionada, mientras que el resto del error de energía se suple ajustando a escala de
50 manera ascendente el resultado del upmix. La cobertura completa del error de energía por una señal descorrelacionada se muestra en la figura 5 y en la figura 6, mientras que la solución “en parte” se ilustra por la figura 7.

La figura 13 muestra una pluralidad de métodos de compensación de energía, por ejemplo, métodos que tienen en común la característica de que, basándose en una medida de energía que depende del error de energía, la energía de
55 los canales de salida es superior al resultado puro del upmix predictivo, es decir, el resultado de la regla de upmix (no corregida) que introduce pérdida de energía.

El número 1 de la tabla en la figura 13 se refiere a la compensación de energía en el lado del descodificador, que se realiza posteriormente al upmix. Esta opción se muestra en la figura 2 y, adicionalmente, se explica más en conexión
60 con la figura 3, que muestra los factores g_z de ajuste a escala de manera ascendente específicos del canal, que no sólo dependen de la medida ρ de energía, sino que, adicionalmente, dependen de los factores v_z de downmix dependientes del canal, siendo z l , r o c .

El número 2 de la figura 13 incluye el método de compensación de energía en el lado del codificador, que se realiza
65 posteriormente al downmix, que se ilustra en la figura 4. Esta realización es preferible porque la medida ρ de energía o γ no tienen que transmitirse desde el codificador al descodificador.

El número 3 de la tabla en la figura 13 se refiere a la compensación de energía en el lado del descodificador, que se realiza antes del upmix. Cuando se considera la figura 2, la corrección 202 de energía, que se realiza después del upmix en la figura 2, se realizaría antes del bloque 201 de upmix en la figura 2. Esta realización da como resultado, comparado con la figura 2, una implementación más fácil, puesto que no se requieren factores de corrección específicos del canal tal como se muestra en la figura 3, aunque podrían producirse pérdidas de calidad.

El número 4 de la figura 13 se refiere a una realización adicional, en la que se realiza una corrección en el lado del codificador antes de realizar el downmix. Cuando se considera la figura 1, los canales 101, 102, 103 se ajustarían a escala ascendentemente por un factor de compensación correspondiente de tal modo que la salida del elemento de downmix se aumenta después de realizar el downmix tal como se muestra en 1208 en la figura 12. Por tanto, la realización número cuatro en la figura 13 tiene la misma consecuencia para la salida de los canales base mediante un codificador que la realización número dos de la presente invención.

El número 5 de la tabla de la figura 13 se refiere a la realización en la figura 5, cuando la señal descorrelacionada se deriva a partir de los canales generados por la regla 109 de upmix que no conserva la energía en la figura 5.

La realización número 6 en la tabla en la figura 13 se refiere a la realización en la que sólo parte de la energía residual se cubre por la señal descorrelacionada. Esta realización se ilustra en la figura 7.

La realización número 8 de la figura 13 es similar a la realización número 5 ó 6, pero la señal descorrelacionada se deriva a partir de los canales base antes de realizarse el downmix, tal como se expuso mediante el cuadro 501' en la figura 5.

A continuación se describe en detalle una realización preferida del codificador. La figura 14a ilustra un codificador para procesar una señal 1400 de entrada multicanal que presenta al menos dos canales y, preferiblemente, que presenta al menos tres canales l, c, r.

El codificador incluye un calculador 1402 de medida de energía para calcular una medida de error que depende de una diferencia de energía entre una energía de la señal 1400 de entrada multicanal o al menos un canal 1404 base y una señal 1406 sobre la que se ha realizado upmix generada mediante una operación 1407 de upmix que no conserva la energía.

Además, el codificador incluye una interfaz 1408 de salida para emitir el al menos un canal base después de haberse ajustado (401, 402) a escala por un factor 403 de ajuste a escala que depende de la medida de energía o para emitir la propia medida de energía.

En una realización preferida, el codificador incluye un elemento 1410 de downmix para generar el al menos un canal 1404 base a partir de los multicanales 1400 originales. Para generar los parámetros de upmix, también están presentes un calculador 1414 de diferencia y un optimizador 1416 de parámetros. Estos elementos funcionan para encontrar los mejores parámetros 1412 de upmix de coincidencia. Al menos dos de este conjunto de mejores parámetros de upmix de ajuste se emiten a través de la interfaz de salida como la salida de parámetros en una realización preferida. El calculador de diferencia funciona preferiblemente para realizar un cálculo de error cuadrático medio mínimo entre la señal 1400 multicanal original y la señal de upmix generada por el elemento de upmix para la entrada de parámetros en la línea 1412 de parámetros. Este procedimiento de optimización de parámetros puede realizarse mediante varios procedimientos de optimización diferentes, que se guían todos por la meta de obtener un mejor resultado 1406 de upmix de coincidencia mediante una cierta matriz de upmix incluida en el elemento 1408 de upmix.

La funcionalidad del codificador de la figura 14a se muestra en la figura 14b. Después de una etapa 1440 de downmix realizada por el elemento 1410 de downmix, el canal base o la pluralidad de canales base puede emitirse tal como se ilustra por 1442. Entonces, se realiza una etapa 144 de optimización de parámetros de upmix que, dependiendo de una cierta estrategia de optimización, puede ser un procedimiento iterativo o no iterativo. Sin embargo, se prefieren procedimientos iterativos. Generalmente, el procedimiento de optimización de parámetros de upmix puede implementarse de tal manera que la diferencia entre el resultado del upmix y la señal original sea lo más pequeña posible. Dependiendo de la implementación, esta diferencia puede ser una diferencia individual relacionada con el canal o una diferencia combinada. Generalmente, la etapa 1444 de optimización de parámetros de upmix funciona para minimizar cualquier función de coste, que puede derivarse a partir de canales individuales o a partir canales combinados de tal manera que, para un canal, se acepta una diferencia (error) más grande, cuando se consigue, por ejemplo, una coincidencia mucho mejor para los otros dos canales.

Entonces, cuando se ha encontrado el mejor conjunto de parámetros de ajuste, por ejemplo, la mejor matriz de upmix de ajuste, se emiten al menos dos parámetros de upmix del conjunto de parámetros generados por la etapa 1444 a la interfaz de salida tal como se indica por la etapa 1446.

Además, después de haberse completado la etapa 1444 de optimización de parámetros de upmix, la medida de energía puede calcularse y emitirse según se indica por la etapa 1448. Generalmente, la medida de energía dependerá del error 1210 de energía. En una realización preferida, la medida de energía es el factor ρ que depende de la relación de la energía del resultado 1406 del upmix y la energía de la señal 1400 original tal como se muestra en la figura 2. Como alternativa, la medida de energía calculada y emitida puede ser un valor absoluto para el error 1210 de

energía o puede ser la energía absoluta del resultado 1406 del upmix que, por supuesto, depende del error de energía. En este contexto, ha de observarse que la medida de energía tal como se emite mediante la interfaz 1408 de salida preferiblemente se cuantifica y, de nuevo, preferiblemente se codifica por entropía utilizando cualquier codificador de entropía ampliamente conocido tal como un codificador aritmético, un codificador de Huffman o un codificador de segmentos en blanco, que es especialmente útil cuando hay muchas medidas de energía idénticas posteriores. Como alternativa o adicionalmente, las medidas de energía para porciones de tiempo o tramas posteriores pueden codificarse diferencialmente, realizándose esta codificación diferencial preferiblemente antes de la codificación de entropía.

A continuación se hace referencia a la figura 15a, que muestra una realización de elemento de downmix alternativa, que, según una realización preferida de la presente invención, se combina con el codificador de la figura 14a. La realización de la figura 15a cubre una implementación SBR, aunque esta realización también puede utilizarse en casos en los que no se realiza replicación de banda espectral, sino en los que se transmite el ancho de banda completo de los canales base. El codificador de la figura 15a incluye un elemento 1500 de downmix para realizar downmix sobre la señal 1500 original para obtener al menos una canal 1504 base. En una realización no SBR, el al menos un canal 1504 base se introduce en un codificador 1506 de núcleo, que puede ser un codificador AAC para señales mono en el caso de un único canal base, o que puede ser cualquier codificador estéreo en el caso de por ejemplo dos canales base estéreo. Sobre la salida del codificador 1506 de núcleo se emite un flujo de bits que incluye un canal base codificado o que incluye una pluralidad de canales base codificados (1508).

Cuando la realización de la figura 15a presenta una funcionalidad SBR, el al menos un canal 1504 base se filtra 1510 paso bajo antes de introducirse en el codificador de núcleo. Naturalmente, las funcionalidades de los bloques 1510 y 1506 pueden implementarse mediante un único dispositivo codificador, que realiza filtrado paso bajo y codificación de núcleo dentro de un único algoritmo de codificación.

Los canales base codificados en la salida 1508 sólo incluyen una banda baja de los canales 1504 base en forma codificada. Se calcula información sobre la banda alta mediante un calculador 1512 de envolvente espectral SBR, que está conectado a un codificador 1514 de información SBR para generar y emitir información del lado de SBR codificada en una salida 1516.

La señal 1502 original se introduce en un calculador 1520 de energía, que genera energías de canal (para un cierto periodo de tiempo de los canales l, c, r originales, indicándose las energías de canal por L, C, R, emitidas por el bloque 1520). Las energías L, C, R de canal se introducen en un bloque 1522 calculador de parámetros. El calculador 1522 de parámetros emite dos parámetros c_1 , c_2 de upmix que pueden, por ejemplo, ser los parámetros c_1 , c_2 , indicados en la figura 15a. Naturalmente, pueden generarse otras combinaciones de energía (por ejemplo lineales) que implican las energías de todos los canales de entrada mediante el calculador 1522 de parámetros, para su transmisión a un descodificador. Naturalmente, diferentes parámetros de upmix transmitidos darán como resultado una manera diferente de calcular los elementos restantes de la matriz de upmix. Tal como se indicó en conexión con la ecuación (40) o las ecuaciones (41 a 44), la matriz de upmix para la realización de la figura 15 dirigida a la energía presenta al menos cuatro elementos que no son cero, siendo los elementos en la tercera fila iguales entre sí. Por tanto, el calculador 1522 de parámetros puede utilizar cualquier combinación de energías L, C, R, por ejemplo, a partir de las que pueden derivarse los cuatro elementos en la matriz de upmix tal como la indicación (40) o (41) de la matriz de upmix.

La realización de la figura 15a ilustra un codificador que funciona para realizar el upmix que conserva la energía o, expresado en general, derivado de energía para todo el ancho de banda de una señal. Esto significa que, en el lado del codificador, que se ilustra en la figura 15a, la representación paramétrica emitida por el calculador 1522 de parámetros se genera para toda la señal. Esto significa que, para cada subbanda del canal base codificado, se calcula y emite un conjunto correspondiente de parámetros. Cuando, por ejemplo, se considera el canal base codificado, que es, por ejemplo, una señal de ancho de banda completo que presenta diez subbandas, el calculador de parámetros podría emitir diez parámetros c_1 y c_2 para cada subbanda del canal base codificado. Cuando, sin embargo, el canal base codificado fuese una señal de banda baja en un entorno SBR, por ejemplo cubriendo sólo las cinco subbandas inferiores, entonces el calculador 1522 de parámetros emitiría un conjunto de parámetros para cada una de las cinco subbandas inferiores y, adicionalmente, para cada una de las cinco subbandas superiores, aunque la señal en la salida 1508 no incluya una subbanda correspondiente. Esto se debe al hecho de que una subbanda de este tipo se recrearía en el lado del descodificador, tal como se describirá posteriormente en conexión con la figura 16a.

Preferiblemente, sin embargo, y tal como se describe en conexión con la figura 10, el calculador 1520 de energía y el calculador 1522 de parámetros sólo funcionan para la parte de banda alta de la señal original, mientras que los parámetros para la parte de banda baja de la señal original se calculan mediante el calculador 104 de parámetros predictivos en la figura 10, que correspondería al elemento 109 de upmix predictivo en la figura 10.

La figura 15b muestra una representación esquemática de una representación paramétrica emitida por el módulo 1002 de selección en la figura 10. Por tanto, una representación paramétrica según la presente invención incluye (con o sin el(los) canal(es) base codificado(s) y, opcionalmente, incluso sin la medida de energía) un conjunto de parámetros predictivos para la banda baja, por ejemplo, para las subbandas 1 a i y parámetros por subbanda para la banda alta, por ejemplo, para las subbandas i+1 a N. Como alternativa, los parámetros predictivos y los parámetros de tipo energía pueden estar mezclados, por ejemplo, una subbanda que presenta parámetros de tipo energía puede estar situada entre subbandas que presentan parámetros predictivos. Además, una trama que presenta sólo parámetros predictivos

puede seguir a una trama que presenta sólo parámetros de tipo energía. Por lo tanto, expresado de manera general, la presente invención tal como se comentó en conexión con la figura 10, se refiere a diferentes parametrizaciones, que pueden ser diferentes en la dirección de frecuencia tal como se muestra en la figura 15b o que pueden ser diferentes en la dirección del tiempo, cuando una trama que presenta sólo parámetros predictivos va seguida por una trama que presenta sólo parámetros de tipo energía. Naturalmente, la distribución o parametrización de subbandas puede cambiar de trama a trama, de tal modo que, por ejemplo, la subbanda *i* presenta un primer conjunto de parámetros (por ejemplo predictivos) tal como se muestra en la figura 15b en la primera trama, y presenta un segundo conjunto de parámetros (por ejemplo de tipo energía) en otra trama.

Además, la presente invención también es útil cuando se utilizan parametrizaciones diferentes a la parametrización predictiva, tal como se muestra en la figura 14a, o a la parametrización de tipo energía tal como se muestra en la figura 15a. También pueden utilizarse ejemplos adicionales para la parametrización aparte de la predictiva o la de tipo energía tan pronto como cualquier parámetro objetivo o evento objetivo indique que la calidad de upmix, la tasa de transmisión de bits de downmix, la eficacia computacional en el lado del codificador o en el lado del decodificador o, por ejemplo, el consumo de energía de, por ejemplo, dispositivos alimentados por batería, etc. supóngase, para una cierta subbanda o trama, para la primera parametrización es mejor que para la segunda parametrización. Naturalmente, la función objetivo también puede ser una combinación de diferentes objetivos/eventos individuales diferentes tal como se comentó anteriormente. Un evento a modo de ejemplo sería una banda alta reconstruida por SBR, etc.

Además, ha de observarse que el cálculo selectivo de frecuencia o en el tiempo y la transmisión de parámetros pueden señalizarse explícitamente tal como se muestra en 1005 en la figura 10. Como alternativa, la señalización también puede realizarse implícitamente tal como se comentó en conexión con la figura 16a. En este caso, se utilizan reglas predefinidas para el decodificador, por ejemplo que el decodificador suponga automáticamente que los parámetros transmitidos son parámetros de tipo energía para subbandas pertenecientes a la banda alta en la figura 15b, por ejemplo, para subbandas que se han reconstruido mediante una técnica de replicación de banda espectral o de regeneración de altas frecuencias.

Además, ha de observarse que el cálculo en el lado del codificador de la invención de una, dos o incluso más parametrizaciones diferentes y la selección en el lado del codificador, parametrización que se transmite basándose en una decisión que utiliza cualquier información disponible en el lado del codificador (la información puede ser una función objetivo realmente utilizada o información de señalización utilizada por otras razones tales como el procesamiento y señalización SBR), puede realizarse con o sin transmitir la medida de energía. Incluso cuando no se realiza en absoluto la corrección de energía preferida, por ejemplo, cuando el resultado del upmix que no conserva la energía (upmix predictivo) no se corrige en energía, o cuando no se realiza compensación previa correspondiente en el lado del codificador, la conmutación preferida entre diferentes parametrizaciones es útil para obtener una mejor calidad de salida multicanal y/o tasa de transmisión de bits inferior.

Particularmente, la conmutación preferida entre diferentes parametrizaciones dependiendo de la información disponible en el lado del codificador puede utilizarse con o sin la adición de una señal descorrelacionada completamente o que cubre al menos parcialmente el error de energía realizado por el upmix predictivo tal como se muestra en conexión con las figuras 5 a 7. En este contexto, la adición de una señal descorrelacionada tal como se describe en conexión con la figura 5 sólo se realiza para las subbandas/tramas, para las que se transmiten parámetros del upmix predictivo, mientras que se utilizan diferentes medidas para la descorrelación para aquellas subbandas o tramas en las que se han transmitido parámetros de tipo energía. Tales medidas son, por ejemplo, ajustar a escala de manera descendente la señal húmeda y generar una señal descorrelacionada y ajustar a escala la señal descorrelacionada de tal modo que se obtiene una cantidad requerida de descorrelación según se requiera, por ejemplo, por una medida de correlación entre canales transmitida tal como ICC, cuando las señales descorrelacionadas ajustadas a escala apropiadamente se añaden a la señal seca.

A continuación se comenta la figura 16a para ilustrar una implementación en el lado del decodificador del bloque 201 de upmix preferido y la corrección de energía correspondiente en 202. Tal como se comentó en conexión con la figura 11, se extraen parámetros 1108 de upmix transmitidos de una señal de entrada recibida. Estos parámetros de upmix transmitidos se introducen preferiblemente en un calculador 1600 para calcular los parámetros de upmix restantes, cuando la matriz 1602 de upmix que incluye compensación de energía es para realizar un upmix predictivo y una corrección de energía anterior o posterior. El procedimiento para calcular los parámetros de upmix restantes se comenta a continuación en conexión con la figura 16b.

El cálculo de los parámetros de upmix se basa en la ecuación en la figura 16b, que también se repite como ecuación (7). En la realización de tres señales de entrada / dos señales de salida, la matriz *D* de downmix presenta seis variables. Adicionalmente, la matriz *C* de upmix presenta también seis variables. Sin embargo, en el lado derecho de la ecuación (7), sólo hay cuatro valores. Por lo tanto, en el caso de un downmix no conocido y un upmix no conocido, se tendrían doce variables no conocidas de las matrices *D* y *C* y sólo cuatro ecuaciones para determinar estas doce variables. Sin embargo, el downmix se conoce, de tal modo que el número de variables que no se conocen se reduce a los coeficientes de la matriz *C* de upmix, que presenta seis variables, aunque hay todavía cuatro ecuaciones para determinar estas seis variables. Por lo tanto, el método de optimización tal como se comentó en conexión con la etapa 1444 en la figura 14b y tal como se ilustra en la figura 14a se utiliza para determinar al menos dos variables de la matriz de upmix, que son, preferiblemente, c_{11} y c_{22} . Ahora, puesto que existen cuatro no conocidas, por ejemplo, c_{12} , c_{21} , c_{31} y c_{32} y puesto que existen cuatro ecuaciones, por ejemplo, una ecuación para cada elemento en la matriz *I* identidad en el lado derecho

de la ecuación en la figura 16b, las variables no conocidas restantes de la matriz de upmix pueden calcularse de un forma directa. Este cálculo se realiza en el calculador 1600 para calcular los parámetros de upmix restantes.

La matriz de upmix en el dispositivo 1602 se fija según los dos parámetros de upmix transmitidos según se reenvían mediante la línea 1604 discontinua y mediante los cuatro parámetros de upmix restantes calculados por el bloque 1600. Esta matriz de upmix se aplica entonces a la entrada de canales base a través de la línea 1102. Dependiendo de la implementación, se reenvía una medida de energía para una corrección de banda baja a través de la línea 1106 de tal modo que puede generarse y emitirse un upmix corregido. Cuando el upmix predictivo sólo se realiza para la banda baja como se señala, por ejemplo, implícitamente a través de la línea 1606, y cuando existen parámetros de upmix de tipo energía en la línea 1108 para la banda alta, este hecho se señala, para una subbanda correspondiente, al calculador 1600 y al dispositivo 1602 de matriz de upmix. En el caso de tipo energía se prefiere calcular los elementos de matriz de upmix de la matriz (40) o (41) de upmix. Con este fin, se utilizan los parámetros transmitidos tal como se indica debajo de la ecuación (40) o los parámetros correspondientes tal como se indica debajo de la ecuación (41). En esta realización, los parámetros c_1 , c_2 de upmix transmitidos no pueden utilizarse directamente para un coeficiente de upmix, sino que los coeficientes de upmix de la matriz de upmix, tal como se muestra en ecuación (40) o (41), tienen que calcularse utilizando los parámetros c_1 y c_2 de upmix transmitidos.

Para la banda alta, una matriz de upmix tal como se determina para los parámetros de upmix basados en energía se utiliza para realizar upmix sobre la parte de banda alta de las señales de salida multicanal. Posteriormente, la parte de banda baja y la parte de banda alta se combinan en un combinador 1608 alta/baja para emitir los canales 1, r, c de salida reconstruidos de ancho de banda completo. Tal como se ilustra en la figura 16a, la banda alta de los canales base se genera utilizando un decodificador para decodificar los canales base de banda baja transmitidos, siendo este decodificador un decodificador mono para un canal base mono, y un decodificador estéreo para dos canales base estéreo. Este (estos) canal(es) base de banda baja decodificado(s) se introduce(n) en un dispositivo 1614 SBR, que recibe adicionalmente información de envolvente tal como se calcula por el dispositivo 1512 en la figura 15a. Basándose en la parte de banda baja y en la información de envolvente de banda alta, se genera la banda alta de los canales base para obtener canales base de ancho de banda completo en la línea 1102, que se reenvían hacia el dispositivo 1602 de matriz de upmix.

Los métodos o dispositivos o programas informáticos preferidos pueden implementarse o incluirse en varios dispositivos. La figura 17 muestra un sistema de transmisión que presenta un transmisor que incluye un codificador inventivo y que presenta un receptor que incluye un decodificador inventivo. El canal de transmisión puede ser un canal inalámbrico o cableado. Además, tal como se muestra en la figura 18, el codificador puede incluirse en un grabador de audio o el decodificador puede incluirse en un reproductor de audio. Las grabaciones de audio desde el grabador de audio pueden distribuirse al reproductor de audio a través de Internet o a través de un medio de almacenamiento distribuido utilizando recursos de correo o mensajería u otras posibilidades para distribuir medios de almacenamiento tales como tarjetas de memoria, CD o DVD.

Dependiendo de ciertos requisitos de implementación de los métodos inventivos, los métodos inventivos pueden implementarse en hardware o en software. La implementación puede realizarse utilizando un medio de almacenamiento digital, un particular un disco o un CD que presenta señales de control legibles electrónicamente almacenadas sobre el mismo, que puede actuar conjuntamente con un sistema informático programable de tal manera que se realizan los métodos inventivos. Dicho de otro modo, los métodos inventivos son, por lo tanto, un programa informático que presenta un código de programa para realizar los métodos inventivos, cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador.

REIVINDICACIONES

1. Sintetizador de audio multicanal para generar al menos tres canales (1100) de salida utilizando una señal de entrada que presenta al menos un canal (1102) base, derivándose el canal base a partir de la señal (101, 102, 103) multicanal original, que comprende:

un elemento (1104) de upmix para realizar el upmix sobre el al menos un canal base basándose en una regla (201, 1407) de upmix que introduce pérdida de energía de tal modo que se obtienen los al menos tres canales de salida,

en el que el elemento (1104) de upmix funciona para generar los al menos tres canales de salida en respuesta a una medida (1106) de energía y al menos dos parámetros (1108) de upmix diferentes, de manera que los al menos tres canales (1100) de salida tengan una energía superior a una energía de una señal obtenida utilizando sólo la regla de upmix que introduce pérdida de energía, compensando así el tener un error de energía, dependiendo el error de energía de la regla de upmix que introduce pérdida de energía, y

en el que los al menos dos parámetros (1108) de upmix diferentes y la medida de energía para controlar el elemento de upmix están incluidos en la señal de entrada,

en el que la regla de upmix que introduce pérdida de energía es una regla de upmix predictiva que utiliza una matriz de upmix que presenta coeficientes matriciales, que se basan en coeficientes de predicción, y

en el que los al menos dos parámetros de upmix diferentes son dos elementos (c_{11} , c_{12}) diferentes de la matriz de upmix, o son parámetros a partir de los cuales pueden derivarse los dos elementos diferentes de la matriz de upmix.

2. Sintetizador multicanal según la reivindicación 1, en el que la medida de energía indica directa o indirectamente una relación de una energía de un resultado de upmix utilizando la regla de upmix que introduce pérdida de energía respecto a una energía de la señal multicanal original, o una relación del error de energía respecto a una energía o la señal multicanal original o el error de energía en términos absolutos.

3. Sintetizador multicanal según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento de upmix incluye un calculador (1600) para derivar una matriz de upmix basándose en los al menos dos parámetros de upmix e información sobre una regla de downmix utilizada para generar el al menos un canal base a partir de la señal multicanal original.

4. Sintetizador multicanal según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento de upmix es funciona para procesar un canal base izquierdo y un canal base derecho y para emitir una señal de salida izquierda, una señal de salida derecha y una señal central, en el que el canal base izquierdo y el canal base derecho son una representación compatible con estéreo de la señal multicanal.

5. Sintetizador multicanal según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento (1104) de upmix funciona para ajustar a escala (304) individualmente los al menos tres canales de salida utilizando factores de escala, en el que un factor (g_z) de ajuste a escala para un canal de salida depende de una energía de un resultado de upmix de la regla de upmix que introduce pérdida de energía y una energía del canal de salida después de realizarse el upmix utilizando la regla de upmix que introduce pérdida de energía e información sobre un downmix (v) para generar el al menos canal base.

6. Sintetizador multicanal según la reivindicación 5, en el que el factor de ajuste a escala se determina como sigue:

$$g_z = \left(1 + v_z^2 \frac{1 - \rho^2}{\rho^2} \frac{\hat{E}}{\|\hat{z}\|} \right)$$

en el que v_z es un factor que depende del downmix para un canal z de salida, siendo ρ la medida de energía, siendo $\hat{E}$ la energía de la señal multicanal generada por la regla de upmix que introduce pérdida de energía, y representando $\|\hat{z}\|$ una energía del canal de salida de debe ajustarse a escala de la regla de upmix que introduce pérdida de energía.

7. Sintetizador multicanal según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el elemento (1104) de upmix comprende adicionalmente un descorrelacionador (501, 502, 503, 501', 503') para generar una señal descorrelacionada a partir del al menos un canal base o a partir de al menos una de las señales de salida de la regla de upmix que introduce pérdida de energía, y

en el que el elemento de upmix funciona para utilizar la señal descorrelacionada de tal manera que una cantidad de energía de la señal descorrelacionada en un canal de salida es más pequeña o igual que una cantidad del error de energía que puede derivarse por la medida de energía.

8. Sintetizador multicanal según la reivindicación 7, en el que el elemento de upmix funciona para generar una señal de descorrelación que presenta una energía que es igual a una energía del canal de salida ajustado a escala de manera descendente por un factor de ajuste a escala descendente, dependiendo el factor de ajuste a escala descendente de la medida de energía, y

en el que el elemento de upmix funciona para añadir la señal descorrelacionada y una señal de salida de la regla (109) de upmix que introduce pérdida de energía.

9. Sintetizador multicanal según la reivindicación 7 u 8, en el que el descorrelacionador funciona para descorrelacionar individualmente los al menos tres canales de salida añadiendo una señal descorrelacionada ponderada por un factor (γ) específico de canal y ponderada utilizando la medida (ρ) de energía y para añadir (602) la señal descorrelacionada ponderada a una señal de salida de un elemento (109) de upmix que realiza la regla de upmix que introduce pérdida de energía.

10. Sintetizador multicanal según la reivindicación 8 ó 9, en el que el descorrelacionador funciona para filtrar una señal de entrada utilizando un filtro digital.

11. Sintetizador multicanal según la reivindicación 8, en el que el factor de ajuste a escala descendente se deriva como sigue:

$$\gamma = \sqrt{\frac{1}{\rho^2} - 1},$$

donde γ es el factor de ajuste a escala descendente, y donde ρ es la medida de energía.

12. Sintetizador multicanal según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento (1104) de upmix funciona para añadir, para compensar total o parcialmente la pérdida de energía debida a la regla de upmix que introduce pérdida de energía una señal descorrelacionada que presenta una energía más pequeña que el error de energía y mayor que 0 a al menos un canal generado por la regla de upmix que introduce pérdida de energía.

13. Sintetizador multicanal según la reivindicación 12, en el que, cuando la energía de la señal descorrelacionada es más pequeña que el error de energía, el elemento de upmix funciona para ajustar a escala de manera ascendente el al menos un canal base o una señal generada por la regla de upmix, de tal manera que la energía combinada de la señal ajustada a escala de manera ascendente o una señal de upmix generada utilizando el al menos un canal base ajustado a escala de manera ascendente y la señal descorrelacionada añadida es igual a o más pequeña que una energía de la señal original.

14. Sintetizador multicanal según la reivindicación 13, en el que la energía de la señal descorrelacionada añadida se determina por un factor de descorrelación, en el que un factor de descorrelación alto próximo a 1 indica que debe añadirse una señal descorrelacionada de nivel más pequeño, mientras que un factor de descorrelación más pequeño próximo a 0 indica que debe añadirse una señal de descorrelación de nivel superior, y

en el que la medida de descorrelación se extrae de la señal de entrada.

15. Sintetizador multicanal según la reivindicación 12 ó 13, en el que el al menos un canal base es una versión ajustada a escala de un canal base generado por una matriz de downmix, dependiendo el factor de ajuste a escala de la medida de energía, de manera que la información (605) de descorrelación es la única medida de energía transmitida que depende también de la energía de error.

16. Sintetizador multicanal según la reivindicación 13, en el que la medida de energía incluida en la señal de entrada incluye un primer valor de energía que depende del error (ρ) de energía, e incluyendo un segundo valor de energía que depende de un grado (κ) de correlación.

17. Sintetizador multicanal según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la señal de entrada incluye, además de los dos parámetros de upmix diferentes, información sobre un downmix que subyace a al menos un canal base,

en el que el elemento de upmix funciona para utilizar la información de downmix adicional para generar una matriz (802) de upmix.

18. Sintetizador multicanal según la reivindicación 17, en el que se incluye información (γ) de un cálculo (901) de procesamiento estéreo en la señal de entrada como la información de downmix.

19. Sintetizador multicanal según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la señal de entrada incluye además una indicación (1005) de modo de upmix que indica, en un primer estado que debe realizarse una primera regla de upmix, e indicando, en un segundo estado, que debe realizarse una segunda regla de upmix, y

5 en el que el elemento (1104) de upmix funciona para calcular parámetros para la regla de upmix utilizando los al menos dos parámetros (1108) de upmix diferentes dependiendo de la indicación (1005) de modo del elemento de upmix.

20. Sintetizador multicanal según la reivindicación 19, en el que la indicación de modo del elemento de upmix funciona para señalar a modo de subbanda o a modo de trama un modo del elemento de upmix.

21. Sintetizador multicanal según la reivindicación 19 ó 20, en el que la primera regla de upmix es una regla de upmix predictiva, y en el que una segunda regla de upmix es una regla de upmix que presenta parámetros de upmix que dependen de la energía.

22. Sintetizador multicanal según la reivindicación 20, en el que la segunda regla de upmix se realiza como sigue:

$$C = \begin{pmatrix} \sqrt{\frac{L}{L+\alpha^2 C}} & 0 \\ 0 & \sqrt{\frac{R}{R+\alpha^2 C}} \\ \sqrt{\frac{C}{L+R+4\alpha^2 C}} & \sqrt{\frac{C}{L+R+4\alpha^2 C}} \end{pmatrix}$$

en la que L es un valor de energía de un canal de entrada izquierdo,

30 en la que C es un valor de energía de un canal de entrada central,

en la que R es un valor de energía de un canal de entrada derecho, y en el que α es un parámetro determinado por downmix.

23. Sintetizador multicanal según una de las reivindicaciones 19 a 22, en el que la segunda regla de upmix es tal que no se añade un canal de downmix derecho a un canal sobre el que se ha realizado upmix izquierdo y viceversa.

24. Sintetizador multicanal según las reivindicaciones 19 a 23, en el que la primera regla de upmix se determina por una coincidencia de forma de onda entre formas de onda de la señal multicanal original y formas de onda de señales generadas por la primera regla de upmix.

25. Sintetizador multicanal según una de las reivindicaciones 19 a 24, en el que la primera o segunda reglas de upmix se determina según sigue:

$$C = \begin{pmatrix} f_1(c_1, c_2) f_2(c_1, c_2) \\ f_2(c_2, c_1) f_1(c_2, c_1) \\ f_3(c_1, c_2) f_3(c_1, c_2) \end{pmatrix},$$

en la que la función f_1, f_2, f_3 indica funciones de los dos parámetros c_1, c_2 de upmix diferentes transmitidos y, en la que las funciones se determinan como sigue:

$$f_1(c_1, c_2) = \sqrt{1 - c_1^2}$$

$$f_2(c_1, c_2) = 0$$

$$f_3(c_1, c_2) = \frac{c_1}{2\alpha},$$

en la que α es un parámetro de valor real.

26. Sintetizador multicanal según una de las reivindicaciones 19 a 25, que comprende además una unidad 1614 SBR para regenerar una banda del al menos un canal base no incluido en el canal base transmitido utilizando una parte del al menos un canal base incluido en la señal de entrada, y

5 en el que el sintetizador multicanal funciona para aplicar la segunda regla de upmix en una banda regenerada del al menos un canal base, y para aplicar la primera regla de upmix en una banda del canal base, que está incluida en la señal de entrada.

27. Sintetizador multicanal según la reivindicación 26, en el que la indicación de modo del elemento de upmix es una señalización (1606) SBR incluida en la señal de entrada.

28. Codificador para procesar una señal de entrada de audio multicanal que comprende un calculador (1402) de medida de energía para calcular una medida (ρ) de energía que depende de una diferencia de energía entre una señal de entrada multicanal o un al menos un canal base derivado a partir de la señal de entrada multicanal y una señal sobre la que se ha realizado upmix generada por una operación de upmix que introduce pérdida de energía; y

una interfaz (1408) de salida para emitir el al menos un canal base después de haberse ajustado a escala (401, 402) por un factor (403) de ajuste a escala que depende de la medida de energía o para emitir la medida de energía.

29. Codificador según la reivindicación 28, en el que la medida (ρ) de energía se determina basándose en una relación de una energía de la señal sobre la que se ha realizado upmix generada al realizar el upmix sobre el al menos un canal base utilizando una regla de upmix que introduce energía, y una energía de la señal multicanal original, y el factor de ajuste a escala se determina invirtiendo la medida de energía.

30. Codificador según la reivindicación 28 ó 29, que comprende además un calculador del grado de correlación para determinar un grado (κ) de correlación, y en el que la interfaz de salida funciona para emitir una medida (κ) de correlación basándose en el grado de correlación.

31. Codificador según una de las reivindicaciones 28 a 30, que incluye además un calculador (1407, 1414, 1416) de parámetros de upmix para calcular al menos dos parámetros (1412) de upmix diferentes, y

en el que la interfaz de salida funciona para emitir los al menos dos parámetros de upmix diferentes.

32. Codificador según una de las reivindicaciones 28 a 31, que comprende además un dispositivo (1410) de downmix para calcular el al menos un canal base, y

en el que la interfaz (1408) de salida funciona para emitir información sobre una operación de downmix.

33. Codificador según la reivindicación 32, en el que el dispositivo de downmix incluye un preprocesador estéreo, y en el que la interfaz de salida funciona para emitir información sobre el preprocesador estéreo.

34. Codificador según la reivindicación 31, en el que el calculador de parámetros del elemento de upmix funciona para realizar una optimización (1444) de parámetros utilizando formas de onda de canales sobre los que se ha realizado upmix, para generar al menos dos parámetros de upmix para transmitirse a un decodificador basándose en parámetros de upmix óptimos, y para calcular y emitir la medida de energía basándose en señales generadas realizando upmix sobre el al menos un canal base utilizando los parámetros de upmix óptimos.

35. Codificador según una de las reivindicaciones 28 a 34, que comprende además un generador (104, 1001, 1520, 1522, 1414, 1416) de parámetros para generar una representación paramétrica específica entre una pluralidad de diferentes representaciones paramétricas basándose en información disponible en el codificador,

en el que la interfaz de salida (1408) funciona para emitir la representación paramétrica generada e información que indica implícita o explícitamente la representación paramétrica específica entre la pluralidad de diferentes representaciones paramétricas.

36. Codificador según la reivindicación 35, en el que la pluralidad de diferentes representaciones paramétricas incluye una primera representación paramétrica para un esquema de upmix predictivo basado en la forma de onda, y una segunda representación paramétrica para una regla de upmix no basada en la forma de onda.

37. Codificador según la reivindicación 36, en el que la regla de upmix no basada en la forma de onda es una regla de upmix que conserva la energía.

38. Codificador según una de las reivindicaciones 35 a 37, en el que una primera representación paramétrica es una representación paramétrica, cuyos parámetros se determinan utilizando un procedimiento de optimización, y

en el que una segunda representación paramétrica se determina calculando (1502) las energías de los canales originales y calculando parámetros (1522) basándose en combinaciones de energía.

39. Codificador según una de las reivindicaciones 28 a 38, que comprende además un módulo (1512, 1514) de replicación de banda espectral para generar información lateral de replicación de banda espectral para al menos una banda de la señal de entrada original, que no se incluye en una salida de canal base por el codificador.

40. Método de generación de al menos tres canales (1100) de salida de audio utilizando una señal de entrada que presenta al menos un canal (1102) base, derivándose el canal base a partir de la señal (101, 102, 103) multicanal original, que comprende:

realizar (1104) upmix sobre el al menos un canal base basándose en una regla (201, 1408) de upmix que introduce pérdida de energía de modo que se obtienen los al menos tres canales de salida,

en el que, en la etapa de upmix, los al menos tres canales de salida se generan en respuesta a una medida (1106) de energía y al menos dos parámetros (1108) de upmix diferentes, de manera que los al menos tres canales de salida tienen una energía superior a una energía de una señal obtenida utilizando sólo la regla de upmix que introduce pérdida de energía, compensando así un error de energía, dependiendo el error de energía de la regla de upmix que introduce pérdida de energía, y

en el que los al menos dos parámetros (1108) de upmix diferentes y la medida de energía para controlar el elemento de upmix están incluidos en la señal de entrada,

en el que la regla de upmix que introduce pérdida de energía es una regla de upmix predictiva que utiliza una matriz de upmix que presenta coeficientes matriciales, que se basan en coeficientes de predicción, y

en el que los al menos dos parámetros de upmix diferentes son dos elementos (c_{11} , c_{22}) diferentes de la matriz de upmix o son parámetros, a partir de los que pueden derivarse los dos elementos diferentes de la matriz de upmix.

41. Método de procesamiento de una señal de entrada de audio multicanal, que comprende:

calcular (1402) una medida (ρ) de error que depende de una diferencia de energía entre una señal de entrada multicanal o al menos un canal base derivado de la señal de entrada multicanal y una señal sobre la que se ha realizado upmix generada por una operación de upmix que introduce pérdida de energía; y

emitir (1408) el al menos un canal base después de haberse ajustado a escala (401, 402) por un factor (403) de ajuste a escala que depende de la medida de energía o emitir la medida de energía.

42. Señal de información de audio multicanal codificada que presenta al menos un canal base, una medida de energía, y al menos dos parámetros de upmix diferentes, en la que la medida de energía, y al menos dos parámetros de upmix diferentes, en la que la medida de energía depende de una diferencia de energía entre una señal de entrada multicanal o al menos un canal base derivado de la señal de entrada multicanal y una señal sobre la que se ha realizado upmix generada por una operación de upmix que introduce pérdida de energía, en la que la regla de upmix que introduce pérdida de energía es una regla de upmix predictiva que utiliza una matriz de upmix que tiene coeficientes matriciales, que se basan en coeficientes de predicción, y en la que los al menos dos parámetros de upmix diferentes son dos elementos (c_{11} , c_{22}) diferentes de la matriz de upmix o son parámetros, a partir de los que pueden derivarse los dos elementos diferentes de la matriz de upmix.

43. Medio legible por ordenador que tiene almacenada en el mismo una señal de información multicanal codificada según la reivindicación 42.

44. Transmisor o grabador de audio que presenta un codificador según una cualquiera de las reivindicaciones 28 a 39.

45. Receptor o reproductor de audio que presenta un sintetizador según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 27.

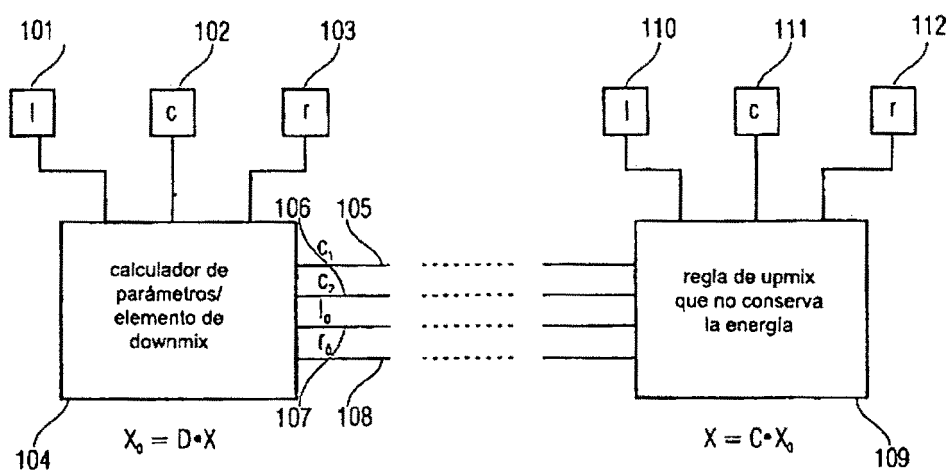
46. Sistema de transmisión que presenta un transmisor según la reivindicación 44, y un receptor según la reivindicación 45.

47. Método de transmisión o grabación de audio, presentando el método un método de procesamiento según la reivindicación 41.

48. Método de recepción o reproducción de audio, incluyendo el método un método de generación según la reivindicación 40.

49. Método de recepción según la reivindicación 48, y de transmisión según la reivindicación 49.

50. Programa informático que comprende medios de código de programa informático que realizan, cuando se ejecutan en un ordenador, todas las etapas de un método según una cualquiera de los métodos de las reivindicaciones 40, 41, 47, 48 ó 49.



(TÉCNICA ANTERIOR)

Fig. 1

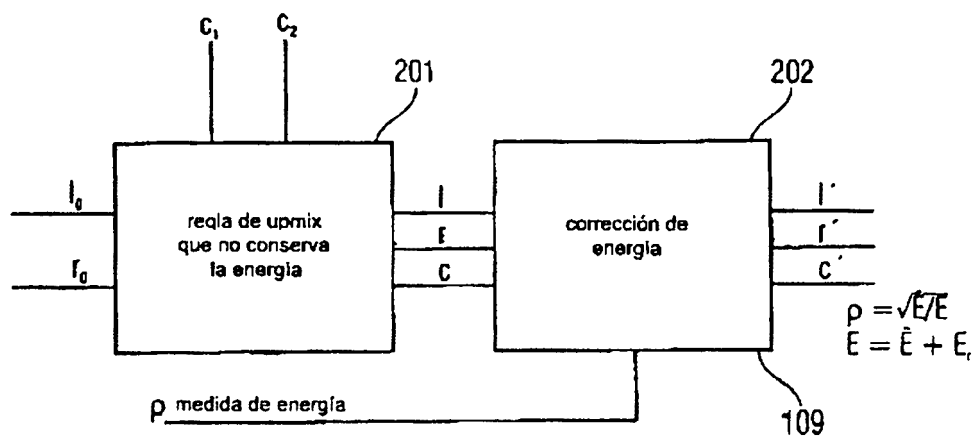


Fig. 2

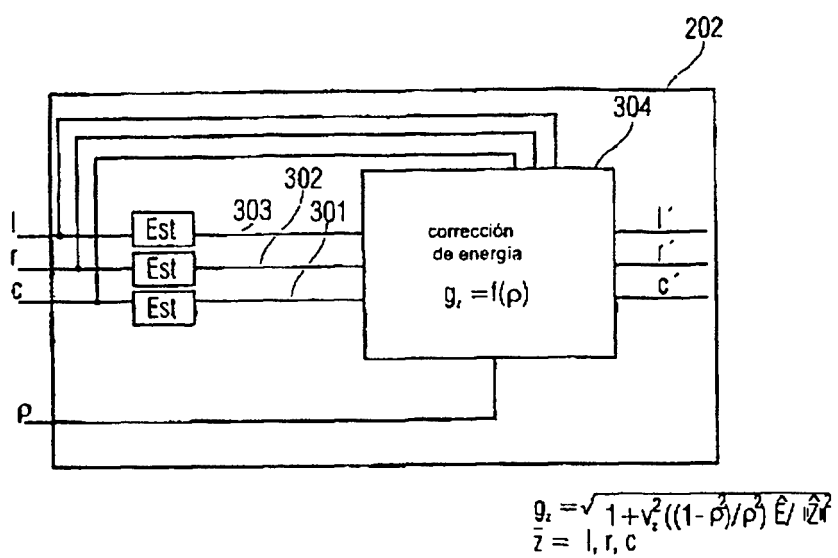


Fig. 3

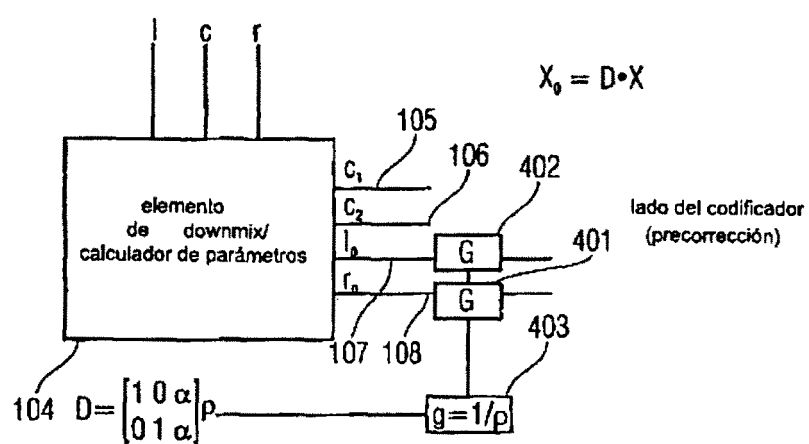


Fig. 4

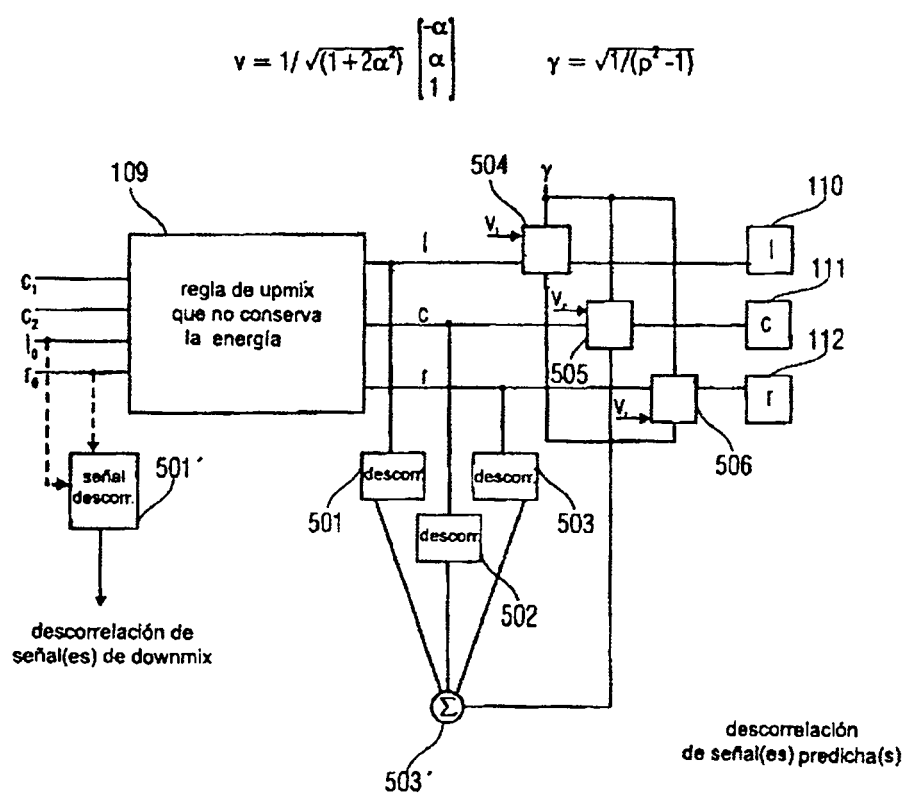


Fig. 5

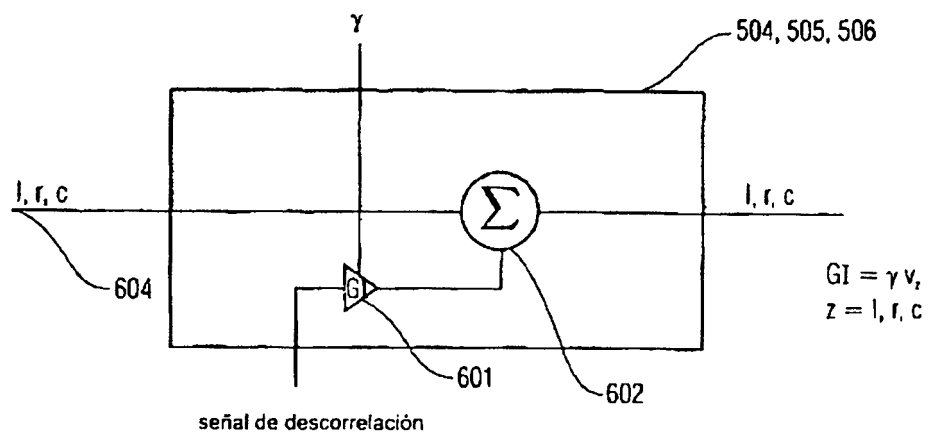


Fig. 6

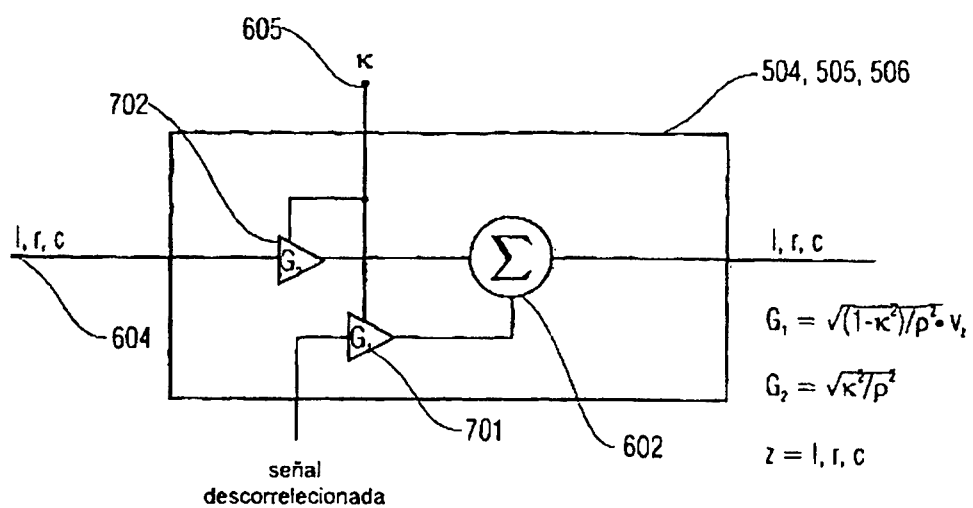


Fig. 7

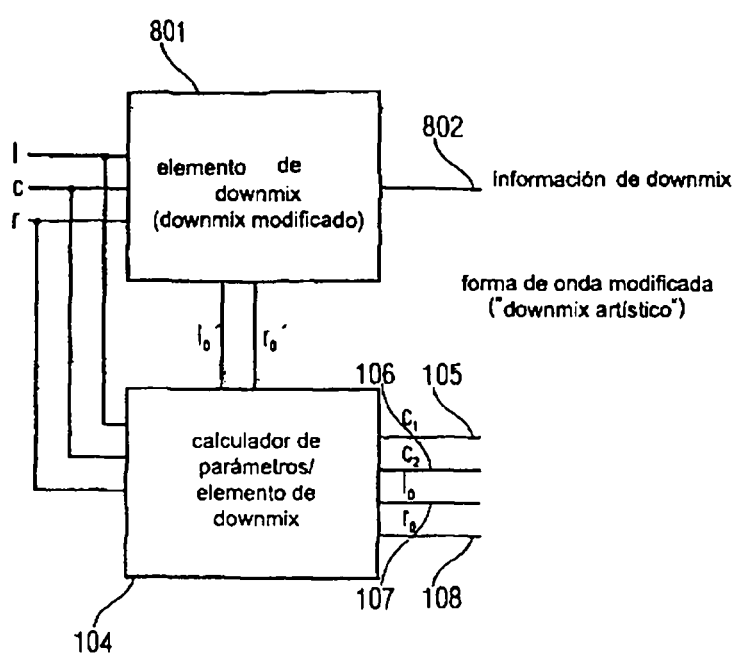


Fig. 8

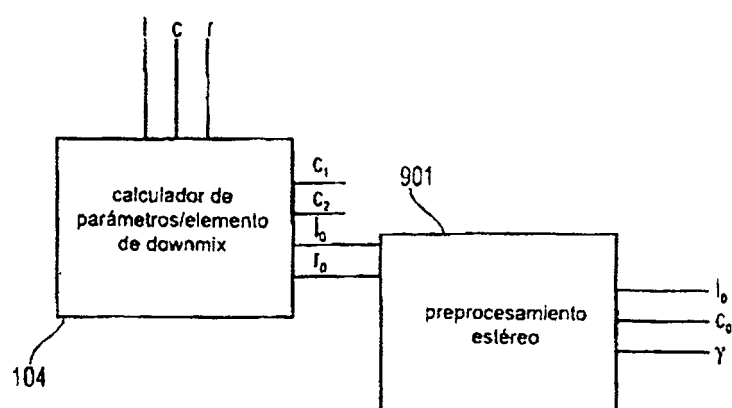


Fig. 9

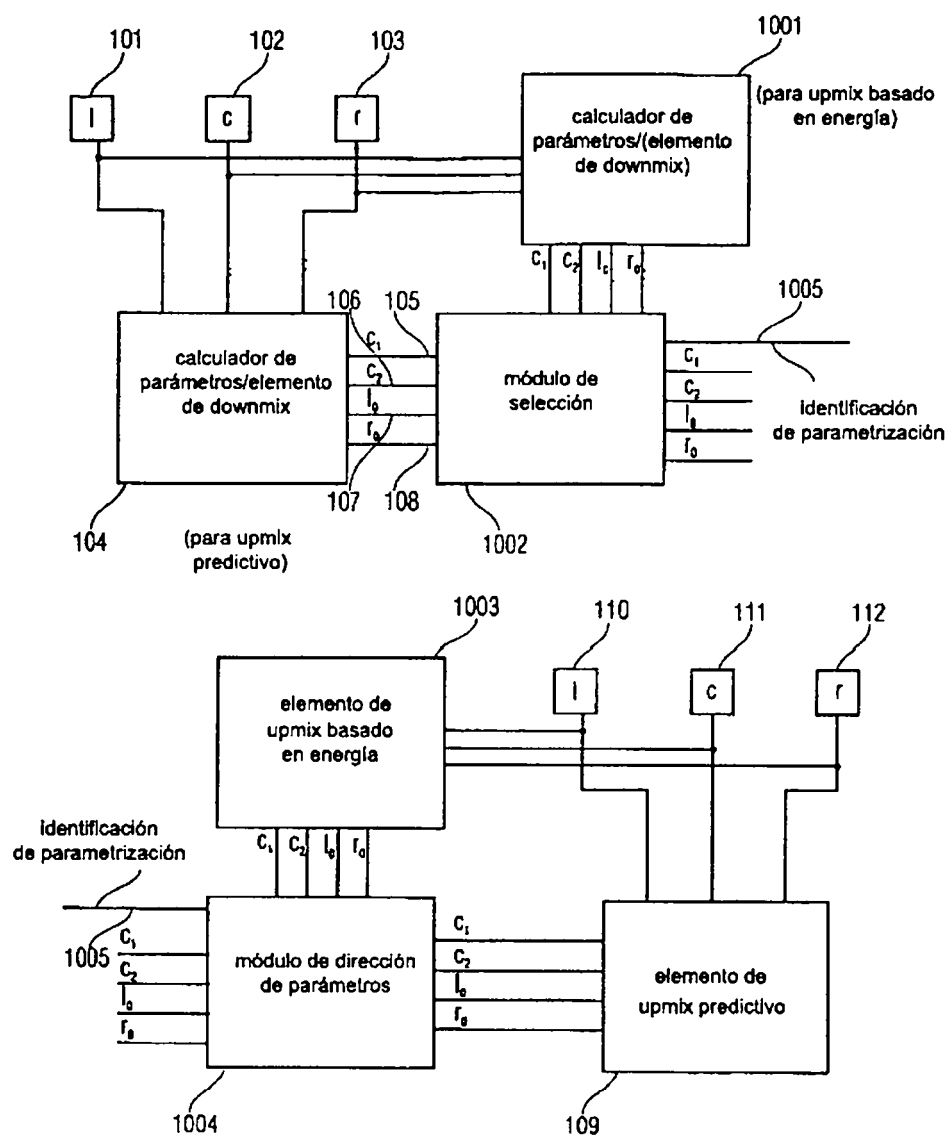


Fig. 10

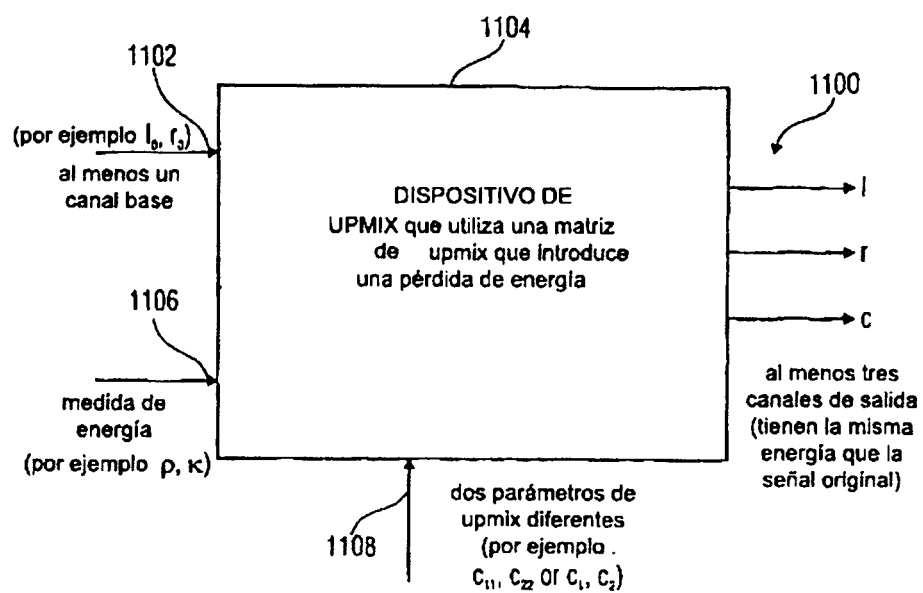


Fig. 11

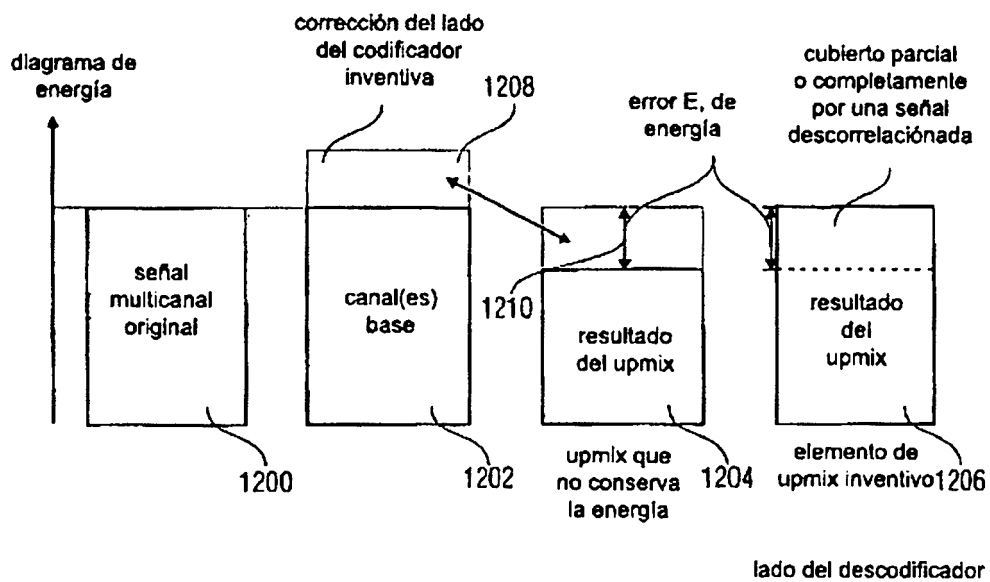


Fig. 12

Nº	método de compensación de energía
1	lado del descodificador/posterior a upmix (Fig. 2)
2	lado del codificador/posterior a downmix (Fig. 4)
3	lado del descodificador /antes de upmix
4	lado del codificador/antes de downmix
5	no ajuste a escala,pero adición de cantidad controlada de señal descorr. (Fig. 5)
6	ajustar a escala parcialmente, el resto de energía se llena con señal descorr.(Fig. 7)
8	señal descorr. se deriva a partir de canal (es) base (->Nºs 5,6)

Fig. 13

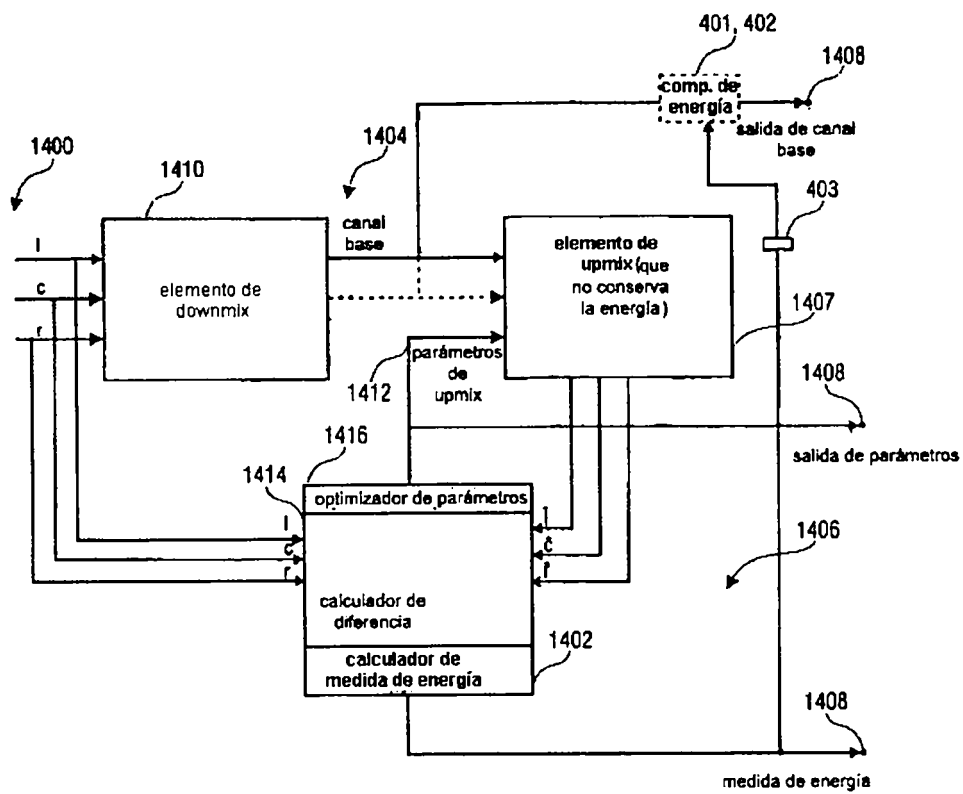


Fig. 14a

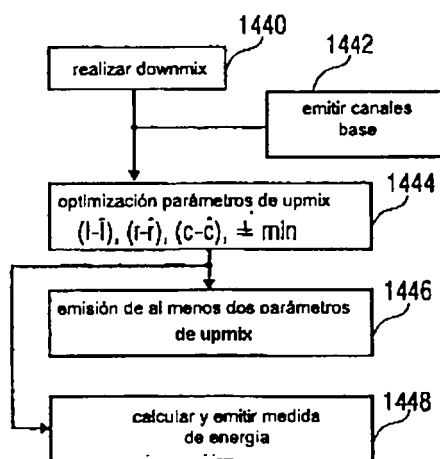


Fig. 14b

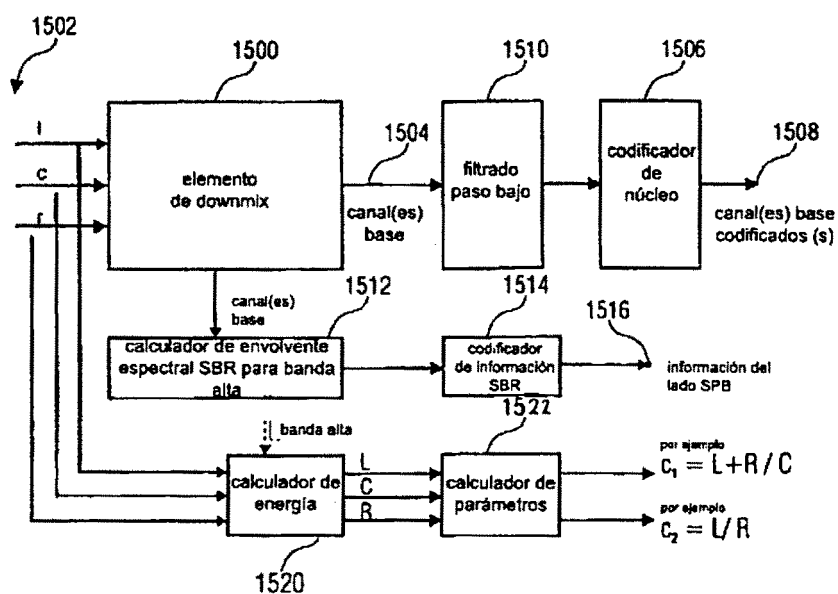


Fig. 15a

1005

ID	SUBBANDA	parámetros
P	1	Figura 14a predictivo
P	2	Figura 14a predictivo
.	.	.
.	.	.
.	.	.
P	i	Figura 14a predictivo
E	i+1	Figura 15a de tipo energía
.	.	.
.	.	.
.	.	.
E	N	Figura 15a de tipo energía

banda baja

banda alta

Fig. 15b

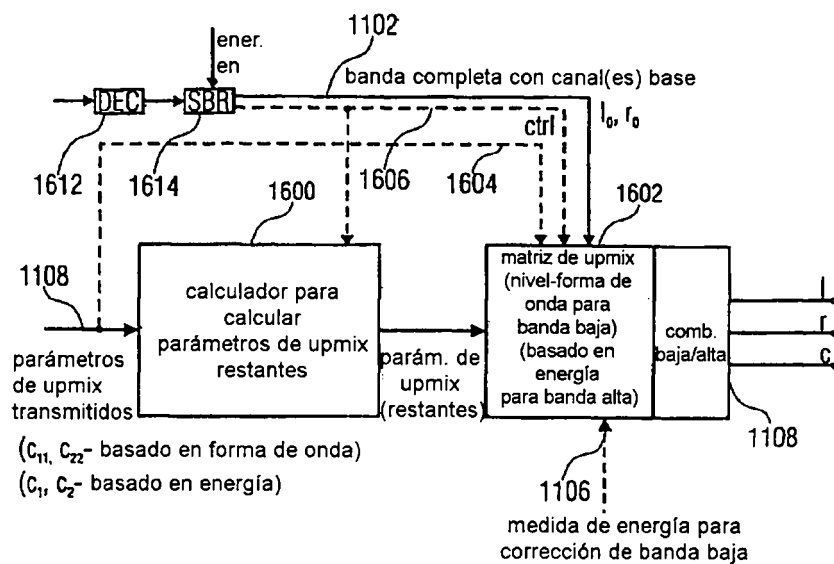


Fig. 16a

$$\underbrace{\begin{bmatrix} \alpha_1 & \alpha_2 & \alpha_3 \\ \beta_1 & \beta_2 & \beta_3 \end{bmatrix}}_D * \underbrace{\begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{12} & c_{22} \\ c_{31} & c_{32} \end{bmatrix}}_C = \underbrace{\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}}_I$$

D: seis variables (predeterminadas y conocidas para el descodificador)

C: - dos parámetros (por ejemplo c₁₁, c₂₂) transmitidos
- cuatro parámetros (por ejemplo c₁₂, c₂₁, c₃₁, c₃₂) calculados por el calculador en la figura 16a utilizando cuatro ecuaciones derivadas a partir de la ecuación de la matriz anterior

(basado en forma de onda)

Fig. 16b

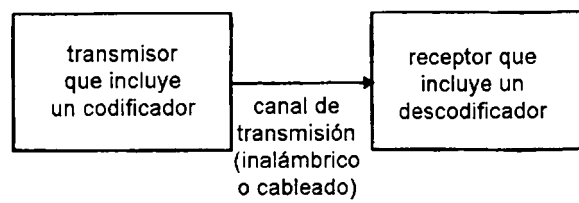


Fig. 17

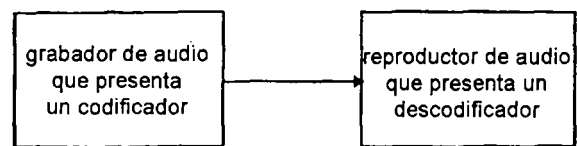


Fig. 18