

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 376 849**

51 Int. Cl.:
G10L 21/04 (2006.01)
G10L 19/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09776908 .7**
96 Fecha de presentación: **01.07.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2257944**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **08.12.2010**

54 Título: **Calculador de contorno de alineación de tiempo, codificador de señal de audio, representación de señal de audio codificada, métodos y programa informático**

30 Prioridad:
11.07.2008 US 79873 P
08.10.2008 US 103820 P

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.03.2012

73 Titular/es:
**Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e.V.**
Hansastraße 27c
80686 München, DE

72 Inventor/es:
BAYER, Stefan;
DISCH, Sascha;
GEIGER, Ralf;
FUCHS, Guillaume;
NEUENDORF, Max;
SCHULLER, Gerald y
EDLER, Bernd

74 Agente/Representante:
Arizti Acha, Monica

ES 2 376 849 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Calculador de contorno de alineación de tiempo, codificador de señal de audio, representación de señal de audio codificada, métodos y programa informático

Antecedentes de la invención

5 Realizaciones según la invención se refieren a un calculador de contorno de alineación de tiempo. Realizaciones adicionales según la invención se refieren a un codificador de señal de audio. Realizaciones adicionales según la invención se refieren a una representación de señal de audio codificada. Realizaciones adicionales según la invención se refieren a métodos para proporcionar una representación de señal de audio decodificada y para proporcionar una representación codificada de una señal de audio. Realizaciones aún adicionales según la invención se refieren a un programa informático.

10 Algunas realizaciones según la invención se refieren a métodos para un codificador de transformada MDCT alineado en el tiempo.

A continuación, se proporcionará una breve introducción al campo de la codificación de audio alineada en el tiempo, cuyos conceptos pueden aplicarse junto con algunas de las realizaciones de la invención.

15 En los últimos años, se han desarrollado técnicas para transformar una señal de audio en una representación en el dominio de la frecuencia, y para codificar de manera eficaz esta representación en el dominio de la frecuencia, por ejemplo teniendo en cuenta umbrales de enmascaramiento perceptivos. Este concepto de codificación de señal de audio es particularmente eficaz si la longitud de bloques, para la que se transmite un conjunto de coeficientes espectrales codificados, es larga, y si sólo un número comparativamente pequeño de coeficientes espectrales están muy por encima del umbral de enmascaramiento global mientras que un gran número de coeficientes espectrales están cerca o debajo del umbral de enmascaramiento global y por tanto pueden ignorarse (o codificarse con una longitud de código mínima).

20 Por ejemplo, transformadas superpuestas moduladas a base de coseno o a base de seno se usan a menudo en aplicaciones para codificación fuente debido a sus propiedades de compactación de energía. Es decir, para tonos armónicos con frecuencias fundamentales constantes (altura tonal), concentran la energía de señal a un número pequeño de componentes espectrales (subbandas), lo que lleva a una representación de señal eficaz.

25 Generalmente, debe entenderse que la altura tonal (fundamental) de una señal es la frecuencia dominante inferior que puede distinguirse del espectro de la señal. En el modelo de habla común, la altura tonal es la frecuencia de la señal de excitación modulada por la garganta humana. Si sólo estuviera presente una única frecuencia fundamental, el espectro sería extremadamente sencillo, comprendiendo sólo la frecuencia fundamental y los sobretonos. Tal espectro podría codificarse de manera altamente eficaz. Sin embargo, para señales con una altura tonal variable, la energía que corresponde con cada componente de armónico se expande sobre varios coeficientes de transformada, llevando así a una reducción de eficacia de codificación.

30 Con el fin de superar esta reducción de la eficacia de codificación, la señal de audio que va a codificarse se remuestrea de manera eficaz en una rejilla temporal no uniforme. En el procesamiento posterior, se procesan las posiciones de muestra obtenidas por el remuestreo no uniforme como si representaran valores en una rejilla temporal uniforme. Esta operación se indica comúnmente por la frase "alineamiento de tiempo". Los tiempos de muestra pueden escogerse de manera ventajosa dependiendo de la variación temporal de la altura tonal, de manera que una variación de altura tonal en la versión alineada en el tiempo de la señal de audio es menor que una variación de altura tonal en la versión original de la señal de audio (antes del alineamiento de tiempo). Después del alineamiento de tiempo de la señal de audio, la versión alineada en el tiempo de la señal de audio se convierte en el dominio de la frecuencia. El alineamiento de tiempo dependiente de la altura tonal tiene el efecto de que la representación en el dominio de la frecuencia de la señal de audio alineada en el tiempo normalmente se concentra en un número mucho menor de componentes espectrales que una representación en el dominio de la frecuencia de la señal de audio original (no alineada en el tiempo).

35 En el lado de decodificador, la representación en el dominio de la frecuencia de la señal de audio alineada en el tiempo se convierte de nuevo al dominio del tiempo, de manera que una representación en el dominio del tiempo de la señal de audio alineada en el tiempo está disponible en el lado de decodificador. Sin embargo, en la representación en el dominio del tiempo de la señal de audio alineada en el tiempo reconstruida de lado de decodificador, no se incluyen las variaciones de altura tonal originales de la señal de audio de entrada de lado de codificador. Por consiguiente, se aplica aún otro alineamiento de tiempo mediante remuestreo de la representación en el dominio del tiempo reconstruida de lado de decodificador de la señal de audio alineada en el tiempo. Con el fin de obtener una buena reconstrucción de la señal de audio de entrada de lado de codificador en el decodificador, puede desearse que el alineamiento de tiempo de lado de decodificador sea al menos aproximadamente la operación inversa con respecto al alineamiento de tiempo de lado de codificador. Con el fin de obtener un alineamiento de tiempo apropiado, puede ser deseable tener una información disponible en el decodificador que permite un ajuste del alineamiento de tiempo de lado de decodificador.

40 Tal como se requiere normalmente para transferir tal información desde el codificador de señal de audio hasta el decodificador de señal de audio, es deseable mantener una tasa de transmisión de bits requerida para esta pequeña

transmisión mientras que aún se permite una reconstrucción fiable de la información de alineación de tiempo requerida en el lado de decodificador.

En vista de lo comentado anteriormente, se desea tener un diseño que permita una reconstrucción eficaz de una información de alineación de tiempo basándose en una representación codificada de manera eficaz de la información de alineación de tiempo.

Sumario de la invención

Una realización según la invención crea un calculador de contorno de alineación de tiempo para su uso en un decodificador de señal de audio para proporcionar una representación de señal de audio decodificada basándose en una representación de señal de audio codificada. El calculador de contorno de alineación de tiempo está configurado para recibir una información de proporción de alineación codificada, para derivar una secuencia de valores de proporción de alineación a partir de la información de proporción de alineación codificada, y para obtener valores de nodo de contorno de alineación partiendo de un valor de inicio de contorno de alineación de tiempo. Las proporciones entre los valores de nodo de contorno de alineación de tiempo (es decir valores de nodos de contorno de alineación de tiempo distintos del nodo de inicio de contorno de alineación de tiempo) y el valor de inicio de contorno de alineación de tiempo asociado con un nodo de inicio de contorno de alineación de tiempo se determinan mediante los valores de proporción de alineación. El calculador de contorno de alineación de tiempo está configurado para calcular un valor de nodo de contorno de alineación de tiempo de un nodo de contorno de alineación de tiempo dado, que está separado del nodo de inicio de contorno de alineación de tiempo por un nodo de contorno de alineación de tiempo intermedio, basándose en una formación de producto que comprende una proporción entre el valor de nodo de contorno de alineación de tiempo del nodo de contorno de alineación de tiempo intermedio y el valor de inicio de contorno de alineación de tiempo y una proporción entre el valor de nodo de contorno de alineación de tiempo del nodo de contorno de alineación de tiempo dado y el valor de nodo de contorno de alineación de tiempo del nodo de contorno de alineación de tiempo intermedio como factores.

Esta realización de la invención se basa en la idea clave de que puede obtenerse una codificación eficaz de un contorno de alineación de tiempo si las proporciones entre valores de nodo de contorno de tiempo posteriores se codifican en forma de una información de proporción de alineación codificada. Se ha encontrado que un cambio relativo (es decir proporción) entre valores de nodo (de contorno de alineación de tiempo) de dos nodos de contorno de alineación de tiempo posteriores es una cantidad que puede codificarse en una forma eficiente en cuanto a bits sin degradar gravemente una reconstrucción del contorno de alineación de tiempo. Por ejemplo, se ha encontrado que proporciones entre valores de nodo de contorno de alineación de tiempo de nodos de contorno de alineación de tiempo posteriores normalmente cubren el mismo intervalo de valores independientemente del valor absoluto del contorno de alineación de tiempo, de manera que la codificación de los valores de proporción de alineación puede elegirse independiente de un valor absoluto actual del contorno de alineación de tiempo. Los valores de nodo de contorno de alineación de tiempo se calculan basándose en una formación de producto, de manera que un valor de nodo de contorno de alineación de tiempo de un nuevo nodo de contorno de alineación de tiempo se deriva de un valor de nodo de un nodo de contorno de alineación de tiempo anterior mediante una formación de producto (es decir multiplicación). De ese modo, se garantiza que una diferencia relativa entre valores de nodo de contorno de alineación de tiempo de nodos de contorno de alineación de tiempo posteriores está dentro de un intervalo de valores predeterminado, en el que el intervalo de valores predeterminado se determina mediante los valores de proporción de alineación codificada. Por consiguiente, se garantiza que el contorno de alineación de tiempo no comprende discontinuidades (etapas) indeseablemente grandes, lo que daría como resultado una distorsión audible.

Además, se ha encontrado que pueden evitarse operaciones de ajuste de la curva complicadas calculando valores de nodo de contorno de alineación de tiempo de nodos de contorno de alineación de tiempo posteriores usando una formación de producto. Por consiguiente, la complejidad del decodificador puede mantenerse comparativamente pequeña. En particular, varias operaciones matemáticas difíciles de implementar (por ejemplo, operaciones de división) pueden mantenerse suficientemente pequeñas.

Para resumir lo anterior, la realización descrita según la invención permite una reconstrucción eficaz y precisa del contorno de alineación de tiempo, aprovechando el hecho de que el cambio relativo del contorno de alineación de tiempo entre nodos de contorno de alineación de tiempo posteriores se limita normalmente a un pequeño intervalo de valores, que puede describirse con suficiente precisión por la información de proporción de alineación de tiempo codificada (también denominada brevemente información de proporción de alineación en el presente documento), aunque se usa un pequeño número de bits (por ejemplo 3 bits, o 4 bits) para la codificación de los valores de proporción de alineación. El cálculo de los valores de nodo de contorno de alineación de tiempo es computacionalmente eficaz y garantiza una continuidad psico-acústicamente suficiente del contorno de alineación de tiempo.

En una realización preferida, el calculador de contorno de alineación de tiempo está configurado para reiniciarse periódicamente a partir del valor de inicio de contorno de alineación de tiempo. Al realizar un reinicio periódico a partir del valor de inicio de contorno de alineación de tiempo, puede lograrse que el intervalo de valores del contorno de alineación de tiempo se limite a valores en un entorno del valor de inicio de contorno de alineación de tiempo. Por consiguiente, la complejidad requerida del calculador de contorno de alineación de tiempo puede mantenerse pequeña y puede controlarse muy bien, ya que la desviación de los valores de nodo de contorno de alineación de tiempo a partir

del valor de inicio de contorno de alineación de tiempo se limita por el intervalo de valores de los valores de proporción de alineación y el número de nodos de contorno de alineación de tiempo entre dos reinicios posteriores. Por tanto, un puede prevenirse de manera fiable un desbordamiento o subdesbordamiento numérico, aunque el calculador de contorno de alineación de tiempo comprenda una resolución numérica o intervalo numérico de valores relativamente pequeños (lo que permite una implementación sencilla).

En una realización preferida, el calculador de contorno de alineación de tiempo está configurado para mapear la información de proporción de alineación codificada a la secuencia de valores de proporción de alineación usando una regla de mapeo, en el que la regla de mapeo describe un mapeo de una pluralidad de índices de libro de códigos de proporción de alineación a correspondientes valores de proporción de alineación, y en el que la regla de mapeo se elige de manera que la regla de mapeo comprende una pluralidad de pares de valores de proporción de alineación recíprocos, de manera que un producto de dos valores de proporción de alineación de un par de valores de proporción de alineación recíprocos se encuentra entre 0,9997 y 1,0003. Una codificación de este tipo de los valores de proporción de alineación permite una representación precisa de contornos de alineación de tiempo que vuelve a un valor anterior. Se ha encontrado que en algunos casos es deseable que un contorno de alineación de tiempo desvíe de un valor inicial durante un tiempo (por ejemplo durante una pluralidad de nodos de contorno de alineación de tiempo) y entonces vuelva al valor inicial. Además, se ha encontrado que pueden producirse distorsiones audibles si el valor que alcanza finalmente el contorno de alineación de tiempo, se desvía del valor inicial. No obstante, al proporcionar pares de valores de proporción de alineación recíprocos, puede lograrse que un contorno de alineación de tiempo vuelva a su valor inicial con una precisión muy alta. Por consiguiente, se previenen posibles artefactos audibles, que pueden surgir de un desajuste entre un valor de nodo de contorno de alineación de tiempo inicial y un valor de nodo de contorno de alineación de tiempo al que vuelve el contorno de alineación de tiempo después de un tiempo.

En una realización preferida, el calculador de contorno de alineación de tiempo está configurado para mapear la información de proporción de alineación codificada a una secuencia de valores de proporción de alineación usando una regla de mapeo, en el que la regla de mapeo describe el mapeo de una pluralidad de índices de libro de códigos de proporción de alineación a correspondientes valores de proporción de alineación, en el que la regla de mapeo se elige de manera que los valores de proporción de alineación, a los que se mapean los índices de libro de códigos de proporción de alineación, están dentro de un intervalo de entre 0,97 y 1,03. Se ha encontrado que una elección de este tipo permite una descripción suficientemente precisa del contorno de alineación de tiempo mientras que se mantiene la tasa de transmisión de bits requerida para la codificación de la proporción de alineación suficientemente pequeña.

En una realización preferida, el calculador de contorno de alineación de tiempo está configurado para mapear la información de proporción de alineación codificada a una secuencia de valores de proporción de alineación usando una regla de mapeo, en el que la regla de mapeo describe el mapeo de una pluralidad de índices de libro de códigos de proporción de alineación a correspondientes valores de proporción de alineación, y en el que la regla de mapeo se elige asimétricamente, de manera que un intervalo de valores de proporción de alineación ascendentes es mayor que un intervalo de valores de proporción de alineación descendentes. Se ha encontrado que una elección de la regla de mapeo de este tipo se adapta bien a las características de habla humana y de piezas de música típicas. Por consiguiente, una elección asimétrica de la regla de mapeo permite un uso óptimo de la tasa de transmisión de bits disponible, que es un criterio muy importante en el campo de codificación de audio y decodificación de audio.

En una realización preferida, el calculador de contorno de alineación de tiempo está configurado para recibir una información secundaria que indica un contorno de alineación de tiempo no variable (por ejemplo plano) o un contorno de alineación de tiempo variable (por ejemplo no plano) para una trama dada de la representación de señal de audio codificada, y, dependiendo de la información secundaria que indica un contorno de alineación de tiempo no variable o un contorno de alineación de tiempo variable, para obtener los valores de nodo de contorno de alineación de tiempo para la trama dada basándose en la información de proporción de alineación codificada, o para ajustar los valores de nodo de contorno de alineación de tiempo para la trama dada al valor de inicio de contorno de alineación de tiempo. En esta realización, una transferencia de cualquier información de proporción de alineación de tiempo codificada al calculador de contorno de alineación de tiempo puede omitirse para tramas en las que la información secundaria indica la presencia de un contorno de alineación de tiempo no variable. Por consiguiente, las tramas de audio en las que el contorno de alineación de tiempo es no variable (o para las que no puede identificarse un contorno de alineación de tiempo variable), comprenden simplemente un indicador apropiado que indica este contorno de alineación de tiempo no variable (o la ausencia de un contorno de alineación de tiempo variable). Por el contrario, las tramas de audio en las que el contorno de alineación de tiempo es variable comprenden un indicador que indica que el contorno de alineación de tiempo no es no variable y, además, la información de proporción de alineación de tiempo codificada. Por tanto, aunque las tramas de audio que comprenden un contorno de alineación de tiempo variable comprenden un indicador adicional, por ejemplo un bit, además de la información de proporción de alineación de tiempo codificada, tramas de audio en las que el contorno de alineación de tiempo es no variable comprenden simplemente un indicador (por ejemplo un bit), pero no comprenden la información de proporción de alineación codificada. Como hay normalmente un porcentaje significativo de tramas en las que el contorno de alineación de tiempo es no variable (o no puede identificarse un contorno de alineación de tiempo variable), el número de bits requeridos para la descripción del contorno de alineación de tiempo se reduce normalmente en comparación con una solución en la que la información de proporción de alineación de tiempo codificada se transmite para cada trama de audio, aunque el recuento de bits de la información de contorno de alineación de tiempo es incluso aumentado (por ejemplo, por un bit) en las tramas en las que el contorno de alineación de tiempo es variable.

En una realización preferida, el calculador de contorno de alineación de tiempo está configurado para interpolar de manera lineal entre los valores de nodo de contorno de alineación de tiempo, para obtener los valores de contorno de alineación de tiempo de nuevas partes de contorno de alineación de tiempo. Al realizar una interpolación de este tipo, puede obtenerse una precisión aumentada de la reconstrucción del contorno de alineación de tiempo.

5 En una realización preferida, el calculador de contorno de alineación de tiempo está configurado para obtener de manera iterativa una secuencia de valores de nodo de contorno de alineación de tiempo, estando el calculador de contorno de alineación de tiempo configurado para obtener un valor de nodo de contorno de alineación de tiempo posterior a partir de un valor de nodo de contorno de alineación de tiempo actual multiplicando el valor de nodo de contorno de alineación de tiempo actual con un valor de proporción de alineación de tiempo correspondiente. De ese modo, puede hacerse un uso eficaz de los valores de proporción de alineación de tiempo. En particular, puede obtenerse un valor de nodo de contorno de alineación de tiempo a partir de un valor de nodo de contorno de alineación de tiempo anterior en una operación de una única etapa.

15 Otra realización según la invención crea un codificador de señal de audio para proporcionar una representación codificada de una señal de audio. El codificador de señal de audio comprende un codificador de contorno de alineación de tiempo configurado para recibir una información de contorno de alineación de tiempo asociada con la señal de audio, para calcular una proporción entre valores de nodo posteriores del contorno de alineación de tiempo, y para codificar la proporción entre valores de nodo posteriores del contorno de alineación de tiempo. El codificador de señal de audio comprende además un codificador de señal de alineamiento de tiempo configurado para obtener una representación codificada de un espectro de la señal de audio, teniendo en cuenta una alineación de tiempo descrita por la información de contorno de alineación de tiempo. La representación de audio codificada de la señal de audio comprende la proporción codificada (entre valores de nodo posteriores del contorno de alineación de tiempo) y la representación codificada del espectro de la señal de audio. El codificador de señal de audio según esta realización proporciona una representación codificada de la señal de audio, que es muy adecuada para el cálculo en el lado del codificador de un contorno de alineación de tiempo, que se ha descrito anteriormente. Por ejemplo, normalmente es posible codificar la proporción entre valores de nodo posteriores del contorno de alineación de tiempo con buena precisión usando un pequeño número de bits. Tal como se trató anteriormente, la proporción entre valores de nodo posteriores del contorno de alineación de tiempo está normalmente dentro del mismo intervalo de valores, tanto para valores absolutos pequeños del contorno de alineación de tiempo como para valores absolutos grandes del contorno de alineación de tiempo. Además, el cálculo de una proporción entre valores de nodo posteriores del contorno de alineación de tiempo puede realizarse con complejidad computacional muy baja, facilitando así el diseño del codificador de señal de audio.

35 En una realización preferida, el codificador de contorno de alineación de tiempo está configurado para comprobar si un contorno de alineación de tiempo variable está disponible para una trama dada de la señal de audio, y para ajustar un indicador dentro de la representación codificada de la señal de audio para indicar la ausencia de un contorno de alineación de tiempo variable si no está disponible un contorno de alineación de tiempo variable para la trama dada de la señal de audio. Por ejemplo, en este caso puede desactivarse (o reajustarse) un indicador que indica la presencia de un contorno de alineación de tiempo variable. El codificador de contorno de alineación de tiempo también está configurado para omitir la inclusión de los valores de proporción codificados en la representación codificada de la señal de audio si un contorno de alineación de tiempo variable no está disponible para la trama dada de la señal de audio. De ese modo, se minimiza una tasa de transmisión de bits para las señales de audio que tienen un número significativo de tramas para las que no está disponible un contorno de alineación de tiempo variable. Debe observarse en este caso que normalmente no está disponible un contorno de alineación de tiempo variable para las señales de audio, en las que existe un contorno de alineación de tiempo no variable, y también para señales de audio para las que fracasa la extracción de un contorno de alineación de tiempo (o no conlleva un resultado significativo). Tal como ya se trató anteriormente, el uso de un indicador que indica la presencia o ausencia de un contorno de alineación de tiempo variable, permite una reducción de la tasa de transmisión de bits requerida para la codificación del contorno de alineación de tiempo para señales de audio típicas.

50 Otra realización según la invención crea una representación de señal de audio codificada que representa una señal de audio. La representación de señal de audio codificada comprende una representación en el dominio de la frecuencia codificada que representa uno o más canales de audio remuestrados de alineación de tiempo, remuestrados según una alineación de tiempo. La representación de señal de audio codificada también comprende una representación codificada de un contorno de alineación de tiempo que representa la alineación de tiempo, en la que la representación codificada del contorno de alineación de tiempo comprende una pluralidad de valores de proporción de alineación de tiempo codificados. Los valores de proporción de alineación de tiempo representan proporciones entre valores de nodo posteriores del contorno de alineación de tiempo. Una representación de señal de audio codificada de este tipo lleva la información de alineación de tiempo de una manera particularmente eficaz y permite el uso del calculador de contorno de alineación de tiempo eficaz descrito anteriormente.

En una realización preferida, la representación de señal de audio codificada comprende, en una base por trama de audio, un indicador que indica la presencia de una representación codificada de un contorno de alineación de tiempo para la trama respectiva.

60 Otra realización según la invención comprende un método para proporcionar una representación de señal de audio decodificada basándose en una representación de señal de audio codificada. El método comprende recibir una

5 información de proporción de alineación codificada, derivar una secuencia de valores de proporción de alineación a partir de la información de proporción de alineación codificada y obtener una pluralidad de valores de nodo de contorno de alineación partiendo de un valor de inicio de contorno de alineación. Las proporciones entre valores de nodo de contorno de alineación de tiempo (de nodos de contorno de alineación de tiempo distintos del nodo de inicio de contorno de alineación de tiempo) y el valor de inicio de contorno de alineación de tiempo asociado con el nodo de inicio de contorno de alineación de tiempo se determinan mediante los valores de proporción de alineación de tiempo. El valor de nodo de contorno de alineación de tiempo de un nodo de contorno de alineación de tiempo dado, que está separado del nodo de inicio de contorno de alineación de tiempo por un nodo de contorno de alineación de tiempo intermedio, se calcula basándose en una formación de producto, que comprende una proporción entre el valor de nodo de contorno de alineación de tiempo del nodo de contorno de alineación de tiempo intermedio y el valor de inicio de contorno de alineación de tiempo y una proporción entre el valor de nodo de contorno de alineación de tiempo del nodo de contorno de alineación de tiempo dado y el valor de nodo de contorno de alineación de tiempo del nodo de contorno de alineación de tiempo intermedio como factores. Este método comprende las mismas ventajas que el calculador de contorno de alineación de tiempo tratado anteriormente y puede complementarse por las mismas características y funcionalidades que el calculador de contorno de alineación de tiempo descrito en el presente documento.

20 Una realización de la invención crea un método para proporcionar una representación codificada de una señal de audio. El método comprende recibir una información de contorno de alineación de tiempo asociada con la señal de audio, calcular una proporción entre valores de nodo posteriores del contorno de alineación de tiempo y codificar la razón entre valores de nodo posteriores del contorno de alineación de tiempo. El método también comprende obtener una representación codificada de un espectro de la señal de audio, teniendo en cuenta una alineación de tiempo descrita por la información de alineación de tiempo. La representación codificada de la señal de audio comprende la proporción codificada y la representación codificada del espectro. Este método comprende las mismas ventajas que el decodificador de señal de audio mencionado anteriormente, y puede complementarse por cualquiera de las características y funcionalidades descritas en el presente documento con respecto al codificador de señal de audio.

25 Otra realización según la invención crea un programa informático para realizar los métodos tratados en el presente documento.

Otra realización según la invención crea un decodificador de señal de audio que comprende el calculador de contorno de alineación de tiempo mencionado anteriormente. El decodificador de señal de audio puede complementarse por cualquiera de las características y funcionalidades descritas en el presente documento.

30 Breve descripción de las figuras.

Posteriormente se describirán realizaciones según la invención haciendo referencia a las figuras adjuntas, en las que:

la figura 1 muestra un diagrama de bloques esquemático de un codificador de audio de alineación de tiempo;

la figura 2 muestra un diagrama de bloques esquemático de un decodificador de audio de alineación de tiempo;

35 la figura 3 muestra un diagrama de bloques esquemático de un decodificador de señal de audio, según una realización de la invención;

la figura 4 muestra un diagrama de flujo de un método para proporcionar una representación de señal de audio decodificada, según una realización de la invención;

la figura 5 muestra un extracto detallado de un diagrama de bloques esquemático de un decodificador de señal de audio según una realización de la invención;

40 la figura 6 muestra un extracto detallado de un diagrama de flujo de un método para proporcionar una representación de señal de audio decodificada según una realización de la invención;

las figuras 7a, 7b muestran una representación gráfica de una reconstrucción de un contorno de alineación de tiempo, según una realización de la invención;

45 la figura 8 muestra otra representación gráfica de una reconstrucción de un contorno de alineación de tiempo, según una realización de la invención;

las figuras 9a y 9b muestran algoritmos para el cálculo del contorno de alineación de tiempo;

la figura 9c muestra una tabla de un mapeo desde un índice de proporción de alineación de tiempo hasta un valor de proporción de alineación de tiempo;

50 las figuras 10a y 10b muestran representaciones de algoritmos para el cálculo de un contorno de tiempo, una posición de muestra, una longitud de transición, una "primera posición" y una "última posición";

la figura 10c muestra una representación de algoritmos para un cálculo de forma de ventana;

las figuras 10d y 10e muestran una representación de algoritmos para una aplicación de una ventana;

la figura 10f muestra una representación de algoritmos para un remuestreo variable en el tiempo;

la figura 10g muestra una representación gráfica de algoritmos para un procesamiento de trama tras alineamiento de tiempo y para un solapamiento y adición;

5 las figuras 11a y 11b muestran una leyenda;

la figura 12 muestra una representación gráfica de un contorno de tiempo, que puede extraerse desde un contorno de alineación de tiempo;

la figura 13 muestra un diagrama de bloques esquemático detallado de un aparato para proporcionar un contorno de alineación, según una realización de la invención;

10 la figura 14 muestra un diagrama de bloques esquemático de un decodificador de señal de audio, según otra realización de la invención;

la figura 15 muestra un diagrama de bloques esquemático de otro calculador de contorno de alineación de tiempo según una realización de la invención;

15 las figuras 16a, 16b muestran una representación gráfica de un cálculo de valores de nodo de alineación de tiempo, según una realización de la invención;

la figura 17 muestra un diagrama de bloques esquemático de otro codificador de señal de audio, según una realización de la invención;

la figura 18 muestra un diagrama de bloques esquemático de otro decodificador de señal de audio, según una realización de la invención; y

20 las figuras 19a-19f muestran representaciones de elementos de sintaxis de un flujo de audio, según una realización de la invención.

Descripción detallada de las realizaciones

1. Codificador de audio de alineación de tiempo según la figura 1

25 Como la presente invención se refiere a la codificación de audio de alineación de tiempo y la decodificación de audio de alineación de tiempo, se proporcionará un breve resumen de un prototipo de codificador de audio de alineación de tiempo y un decodificador de audio de alineación de tiempo, en el que puede aplicarse la presente invención.

30 La figura 1 muestra un diagrama de bloques esquemático de un codificador de audio de alineación de tiempo, en el que pueden integrarse algunos aspectos y realizaciones de la invención. El codificador 100 de señal de audio de la figura 1 se configura para recibir una señal 110 de audio de entrada y para proporcionar una representación codificada de la señal 110 de audio de entrada en una secuencia de tramas. El codificador 100 de audio comprende un muestreador 104, que está adaptado para muestrear la señal 110 de audio (señal de entrada) para derivar bloques 105 de señal (representaciones muestreadas) usados como base para una transformada en el dominio de la frecuencia. El codificador 100 de audio comprende además un calculador 106 de ventana de transformada, adaptado para derivar ventanas de ajuste a escala para las representaciones 105 muestreadas emitidas desde el muestreador 104. Éstas se introducen en un formador 108 de ventanas que está adaptado para aplicar las ventanas de ajuste a escala a las representaciones 105 muestreadas derivadas por el muestreador 104. En algunas realizaciones, el codificador 100 de audio puede comprender adicionalmente un transformador 108a en el dominio de la frecuencia, con el fin de derivar una representación en el dominio de la frecuencia (por ejemplo en forma de coeficientes de transformada) de las representaciones 105 muestreadas y ajustadas a escala. Las representaciones en el dominio de la frecuencia pueden procesarse o transmitirse adicionalmente como representación codificada de la señal 110 de audio.

40 El codificador 100 de audio además usa un contorno 112 de altura tonal de la señal 110 de audio, que puede proporcionarse al codificador 100 de audio o que puede derivarse por el codificador 100 de audio. Por tanto, el codificador 100 de audio puede comprender opcionalmente un estimador de altura tonal para derivar el contorno 112 de altura tonal. El muestreador 104 puede operar en una representación continua de la señal 110 de audio de entrada. Alternativamente, el muestreador 104 puede operar en una representación ya muestreada de la señal 110 de audio de entrada. En este último caso, el muestreador 104 puede remuestrear la señal 110 de audio. El muestreador 104 por ejemplo puede estar adaptado para bloques de audio de solapamiento vecinos de alineación de tiempo de manera que la parte de solapamiento tiene una altura tonal constante o variación de altura tonal reducida dentro de cada uno de los bloques de entrada después del muestreo.

50 El calculador 106 de ventana de transformada deriva las ventanas de ajuste a escala para los bloques de audio dependiendo del alineamiento de tiempo realizado por el muestreador 104. Con este fin, puede estar presente un bloque

114 de ajuste de tasa de muestreo opcional con el fin de definir una regla de alineamiento de tiempo usada por el muestreador, que entonces también se proporciona al calculador 106 de ventana de transformada.

5 En una realización alternativa el bloque 114 de ajuste de tasa de muestreo puede omitirse y el contorno 112 de altura tonal puede proporcionarse directamente al calculador 106 de ventana de transformada, que puede realizar por sí mismo los cálculos apropiados. Además, el muestreador 104 puede comunicar el muestreo aplicado al calculador 106 de ventana de transformada con el fin de permitir el cálculo de ventanas de ajuste a escala apropiadas.

El alineamiento de tiempo se realiza de manera que un contorno de altura tonal de bloques de audio muestreados alineados en el tiempo y muestreados por el muestreador 104 es más constante que el contorno de altura tonal de la señal 110 de audio original dentro del bloque de entrada.

10 2. Decodificador de audio de alineación de tiempo según la figura 2

La figura 2 muestra un diagrama de bloques esquemático de un decodificador 200 de audio de alineación de tiempo para procesar una primera representación alineada en el tiempo y muestreada, o simplemente alineada en el tiempo, de una primera y segunda trama de una señal de audio que tiene una secuencia de tramas en la que la segunda trama sigue a la primera trama y para un procesamiento adicional de una segunda representación alineada en el tiempo de la segunda trama y de una tercera trama que sigue a la segunda trama en la secuencia de tramas. El decodificador 200 de audio comprende un calculador 210 de ventana de transformada adaptado para derivar una primera ventana de ajuste a escala para la primera representación 211a alineada en el tiempo usando información sobre un contorno 212 de altura tonal de la primera y de la segunda trama y para derivar una segunda ventana de ajuste a escala para la segunda representación 211b alineada en el tiempo usando información sobre un contorno de altura tonal de la segunda y de la tercera trama, en los que las ventanas de ajuste a escala pueden tener números idénticos de muestras y en los que el primer número de muestras usadas para hacer desaparecer la primera ventana de ajuste a escala puede diferir de un segundo número de muestras usadas para hacer aparecer la segunda ventana de ajuste a escala. El decodificador 200 de audio comprende además un formador 216 de ventanas adaptado para aplicar la primera ventana de ajuste a escala a la primera representación de alineación de tiempo y para aplicar la segunda ventana de ajuste a escala a la segunda representación alineada en el tiempo. El decodificador 200 de audio comprende además un remuestreador 218 adaptado para alinear en el tiempo inversamente la primera representación alineada en el tiempo ajustada a escala para derivar una primera representación muestreada usando la información sobre el contorno de altura tonal de la primera y de la segunda trama y para alinear en el tiempo inversamente la segunda representación ajustada a escala para derivar una segunda representación muestreada usando la información sobre el contorno de altura tonal de la segunda y de la tercera trama de manera que una parte de la primera representación muestreada correspondiente a la segunda trama comprende un contorno de altura tonal que es igual, dentro de un intervalo de tolerancia predeterminado, a un contorno de altura tonal de la parte de la segunda representación muestreada correspondiente a la segunda trama. Con el fin de derivar la ventana de ajuste a escala, el calculador 210 de ventana de transformada puede o bien recibir el contorno 212 de altura tonal directamente o bien recibir información sobre el alineamiento de tiempo desde un ajustador 220 de tasa de muestra opcional, que recibe el contorno 212 de altura tonal y que deriva una estrategia de alineamiento de tiempo inversa de tal manera que las posiciones de muestra en una escala de tiempo lineal para las muestras de las regiones de solapamiento son idénticas o casi idénticas y están separadas regularmente, de manera que la altura tonal se vuelve la misma en las zonas de solapamiento, y opcionalmente las diferentes longitudes de atenuación de partes de ventana de solapamiento antes del alineamiento de tiempo inverso se vuelven la misma longitud después del alineamiento de tiempo inverso.

El decodificador 200 de audio comprende además un sumador 230 opcional, que está adaptado para añadir la parte de la primera representación muestreada correspondiente a la segunda trama y la parte de la segunda representación muestreada correspondiente a la segunda trama para derivar una representación reconstruida de la segunda trama de la señal de audio como una señal 242 de salida. La primera representación alineada en el tiempo y la segunda representación alineada en el tiempo pueden proporcionarse, en una realización, como una entrada al decodificador 200 de audio. En una realización adicional, el decodificador 200 de audio puede comprender, opcionalmente, un transformador 240 en el dominio de la frecuencia inverso, que puede derivar las representaciones alineadas en el tiempo primera y segunda a partir de representaciones en el dominio de la frecuencia de las representaciones alineadas en el tiempo primera y segunda previstas en la entrada del transformador 240 en el dominio de la frecuencia inverso.

50 3. Decodificador de señal de audio de alineación de tiempo según la figura 3

A continuación, se describirá un decodificador de señal de audio simplificado. La figura 3 muestra un diagrama de bloques esquemático de este decodificador 300 de señal de audio simplificado. El decodificador 300 de señal de audio se configura para recibir la representación 310 de señal de audio codificada, y para proporcionar, basándose en la misma, una representación 312 de señal de audio decodificada, en el que la representación 310 de señal de audio codificada comprende una información de evolución de contorno de alineación de tiempo. El decodificador 300 de señal de audio comprende un calculador 320 de contorno de alineación de tiempo configurado para generar datos 322 de contorno de alineación de tiempo basándose en la información de evolución de contorno de alineación de tiempo, información de evolución de contorno de alineación de tiempo que describe una evolución temporal del contorno de alineación de tiempo, e información de evolución de contorno de alineación de tiempo que comprende la representación 310 de señal de audio codificada. Cuando se derivan los datos 322 de contorno de alineación de tiempo de la

información 312 de evolución de contorno de alineación de tiempo, el calculador 320 de contorno de alineación de tiempo reinicia de manera repetida desde un valor de inicio de contorno de alineación de tiempo predeterminado, tal como se describirá en detalle a continuación. El reinicio puede tener la consecuencia de que el contorno de alineación de tiempo comprende discontinuidades (cambios por etapas que son mayores que las etapas codificadas por la información 312 de evolución de contorno de alineación de tiempo). El decodificador 300 de señal de audio comprende además un reajustador 330 a escala de datos de contorno de alineación de tiempo que se configura para reajustar a escala al menos una parte de los datos 322 de contorno de alineación de tiempo, de manera que una discontinuidad al reinicio del cálculo de contorno de alineación de tiempo se evita, se reduce o se elimina en una versión 332 reajustada a escala del contorno de alineación de tiempo.

El decodificador 300 de señal de audio también comprende un decodificador 340 de alineación configurado para proporcionar una representación 312 de señal de audio decodificada basándose en la representación 310 de señal de audio codificada y usando la versión 332 reajustada a escala del contorno de alineación de tiempo.

Para poner el decodificador 300 de señal de audio en el contexto de decodificación de audio de alineación de tiempo, debe observarse que la representación 310 de señal de audio codificada puede comprender una representación codificada de los coeficientes 211 de transformada y también una representación codificada del contorno 212 de altura tonal (también denominado contorno de alineación de tiempo). El calculador 320 de contorno de alineación de tiempo y el reajustador 330 a escala de datos de contorno de alineación de tiempo pueden configurarse para proporcionar una representación reconstruida del contorno 212 de altura tonal en la forma de la versión 332 reajustada a escala del contorno de alineación de tiempo. El decodificador 340 de alineación puede, por ejemplo, asumir la funcionalidad de la formación 216 de ventana, el remuestreo 218, el ajuste 220 de tasa de muestra y el ajuste 210 de forma de ventana. Además, el decodificador 340 de alineación puede comprender, por ejemplo, opcionalmente, la funcionalidad de la transformada 240 inversa y del solapamiento/adición 230, de manera que la representación 312 de señal de audio decodificada puede ser equivalente a la señal 232 de audio de salida del decodificador 200 de audio de alineación de tiempo.

Aplicando el reajuste a escala a los datos 322 de contorno de alineación de tiempo, puede obtenerse una versión 332 reajustada a escala continua (o al menos aproximadamente continua) del contorno de alineación de tiempo, garantizando así que se evita un desbordamiento o subdesbordamiento numérico incluso cuando se usa una información de evolución de contorno de alineación de tiempo de variación relativa eficaz para codificar.

4. Método para proporcionar una representación de señal de audio decodificada según la figura 4.

La figura 4 muestra un diagrama de flujo de un método para proporcionar una representación de señal de audio decodificada basándose en una representación de señal de audio codificada que comprende una información de evolución de contorno de alineación de tiempo, que puede realizarse por el aparato 300 según la figura 3. El método 400 comprende una primera etapa 410 de generación de los datos de contorno de alineación de tiempo, reiniciando de manera repetida desde un valor de inicio de contorno de alineación de tiempo predeterminado, basándose en una información de evolución de contorno de alineación de tiempo que describe una evolución temporal del contorno de alineación de tiempo.

El método 400 comprende además una etapa 420 de reajuste a escala al menos una parte de los datos de control de alineación de tiempo, de manera que una discontinuidad en uno de los reinicios se evita, se reduce o se elimina en una versión reajustada a escala del contorno de alineación de tiempo.

El método 400 comprende además una etapa 430 de proporcionar una representación de señal de audio decodificada basándose en la representación de señal de audio codificada usando la versión reajustada a escala del contorno de alineación de tiempo.

5. Descripción detallada de una realización según la invención haciendo referencia a las figuras 5-9.

A continuación, se describirá en detalle una realización según la invención haciendo referencia a las figuras 5-9.

La figura 5 muestra un diagrama de bloques esquemático de un aparato 500 para proporcionar una información 512 de control de alineación de tiempo basándose en una información 510 de evolución de contorno de alineación de tiempo. El aparato 500 comprende unos medios 520 para proporcionar una información 522 de contorno de alineación de tiempo reconstruida basándose en la información 510 de evolución de contorno de alineación de tiempo, y un calculador 530 de información de control de alineación de tiempo para proporcionar la información 512 de control de alineación de tiempo basándose en la información 522 de contorno de alineación de tiempo reconstruida.

Medios 520 para proporcionar la información de contorno de alineación de tiempo reconstruida

A continuación, se describirá la estructura y la funcionalidad de los medios 520. Los medios 520 comprenden un calculador 540 de contorno de alineación de tiempo, que se configura para recibir la información 510 de evolución de contorno de alineación de tiempo y para proporcionar, basándose en la misma, una nueva información 542 de parte de contorno de alineación. Por ejemplo, un conjunto de información de evolución de contorno de alineación de tiempo puede transmitirse al aparato 500 para cada trama de la señal de audio que va a reconstruirse. No obstante, el conjunto

de información 510 de evolución de contorno de alineación de tiempo asociada con una trama de la señal de audio que va a reconstruirse puede usarse para la reconstrucción de una pluralidad de tramas de la señal de audio. De manera similar, una pluralidad de conjuntos de información de evolución de contorno de alineación de tiempo pueden usarse para la reconstrucción del contenido de audio de una única trama de la señal de audio, tal como se comentará en detalle a continuación. Como conclusión, puede indicarse que en algunas realizaciones, la información 510 de evolución de contorno de alineación de tiempo puede actualizarse en la misma tasa que los conjuntos de coeficiente de dominio de transformada de la señal de audio que va a reconstruirse o actualizarse (una parte de contorno de alineación de tiempo por trama de la señal de audio).

El calculador 540 de contorno de alineación de tiempo comprende un calculador 544 de valor de nodo de alineación, que se configura para calcular una pluralidad (o secuencia temporal) de valores de nodo de contorno de alineación basándose en una pluralidad (o secuencia temporal) de valores de proporción de contorno de alineación de tiempo (o índices de proporción de alineación de tiempo), en el que los valores de proporción de alineación de tiempo (o índices) comprenden la información 510 de evolución de contorno de alineación de tiempo. Para este propósito, el calculador 544 de valor de nodo de alineación se configura para iniciar la provisión de los valores de nodo de contorno de alineación de tiempo en un valor de inicio predeterminado (por ejemplo 1) y para calcular valores de nodo de contorno de alineación de tiempo posteriores usando los valores de proporción de contorno de alineación de tiempo, tal como se comentará más adelante.

Además, el calculador 540 de contorno de alineación de tiempo opcionalmente comprende un interpolador 548 que se configura para interpolar entre valores de nodo de contorno de alineación de tiempo posteriores. Por consiguiente, se obtiene la descripción 542 de la nueva parte de contorno de alineación de tiempo, en la que la nueva parte de contorno de alineación de tiempo comienza normalmente desde el valor de inicio predeterminado usado por el calculador 524 de valor de nodo de alineación. Además, los medios 520 se configuran para considerar partes de contorno de alineación de tiempo adicionales, concretamente una denominada "última parte de contorno de alineación de tiempo" y una denominada "parte de contorno de alineación de tiempo actual" para la provisión de una sección de contorno de alineación de tiempo completa. Para este propósito, los medios 520 se configuran para almacenar la denominada "última parte de contorno de alineación de tiempo" y la denominada "parte de contorno de alineación de tiempo actual" en una memoria no mostrada en la figura 5.

Sin embargo, los medios 520 también comprenden un reajustador 550 a escala, que se configura para reajustar a escala la "última parte de contorno de alineación de tiempo" y la "parte de contorno de alineación de tiempo actual" para evitar (o reducir o eliminar) cualquier discontinuidad en la sección de contorno de alineación de tiempo completa, que se basa en la "última parte de contorno de alineación de tiempo", la "parte de contorno de alineación de tiempo actual" y la "nueva parte de contorno de alineación de tiempo". Para este propósito, el reajustador 550 a escala se configura para recibir la descripción almacenada de la "última parte de contorno de alineación de tiempo" y de la "parte de contorno de alineación de tiempo actual" y para reajustar a escala conjuntamente la "última parte de contorno de alineación de tiempo" y la "parte de contorno de alineación de tiempo actual", para obtener versiones reajustadas a escala de la "última parte de contorno de alineación de tiempo" y la "parte de contorno de alineación de tiempo actual". A continuación se comentarán detalles con respecto al reajuste a escala realizado por el reajustador 550 a escala, haciendo referencia a las figuras 7a, 7b y 8.

Además, el reajustador 550 a escala también puede configurarse para recibir, por ejemplo desde una memoria no mostrada en la figura 5, un valor de suma asociado con la "última parte de contorno de alineación de tiempo" y otro valor de suma asociado con la "parte de contorno de alineación de tiempo actual". Estos valores de suma se designan algunas veces con "last_warp_sum" y "cur_warp_sum", respectivamente. El reajustador 550 a escala se configura para reajustar a escala los valores de suma asociados con las partes de contorno de alineación de tiempo usando el mismo factor de reajuste a escala con el que se reajustan a escala las partes de contorno de alineación de tiempo correspondientes. Por consiguiente, se obtienen valores de suma reajustados a escala.

En algunos casos, los medios 520 pueden comprender un actualizador 560, que se configura para actualizar de manera repetida las partes de contorno de alineación de tiempo introducidas en el reajustador 550 a escala y también los valores de suma introducidos en el reajustador 550 a escala. Por ejemplo, el actualizador 560 puede configurarse para actualizar dicha información en la tasa de trama. Por ejemplo, la "nueva parte de contorno de alineación de tiempo" del ciclo de trama actual puede servir como la "parte de contorno de alineación de tiempo actual" en un próximo ciclo de trama. De manera similar, la "parte de contorno de alineación de tiempo actual" reajustada a escala del ciclo de trama actual puede servir como la "última parte de contorno de alineación de tiempo" en un próximo ciclo de trama. Por consiguiente, se crea una implementación eficaz de memoria, porque la "última parte de contorno de alineación de tiempo" del ciclo de trama actual puede descartarse con la finalización del ciclo de trama actual.

En resumen de lo anterior, los medios 520 se configuran para proporcionar, para cada ciclo de trama (con la excepción de algunos ciclos de trama especiales, por ejemplo al principio de una secuencia de trama, o al final de una secuencia de trama, o en una trama en la que el alineamiento de tiempo está inactivo) una descripción de una sección de contorno de alineación de tiempo que comprende una descripción de una "nueva parte de contorno de alineación de tiempo", de una "parte de contorno de alineación de tiempo actual reajustada a escala" y de una "última parte de contorno de alineación de tiempo reajustada a escala". Además, los medios 520 pueden proporcionar, para cada ciclo de trama (con la excepción del ciclo de trama especial mencionado anteriormente) una representación de valores de suma de contorno

de alineación, por ejemplo, que comprende un “nuevo valor de suma de parte de contorno de alineación de tiempo”, un “valor de suma de contorno de alineación de tiempo actual reajustado a escala” y un “último valor de suma de contorno de alineación de tiempo reajustado a escala”.

5 El calculador 530 de información de control de alineación de tiempo se configura para calcular la información 512 de control de alineación de tiempo basándose en la información de contorno de alineación de tiempo reconstruida proporcionada por los medios 520. Por ejemplo, el calculador de información de control de alineación de tiempo comprende un calculador 570 de contorno de tiempo, que se configura para calcular un contorno 572 de tiempo basándose en la información de control de alineación de tiempo reconstruida. Además, el calculador 530 de información de contorno de alineación de tiempo comprende un calculador 574 de posición de muestra, que se configura para recibir
10 el contorno 572 de tiempo y para proporcionar, basándose en el mismo, una información de posición de muestra, por ejemplo en forma de un vector 576 de posición de muestra. El vector 576 de posición de muestra describe el alineamiento de tiempo realizado, por ejemplo, mediante el remuestreador 218.

15 El calculador 530 de información de control de alineación de tiempo también comprende un calculador de longitud de transición, que se configura para derivar una información de longitud de transición a partir de la información de control de alineación de tiempo reconstruida. La información 582 de longitud de transición puede comprender, por ejemplo, una información que describe una longitud de transición izquierda y una información que describe una longitud de transición derecha. La longitud de transición puede depender, por ejemplo, de una longitud de segmentos de tiempo descrita por la “última parte de contorno de alineación de tiempo”, la “parte de contorno de alineación de tiempo actual” y la “nueva parte de contorno de alineación de tiempo”. Por ejemplo, la longitud de transición puede acortarse (en comparación con una longitud de transición por defecto) si la extensión temporal de un segmento de tiempo descrito por la “última parte de contorno de alineación de tiempo” es más corta que una extensión temporal del segmento de tiempo descrito por la “parte de contorno de alineación de tiempo actual”, o si la extensión temporal de un segmento de tiempo descrito por la “nueva parte de contorno de alineación de tiempo” es más corta que la extensión temporal del segmento de tiempo descrito por la “parte de contorno de alineación de tiempo actual”. Además, el calculador 530 de información de control de alineación de tiempo puede comprender además un calculador 584 de posición primera y última, que se configura para calcular una denominada “primera posición” y una denominada “última posición” basándose en la longitud de transición izquierda y derecha. La “primera posición” y la “última posición” aumentan la eficacia del remuestreador, mientras que las zonas fuera de estas posiciones son idénticas a cero después de la formación de ventana y por tanto no es necesario que se tomen en cuenta para el alineamiento de tiempo. Debe observarse en este caso que el vector
20 576 de posición de muestra comprende, por ejemplo, información requerida por el alineamiento de tiempo realizado por el remuestreador 280. Además, la longitud 582 de transición izquierda y derecha y la “primera posición” y la “última posición” 586 constituyen información, que se requiere, por ejemplo, por el formador 216 de ventanas.

30 Por consiguiente, puede decirse que los medios 520 y el calculador 530 de información de control de alineación de tiempo pueden asumir conjuntamente la funcionalidad del ajuste 220 de tasa de muestra, del ajuste 210 de forma de ventana y del cálculo 219 de posición de muestreo.

35 A continuación, se describirá la funcionalidad de un decodificador de audio comprende los medios 520 y el calculador 530 de información de control de alineación de tiempo con referencia a las figuras 6, 7a, 7b, 8, 9a-9c, 10a-10g, 11a, 11b y 12.

40 La figura 6 muestra un diagrama de flujo de un método para decodificar una representación codificada de una señal de audio, según una realización de la invención. El método 600 comprende proporcionar una información de contorno de alineación de tiempo reconstruida, en la que proporcionar la información de contorno de alineación de tiempo reconstruida comprende calcular 610 valores de nodo de alineación, interpolar 620 entre los valores de nodo de alineación y reajustar 630 a escala una o más partes de contorno de alineación calculadas previamente y uno o más valores de suma de contorno de alineación calculados previamente. El método 600 comprende además calcular 640 información de control de alineación de tiempo usando una “nueva parte de contorno de alineación de tiempo” obtenida en las etapas 610 y 620, las partes de contorno de alineación de tiempo calculadas previamente reajustadas a escala (“parte de contorno de alineación de tiempo actual” y “última parte de contorno de alineación de tiempo”) y también, opcionalmente, usar los valores de suma de contorno de alineación calculados previamente reajustados a escala. Como resultado, en la etapa 640 puede obtenerse una información de contorno de tiempo, y/o una información de posición de muestra, y/o una información de longitud de transición y/o una información de primera parte y última posición.
45 50

El método 600 comprende además realizar 650 una reconstrucción de señal alineada en el tiempo usando la información de control de alineación de tiempo obtenida en la etapa 640. Se describirán posteriormente detalles con respecto a la reconstrucción de señal de alineación de tiempo.

El método 600 también comprende una etapa 660 de actualizar una memoria, tal como se describirá más adelante.

55 Cálculo de las partes de contorno de alineación de tiempo

A continuación, se describirán detalles con respecto al cálculo de las partes de contorno de alineación de tiempo, haciendo referencia a las figuras 7a, 7b, 8, 9a, 9b, 9c.

Se supondrá que está presente un estado inicial, que se ilustra en una representación 710 gráfica de la figura 7a. Tal

como puede observarse, están presentes una primera parte 716 de contorno de alineación (parte de contorno de alineación 1) y una segunda parte 718 de contorno de alineación (parte de contorno de alineación 2). Cada una de las partes de contorno de alineación comprende normalmente una pluralidad de valores de datos de contorno de alineación discretos, que están normalmente almacenados en una memoria. Los diferentes valores de datos de contorno de alineación están asociados con valores de tiempo, en los que se muestra un tiempo en una abscisa 712. Se muestra una magnitud de los valores de datos de contorno de alineación en una ordenada 714. Tal como puede observarse, la primera parte de contorno de alineación tiene un valor de fin de 1, y la segunda parte de contorno de alineación tiene un valor de inicio de 1, en la que el valor de 1 puede considerarse como un "valor predeterminado". Debe observarse que la primera parte 716 de contorno de alineación puede considerarse como una "última parte de contorno de alineación de tiempo" (también denominada "last_warp_contour"), mientras que la segunda parte 718 de contorno de alineación puede considerarse como una "parte de contorno de alineación de tiempo actual" (también denominada "cur_warp_contour").

Partiendo del estado inicial, se calcula una nueva parte de contorno de alineación, por ejemplo, en las etapas 610, 620 del método 600. Por consiguiente, se calculan valores de datos de contorno de alineación de la tercera parte de contorno de alineación (también denominada "parte de contorno de alineación 3" o "nueva parte de contorno de alineación de tiempo" o "new_warp_contour"). El cálculo puede separarse, por ejemplo, en un cálculo de valores de nodo de alineación, según un algoritmo 910 mostrado en la figura 9a, y una interpolación 620 entre los valores de nodo de alineación, según un algoritmo 920 mostrado en la figura 9a. Por consiguiente, se obtiene una nueva parte 722 de contorno de alineación, que se inicia desde el valor predeterminado (por ejemplo 1) y que se muestra en una representación 720 gráfica de la figura 7a. Tal como puede observarse, la primera parte 716 de contorno de alineación de tiempo, la segunda parte 718 de contorno de alineación de tiempo y la tercera nueva parte de contorno de alineación de tiempo están asociadas con intervalos de tiempo posteriores y contiguos. Además, puede observarse que existe una discontinuidad 724 entre un punto 718b de fin de la segunda parte 718 de contorno de alineación de tiempo y un punto 722a de inicio de la tercera parte de contorno de alineación de tiempo.

Debe observarse en este caso que la discontinuidad 724 normalmente comprende una magnitud que es mayor que una variación entre cualquier dos valores de datos de contorno de alineación adyacentes temporalmente del contorno de alineación de tiempo dentro de una parte de contorno de alineación de tiempo. Esto se debe al hecho de que el valor 722a de inicio de la tercera parte 722 de contorno de alineación de tiempo se fuerza al valor predeterminado (por ejemplo 1), independiente del valor 718b de fin de la segunda parte 718 de contorno de alineación de tiempo. Debe observarse que la discontinuidad 724 es por tanto mayor que la inevitable variación entre dos valores de datos de contorno de alineación discretos y adyacentes.

No obstante, esta discontinuidad entre la segunda parte 718 de contorno de alineación de tiempo y la tercera parte 722 de contorno de alineación de tiempo sería perjudicial para el uso adicional de los valores de datos de contorno de alineación de tiempo.

Por consiguiente, la primera parte de contorno de alineación de tiempo y la segunda parte de contorno de alineación de tiempo se reajustan a escala conjuntamente en la etapa 630 del método 600. Por ejemplo, los valores de datos de contorno de alineación de tiempo de la primera parte 716 de contorno de alineación de tiempo y los valores de datos de contorno de alineación de tiempo de la segunda parte 718 de contorno de alineación de tiempo se reajustan a escala mediante multiplicación con un factor de reajuste a escala (también denominado "norm_fac"). Por consiguiente, se obtiene una versión 716' reajustada a escala de la primera parte 716 de contorno de alineación de tiempo, y también se obtiene una versión 718' reajustada a escala de la segunda parte 718 de contorno de alineación de tiempo. En cambio, la tercera parte de contorno de alineación de tiempo se deja normalmente sin alterarse en esta etapa de reajuste a escala, tal como puede observarse en una representación 730 gráfica de la figura 7a. El reajuste a escala puede realizarse de manera que el punto 718b' de fin reajustado a escala comprende, al menos aproximadamente, el mismo valor de datos que el punto 722a de inicio de la tercera parte 722 de contorno de alineación de tiempo. Por consiguiente, la versión 716' reajustada a escala de la primera parte de contorno de alineación de tiempo, la versión 718' reajustada a escala de la segunda parte de contorno de alineación de tiempo y la tercera parte 722 de contorno de alineación de tiempo conjuntamente forman una sección de contorno de alineación de tiempo (aproximadamente) continua. En particular, el ajuste a escala puede realizarse de manera que una diferencia entre el valor de datos del punto 718b' de fin reajustado a escala y el punto 722a de inicio no es mayor que un máximo de la diferencia entre cualquier dos valores de datos adyacentes de las partes 716', 718', 722 de contorno de alineación de tiempo.

Por consiguiente, la sección de contorno de alineación de tiempo aproximadamente continua que comprende las partes 716', 718' de contorno de alineación de tiempo reajustadas a escala y la parte 722 de contorno de alineación de tiempo original se usa para el cálculo de la información de control de alineación de tiempo, que se realiza en la etapa 640. Por ejemplo, la información de control de alineación de tiempo puede calcularse para una trama de audio temporalmente asociada con la segunda parte 718 de contorno de alineación de tiempo.

Sin embargo, con el cálculo de la información de control de alineación de tiempo en la etapa 640, puede realizarse una reconstrucción de señal alineada en el tiempo en una etapa 650, que se explicará en más detalle más adelante.

Posteriormente, se requiere obtener información de control de alineación de tiempo para una próxima trama de audio. Para este propósito, la versión 716' reajustada a escala de la primera parte de contorno de alineación de tiempo puede descartarse para ahorrar memoria, porque ya no es necesaria. Sin embargo, la versión 716' reajustada a escala también

puede naturalmente guardarse para cualquier propósito. Además, la versión 718' reajustada a escala de la segunda parte de contorno de alineación de tiempo toma el lugar de la "última parte de contorno de alineación de tiempo" para el nuevo cálculo, tal como puede observarse en una representación 740 gráfica de la figura 7b. Además, la tercera parte 722 de contorno de alineación de tiempo, que tomó el lugar de la "nueva parte de contorno de alineación de tiempo" en el cálculo previo, desempeña el papel de la "parte de contorno de alineación de tiempo actual" para el próximo cálculo. La asociación se muestra en la representación 740 gráfica.

Posteriormente a esta actualización de la memoria (etapa 660 del método 600), se calcula una nueva parte 752 de contorno de alineación de tiempo, tal como puede observarse en la representación 750 gráfica. Para este propósito, las etapas 610 y 620 del método 600 puede ejecutarse de nuevo con nuevos datos de entrada. La cuarta parte 752 de contorno de alineación de tiempo asume el papel de la "nueva parte de contorno de alineación de tiempo" por ahora. Tal como puede observarse, normalmente existe una discontinuidad entre un punto 722b de fin de la tercera parte de contorno de alineación de tiempo y un punto 752a de inicio de la cuarta parte 752 de contorno de alineación de tiempo. Esta discontinuidad 754 se reduce o se elimina mediante un reajuste a escala posterior (etapa 630 del método 600) de la versión 718' reajustada a escala de la segunda parte de contorno de alineación de tiempo y de la versión original de la tercera parte 722 de contorno de alineación de tiempo. Por consiguiente, se obtiene una versión 718" reajustada a escala dos veces de la segunda parte de contorno de alineación de tiempo y una versión 722' reajustada a escala una vez de la tercera parte de contorno de alineación de tiempo, tal como puede observarse a partir de una representación 760 gráfica de la figura 7b. Tal como puede observarse, las partes 718", 722', 752 de contorno de alineación de tiempo forman una sección de contorno de alineación de tiempo al menos aproximadamente continua, que puede usarse para el cálculo de información de control de alineación de tiempo en una reejecución de la etapa 640. Por ejemplo, puede calcularse una información de control de alineación de tiempo basándose en las partes 718", 722', 752 de contorno de alineación de tiempo, información de control de alineación de tiempo que está asociada con una trama de tiempo de señal de audio centrada en la segunda parte de contorno de alineación de tiempo.

Debe observarse que en algunos casos puede desearse tener un valor de suma de contorno de alineación asociado para cada una de las partes de contorno de alineación de tiempo. Por ejemplo, un primer valor de suma de contorno de alineación puede asociarse con la primera parte de contorno de alineación de tiempo, un segundo valor de suma de contorno de alineación puede asociarse con la segunda parte de contorno de alineación de tiempo, etc. Los valores de suma de contorno de alineación pueden usarse, por ejemplo, para el cálculo de la información de control de alineación de tiempo en la etapa 640.

Por ejemplo, el valor de suma de contorno de alineación puede representar una suma de los valores de datos de contorno de alineación de una parte de contorno de alineación de tiempo respectiva. Sin embargo, dado que las partes de contorno de alineación de tiempo se ajustan a escala, a veces es deseable ajustar a escala también el valor de suma de contorno de alineación de tiempo, de manera que el valor de suma de contorno de alineación de tiempo siga la característica de su parte de contorno de alineación de tiempo asociada. Por consiguiente, un valor de suma de contorno de alineación asociado con la segunda parte 718 de contorno de alineación de tiempo puede ajustarse a escala (por ejemplo mediante el mismo factor de ajuste a escala) cuando la segunda parte 718 de contorno de alineación de tiempo se ajusta a escala para obtener la versión 718' ajustada a escala de la misma. De manera similar, el valor de suma de contorno de alineación asociado con la primera parte 716 de contorno de alineación de tiempo puede ajustarse a escala (por ejemplo con el mismo factor de ajuste a escala) cuando la primera parte 716 de contorno de alineación de tiempo se ajusta a escala para obtener la versión 716' ajustada a escala de la misma, si se desea.

Además, puede realizarse una reasociación (o reasignación de memoria) cuando se procede a la consideración de una nueva parte de contorno de alineación de tiempo. Por ejemplo, el valor de suma de contorno de alineación asociado con la versión 718' ajustada a escala de la segunda parte de contorno de alineación de tiempo, que desempeña el papel de un "valor de suma de contorno de alineación de tiempo actual" para el cálculo de la información de control de alineación de tiempo asociada con las partes 716', 718', 722 de contorno de alineación de tiempo puede considerarse como un "último valor de suma de alineación de tiempo" para el cálculo de una información de control de alineación de tiempo asociada con las partes 718", 722', 752 de contorno de alineación de tiempo. De manera similar, el valor de suma de contorno de alineación asociado con la tercera parte 722 de contorno de alineación de tiempo puede considerarse como un "nuevo valor de suma de contorno de alineación" para el cálculo de la información de control de alineación de tiempo asociada con las partes 716', 718', 722 de contorno de alineación de tiempo y puede mapearse para actuar como un "valor de suma de contorno de alineación actual" para el cálculo de la información de control de alineación de tiempo asociada con las partes 718", 722', 752 de contorno de alineación de tiempo. Además, el valor de suma de contorno de alineación recientemente calculado de la cuarta parte 752 de contorno de alineación de tiempo puede desempeñar el papel del "nuevo valor de suma de contorno de alineación" para el cálculo de la información de control de alineación de tiempo asociada con las partes 718", 722', 752 de contorno de alineación de tiempo.

Ejemplo según la figura 8

La figura 8 muestra una representación gráfica que ilustra un problema que se resuelve por las realizaciones según la invención. Una primera representación 810 gráfica muestra una evolución temporal de una altura tonal relativa reconstruida con el tiempo, que se obtiene en algunas realizaciones convencionales. Una abscisa 812 describe el tiempo, una ordenada 814 describe la altura tonal relativa. Una curva 816 muestra la evolución temporal de la altura tonal relativa con el tiempo, que puede reconstruirse a partir de una información de altura tonal relativa. Con respecto a

- la reconstrucción del contorno de altura tonal relativa, debe observarse que para la aplicación de la transformada de coseno discreta modificada (MDCT) alineada en el tiempo sólo es necesario el conocimiento de la variación relativa de la altura tonal dentro de la trama real. Con el fin de entender esto, se hace referencia a las etapas de cálculo para obtener el contorno de tiempo a partir del contorno de altura tonal relativa, que llevan a un contorno de tiempo idéntico para versiones ajustadas a escala del mismo contorno de altura tonal relativa. Por tanto, es suficiente con codificar únicamente el valor de altura tonal relativa en lugar de uno absoluto, lo que aumenta la eficacia de codificación. Para aumentar adicionalmente la eficacia, el valor cuantificado real no es la altura tonal relativa sino el cambio relativo de altura tonal, es decir, la proporción de la altura tonal relativa actual con respecto a la altura tonal relativa previa (tal como se comentará en detalle a continuación). En algunas tramas, en las que, por ejemplo, la señal no muestra ninguna estructura armónica en absoluto, puede no desearse ningún alineamiento de tiempo. En tales casos, un indicador adicional puede indicar opcionalmente un contorno de altura tonal plano en lugar de codificar este contorno plano con el método mencionado anteriormente. Puesto que en señales del mundo real la cantidad de tales tramas es normalmente lo suficientemente alta, la compensación entre el bit adicional añadido en todos los casos y los bits ahorrados para tramas no alineadas está a favor del ahorro de bits.
- El valor de inicio para el cálculo de la variación de altura tonal (contorno de altura tonal relativa, o contorno de alineación de tiempo) puede elegirse de manera arbitraria e incluso diferirse en el codificador y el decodificador. Debido a la naturaleza de la MDCT alineada en el tiempo (TW-MDCT) diferentes valores de inicio de la variación de altura tonal aún producen las mismas posiciones de muestra y formas de ventana adaptadas para realizar la TW-MDCT.
- Por ejemplo, un codificador (de audio) consigue un contorno de altura tonal para cada nodo que se expresa como retraso de altura tonal real en muestras junto con una especificación con voz/sin voz opcional, que se obtuvo, por ejemplo, aplicando una estimación de altura tonal y una decisión con voz/sin voz conocida a partir de una codificación de habla. Si para el nodo actual se establece la clasificación a con voz, o no está disponible una decisión de con voz/sin voz, el codificador calcula la proporción entre el retraso de altura tonal real y lo cuantifica, o simplemente establece la proporción a 1 si es sin voz. Otro ejemplo puede ser que la variación altura tonal se estima directamente por un método apropiado (por ejemplo estimación de variación de señal).
- En el decodificador, el valor de inicio para la primera altura tonal relativa en el inicio del audio codificado se establece a un valor arbitrario, por ejemplo a 1. Por tanto, el contorno de altura tonal relativa decodificada ya no está en el mismo intervalo absoluto del contorno de altura tonal de codificador, sino una versión ajustada a escala del mismo. Todavía, tal como se describió anteriormente, el algoritmo TW-MDCT lleva a las mismas posiciones de muestra y formas de ventana. Además, el codificador puede decidir, si las proporciones de altura tonal codificadas producirán un contorno de altura tonal plano, no enviar el contorno completamente codificado, sino establecer en cambio el indicador activePitchData a 0, ahorrando bits en esta trama (por ejemplo ahorrando bits de $\text{numPitchbits} * \text{numPitches}$ en esta trama).
- A continuación, se comentarán los problemas que se producen en ausencia de la renormalización de contorno de altura tonal de la invención. Tal como se mencionó anteriormente, para la TW-MDCT, sólo es necesario el cambio de altura tonal relativa dentro de determinado intervalo de tiempo limitado alrededor del bloque actual para el cálculo del alineamiento de tiempo y la adaptación de forma de ventana correcta (véanse las explicaciones anteriores). El alineamiento de tiempo sigue el contorno decodificado para segmentos en los que se ha detectado un cambio de altura tonal, y permanece constante en todos los demás casos (véase la representación 810 gráfica de la figura 8). Para el cálculo de las posiciones de ventana y muestreo de un bloque, se necesitan tres segmentos de contorno de altura tonal relativa consecutivos (por ejemplo tres partes de contorno de alineación de tiempo), en los que el tercero es el recientemente transmitido en la trama (denominado "nueva parte de contorno de alineación de tiempo") y los otros dos se almacenan en memoria intermedia de un momento anterior (por ejemplo denominados "última parte de contorno de alineación de tiempo" y "parte de contorno de alineación de tiempo actual").
- Para tener un ejemplo, se hace referencia, por ejemplo, a las explicaciones que se realizaron con referencia a las figuras 7a y 7b, y también a las representaciones 810, 860 gráficas de la figura 8. Para calcular, por ejemplo, las posiciones de muestreo de la ventana para (o asociada con) la trama 1, que se extiende desde la trama 0 a la trama 2, se necesitan los contornos de altura tonal de (o asociados con) la trama 0, 1 y 2. En el flujo de bits, sólo se envía la información de altura tonal para la trama 2 en la trama actual, y las otras dos se toman de un momento anterior. Tal como se explica en el presente documento, el contorno de altura tonal puede continuarse aplicando la primera proporción de altura tonal relativa decodificada a la última altura tonal de la trama 1 para obtener la altura tonal en el primer nodo de la trama 2, y así sucesivamente. Ahora es posible, debido a la naturaleza de la señal, que si el contorno de altura tonal se continúa simplemente (es decir, si la parte recientemente transmitida del contorno se une a las dos partes existentes sin ninguna modificación), se produzca un desbordamiento de intervalo en el formato de número interno del codificador tras un determinado tiempo. Por ejemplo, una señal puede iniciarse con un segmento de características de armónico fuertes y un valor de altura tonal elevado al comienzo que disminuye a lo largo del segmento, llevando una altura tonal relativa decreciente. Entonces, puede seguir un segmento sin información de altura tonal, de modo que la altura tonal relativa se mantiene constante. Entonces de nuevo, una sección de armónico puede iniciarse con una altura tonal absoluta que es superior a la última altura tonal absoluta del segmento previo, y de nuevo dirigirse hacia abajo. Sin embargo, si simplemente se continúa la altura tonal relativa, es la misma que al final del último segmento de armónico y se dirigirá hacia abajo adicionalmente, y así sucesivamente. Si la señal es lo suficiente intensa y tiene en sus segmentos de armónico una tendencia global para ir o bien hacia arriba o bien hacia abajo (como se

muestra en la representación 810 gráfica de la figura 8), tarde o temprano la altura tonal relativa alcanza el borde de un intervalo del formato de número interno. Se conoce ampliamente a partir de la codificación de habla que las señales de habla muestran realmente una característica de este tipo. Por tanto, no es sorprendente que la codificación de un conjunto concatenado de señales del mundo real que incluyen habla superan en realidad el intervalo de los valores flotantes usados para la altura tonal relativa después de una cantidad relativamente corta de tiempo cuando se usa el método convencional descrito anteriormente.

En resumen, para un segmento de señal de audio (o trama) para el que puede determinarse una altura tonal, puede determinarse una evolución apropiada del contorno de altura tonal relativa (o contorno de alineación de tiempo). Para segmentos de señal de audio (o tramas de señal de audio) para los que no puede determinarse una altura tonal (por ejemplo, porque los segmentos de señal de audio son de tipo ruido) el contorno de altura tonal relativa (o contorno de alineación de tiempo) puede mantenerse constante. Por consiguiente, si hubo un desequilibrio entre segmentos de audio con altura tonal creciente y altura tonal decreciente, el contorno de altura tonal relativa (o contorno de alineación de tiempo) entrará o bien en un subdesbordamiento numérico o bien en un desbordamiento numérico.

Por ejemplo, en la representación 810 gráfica se muestra un contorno de altura tonal relativa para el caso en el que existe una pluralidad de partes 820a, 820b, 820c, 820d de contorno de altura tonal relativa con altura tonal decreciente y algunos segmentos 822a, 822b de audio sin altura tonal, pero sin segmentos de audio con altura tonal creciente. Por consiguiente, puede observarse que el contorno 816 de altura tonal relativa entra en un subdesbordamiento numérico (al menos en circunstancias muy adversas).

A continuación, se describirá una solución para este problema. Para evitar los problemas mencionados anteriormente, en particular el desbordamiento o subdesbordamiento numérico, se ha introducido una renormalización de contorno de altura tonal relativa periódica según un aspecto de la invención. Puesto que el cálculo del contorno de tiempo alineado y las formas de ventana sólo se basan en el cambio relativo a lo largo de los tres segmentos de contorno de altura tonal relativa mencionados anteriormente (también denominados "partes contorno de alineación de tiempo"), como se explica en el presente documento, es posible normalizar este contorno (por ejemplo, el contorno de alineación de tiempo, que puede estar compuesto por tres piezas de "partes contorno de alineación de tiempo") para cada trama (por ejemplo, de la señal de audio) otra vez con el mismo resultado.

Para ello, se eligió que la referencia fuera, por ejemplo, la última muestra del segundo segmento de contorno (también denominada "parte de contorno de alineación de tiempo"), y el contorno se normaliza ahora (por ejemplo, de manera multiplicativa en el dominio lineal) de modo que esta muestra tiene un valor de un 1,0 (véase la representación 860 gráfica de la figura 8).

La representación 860 gráfica de la figura 8 representa la normalización de contorno de altura tonal relativa. Una abscisa 862 muestra el tiempo, subdividido en tramas (tramas 0, 1, 2). Una ordenada 864 describe el valor del contorno de altura tonal relativa. Un contorno de altura tonal relativa antes de la normalización se designa con 870 y cubre dos tramas (por ejemplo, trama número 0 y trama número 1). Un nuevo segmento de contorno de altura tonal relativa (también denominado "parte de contorno de alineación de tiempo") partiendo del valor de inicio de contorno de altura tonal relativa predeterminado (o valor de inicio de contorno de alineación de tiempo) se designa con 874. Como puede observarse, el reinicio del nuevo segmento 874 de contorno de altura tonal relativa a partir del valor de inicio de contorno de altura tonal relativa predeterminado (por ejemplo 1) provoca una discontinuidad entre el segmento 870 de contorno de altura tonal relativa que precede al punto en el tiempo de reinicio y el nuevo segmento 874 de contorno de altura tonal relativa, que se designa con 878. Esta discontinuidad provocará un problema grave para la derivación de cualquier información de control de alineación de tiempo desde el contorno y posiblemente dará como resultado distorsiones de audio. Por tanto, se reajusta a escala (o normaliza) un segmento 870 de contorno de altura tonal relativa previamente obtenido que precede al reinicio del punto en el tiempo de reinicio, para obtener un segmento 870' de contorno de altura tonal relativa reajustado a escala. La normalización se realiza de manera que la última muestra del segmento 870 de contorno de altura tonal relativa se ajusta a escala al valor de inicio de contorno de altura tonal relativa predeterminado (por ejemplo de 1,0).

Descripción detallada del algoritmo

A continuación, se describirán en detalle algunos de los algoritmos realizados por un decodificador de audio según una realización de la invención. Con este fin, se hará referencia a las figuras 5, 6, 9a, 9b, 9c y 10a-10g. Además, se hace referencia a la leyenda de elementos de datos, elementos de ayuda y constantes de las figuras 11a y 11b.

De manera general, puede decirse que el método descrito en este caso puede usarse para decodificar un flujo de audio que se codifica según una transformada de coseno discreta modificada alineada en el tiempo. Por tanto, cuando la TW_MDCT se habilita para el flujo de audio (lo que puede indicarse mediante un indicador, por ejemplo denominado indicador "twMdct", que puede comprenderse en una información de configuración específica), un banco de filtros alineados en el tiempo y conmutación de bloques puede reemplazar a un banco de filtros convencionales y conmutación de bloques. Además de la transformada de coseno discreta modificada inversa (IMDCT) el banco de filtros alineados en el tiempo y conmutación de bloques contiene un mapeo de dominio del tiempo a dominio del tiempo desde una rejilla temporal arbitrariamente separada hacia la rejilla temporal regularmente separada normal y una correspondiente adaptación de formas de ventana.

A continuación, se describirá el procedimiento de decodificación. En una primera etapa, se decodifica el contorno de alineación. El contorno de alineación puede codificarse, por ejemplo, usando índices de libro de códigos de nodos de contorno de alineación. Los índices de libro de códigos de los nodos de contorno de alineación se decodifican, por ejemplo, usando el algoritmo mostrado en una representación 910 gráfica de la figura 9a. Según dicho algoritmo, se derivan valores de proporción de alineación ($warp_value_tbl$) de índices de libro de códigos de proporción de alineación (tw_ratio), por ejemplo usando un mapeo definido por una tabla 990 de mapeo de la figura 9c. Tal como puede observarse a partir del algoritmo mostrado con el número de referencia 910, los valores de nodo de alineación pueden establecerse a un valor predeterminado constante, si un indicador ($tw_data_present$) indica que los datos de alineación de tiempo no están presentes. En cambio, si el indicador indica que los datos de alineación de tiempo están presentes, puede establecerse un primer valor de nodo de alineación al valor de inicio de contorno de alineación de tiempo predeterminado (por ejemplo 1). Los valores de nodo de alineación posteriores (de una parte de contorno de alineación de tiempo) pueden determinarse basándose en una formación de un producto de múltiples valores de proporción de alineación de tiempo. Por ejemplo, un valor de nodo de alineación de un nodo inmediatamente siguiente al primer nodo de alineación ($i=0$) puede ser igual a un primer valor de proporción de alineación (si el valor de inicio es 1) o igual a un producto del primer valor de proporción de alineación y el valor de inicio. Los valores de nodo de alineación de tiempo posteriores ($i=2, 3, \dots, num_tw_nodes$) se calculan formando un producto de múltiples valores de proporción de alineación de tiempo (opcionalmente teniendo en consideración el valor de inicio, si el valor de inicio es diferente de 1). Naturalmente, el orden de la formación de producto es arbitrario. Sin embargo, es ventajoso derivar un $(i+1)$ -ésimo valor de modo de alineación de un i -ésimo valor de nodo de alineación multiplicando el i -ésimo valor de nodo de alineación con un único valor de proporción de alineación que describe una proporción entre dos valores de nodo posteriores del contorno de alineación de tiempo.

Tal como puede observarse a partir del algoritmo mostrado en el número de referencia 910, puede haber múltiples índices de libro de códigos de proporción de alineación para una única parte de contorno de alineación de tiempo a lo largo de una única trama de audio (en los que puede haber una correspondencia de 1 a 1 entre partes de contorno de alineación de tiempo y tramas de audio).

En resumen, puede obtenerse una pluralidad de valores de nodo de alineación de tiempo para una parte de contorno de alineación de tiempo dada (o una trama de audio dada) en la etapa 610, por ejemplo usando el calculador 544 de valor de nodo de alineación. Posteriormente, puede realizarse una interpolación lineal entre los valores de nodo de alineación de tiempo ($warp_node_values[i]$). Por ejemplo, para obtener los valores de datos de contorno de alineación de tiempo de la "nueva parte de contorno de alineación de tiempo" ($new_warp_contour$) puede usarse el algoritmo mostrado en el número de referencia 920 en la figura 9a. Por ejemplo, el número de muestras de la nueva parte de contorno de alineación de tiempo es igual a la mitad del número de las muestras en el dominio del tiempo de una transformada de coseno discreta modificada inversa. Con respecto a este asunto, debe observarse que las tramas de señal de audio adyacentes están normalmente desplazadas (al menos aproximadamente) por la mitad del número de las muestras en el dominio del tiempo de la MDCT o IMDCT. En otras palabras, para obtener el $new_warp_contour[]$ por muestras (muestras N_long), los $warp_node_values[]$ se interpolan linealmente entre los nodos igualmente separados ($interp_dist$ apart) usando el algoritmo mostrado en el número de referencia 920.

La interpolación puede realizarse, por ejemplo, por el interpolador 548 del aparato de la figura 5, o en la etapa 620 del algoritmo 600.

Antes de la obtención del contorno de alineación completo para esta trama (es decir, para la trama actualmente en consideración) los valores almacenados en memoria intermedia de un momento anterior se reajustan a escala de modo que el último valor de alineación del $past_warp_contour[]$ es igual a 1 (o cualquier otro valor predeterminado, que es preferiblemente igual al valor de inicio de la nueva parte de contorno de alineación de tiempo).

Debe observarse en este caso que la expresión "contorno de alineación de momento anterior" comprende preferiblemente la "última parte de contorno de alineación de tiempo" descrita anteriormente y la "parte de contorno de alineación de tiempo actual" descrita anteriormente. También debe observarse que el "contorno de alineación de momento anterior" comprende normalmente una longitud que es igual a varias muestras en el dominio del tiempo de la IMDCT, de manera que los valores del "contorno de alineación de momento anterior" se designan con índices entre 0 y $2*n_long-1$. Por tanto, " $past_warp_contour[2*n_long-1]$ " designa un último valor de alineación del "contorno de alineación de momento anterior". Por consiguiente, puede calcularse un factor de normalización "norm_fac" según una ecuación mostrada en el número de referencia 930 en la figura 9a. Por tanto, el contorno de alineación de momento anterior (que comprende la "última parte de contorno de alineación de tiempo" y la "parte de contorno de alineación de tiempo actual") puede reajustarse a escala de manera multiplicativa según la ecuación mostrada en el número de referencia 932 en la figura 9a. Además, el "último valor de suma de contorno de alineación" ($last_warp_sum$) y el "valor de suma de contorno de alineación actual" (cur_warp_sum) pueden reajustarse a escala de manera multiplicativa, tal como se muestra con los números de referencia 934 y 936 en la figura 9a. El reajuste a escala puede realizarse mediante el reajustador 550 a escala de la figura 5, o en la etapa 630 del método 600 de la figura 6.

Debe observarse que la normalización descrita en este caso, por ejemplo en el número de referencia 930, puede modificarse entonces, por ejemplo, reemplazando el valor de inicio de "1" por cualquier otro valor predeterminado deseado.

5 Aplicando la normalización, un "warp_contour[]" completo" también denominado "sección de contorno de alineación de tiempo" se obtiene concatenando el "past_warp_contour" y el "new_warp_contour". Por tanto, tres partes de contorno de alineación de tiempo ("última parte de contorno de alineación de tiempo", "parte de contorno de alineación de tiempo actual" y "nueva parte de contorno de alineación de tiempo") forman el "contorno de alineación completo", que puede aplicarse en etapas adicionales del cálculo.

Además, se calcula un valor de suma de contorno de alineación (new_warp_sum), por ejemplo, como una suma con todos los valores de "new_warp_contour[]". Por ejemplo, puede calcularse un nuevo valor de suma de contorno de alineación según los algoritmos mostrados en el número de referencia 940 en la figura 9a.

10 Tras los cálculos descritos anteriormente, la información de entrada requerida por el calculador 330 de información de control de alineación de tiempo o por la etapa 640 del método 600 está disponible. Por consiguiente, el cálculo 640 de la información de control de alineación de tiempo puede realizarse, por ejemplo por el calculador 530 de información de control de alineación de tiempo. Además, la reconstrucción 650 de señal alineada en el tiempo puede realizarse por el decodificador de audio. Tanto el cálculo 640 como la reconstrucción 650 de señal alineada en el tiempo se explicarán en más detalle a continuación.

15 Sin embargo, es importante observar que el presente algoritmo avanza de manera iterativa. Por tanto, es eficaz computacionalmente actualizar una memoria. Por ejemplo, es posible descartar información sobre la última parte de contorno de alineación de tiempo. Además, es recomendable usar la presente "parte de contorno de alineación de tiempo actual" como una "última parte de contorno de alineación de tiempo" en un siguiente ciclo de cálculo. Además, es recomendable usar la presente "nueva parte de contorno de alineación de tiempo" como una "parte de contorno de alineación de tiempo actual" en un siguiente ciclo de cálculo. Esta asignación puede realizarse usando la ecuación mostrada en el número de referencia 950 en la figura 9b, (en la que $warp_contour[n]$ describe la presente "nueva parte de contorno de alineación de tiempo" para $2 * n_long \leq n < 3 * n_long$).

Las asignaciones apropiadas pueden observarse con los números de referencia 952 y 954 en la figura 9b.

25 En otras palabras, las memorias intermedias usadas para decodificar la siguiente trama pueden actualizarse según las ecuaciones mostradas con los números de referencia 950, 952 y 954.

30 Debe observarse que la actualización según las ecuaciones 950, 952 y 954 no proporciona un resultado razonable, si la información apropiada no se genera para una trama previa. Por consiguiente, antes de decodificar la primera trama o si la última trama se codificó con un tipo diferente de codificador (por ejemplo, un codificador de dominio de LPC) en el contexto de un codificador conmutado, los estados de memoria pueden establecerse según las ecuaciones mostradas con los números de referencia 960, 962 y 964 de la figura 9b.

Cálculo de información de control de alineación de tiempo

A continuación, se describirá brevemente cómo puede calcularse la información de control de alineación de tiempo basándose en el contorno de alineación de tiempo (que comprende, por ejemplo, tres partes de contorno de alineación de tiempo) y basándose en los valores de suma de contorno de alineación.

35 Por ejemplo, se desea reconstruir un contorno de tiempo usando el contorno de alineación de tiempo. Para este propósito, puede usarse un algoritmo que se muestra con los números de referencia 1010, 1012 en la figura 10a. Tal como puede observarse, el contorno de tiempo mapea un índice i ($0 \leq i < 3 * n_long$) sobre un correspondiente valor de contorno de tiempo. Un ejemplo de un mapeo de este tipo se muestra en la figura 12.

40 Basándose en el cálculo del contorno de tiempo, se requiere normalmente calcular una posición de muestra (sample_pos[]), que describe posiciones de muestras alineadas en el tiempo sobre una escala de tiempo lineal. Un cálculo de este tipo puede realizarse usando un algoritmo, que se muestra en el número de referencia 1030 en la figura 10b. En el algoritmo 1030, pueden usarse funciones de ayuda, que se muestran con los números de referencia 1020 y 1022 en la figura 10a. Por consiguiente, puede obtenerse una información sobre el tiempo de muestra.

45 Además, se calculan algunas longitudes de transiciones alineadas en el tiempo (warped_trans_len_left; warped_trans_len_right), por ejemplo usando un algoritmo 1032 mostrado en la figura 10b. Opcionalmente, las longitudes de transición de alineación de tiempo pueden adaptarse dependiendo de un tipo de ventana o una longitud de transformada, por ejemplo usando un algoritmo mostrado en el número de referencia 1034 en la figura 10b. Además, una denominada "primera posición" y una denominada "última posición" pueden calcularse basándose en las informaciones de longitudes de transición, por ejemplo usando un algoritmo mostrado en el número de referencia 1036 en la figura 10b. En resumen, se realizará un ajuste de longitudes de ventana y posiciones de muestra, que puede realizarse por el aparato 530 o en la etapa 640 del método 600. A partir del "warp_contour[]" puede calcularse un vector de las posiciones de muestra ("sample_pos[]") de las muestras alineadas en el tiempo en una escala de tiempo lineal. Para esto, en primer lugar puede generarse el contorno de tiempo usando el algoritmo mostrado con los números de referencia 1010, 1012. Con las funciones de ayuda "warp_in_vec()" y "warp_time_inv()", que se muestran con los números de referencia 1020 y 1022, se calculan el vector de posición de muestra ("sample_pos[]") y las longitudes de transición ("warped_trans_len_left" y "warped_trans_len_right"), por ejemplo usando los algoritmos mostrados con los números de referencia 1030, 1032, 1034 y 1036. Por consiguiente, se obtiene la información 512 de control de

alineación de tiempo.

Reconstrucción de señal alineada en el tiempo

5 A continuación, se comentará brevemente la reconstrucción de señal alineada en el tiempo, que puede realizarse basándose en la información de control de alineación de tiempo, para poner el cálculo del contorno de alineación de tiempo en el contexto apropiado.

10 La reconstrucción de una señal de audio comprende la ejecución de una transformada de coseno discreta modificada inversa, que no se describe en detalle en este caso, porque cualquier experto en la técnica la conoce ampliamente. La ejecución de la transformada de coseno discreta modificada inversa permite reconstruir muestras en el dominio del tiempo alineadas basándose en un conjunto de coeficientes en el dominio de la frecuencia. La ejecución de la IMDCT
15 puede realizarse, por ejemplo, por tramas, lo que significa, por ejemplo, que se reconstruye una trama de 2048 muestras en el dominio del tiempo alineadas basándose en un conjunto de 1024 coeficientes en el dominio de la frecuencia. Para la reconstrucción correcta es necesario que no más de dos ventanas posteriores se solapen. Debido a la naturaleza de la TW_MDCT puede suceder que una parte alineada en el tiempo inversamente de una trama se extiende a una trama no vecina, violando así el prerrequisito indicado anteriormente. Por tanto, se necesita acortar la longitud de atenuación de la forma de ventana calculando los valores de `warped_trans_len_left` y `warped_trans_len_right` apropiados anteriormente mencionados.

20 Entonces se aplica una formación de ventana y conmutación 650b de bloques a las muestras en el dominio del tiempo obtenidas de la IMDCT. La formación de ventana y conmutación de bloques puede aplicarse a las muestras en el dominio del tiempo alineadas proporcionadas por el IMDCT 650a dependiendo de la información de control de alineación de tiempo, para obtener muestras en el dominio del tiempo alineadas a las que se ha aplicado una función ventana. Por ejemplo, dependiendo de una información de "window_shape", o elemento, pueden usarse diferentes prototipos de ventana de transformada sobremuestreada, en los que la longitud de las ventanas sobremuestreadas puede venir dada por la ecuación mostrada en el número de referencia 1040 en la figura 10c. Por ejemplo, para un primer tipo de forma de ventana (por ejemplo, `window_shape==1`), los coeficientes de ventana vienen dados por una
25 ventana derivada de "Kaiser-Bessel" (KBD) según la definición mostrada en el número de referencia 1042 en la figura 10c, en el que W' , la "función de ventana de núcleo Kaiser-Bessel", se define tal como se muestra en el número de referencia 1044 en la figura 10c.

30 Por el contrario, cuando se usa una forma de ventana diferente (por ejemplo, si `window_shape==0`), puede emplearse una ventana de seno según la definición de un número de referencia 1046. Para todos los tipos de secuencias de ventana ("window_sequences"), el prototipo usado para la parte de ventana izquierda se determina por la forma de ventana del bloque previo. La fórmula mostrada en el número de referencia 1048 en la figura 10c expresa este hecho. Del mismo modo, el prototipo para la forma de ventana derecha se determina por la fórmula mostrada en el número de referencia 1050 en la figura 10c.

35 A continuación, se describirá la aplicación de las ventanas descritas anteriormente a las muestras en el dominio del tiempo alineadas proporcionadas por la IMDCT. En algunas realizaciones, la información para una trama puede proporcionarse por una pluralidad de secuencias cortas (por ejemplo, ocho secuencias cortas). En otras realizaciones, la información para una trama puede proporcionarse usando bloques de diferentes longitudes, en los que puede requerirse un tratamiento especial para secuencias de inicio, secuencias de parada y/o secuencias de longitudes no convencionales. Sin embargo, puesto que la longitud de transición puede determinarse tal como se describió
40 anteriormente, puede ser suficiente diferenciar entre tramas codificadas usando ocho secuencias cortas (indicadas por una información de tipo de trama apropiada "eight_short_sequence") y todas las demás tramas.

45 Por ejemplo, en una trama descrita por ocho secuencias cortas, puede aplicarse un algoritmo mostrado en el número de referencia 1060 en la figura 10d para la formación de ventana. En cambio, para tramas codificadas usando otra información, puede aplicarse un algoritmo mostrado en el número de referencia 1064 en la figura 10e. En otras palabras, la parte similar al código C mostrada en el número de referencia 1060 en la figura 10d describe la formación de ventana y solapamiento-adición interna de los denominado "ocho secuencias cortas". En cambio, la parte similar al código C mostrada en el número de referencia 1064 en la figura 10d describe la formación de ventana en otros casos.

Remuestreo

50 A continuación, se describirá el alineamiento 650c de tiempo inverso de las muestras en el dominio del tiempo alineadas a las que se ha aplicado una función ventana dependiendo de la información de control de alineación de tiempo, mediante lo cual se obtienen muestras en el dominio del tiempo regularmente muestreadas, o simplemente muestras en el dominio del tiempo, mediante remuestreo variable en el tiempo. En el remuestreo variable en el tiempo, el bloque $z[]$ al que se ha aplicado una función ventana se remuestrea según las posiciones muestreadas, por ejemplo, usando una respuesta de impulso mostrada en el número de referencia 1070 en la figura 10f. Antes del muestreo, el bloque al que
55 se ha aplicado una función ventana puede rellenarse con ceros en ambos extremos, tal como se muestra en el número de referencia 1072 en la figura 10f. El propio remuestreo se describe mediante la sección de pseudocódigo mostrada en el número de referencia 1074 en la figura 10f.

Procesamiento de trama tras el remuestreador

5 A continuación, se describirá un post-procesamiento 650d opcional de las muestras en el dominio del tiempo. En algunas realizaciones, puede realizarse el procesamiento de trama tras el remuestreo dependiendo de un tipo de la secuencia de ventana. Dependiendo del parámetro "window_sequence", pueden aplicarse determinadas etapas de procesamiento adicionales.

Por ejemplo, si la secuencia de ventana es una denominada "EIGHT_SHORT_SEQUENCE", una denominada "LONG_START_SEQUENCE", una denominada "STOP_START_SEQUENCE", una denominada "STOP_START_1152_SEQUENCE" seguida por una denominada LPD_SEQUENCE, puede realizarse un post-procesamiento tal como se muestra en los números de referencia 1080a, 1080b, 1082.

10 Por ejemplo, si la siguiente secuencia de ventana es una denominada "LPD_SEQUENCE", puede calcularse una ventana de corrección $W_{corr}(n)$ tal como se muestra en el número de referencia 1080a, teniendo en cuenta las definiciones mostradas en el número de referencia 1080b. Además, la ventana de corrección $W_{corr}(n)$ puede aplicarse tal como se muestra en el número de referencia 1082 en la figura 10g.

15 Para todos los demás casos, no puede realizarse nada, tal como puede observarse en el número de referencia 1084 en la figura 10g.

Solapamiento y la adición con secuencias de ventana previas

20 Además, puede realizarse un solapamiento y adición 650e de las muestras en el dominio del tiempo actuales con una o más muestras en el dominio del tiempo previas. El solapamiento y adición puede ser el mismo para todas las secuencias y puede describirse matemáticamente tal como se muestra en el número de referencia 1086 en la figura 10g.

Leyenda

25 Con respecto a las explicaciones dadas, también se hace referencia a la leyenda, que se muestra en las figuras 11a y 11d. En particular, la longitud de ventana de síntesis N para la transformada inversa es normalmente una función del elemento de sintaxis "window_sequence" y el contexto algorítmico. Por ejemplo, puede definirse tal como se muestra en el número de referencia 1190 de la figura 11b.

Realización según la figura 13

30 La figura 13 muestra un diagrama de bloques esquemático de unos medios 1300 para proporcionar una información de contorno de alineación de tiempo reconstruida que asume la funcionalidad de los medios 520 descritos con referencia a la figura 5. Sin embargo, la trayectoria de los datos y las memorias intermedias se muestran en más detalle. Los medios 1300 comprenden un calculador 1344 de valor de nodo de alineación, que toma la función del calculador 544 de valor de nodo alineado. El calculador 1344 de valor de nodo de alineación recibe un índice de libro de códigos "tw_ratio[]" de la proporción de alineación como una información de proporción de alineación codificada. El calculador de valor de nodo de alineación comprende una tabla de valor de alineación que representa, por ejemplo, el mapeo de un índice de proporción de alineación de tiempo sobre un valor de proporción de alineación de tiempo representado en la figura 9c.

35 El calculador 1344 de valor de nodo de alineación puede comprender además un multiplicador para realizar el algoritmo representado en el número de referencia 910 de la figura 9a. Por consiguiente, el calculador de valor de nodo de alineación proporciona valores de nodo de alineación "warp_node_values[]". Además, los medios 1300 comprenden un interpolador 1348 de contorno de alineación, que asume la función del interpolador 540a, y que puede configurarse para realizar el algoritmo mostrado en el número de referencia 920 en la figura 9a, obteniendo así valores del nuevo contorno de alineación ("new_warp_contour"). Los medios 1300 comprenden además una nueva memoria 1350 intermedia de contorno de alineación, que almacena los valores del nuevo contorno de alineación (es decir, warp_contour [i], con $2 \cdot n_{long} \leq i < 3 \cdot n_{long}$). Los medios 1300 comprenden además una memoria intermedia/actualizador 1360 de contorno de alineación de momento anterior, que almacena la "última parte de contorno de alineación de tiempo" y la "parte de contorno de alineación de tiempo actual" y actualiza los contenidos de memoria en respuesta a un reajuste a escala y en respuesta a una finalización del procesamiento de la trama actual. Por tanto, la memoria intermedia/actualizador 1360 de contorno de alineación de momento anterior pueden actuar conjuntamente con el reajustador 1370 a escala de contorno de alineación de momento anterior, de manera que la memoria intermedia/actualizador de contorno de alineación de momento anterior y el reajustador a escala de contorno de alineación de momento anterior juntos cumplen la funcionalidad de los algoritmos 930, 932, 934, 936, 950, 960. Opcionalmente, la memoria intermedia/actualizador 1360 de contorno de alineación de momento anterior también puede asumir la funcionalidad de los algoritmos 932, 936, 952, 954, 962, 964.

Por tanto, los medios 1300 proporcionan el contorno de alineación ("warp_contour") y también proporcionan de manera óptima los valores de suma de contorno de alineación.

Codificador de señal de audio según la figura 14

- A continuación, se describirá un codificador de señal de audio según un aspecto de la invención. El codificador de señal de audio de la figura 14 se designa en su totalidad con 1400. El codificador 1400 de señal de audio está configurado para recibir una señal 1410 de audio y, opcionalmente, una información 1412 de contorno de alineación externamente prevista asociada con la señal 1410 de audio. Además, el codificador 1400 de señal de audio está configurado para proporcionar una representación 1440 codificada de la señal 1410 de audio.
- El codificador 1400 de señal de audio comprende un codificador 1420 de contorno de alineación de tiempo, configurado para recibir una información 1422 de contorno de alineación de tiempo asociada con la señal 1410 de audio y proporcionar una información 1424 de contorno de alineación de tiempo codificada basándose en la misma.
- El codificador 1400 de señal de audio comprende además un procesador 1430 de señal de alineamiento de tiempo (o codificador de señal de alineamiento de tiempo) que está configurado para recibir la señal 1410 de audio y proporcionar, basándose en la misma, una representación 1432 codificada de alineación de tiempo de la señal 1410 de audio, teniendo en cuenta una alineación de tiempo descrita por la información 1422 de alineación de tiempo. La representación 1414 codificada de la señal 1410 de audio comprende la información 1424 de contorno de alineación de tiempo codificada y la representación 1432 codificada del espectro de la señal 1410 de audio.
- Opcionalmente, el codificador 1400 de señal de audio comprende un calculador 1440 de información de contorno de alineación, que está configurado para proporcionar la información 1422 de contorno de alineación de tiempo basándose en la señal 1410 de audio. Alternativamente, sin embargo, la información 1422 de contorno de alineación de tiempo puede proporcionarse basándose en la información 1412 de contorno de alineación externamente prevista.
- El codificador 1420 de contorno de alineación de tiempo puede configurarse para calcular una proporción entre valores de nodo posteriores del contorno de alineación de tiempo descrito por la información 1422 de contorno de alineación de tiempo. Por ejemplo, los valores de nodo pueden ser valores de muestra del contorno de alineación de tiempo representado por la información de contorno de alineación de tiempo. Por ejemplo, si la información de contorno de alineación de tiempo comprende una pluralidad de valores para cada trama de la señal 1410 de audio, los valores de nodo de alineación de tiempo pueden ser un subconjunto verdadero de esta información de contorno de alineación de tiempo. Por ejemplo, los valores de nodo de alineación de tiempo pueden ser un subconjunto verdadero periódico de los valores de contorno de alineación de tiempo. Un valor de nodo de contorno de alineación de tiempo puede presentarse por N de las muestras de audio, en las que N puede ser mayor que o igual a 2.
- El calculador de proporción de valor de nodo de contorno de tiempo puede configurarse para calcular una proporción entre valores de nodo de alineación de tiempo posteriores del contorno de alineación de tiempo, proporcionando así una información que describe una proporción entre valores de nodo posteriores del contorno de alineación de tiempo. Un codificador de proporción del codificador de contorno de alineación de tiempo puede configurarse para codificar la proporción entre valores de nodo posteriores del contorno de alineación de tiempo. Por ejemplo, el codificador de proporción puede mapear diferentes proporciones a diferentes índices de libro de códigos. Por ejemplo, puede elegirse un mapeo de manera que las proporciones proporcionadas por el calculador de proporción de valor de alineación de contorno de tiempo están dentro de un intervalo entre 0,9 y 1,1, o incluso entre 0,95 y 1,05. Por consiguiente, el codificador de proporción puede configurarse para mapear este intervalo a diferentes índices de libro de códigos. Por ejemplo, las correspondencias mostradas en la tabla de la figura 9c pueden actuar como puntos de soporte en este mapeo, de manera que, por ejemplo, una proporción de 1 se mapea sobre un índice de libro de códigos de 3, mientras que una proporción de 1,0057 se mapea a un índice de libro de códigos de 4, y así sucesivamente (compárese la figura 9c). Los valores de proporción entre aquellos mostrados en la tabla de la figura 9c pueden mapearse a índices de libro de códigos apropiados, por ejemplo, al índice de libro de códigos del valor de proporción más cercano para el que viene dado el índice de libro de códigos en la tabla de la figura 9c.
- Naturalmente, pueden usarse diferentes codificaciones de manera que, por ejemplo, varios índices de libro de códigos disponibles pueden elegirse más grandes o más pequeños que los mostrados en este caso. Además, la asociación entre valores de nodo de contorno de alineación e índices de valores de libro de códigos puede elegirse apropiadamente. Además, los índices de libro de códigos pueden codificarse, por ejemplo, usando una codificación binaria, usando opcionalmente una codificación de entropía.
- Por consiguiente, se obtienen las proporciones 1424 codificadas.
- El procesador 1430 de señal de alineamiento de tiempo comprende un convertidor 1434 de alineamiento de tiempo del dominio del tiempo al dominio de la frecuencia, que está configurado para recibir la señal 1410 de audio y una información 1422a de contorno de alineación de tiempo asociada con la señal de audio (o una versión codificada de la misma), y para proporcionar, basándose en la misma, una representación 1436 de dominio espectral (dominio de la frecuencia).
- La información 1422a de contorno de alineación de tiempo puede derivarse preferiblemente de la información 1424 codificada proporcionada por el codificador 1420 de contorno de alineación de tiempo usando un decodificador 1425 de alineación. De esta manera, puede lograrse que el codificador (en particular el procesador 1430 de señal de alineamiento de tiempo del mismo) y el decodificador (que recibe la representación 1414 codificada de la señal de

audio) funcionen en los mismos contornos de alineación, concretamente el contorno de alineación (de tiempo) decodificado. Sin embargo, en una realización simplificada, la información 1422a de contorno de alineación de tiempo usada por el procesador 1430 de señal de alineamiento de tiempo puede ser idéntica a la información 1422 de contorno de alineación de tiempo que se introduce en el codificador 1420 de contorno de alineación de tiempo.

5 El convertidor 1434 de alineamiento de tiempo del dominio del tiempo al dominio de la frecuencia puede, por ejemplo, considerar una alineación de tiempo cuando se forma la representación 1436 de dominio espectral, por ejemplo, usando una operación de remuestreo variable en el tiempo de la señal 1410 de audio. Alternativamente, sin embargo, el remuestreo variable en el tiempo y la conversión del dominio del tiempo al dominio de la frecuencia pueden integrarse en una única etapa de procesamiento. El procesador de señal de alineamiento de tiempo también comprende un
10 codificador 1438 de valor espectral, que está configurado para codificar la representación 1346 de dominio espectral. El codificador 1438 de valor espectral puede, por ejemplo, configurarse para tener en consideración un enmascaramiento perceptivo. Además, el codificador 1438 de valor espectral puede configurarse para adaptar la precisión de codificación a la relevancia perceptiva de las bandas de frecuencia y aplicar una codificación de entropía. Por consiguiente, se obtiene la representación 1432 codificada de la señal 1410 de audio.

15 Calculador de contorno de alineación de tiempo según la figura 15

La figura 15 muestra el diagrama de bloques esquemático de un calculador de contorno de alineación de tiempo, según otra realización de la invención. El calculador 1500 de contorno de alineación de tiempo está configurado para recibir una información 1510 de proporción de alineación codificada para proporcionar, basándose en la misma, una pluralidad de valores 1512 de nodo de alineación. El calculador 1500 de contorno de alineación de tiempo comprende, por
20 ejemplo, un decodificador 1520 de proporción de alineación, que está configurado para derivar una secuencia de valores 1522 de proporción de alineación a partir de la información 1510 de proporción de alineación codificada. El calculador 1500 de contorno de alineación de tiempo también comprende un calculador 1530 de contorno de alineación, que está configurado para derivar la secuencia de valores 1512 de nodo de alineación a partir de la secuencia de valores 1522 de proporción de alineación. Por ejemplo, el calculador de contorno de alineación puede configurarse para
25 obtener los valores de nodo de contorno de alineación partiendo de un valor de inicio de contorno de alineación, en el que las proporciones entre el valor de inicio de contorno de alineación, asociado con un nodo de inicio de contorno de alineación, y los valores de nodo de contorno de alineación se determinan por los valores 1522 de proporción de alineación. El calculador de valor de nodo de alineación también está configurado para calcular un valor 1512 de nodo de contorno de alineación de un nodo de contorno de alineación dado que está separado del nodo de inicio de contorno
30 de alineación por un nodo de contorno de alineación intermedio, basándose en una formación de producto que comprende una proporción entre el valor de inicio de contorno de alineación (por ejemplo 1) y el valor de nodo de contorno de alineación del nodo de contorno de alineación intermedio y una proporción entre el valor de nodo de contorno de alineación del nodo de contorno de alineación intermedio y el valor de nodo de contorno de alineación del nodo de contorno de alineación dado como factores.

35 A continuación, se comentará brevemente el funcionamiento del calculador 1500 de contorno de alineación de tiempo haciendo referencia a las figuras 16a y 16b.

La figura 16a muestra una representación gráfica de un cálculo sucesivo de un contorno de alineación de tiempo. Una primera representación 1610 gráfica muestra una secuencia de índices 1510 de libro de códigos de proporción de
40 alineación de tiempo (índice=0, índice=1, índice=2, índice=3, índice=7). Además, la representación 1610 gráfica muestra una secuencia de valores de proporción de alineación (0,983, 0,988, 0,994, 1,000, 1,023) asociados con los índices de libro de códigos. Además, puede observarse que se elige que un primer valor 1621 de nodo alineado (i=0) sea 1 (en el que 1 es un valor de inicio). Tal como puede observarse, se obtiene un segundo valor 1622 de nodo de alineación (i=1) multiplicando el valor de inicio de 1 con el primer valor de proporción de 0,983 (asociado con el primer índice 0). Puede observarse adicionalmente que el tercer valor 1623 de nodo de alineación se obtiene multiplicando el segundo valor
45 1622 de nodo de alineación de 0,983 con el segundo valor de proporción de alineación de 0,988 (asociado con el segundo índice de 1). De la misma manera, el cuarto valor 1624 de nodo de alineación se obtiene multiplicando el tercer valor 1623 de nodo de alineación con el tercer valor de proporción de alineación de 0,994 (asociado con un tercer índice de 2).

Por consiguiente, se obtienen una secuencia de valores de nodo de alineación 1621, 1622, 1623, 1624, 1625, 1626.

50 Un valor de nodo de alineación respectivo se obtiene efectivamente de manera que es un producto del valor de inicio (por ejemplo 1) y todos los valores de proporción de alineación intermedios que se encuentran entre los nodos 1621 de alineación de inicio y el valor 1622 a 1626 de nodo de alineación respectivo.

Una representación 1640 gráfica ilustra una interpolación lineal entre los valores de nodo de alineación. Por ejemplo, pueden obtenerse valores interpolados 1621a, 1621b, 1621c en un decodificador de señal de audio entre dos valores
55 1621, 1622 de nodo de alineación de tiempo adyacentes, por ejemplo, haciendo uso de una interpolación lineal.

La figura 16b muestra una representación gráfica de una reconstrucción de contorno de alineación de tiempo usando un reinicio periódico desde un valor de inicio predeterminado, lo que puede implementarse opcionalmente en el calculador 1500 de contorno de alineación de tiempo. En otras palabras, el reinicio periódico o repetido no es una característica

esencial, siempre que pueda evitarse un desbordamiento numérico por cualquier otra medida apropiada en el lado de codificador o en el lado de decodificador. Tal como puede observarse, una parte de contorno de alineación puede iniciarse a partir de un nodo 1660 de inicio en el que pueden determinarse los nodos 1661, 1662, 1663, 1664 de contorno de alineación. Para este propósito, pueden considerarse los valores de proporción de alineación (0,983, 0,988, 0,965, 1,000), de manera que los nodos 1661 a 1664 de contorno de alineación adyacentes de la primera parte de contorno de alineación de tiempo están separados mediante proporciones determinadas por estos valores de proporción de alineación. Sin embargo, una segunda parte de contorno de alineación de tiempo adicional puede iniciarse después de que se ha alcanzado un nodo 1664 de fin de la primera parte de contorno de alineación de tiempo (que comprende los nodos 1660-1664). La segunda parte de contorno de alineación de tiempo puede iniciarse desde un nuevo nodo 1665 de inicio, que puede tomar el valor de inicio predeterminado, independiente de cualquier valor de proporción de alineación. Por consiguiente, los valores de nodo de alineación de la segunda parte de contorno de alineación de tiempo pueden calcularse partiendo del nodo 1665 de inicio de la segunda parte de contorno de alineación de tiempo basándose en los valores de proporción de alineación de la segunda parte de contorno de alineación de tiempo. Posteriormente, una tercera parte de contorno de alineación de tiempo puede empezar desde un correspondiente nodo 1670 de inicio, que puede tomar de nuevo el valor de inicio predeterminado independiente de cualquier valor de proporción de alineación. Por consiguiente, se obtiene un reinicio periódico de las partes de contorno de alineación de tiempo. Opcionalmente, puede aplicarse una renormalización repetida, tal como se describió en detalle anteriormente.

El codificador de señal de audio según la figura 17

A continuación, se describirá brevemente un codificador de señal de audio según otra realización de la invención, haciendo referencia a la figura 17. El codificador 1700 de señal de audio está configurado para recibir una señal 1710 de audio multicanal y para proporcionar una representación 1712 codificada de la señal 1710 de audio multicanal. El codificador 1700 de señal de audio comprende un proveedor 1720 de representación de audio codificado, que está configurado para proporcionar selectivamente una representación de audio que comprende una información de contorno de alineación común, comúnmente asociada con una pluralidad de canales de audio de la señal de audio multicanal, o una representación de audio codificada que comprende información de contorno de alineación individual, asociada individualmente con los diferentes canales de audio de la pluralidad de canales de audio, dependiendo de una información que describe una similitud o diferencia entre contornos de alineación asociados con los canales de audio de la pluralidad de canales de audio.

Por ejemplo, el codificador 1700 de señal de audio comprende un calculador de similitud de contorno de alineación o calculador 1730 de diferencia de contorno de alineación configurado para proporcionar la información 1732 que describe la similitud o diferencia entre contornos de alineación asociados con los canales de audio. El proveedor de representación de audio codificado comprende, por ejemplo, un codificador 1722 de contorno de alineación de tiempo selectivo configurado para recibir información 1724 de contorno de alineación de tiempo (que puede proporcionarse externamente o que puede proporcionarse por un calculador 1734 de información de contorno de alineación de tiempo opcional) y la información 1732. Si la información 1732 indica que los contornos de alineación de tiempo de dos o más canales de audio son suficientemente similares, el codificador 1722 de contorno de alineación de tiempo selectivo puede configurarse para proporcionar una información de contorno de alineación de tiempo codificada conjunta. La información de contorno de alineación conjunta puede, por ejemplo, basarse en un promedio de la información de contorno de alineación de dos o más canales. Sin embargo, alternativamente la información de contorno de alineación conjunta puede basarse en una única información de contorno de alineación de un único canal de audio, pero asociarse conjuntamente con una pluralidad de canales.

Sin embargo, si la información 1732 indica que los contornos de alineación de múltiples canales de audio no son lo suficientemente similares, el codificador 1722 de contorno de alineación de tiempo selectivo puede proporcionar información codificada separada de los diferentes contornos de alineación de tiempo.

El proveedor 1720 de representación de audio codificado también comprende un procesador 1726 de señal de alineamiento de tiempo, que también puede configurarse para recibir la información 1724 de contorno de alineación de tiempo y la señal 1710 de audio multicanal. El procesador 1726 de señal de alineamiento de tiempo está configurado para codificar los múltiples canales de la señal 1710 de audio. El procesador 1726 de señal de alineamiento de tiempo puede comprender diferentes modos de funcionamiento. Por ejemplo, el procesador 1726 de señal de alineamiento de tiempo puede configurarse para codificar selectivamente canales de audio codificándolos de manera individual o conjunta, aprovechando similitudes entre canales. En algunos casos, se prefiere que el procesador 1726 de señal de alineamiento de tiempo pueda codificar comúnmente múltiples canales de audio que tienen una información de contorno de alineación de tiempo común. Existen casos en los que un canal de audio izquierdo y un canal de audio derecho muestran la misma evolución de altura tonal relativa pero tienen, por lo demás, diferentes características de señal, por ejemplo, diferentes frecuencias fundamentales absolutas o diferentes envolventes espectrales. En este caso, no es deseable codificar el canal de audio izquierdo y el canal de audio derecho conjuntamente, debido a la diferencia significativa entre el canal de audio izquierdo y el canal de audio derecho. No obstante, la evolución de altura tonal relativa en el canal de audio izquierdo y el canal de audio derecho pueden ser paralelas, de manera que la aplicación de una alineación de tiempo común es una solución muy eficaz. Un ejemplo de una señal de audio de este tipo es una música polifónica, en la que los contenidos de múltiples canales de audio muestran una diferencia significativa (por ejemplo, están dominados por diferentes cantantes o instrumentos de música), pero muestran una variación de altura tonal similar. Por tanto, la eficacia de codificación puede mejorarse significativamente proporcionando la posibilidad de

tener una codificación conjunta de los contornos de alineación de tiempo para múltiples canales de audio mientras se mantiene la opción de codificar por separado los espectros de frecuencia de los diferentes canales de audio para los que se proporciona una información contorno de altura tonal común.

5 El proveedor 1720 de representación de audio codificado comprende opcionalmente un codificador 1728 de información secundaria, que está configurado para recibir la información 1732 y para proporcionar una información secundaria que indica si se proporciona un contorno de alineación codificado común para múltiples canales de audio o si se proporcionan contornos de alineación codificados individuales para los múltiples canales de audio. Por ejemplo, una información secundaria de este tipo puede proporcionarse en forma de un indicador de 1 bit llamado "common_tw".

10 En resumen, el codificador 1722 de contorno de alineación de tiempo selectivo proporciona selectivamente representaciones codificadas individuales de los contornos de audio de alineación de tiempo asociados con múltiples señales de audio, o una representación de contorno de alineación de tiempo codificada conjunta que representa un único contorno de alineación de tiempo conjunto asociado con los múltiples canales de audio. El codificador 1728 de información secundaria proporciona opcionalmente una información secundaria que indica si se proporcionan representaciones de contorno de alineación de tiempo individuales o una representación contorno de alineación de tiempo conjunta. El procesador 1726 de señal de alineamiento de tiempo proporciona representaciones codificadas de los múltiples canales de audio. Opcionalmente, puede proporcionarse una información codificada común para múltiples canales de audio. Sin embargo, normalmente es posible incluso proporcionar representaciones codificadas individuales de múltiples canales de audio, para las que una representación de contorno de alineación de tiempo común está disponible, de manera que diferentes canales de audio que tienen diferente contenido de audio, pero idéntica alineación de tiempo, se representan apropiadamente. Por consiguiente, la representación 1712 codificada comprende información codificada proporcionada por el codificador 1722 de contorno de alineación de tiempo selectivo, y el procesador 1726 de señal de alineamiento de tiempo y, opcionalmente, el codificador 1728 de información secundaria.

Decodificador de señal de audio según la figura 18

25 La figura 18 muestra un diagrama de bloques esquemático de un decodificador de señal de audio según una realización de la invención. El decodificador 1800 de señal de audio está configurado para recibir una representación 1810 de señal de audio codificada (por ejemplo, la representación 1712 codificada) y para proporcionar, basándose en la misma, una representación 1812 decodificada de la señal de audio multicanal. El decodificador 1800 de señal de audio comprende un extractor 1820 de información secundaria y un decodificador 1830 de alineación de tiempo. El extractor 1820 de información secundaria está configurado para extraer una información 1822 de aplicación de contorno de alineación de tiempo y una información 1824 de contorno de alineación a partir de la representación 1810 de señal de audio codificada. Por ejemplo, el extractor 1820 de información secundaria puede configurarse para reconocer si está disponible una única información de contorno de alineación de tiempo común para múltiples canales de la señal de audio codificada, o si está disponible la información de contorno de alineación de tiempo separada para los múltiples canales. Por consiguiente, el extractor de información secundaria puede proporcionar tanto la información 1822 de aplicación de contorno de alineación de tiempo (que indica si está disponible información de contorno de alineación de tiempo individual o conjunta) como la información 1824 de contorno de alineación de tiempo (que describe una evolución temporal del contorno de alineación de tiempo común (conjunto) o de los contornos de alineación de tiempo individuales). El decodificador 1830 de alineación de tiempo puede configurarse para reconstruir la representación decodificada de la señal de audio multicanal basándose en la representación 1810 de señal de audio codificada, teniendo en consideración la alineación de tiempo descrita por la información 1822, 1824. Por ejemplo, el decodificador 1830 de alineación de tiempo puede configurarse para aplicar un contorno de alineación de tiempo común para decodificar diferentes canales de audio, para los que está disponible información de dominio de la frecuencia codificada individual. Por consiguiente, el decodificador 1830 de alineación de tiempo puede, por ejemplo, reconstruir diferentes canales de la señal de audio multicanal, que comprenden una alineación de tiempo similar o idéntica, pero diferente altura tonal.

Flujo de audio según las figuras 19a a 19e

A continuación, se describirá un flujo de audio, que comprende una representación codificada de uno o más canales de señal de audio y uno o más contornos de alineación de tiempo.

50 La figura 19a muestra una representación gráfica de un denominado elemento de flujo de datos de "USAC_raw_data_block" que puede comprender un elemento de canal único (SCE), un elemento de par de canales (CPE) o una combinación de uno o más elementos de canal único y/o uno o más elementos de par de canales.

55 El "USAC_raw_data_block" puede comprender normalmente un bloque de datos de audio codificados, mientras que la información de contorno de alineación de tiempo adicional puede proporcionarse en un elemento de flujo de datos separado. No obstante, habitualmente es posible codificar algunos datos de contorno de alineación de tiempo en el "USAC_raw_data_block".

Tal como puede observarse a partir de la figura 19b, un elemento de canal único comprende normalmente un flujo de canal en el dominio de la frecuencia ("fd_channel_stream"), que se explicará en detalle con referencia a la figura 9d.

5 Tal como puede observarse a partir de la figura 19c, un elemento de par de canales ("channel_pair_element") comprende normalmente una pluralidad de flujos de canal en el dominio de la frecuencia. Además, el elemento de par de canales puede comprender información de alineación de tiempo. Por ejemplo, un indicador de activación de alineación de tiempo ("tw_MDCT") que puede transmitirse en un elemento de flujo de datos de configuración o en el "USAC_saw_data_block" determina si se incluye información de alineación de tiempo en el elemento de par de canales. Por ejemplo, si el indicador "tw_MDCT" indica que la alineación de tiempo está activa, el elemento de par de canales puede comprender un indicador ("common_tw") que indica si existe una alineación de tiempo común para los canales de audio del elemento de par de canales. Si dicho indicador (common_tw) indica que existe una alineación de tiempo común para varios de los canales de audio, entonces una información de alineación de tiempo común (tw_data) se incluye en el elemento de par de canales, por ejemplo, separada de los flujos de canal en el dominio de la frecuencia.

10 Haciendo ahora referencia a la figura 19d, se describe el flujo de canal en el dominio de la frecuencia. Tal como puede observarse a partir de la figura 19d, el flujo de canal en el dominio de la frecuencia, por ejemplo, comprende una información de ganancia global. Además, el flujo de canal en el dominio de la frecuencia comprende datos de alineación de tiempo, si el alineamiento de tiempo está activo (indicador "tw_MDCT" activo) y si no existe información de alineación de tiempo común para canal de señal de audio múltiple (indicador "common_tw" está inactivo).

15 Además, un flujo de canal en el dominio de la frecuencia también comprende datos de factor de escala ("scale_factor_data") y datos espectrales codificados (por ejemplo, datos espectrales aritméticamente codificados "ac_spectral_data").

20 Haciendo ahora referencia a la figura 19e, se comentará brevemente la sintaxis de los datos de alineación de tiempo. Los datos de alineación de tiempo pueden comprender, por ejemplo, opcionalmente, un indicador (por ejemplo, "tw_data_present" o "active Pitch Data") que indica si los datos de alineación de tiempo están presentes. Si los datos de alineación de tiempo están presentes, (es decir, el contorno de alineación de tiempo no es plano) los datos de alineación de tiempo pueden comprender una secuencia de una pluralidad de valores de proporción de alineación de tiempo codificados (por ejemplo, "tw_ratio[i]" o "pitchIdx[i]"), que pueden codificarse, por ejemplo, según la tabla de libro de códigos de la figura 9c.

25 Por tanto, los datos de alineación de tiempo pueden comprender un indicador que indica que no existen datos de alineación de tiempo disponibles, lo que puede establecerse mediante un codificador de señal de audio, si el contorno de alineación de tiempo es constante (las proporciones de alineación de tiempo son aproximadamente iguales a 1,000). En cambio, si el contorno de alineación de tiempo es variable, las proporciones entre nodos de contorno de alineación de tiempo posteriores pueden codificarse usando los índices de libro de códigos que componen la información de "tw_ratio".

30 Conclusión

Resumiendo lo anterior, las realizaciones según la invención provocan diferentes mejoras en el campo de alineamiento de tiempo.

35 Los aspectos de la invención descritos en el presente documento están en el contexto de un codificador de transformada MDCT alineado en el tiempo (véase, por ejemplo, la referencia [1]). Las realizaciones según la invención proporcionan métodos para un rendimiento mejorado de un codificador de transformada MDCT alineado en el tiempo.

40 Según un aspecto de la invención, se proporciona un formato de flujo de bits particularmente eficaz. La descripción de formato de flujo de bits se basa en, y mejora la, sintaxis de flujo de bits MPEG-2 AAC (véase, por ejemplo, la referencia [2]), pero es naturalmente aplicable a todos los formatos de flujo de bits con una cabecera de descripción general en el inicio de un flujo y una sintaxis de información por tramas individual.

Por ejemplo, la siguiente información secundaria puede transmitirse en el flujo de bits:

45 En general, un indicador de un bit (por ejemplo, denominado "tw_MDCT") puede presentarse en la configuración específica de audio general (GASC), que indica si el alineamiento de tiempo está activo o no. Pueden transmitirse datos de altura tonal usando la sintaxis mostrada en la figura 19e o la sintaxis mostrada en la figura 19f. En la sintaxis mostrada en la figura 19f, el número de alturas tonales ("numPitches") puede ser igual a 16, y el número de bits de altura tonal en ("numPitchBits") puede ser igual a 3. En otras palabras, pueden existir 16 valores de proporción de alineación codificados por parte de contorno de alineación de tiempo (o por trama de señal de audio), y cada valor de proporción de contorno de alineación puede codificarse usando 3 bits.

50 Además, en un elemento de canal único (SCE) los datos de altura tonal (pitch_data []) pueden ubicarse antes de los datos de sección en el canal individual, si el alineamiento está activo.

En un elemento de par de canales (CPE), un indicador de altura tonal común indica si hay unos datos de altura tonal comunes para ambos canales, que siguen a continuación, si no, los contornos de altura tonal individuales se encuentran en los canales individuales.

55 A continuación, se proporcionará un ejemplo para un elemento de par de canales. Un ejemplo puede ser una señal de

una única fuente de sonido de armónico, situada dentro del panorama estéreo. En este caso, los contornos de altura tonal relativa para el primer canal y el segundo canal serán iguales o diferirán sólo ligeramente debido a algunos errores pequeños en la estimación de la variación. En este caso, el codificador puede decidir en lugar de enviar dos contornos de altura tonal codificados separados para cada canal, enviar sólo un contorno de altura tonal que es un promedio de los contornos de altura tonal del primer y segundo canal, y usar el mismo contorno al aplicar la TW-MDCT en ambos canales. Por otro lado, puede haber una señal en la que la estimación del contorno de altura tonal proporciona diferentes resultados para el primer y segundo canal respectivamente. En este caso, los contornos de altura tonal individualmente codificados se envían dentro del canal correspondiente.

A continuación, se describirá una decodificación ventajosa de datos de contorno de altura tonal, según un aspecto de la invención. Por ejemplo, si el indicador "active PitchData" es 0, el contorno de altura tonal se establece a 1 para todas las muestras en la trama, de lo contrario los nodos de contorno de altura tonal individuales se calculan tal como sigue:

- hay numPitches + 1 nodos,
- node [0] es siempre 1,0;
- node [i]=node[i-1]•relChange[i] (i=1..numPitches+ 1), en el que se obtiene el relChange mediante cuantificación inversa del pitchIdx[i].

Entonces se genera el contorno de altura tonal mediante la interpolación lineal entre los nodos, en la que las posiciones de muestra de nodo son 0:frameLen/numPitches:frameLen.

Alternativas de implementación

Dependiendo de determinados requisitos de implementación, pueden implementarse realizaciones de la invención en hardware o en software. La implementación puede realizarse usando un medio de almacenamiento digital, por ejemplo un disco flexible, un DVD, un CD, una ROM, una PROM, una EPROM, una EEPROM o una memoria FLASH, que tiene señales de control electrónicamente legibles almacenadas en el mismo, que actúa conjuntamente (o puede actuar conjuntamente) con un sistema informático programable de manera que se realiza el método respectivo.

Algunas realizaciones según la invención comprenden un soporte de datos que tiene señales de control electrónicamente legibles, que pueden actuar conjuntamente con un sistema informático programable, de manera que se realiza uno de los métodos descritos en el presente documento.

Generalmente, pueden implementarse realizaciones de la presente invención como un producto de programa informático con un código de programa, pudiendo hacerse funcionar el código de programa para realizar uno de los métodos cuando se ejecuta el producto de programa informático en un ordenador. El código de programa puede almacenarse por ejemplo en un soporte legible por máquina.

Otras realizaciones comprenden el programa informático para realizar uno de los métodos descritos en el presente documento, almacenado en un soporte legible por máquina.

En otras palabras, una realización del método de la invención es, por tanto, un programa informático que tiene un código de programa para realizar uno de los métodos descritos en el presente documento, cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador.

Una realización adicional de los métodos de la invención es, por tanto, un soporte de datos (o un medio de almacenamiento digital, o un medio legible por ordenador) que comprende, registrado en el mismo, el programa informático para realizar uno de los métodos descritos en el presente documento.

Una realización adicional del método de la invención es, por tanto, un flujo de datos o una secuencia de señales que representan el programa informático para realizar uno de los métodos descritos en el presente documento. El flujo de datos o la secuencia de señales puede configurarse por ejemplo para transferirse a través de una conexión de comunicación de datos, por ejemplo a través de Internet.

Una realización adicional comprende un medio de procesamiento, por ejemplo un ordenador, o un dispositivo lógico programable, configurado o adaptado para realizar uno de los métodos descritos en el presente documento.

Una realización adicional comprende un ordenador que tiene instalado en el mismo el programa informático para realizar uno de los métodos descritos en el presente documento.

En algunas realizaciones, puede usarse un dispositivo lógico programable (por ejemplo una disposición de puertas programables en campo) para realizar algunas o todas las funcionalidades de los métodos descritos en el presente documento. En algunas realizaciones, una disposición de puertas programables en campo puede actuar conjuntamente con un microprocesador con el fin de realizar uno de los métodos descritos en el presente documento.

Bibliografía

- [1] L. Villemoes, "Time Warped Transform Coding of Audio Signals", PCT/EP2006/010246, solicitud de patente internacional, noviembre de 2005.
- 5 [2] Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio: Advanced Audio Coding. Norma internacional 13818-7, ISO/IECJTC1/SC29/WG11 Moving Pictures Expert Group, 1997.

REIVINDICACIONES

1. Calculador (320; 540; 1344, 1348; 1500) de contorno de alineación de tiempo para su uso en un decodificador (200; 300; 1800) de señal de audio para proporcionar una representación (312; 1812) de señal de audio decodificada basándose en una representación (310; 1810) de señal de audio codificada,
- 5 estando el calculador de contorno de alineación de tiempo configurado para recibir una información (316; 510; 1510; $tw_ratio[]$) de proporción de alineación codificada, para derivar una secuencia de valores (1522; $warp_value_tbl[tw_ratio[k]]$) de proporción de alineación a partir de la información de proporción de alineación codificada, y para obtener valores ($warp_node_values$; 1512) de nodo de contorno de alineación partiendo de un valor (1) de inicio de contorno de alineación de tiempo,
- 10 en el que las proporciones entre los valores de nodo de contorno de alineación de tiempo y el valor (1) de inicio de contorno de alineación de tiempo asociado con un nodo (1621) de inicio de contorno de alineación de tiempo se determinan mediante los valores de proporción de alineación; y
- 15 estando el calculador de contorno de alineación de tiempo configurado para calcular un valor ($warp_node_values$; 1512) de nodo de contorno de alineación de tiempo de un nodo (1623) de un contorno de alineación de tiempo dado, que está separado del nodo (1621) de inicio de contorno de alineación de tiempo por un nodo (1622) de contorno de alineación de tiempo intermedio basándose en una formación de producto que comprende una proporción entre el valor de nodo de contorno de alineación de tiempo del nodo (1622) de contorno de alineación de tiempo intermedio y el valor (1) de inicio de contorno de alineación de tiempo y una proporción entre el valor de nodo de contorno de alineación de tiempo del nodo (1623) de contorno de alineación de tiempo dado y el valor de nodo de contorno de alineación de tiempo del nodo (1622) de contorno de alineación de tiempo intermedio como factores.
- 20 2. Calculador (320; 540; 1344, 1348; 1500) de contorno de alineación de tiempo según la reivindicación 1, estando el calculador de contorno de alineación de tiempo configurado para reiniciarse periódicamente a partir del valor (1) de inicio de contorno de alineación de tiempo.
- 25 3. Calculador (320; 540; 1344, 1348; 1500) de contorno de alineación de tiempo según la reivindicación 1 ó 2, estando el calculador de contorno de alineación de tiempo configurado para mapear la información (316; 510; 1510; $tw_ratio[]$) de proporción de alineación codificada a una secuencia de valores (1522; $warp_value_tbl[tw_ratio[k]]$) de proporción de alineación usando una regla (990) de mapeo,
- 30 en el que la regla (990) de mapeo describe un mapeo de una pluralidad de índices (316; 510; 1510; $tw_ratio[]$) de libro de códigos de proporción de alineación a correspondientes valores (1522; $warp_value_tbl[tw_ratio]$) de proporción de alineación,
- en el que la regla (990) de mapeo se elige de manera que la regla de mapeo comprende una pluralidad de pares de valores de proporción de alineación recíprocos, de manera que el producto de dos valores (1522; $warp_value_tbl[tw_ratio[k]]$) de proporción de alineación de un par de valores de proporción de alineación recíprocos se encuentra entre 0,9997 y 1,0003.
- 35 4. Calculador (320; 540; 1344, 1348; 1500) de contorno de alineación de tiempo según una de las reivindicaciones 1 a 3, estando el calculador de contorno de alineación de tiempo configurado para mapear la información (316; 510; 1510; $tw_ratio[]$) de proporción de alineación codificada a una secuencia de valores (1522; $warp_value_table[tw_ratio]$) de proporción de alineación usando una regla (990) de mapeo,
- 40 en el que la regla (990) de mapeo describe un mapeo de una pluralidad de índices (tw_ratio) de libro de códigos de proporción de alineación a correspondientes valores (1522; $warp_value_table[tw_ratio]$) de proporción de alineación,
- en el que la regla de mapeo se elige de manera que los valores de proporción de alineación, a los que se mapean los índices de libro de códigos de proporción de alineación, están dentro de un intervalo de entre 0,97 y 1,03.
- 45 5. Calculador (320; 540; 1344, 1348; 1500) de contorno de alineación de tiempo según una de las reivindicaciones 1 a 4, estando el calculador de contorno de alineación de tiempo configurado para mapear la información (316; 510; 1510; $tw_ratio[]$) de proporción de alineación codificada a una secuencia de valores (1522; $warp_value_table[tw_ratio]$) de proporción de alineación usando una regla (990) de mapeo,
- en el que la regla de mapeo describe un mapeo de una pluralidad de índices (316; 510; 1510; $tw_ratio[]$) de libro de códigos de proporción de alineación a correspondientes valores (1522; $warp_value_table[tw_ratio]$) de proporción de alineación,
- 50 en el que la regla (990) de mapeo se elige de manera asimétrica de manera que un intervalo de valores de proporción de alineación ascendentes es mayor que un intervalo de valores de proporción de alineación descendentes.
6. Calculador (320; 590; 1344, 1398; 1500) de contorno de alineación de tiempo según una de las reivindicaciones 1 a 5, estando el calculador de contorno de alineación de tiempo configurado para recibir una información ($tw_data_present$) secundaria que indica un contorno de alineación de tiempo no variable o un contorno de alineación de tiempo variable

- 5 para una trama dada de la representación de señal de audio codificada, y, dependiendo de la información (tw_data_present) secundaria que indica un contorno de alineación de tiempo no variable o un contorno de alineación de tiempo variable, para obtener (910) los valores (warp_node_values; 1512) de nodo de contorno de alineación de tiempo para la trama dada basándose en la información de proporción de alineación codificada, o para ajustar los valores (warp_node_values; 1512) de nodo de contorno de alineación de tiempo para la trama dada al valor (1) de inicio de contorno de alineación.
- 10 7. Calculador (320; 540; 1344, 1348; 1500) de contorno de alineación de tiempo según una de las reivindicaciones 1 a 6, estando el calculador de contorno de alineación de tiempo configurado para interpolar de manera lineal entre los valores (warp_node_values; 1512) de nodo de contorno de alineación de tiempo, para obtener valores (new_warp_contour) de contorno de alineación de tiempo de una parte de contorno de alineación de tiempo nueva.
- 15 8. Calculador (320; 540; 1344, 1348; 1500) de contorno de alineación de tiempo según una de las reivindicaciones 1 a 7, estando el calculador de contorno de alineación de tiempo configurado para obtener de manera iterativa una secuencia de valores (warp_node_values; 1512) de nodo de contorno de alineación de tiempo, estando el calculador de contorno de alineación de tiempo configurado para obtener un valor (warp_node_values[i+1]) de nodo de contorno de alineación de tiempo posterior a partir de un valor (warp_node_values[i]) de nodo de contorno de alineación de tiempo actual multiplicando el valor de nodo de contorno de alineación de tiempo actual con un correspondiente valor (warp_value_tbl[tw_ratio[i]]) de proporción de alineación de tiempo.
- 20 9. Codificador (100; 1400; 1700) de señal de audio para proporcionar una representación (150, 152; 1414; 1712) codificada de una señal (110; 1410; 1710) de audio, comprendiendo el codificador de señal de audio:
- 25 un codificador (1420; 1722) de contorno de alineación de tiempo configurado para recibir una información (1422; 1724) de contorno de alineación de tiempo asociada con la señal (1410; 1710) de audio, para calcular una proporción entre valores de nodo posteriores del contorno de alineación de tiempo, y para codificar la proporción entre valores de nodo posteriores del contorno de alineación de tiempo; y
- un codificador (1430; 1726) de señal de alineación de tiempo configurado para obtener una representación (1432) codificada de un espectro de la señal (1410; 1710) de audio, teniendo en cuenta una alineación de tiempo descrita por la información (1422; 1724) de contorno de alineación de tiempo;
- en el que la representación (1414; 1712) codificada de la señal de audio comprende las proporciones (1412; tw_ratio[]) codificadas y la representación (1432) codificada del espectro.
- 30 10. Codificador (100; 1400; 1700) de señal de audio según la reivindicación 9, en el que el codificador (1420; 1722) de contorno de alineación de tiempo está configurado para comprobar si está disponible un contorno de alineación de tiempo no plano para una trama dada de la señal de audio, y para ajustar un indicador (tw_data_present) dentro de la representación (1419; 1712) codificada de la señal (1410; 1710) de audio para indicar la ausencia de un contorno de alineación de tiempo variable si no está disponible un contorno de alineación de tiempo variable para la trama dada de la señal de audio, y
- 35 para omitir una inclusión de valores (tw_ratio) de proporción codificados en la representación codificada de la señal de audio si no está disponible un contorno de alineación de tiempo variable para la trama dada de la señal de audio.
- 40 11. Representación (usac_raw_data_block()) de señal de audio codificada que representa una señal de audio, comprendiendo la representación de señal de audio:
- una representación (scalefactor_data(), ac_spectral_data()) en el dominio de la frecuencia codificada que representa uno o más canales de audio remuestreados de alineación de tiempo, remuestreados de acuerdo con una alineación de tiempo; y
- una representación (tw_data) codificada de un contorno de alineación de tiempo que representa la alineación de tiempo, comprendiendo la representación codificada del contorno de alineación de tiempo una pluralidad de valores (tw_ratio) de proporción de alineación de tiempo codificada,
- 45 en la que los valores de proporción de alineación de tiempo representan proporciones entre valores (warp_node_values) de nodo posteriores del contorno de alineación de tiempo.
- 50 12. Representación (usac_raw_data_block()) de señal de audio codificada según la reivindicación 11, comprendiendo la representación de señal de audio codificada, en una base por trama de audio, un indicador (tw_data_present) que indica la presencia de una representación codificada de un contorno (tw_ratio) de alineación de tiempo para la trama respectiva.
13. Método para proporcionar una representación de señal de audio decodificada basándose en una representación de señal de audio codificada, comprendiendo el método:
- recibir una información (316; 510; 1510; tw_ratio[]) de proporción de alineación codificada;

derivar una secuencia de valores (1522; warp_value_tbl[tw_ratio[k]]) de proporción de alineación de la información de proporción de alineación codificada; y

obtener una pluralidad de valores (warp_node_values; 1512) de nodo de contorno de alineación de tiempo partiendo de un valor (1) de inicio de contorno de alineación de tiempo,

5 en el que las proporciones entre los valores de nodo de contorno de alineación de tiempo y el valor de inicio de contorno de alineación de tiempo asociado con el nodo de inicio de contorno de alineación de tiempo se determinan mediante los valores de proporción de alineación;

10 en el que un valor (warp_node_values; 1512) de nodo de contorno de alineación de tiempo de un nodo (1623) de contorno de alineación de tiempo dado, que está separado del nodo (1621) de inicio de contorno de alineación de tiempo por un nodo (1622) de contorno de alineación de tiempo intermedio, se calcula basándose en una formación de producto, que comprende una proporción entre el valor de nodo de contorno de alineación de tiempo del nodo (1622) de contorno de alineación de tiempo intermedio y el valor de inicio de contorno de alineación de tiempo y una proporción entre el valor de nodo de contorno de alineación de tiempo del nodo (1623) de contorno de alineación de tiempo dado y el valor de nodo de contorno de alineación de tiempo del nodo (1622) de contorno de alineación de tiempo intermedio como factores.

15 14. Método para proporcionar una representación codificada de una señal de audio, comprendiendo el método:

recibir una información (1422; 1724) de contorno de alineación de tiempo asociada con la señal (1410; 1710) de audio;

calcular una proporción entre valores de nodo posteriores del contorno de alineación de tiempo;

codificar la proporción entre valores de nodo posteriores del contorno de alineación de tiempo; y

20 obtener una representación (1432) codificada de un espectro de la señal (1410; 1710) de audio, teniendo en cuenta una alineación de tiempo descrita por la información (1422; 1724) de contorno de alineación de tiempo;

en el que la representación (1414; 1712) codificada de la señal de audio comprende las proporciones codificadas y la representación (1432) codificada del espectro.

25 15. Programa informático adaptado para realizar el método según la reivindicación 13 ó 14, cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador.

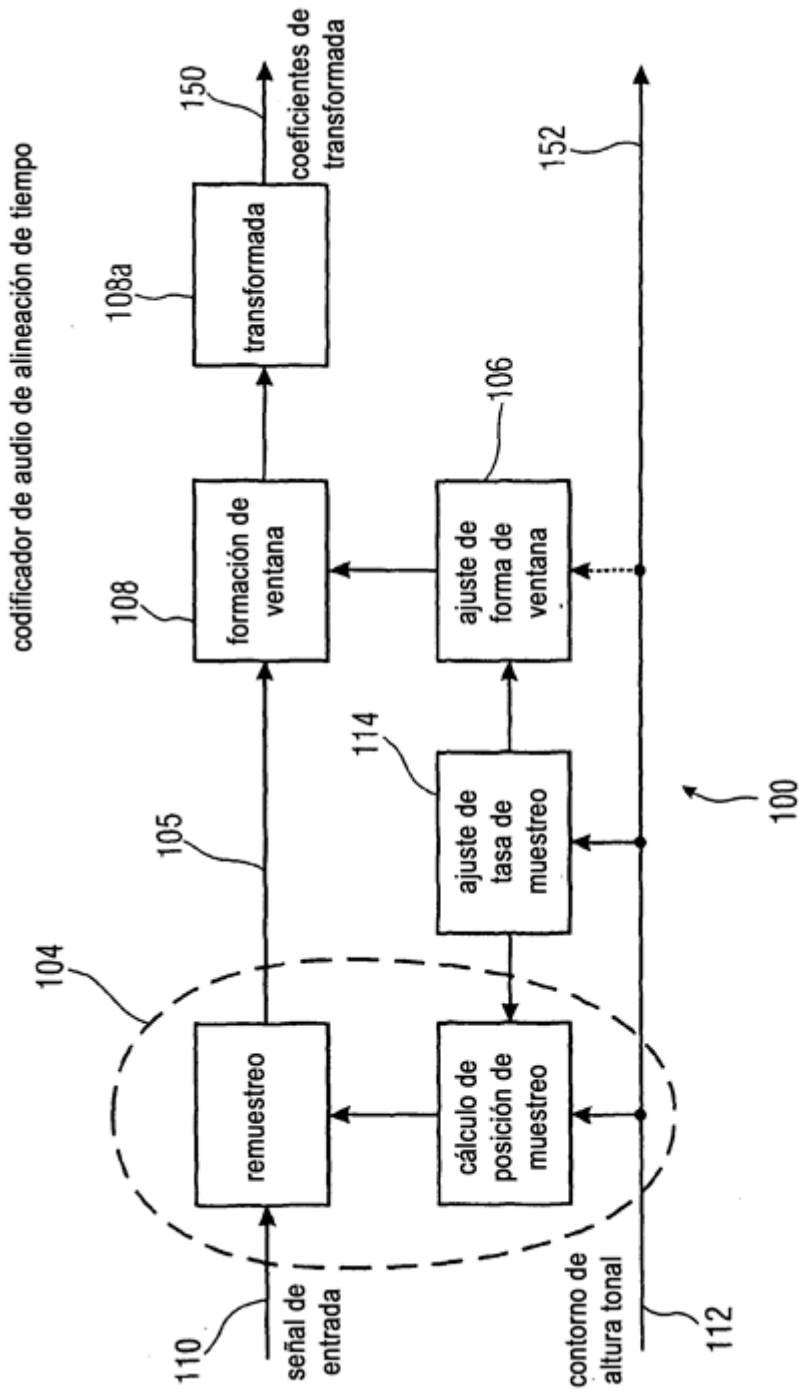


FIG 1

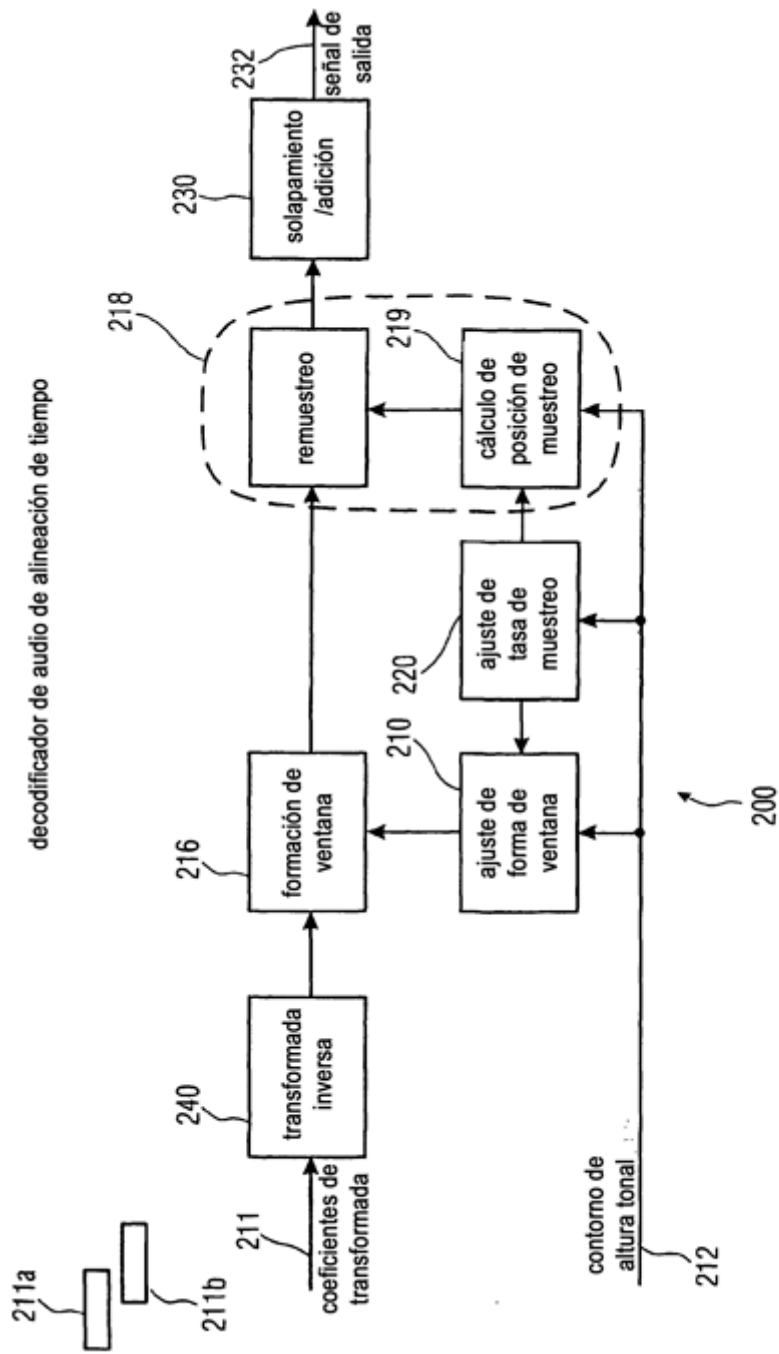


FIG 2

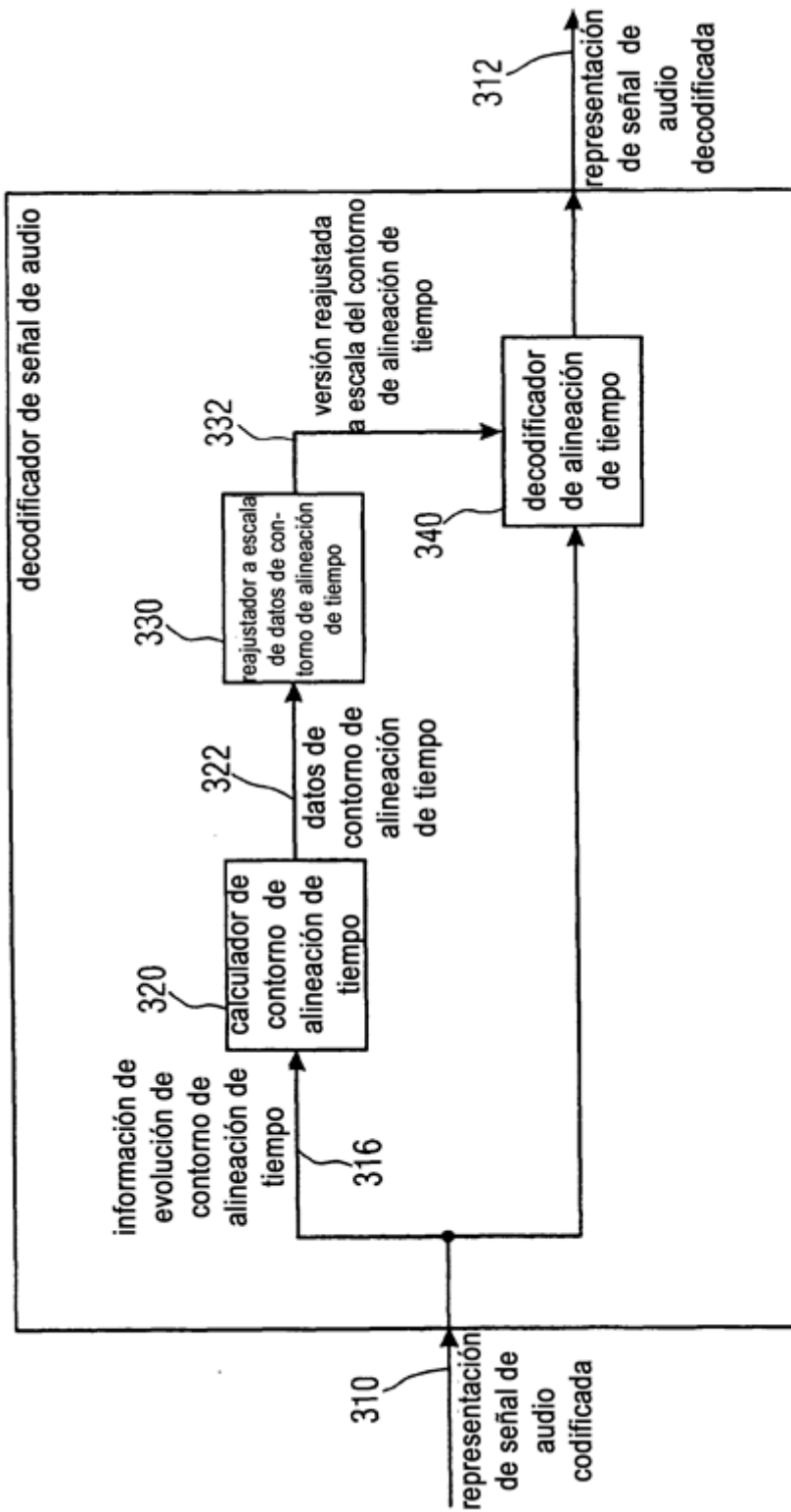


FIG 3

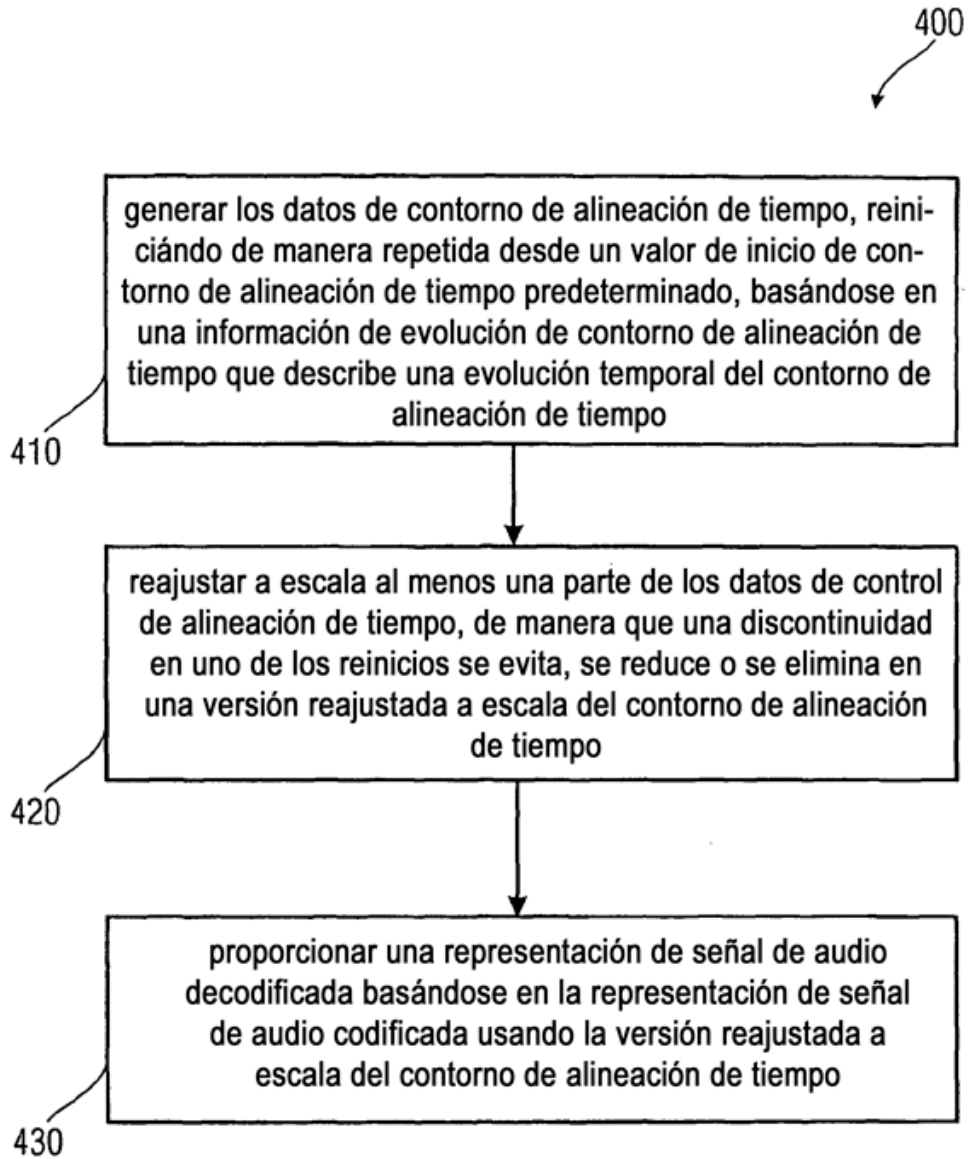


FIG 4

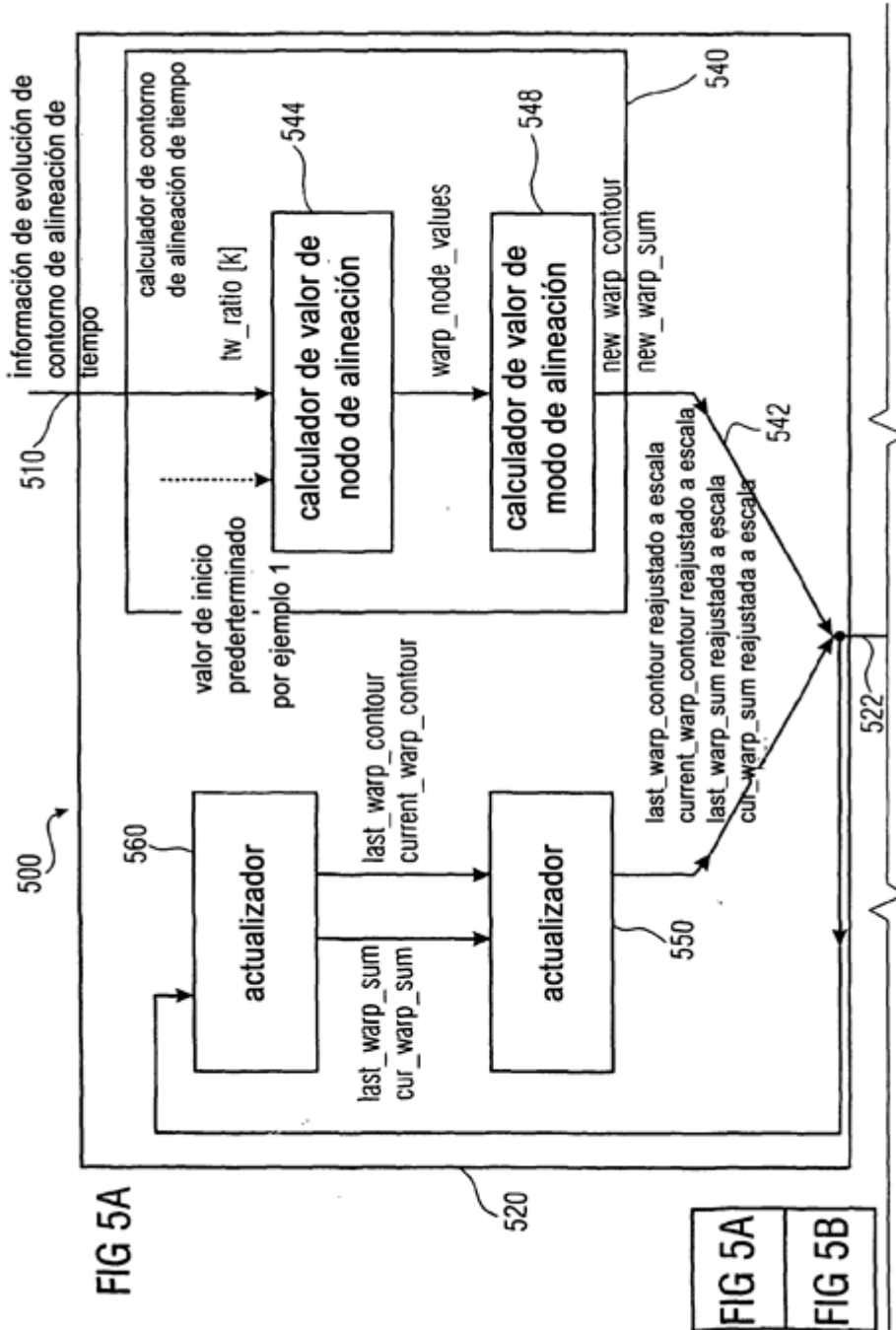


FIG 5A

FIG 5A
FIG 5B

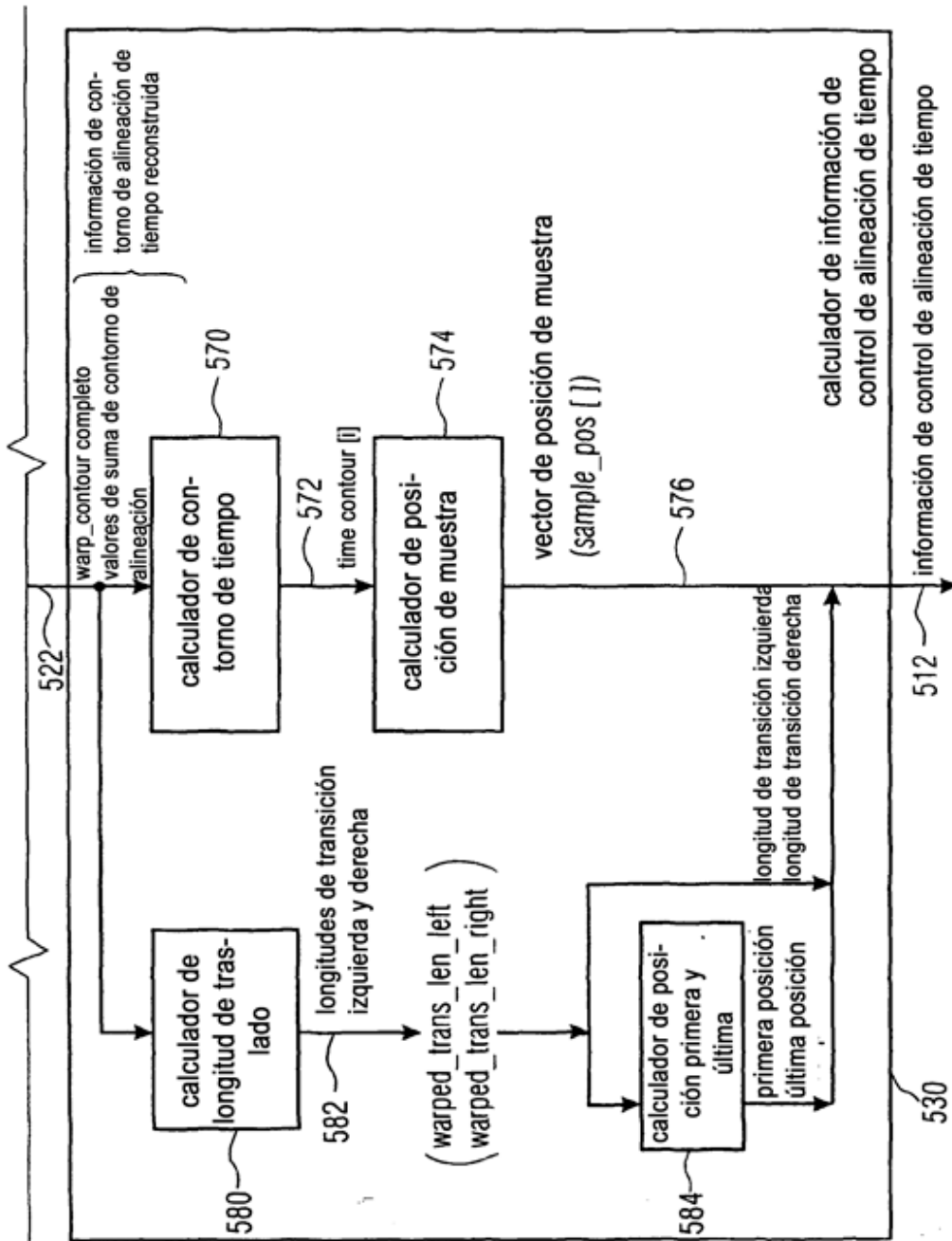


FIG 5B

FIG 5A
FIG 5B

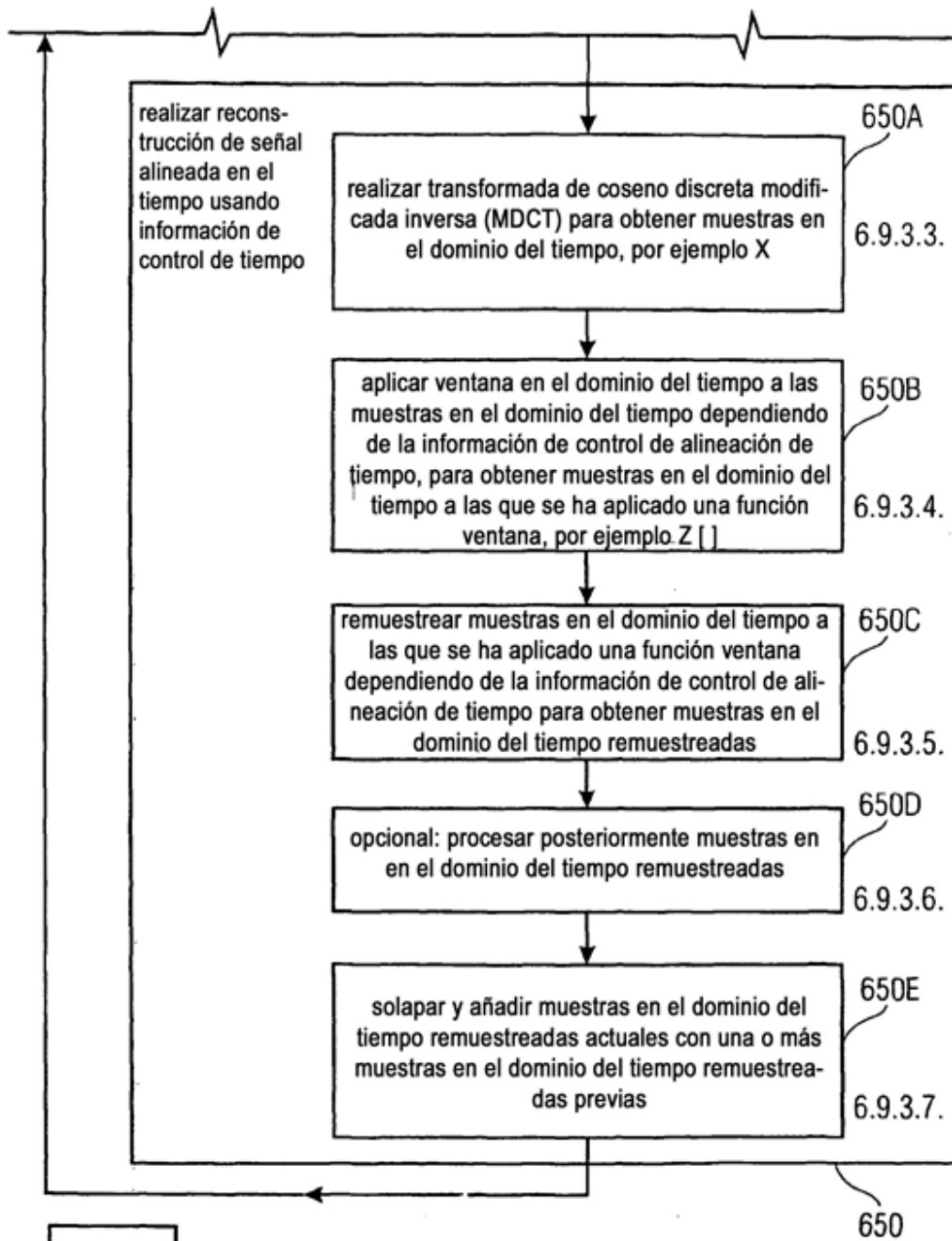


FIG 6A
FIG 6B

FIG 6B

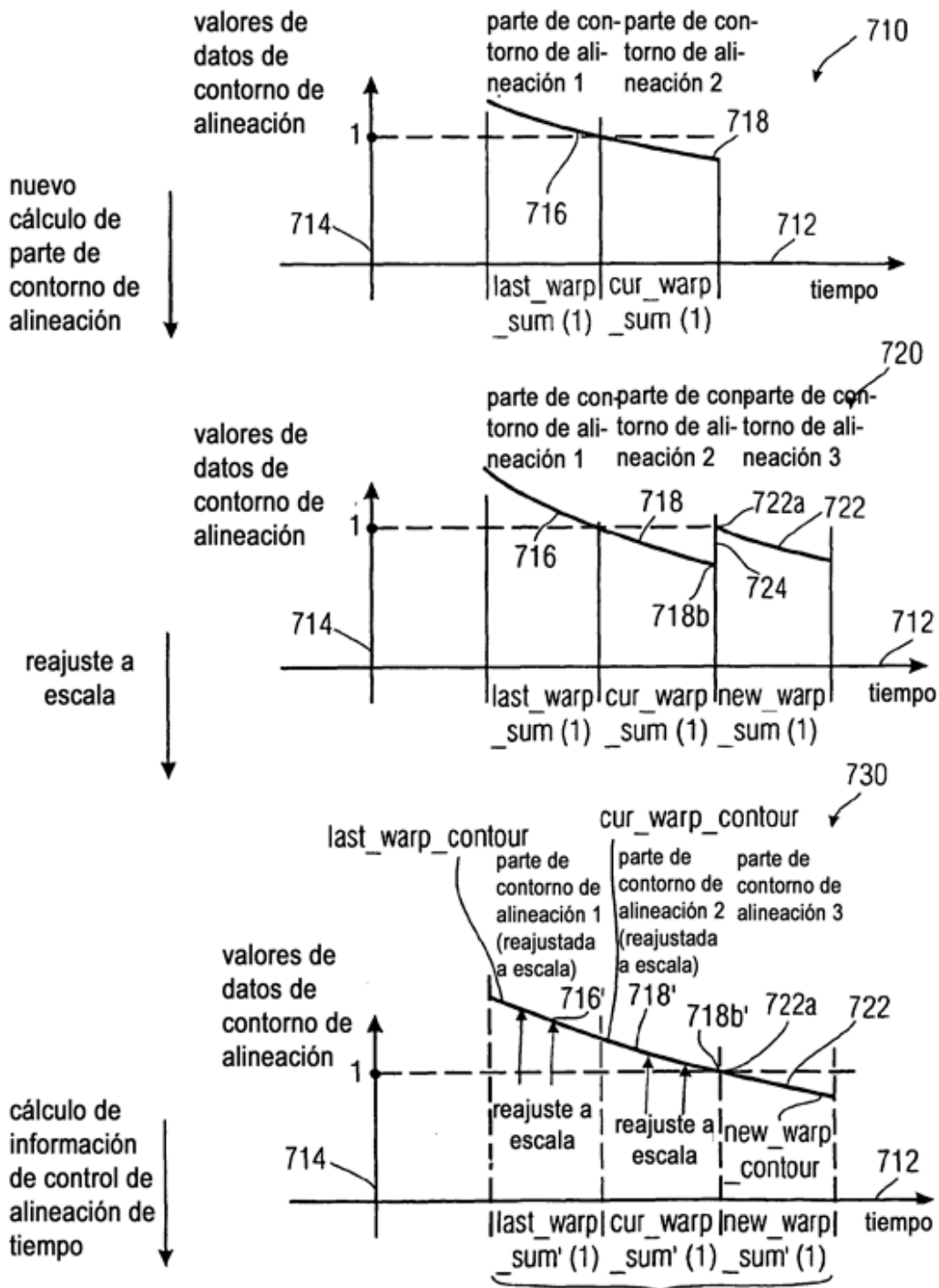


FIG 7A sección de contorno de alineación de tiempo usada para cálculo de información de control de alineación de tiempo

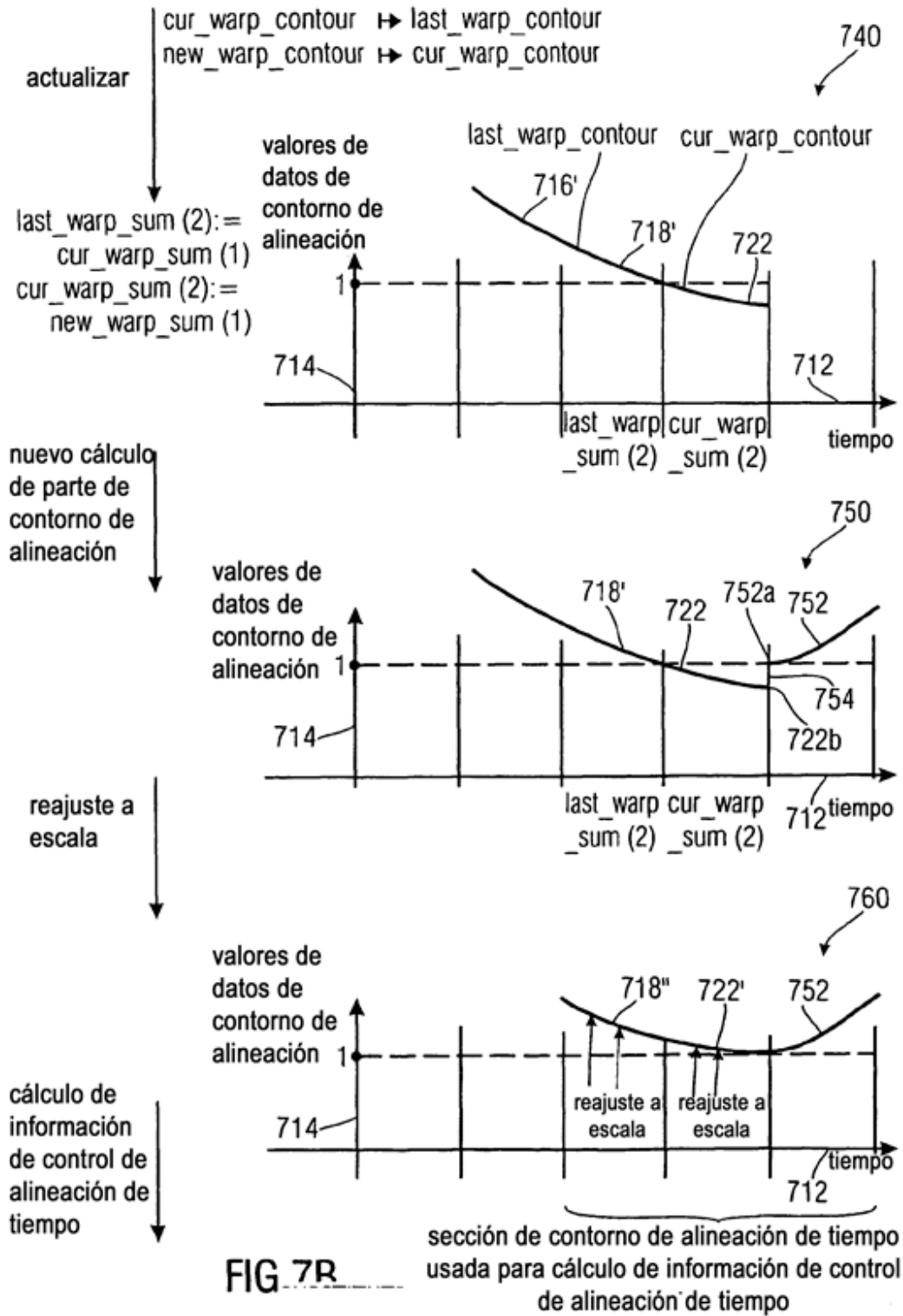


FIG 7R

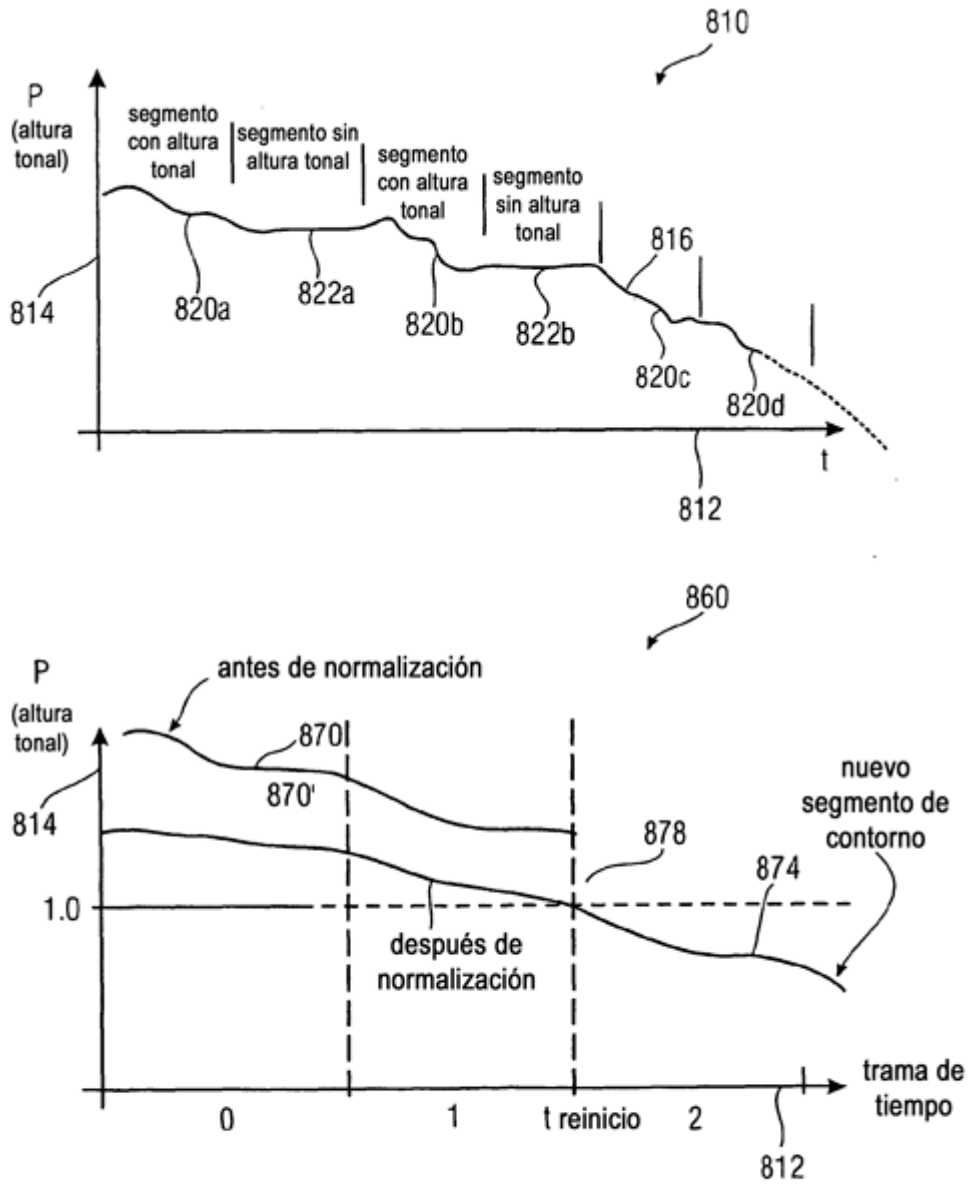


FIG 8

910

$$\text{warp_node_values}[i] = \begin{cases} 1 \\ 1 \\ \prod_{k=0}^{i-1} \text{warp_values_tbl}[\text{tw_ratio}[k]] \end{cases}$$

for tw_data_present = 0, 0 ≤ i ≤ num_tw_nodes
 for tw_data_present = 1, i = 0
 for tw_data_present = 1, 0 ≤ i ≤ num_tw_nodes

920

```

for ( i = 0 ; i < num_tw_nodes ; i ++ ) {
    d = (warp_node_values[i+1] - warp_node_values [i] ) / interp_dist;
    for ( j = 0 ; j < interp_dist; j ++ ) {
        new_warp_contour [i*interp_dist + j] = warp_node_values[i-1] +
        (j+1)*d;
    }
}
    
```

FIG 9A-1

930

$$\text{norm_fac} = \frac{1}{\text{past_warp_contour}[2 \cdot n_long - 1]}$$
$$\text{past_warp_contour}[i] = \text{past_warp_contour}[i] \cdot \text{norm_fac} \text{ for } 0 \leq i < 2 \cdot n_long$$
$$\text{last_warp_sum} = \text{last_warp_sum} \cdot \text{norm_fac}$$
$$\text{cur_warp_sum} = \text{cur_warp_sum} \cdot \text{norm_fac}$$

932
934
936

$$\text{new_warp_sum} = \sum_{i=0}^{n_long-1} \text{new_warp_contour}[i]$$

940

FIG 9A-2

past_warp_contour[n] = warp_contour[n + n_long], for $0 \leq n < 2 \cdot n_long$
cur_warp_sum = new_warp_sum
last_warp_sum = cur_warp_sum

950
952
954

past_warp_contour[n] = 1, for $0 \leq n < 2 \cdot n_long$
cur_warp_sum = n_long
last_warp_sum = n_long

960
962
964

FIG 9B

990

warp_value_tbl

Índice (por ejemplo: tw_ratio)	valor (por ejemplo:warp_value_tbl [tw_ratio])
0	0,982857168
1	0,988571405
2	0,994285703
3	1
4	1,0057143
5	1,01142859
6	1,01714289
7	1,02285719

FIG 9C

Cálculo de contorno de tiempo

$$\text{time_contour}[i] = \begin{cases} -w_{\text{res}} \cdot \text{last_warp_sum} & \text{for } i = 0 \\ w_{\text{res}} \left(-\text{last_warp_sum} + \sum_{k=0}^{i-1} \text{warp_contour}[k] \right) & \text{for } 0 < i \leq 3 \cdot n_{\text{long}} \end{cases} \quad \leftarrow 1010$$

donde $w_{\text{res}} = \frac{n_{\text{long}}}{\text{cur_warp_sum}}$ ← 1012

funciones de ayuda

```
warp_time_inv (time_contour[], t_warp) {
    i = 0;
    if (t_warp < contour [0] ) {
        return NOTIME;
    }
    while ( t_warp > time_contour [i+1] ) {
        i++;
    }
    return (i + (t_warp - time_contour [i]) / (time_contour [i+1] -
time_contour[i]));
}
```

} 1020

```
warp_inv_vec (time_contour[], t_start, n_samples, sample_pos[]) {
    t_warp = t_star;
    j = 0;
    while ((i = floor (warp_time_inv (time_contour, t_warp-0.5))) == NOTIME) {
        t_warp += 1;
        j++;
    }
    while (j < n_samples && (t_warp + 0.5) < time_contour [3*n_long] ) {
        while ( t_warp < time_contour [i+1] ) {
            i++;
        }
        sample_pos[j] =
            i + (t_warp - time_contour[i]) / (time_contour[i+1] -
time_contour[i]);
        j++;
        t_warp += 1;
    }
}
```

} 1022

FIG 10A

cálculo de posición de muestra,
 cálculo de longitud de transición,
 cálculo de primera posición y última posición

```

t_start = n_long - 3*N_f/4 - ip_len_2s + 0.5

warp_inv_vec (time_contour,
              t_start,
              N_f + 2*ip_len_2s,
              sample_pos [] );

if ( last_warp_sum > cur_warp_sum ) {
    warped_trans_len_left = n_long/2;
}
else {
    warped_trans_len_left = n_long/2*last_warp_sum/cur_warp_sum;
}
if ( new_warpSum > cur_warp_sum ) {
    warped_trans_len_recht = n_long/2;
}
else {
    warped_trans_len_right = n_long/2*new_warp_sum/cur_warp_sum;
}

switch ( window_sequence ) {
    case LONG_START_SEQUENCE:
        warped_trans_len_right /= 8;
        break;
    case LONG_STOP_SEQUENCE:
    case STOP_1152_SEQUENCE:
        warped_trans_len_right /= 8;
        break;
    case EIGHT_SHORT_SEQUENCE:
    case STOP_START_SEQUENCE:
    case STOP_START_1152_SEQUENCE:
        warped_trans_len_right /= 8;
        warped_trans_len_left /= 8;

        break;
}
first_pos = ceil (N_f/4 - 0.5 - warped_trans_len_left);
last_pos = floor (3*N_f/4 - 0.5 + warped_trans_len_right);
    
```

FIG 10B

cálculo de forma de ventana

$$N_{os} = 2 \cdot n_long \cdot os_factor_win \quad \leftarrow 1040$$

$$W_{KBD} \left(n - \frac{N_{os}}{2} \right) = \sqrt{\frac{\sum_{p=0}^{N_{os}-n-1} [W(p,a)]}{\sum_{p=0}^{N_{os}/2} [W(p,a)]}} \quad \text{for } \frac{N_{os}}{2} \leq n < N_{os} \quad \leftarrow 1042$$

$$W(n,a) = \frac{I_0 \left[\pi \alpha \sqrt{1.0 - \left(\frac{n - N_{os}/4}{N_{os}/4} \right)^2} \right]}{I_0 [\pi \alpha]} \quad \text{for } 0 \leq n \leq \frac{N_{os}}{2}$$

$$I_0 [x] = \sum_{k=0}^{\infty} \left[\frac{\left(\frac{x}{2} \right)^k}{k!} \right]^2$$

α = factor alfa de ventana núcleo, $\alpha = 4$

} $\leftarrow 1044$

$$W_{SIN} \left(n - \frac{N_{os}}{2} \right) = \sin \left(\frac{\pi}{N_{os}} \left(n + \frac{1}{2} \right) \right) \quad \text{for } \frac{N_{os}}{2} \leq n < N_{os} \quad \leftarrow 1046$$

$$\text{left_window_shape}[n] = \begin{cases} W_{KBD}[n], & \text{if window_shape_previous_block} = 1 \\ W_{SIN}[n], & \text{if window_shape_previous_block} = 0 \end{cases} \quad \leftarrow 1048$$

$$\text{right_window_shape}[n] = \begin{cases} W_{KBD}[n], & \text{if window_shape} = 1 \\ W_{SIN}[n], & \text{if window_shape} = 0 \end{cases} \quad \leftarrow 1050$$

FIG 10C

formación de ventanas ("EIGHT SHOT SEQUENCE")

```

tw_windowing_short (X [] [], z [], first_pos, last_pos, warped_trans_len_left, warped_trans_len_right, left_window_shape [], right_window_shape[]) {
    offset = n_long - 4*n_short - n_short/2;

    tr_scale_l = 0.5*n_long/warped_trans_len_left*os_factor_win;
    tr_pos_l = warped_trans_len_left+(first_pos-n_long/2) + 0.5)*tr_scale_l;
    tr_scale_r = 8*os_factor_win;
    tr_pos_r = tr_scale_r/2;

    for ( i = 0 ; i < n_shot ; i++ ) {
        z [i] = X [0] [i];
    }

    for (i=0; i<first_pos; i++)
        z [i] = 0. ;

    for ( i = n_long-1-first_pos; i >= first_pos; i-- ) {
        z [i] *= left_window_shape[floor(tr_pos_l)];
        tr_pos_l += tr_scale_l;
    }

    for ( i = 0; i < n_short; i++ ) {
        z [offset+i+n_short] =
            X[0] [i+n_short]*right_window_shape [floor (tr_pos_r)];
        tr_pos_r += tr_scale_r;
    }

    offset += n_short;

    for ( k = 1; k < 7 ; k++ ) {
        tr_scale_l = n_short*os_factor_win;
        tr_pos_l = tr_scale_l/2;
        tr_pos_r = os_factor_win*n_long-tr_pos_l;
        for ( i = 0 ; i < n_short ; i++ ) {
            z [i + offset] += X [k] [i]*right_window_shape[floor(tr_pos_r)];
            z [offset + n_short + i] =
                X[k] [n_short + i]*right_window_shape [floor (tr_pos_l)];
            tr_pos_l += tr_scale_l;
            tr_pos_r -= tr_scale_l;
        }
        offset += n_short;
    }
}

```

1060 →

FIG 10D-1


```

tr_scale_l = n_short*os_factor_win;
tr_pos_l = tr_scale_l/2;

for ( i = n_short - 1; i >= 0; i--) {
    z [i + offset] += X [7] [i]*right_window_shape [ (int) floor (tr_pos_l)];
    tr_pos_l += tr_scale_l;
}

for ( i = 0 ; i < n_short; i++) {
    z [offset + n_short + i] = X [7] [n_short + i];
}

tr_scale_r = 0.5*n_long/warpedTransLenRight*os_factor_win;
tr_pos_r = 0.5*tr_scale_r+.5;

tr_pos_r = (1.5*n_long-(float) wEnd - 0.5 + warpedTransLenRight)*tr_scale_r;

for ( i = 3*n_long-1-last_pos ; i <= wEnd; i++) {
    z [i] *= right_window_shape[floor(tr_pos_r)];
    tr_pos_r += tr_scale_r;
}

for (i=lsat_pos+1; i<2*n_long; i++)
    z [i] = 0. ;

```

FIG 10D-2

formación de ventanas (TODOS LOS DEMÁS)

```

tw_windowing_long (X [], z [], first_pos, last_pos, warped_trans_len_left, warped_
trans_len_right, left_window_shape [], right_window_shape[]) {

    for (i = 0; i < first_pos; i++)
        z [i] = 0.;
    for (i = last_pos+1; i < N_f; i++)
        z [i] = 0.;

    tr_scale = 0.5*n_long/warped_trans_len_left*os_factor_win;
    tr_pos = (warped_trans_len_left+first_pos-N_f/4)*tr_scale;

    1064 → for (i = N_f/2-1-first_pos; i >= first_pos; i--) {
        z [i] = X[0] [i]*left_window_shape [floor (tr_pos)];
        tr_pos += tr_scale;
    }

    tr_scale = 0.5*n_long/warped_trans_len_right*os_factor_win;
    tr_pos = (3*N_f/4 - last_pos-0.5+warped_trans_len_right)*tr_scale;

    for (i = 3*N_f/2-1 - last_pos; i <= last_pos; i++) {
        z [i] = X[0] [i]*right_window_shape [floor (tr_pos)];
        tr_pos += tr_scale;
    }
}

```

FIG 10E

remuestreo variable en el tiempo

$$b[n] = I_0 [\alpha]^{-1} I_0 \left[\alpha \sqrt{1 - \frac{n^2}{ip_len_2^2}} \right] \cdot \frac{\sin\left(\frac{\pi n}{os_factor_resamp}\right)}{\frac{\pi n}{os_factor_resamp}} \cdot \text{for } 0 \leq n < ip_size - 1 \quad \left. \vphantom{b[n]} \right\} \leftarrow 1070$$

$\alpha = 8$

$$zp[n] = \begin{cases} 0, & \text{for } 0 \leq n < ip_len_2s \\ z[n-ip_len_2s], & \text{for } ip_len_2s \leq n < N_f + ip_len_2s \\ 0, & \text{for } 2 \cdot N_f + ip_len_2s \leq n < N_f + 2 \cdot ip_len_2s \end{cases} \quad \left. \vphantom{zp[n]} \right\} \leftarrow 1072$$

```

offset_pos = 0.5;
num_samples_in = N_f + 2 * ip_len_2s;
num_samples_out = 3 * n_long;
j_center = 0;
for (i = 0; i < numSamplesOut; i++) {
    while (j_center < num_samples_in && sample_pos [j_center] - offset_pos <= i)
        j_center++;
    j_center--;
    y[i] = 0;
    if (j_center < num_samples_in - 1 && j_center > 0) {
        frac_time = floor ((i - (sample_pos [j_center] - offset_pos))
            / (sample_pos [j_center + 1] - sample_pos [j_center])
            * os_factor);
        j = ip_len_2s * os_factor + frac_time;

        for(k=j_center-ip_len_2s; k <= j_center+ip_len_2s; k++) {
            if (k >= 0 && k < num_samples_in)

                y[i] += b[abc(j)] * zp[k];
            j -= os_factor;
        }
    }
    if (j_center < 0)
        j_center++;
}
    
```

} ← 1074

FIG 10F

a) EIGHT_SHORT_SEQUENCE, LONG_START_SEQUENCE,
STOP_START_SEQUENCE, STOP_START_1152_SEQUENCE seguido por una SECUENCIA LPD

$$W_{\text{corr}}(n) = \frac{W_{\text{short}}(n)}{W_{\text{FD_LPD}}(n)}, \text{ for } 0 \leq n < \frac{n_{\text{short}}}{2} \quad \leftarrow 1080a$$

$$W_{\text{short}}(n) = \begin{cases} W_{\text{SIN_RIGHT}, n_{\text{short}}}(n), & \text{if window_shape} = 0 \\ W_{\text{KBD_RIGHT}, n_{\text{short}}}(n), & \text{if window_shape} = 1 \end{cases}$$

$$W_{\text{FD_LPD}}(n) = \begin{cases} W_{\text{SIN_RIGHT}, n_{\text{short}}/2}(n), & \text{if window_shape} = 0 \\ W_{\text{KBD_RIGHT}, n_{\text{short}}/2}(n), & \text{if window_shape} = 1 \end{cases} \quad \leftarrow 1080b$$

se aplica:

$$y'_{i,n} = \begin{cases} y[n] & , \text{ for } 0 \leq n < \frac{5n_{\text{long}}}{2} - \frac{n_{\text{short}}}{2} \\ y[n] \cdot W_{\text{corr}}\left(n - \left(\frac{5n_{\text{long}}}{2} - \frac{n_{\text{short}}}{2}\right)\right) & , \frac{5n_{\text{long}}}{2} - \frac{n_{\text{short}}}{2} \text{ for } \leq n < \frac{5n_{\text{long}}}{2} \\ 0 & , \text{ for } \frac{5n_{\text{long}}}{2} \leq n < 3n_{\text{long}} \end{cases} \quad \leftarrow 1082$$

b) todos los demás casos:

no debe hacerse nada

$$y'_{i,n} = y[n] \text{ for } 0 \leq n < 3 \cdot n_{\text{long}} \quad \leftarrow 1084$$

solapamiento y adición

$$\text{out}_{i,n} = \begin{cases} y'_{i,n} + y'_{i-1, n+n_{\text{long}}} + y'_{i-2, n+2 \cdot n_{\text{long}}} & \text{for } 0 \leq n < n_{\text{long}}/2 \\ y'_{i,n} + y'_{i-1, n+n_{\text{long}}} & \text{for } n_{\text{long}}/2 \leq n < n_{\text{long}} \end{cases} \quad \leftarrow 1086$$

FIG 10G

Elementos de datos

tw_data()	contiene la información secundaria necesaria para decodificar y aplicar la MDCT alineada en el tiempo de un <code>fd_channel_stream()</code> para elementos de SCE y CPE. Los <code>fd_channel_streams</code> de un <code>cannel_pair_element()</code> pueden compartir un <code>tw_data()</code> común.
tw_data_present	1 bit que indica que se transmite un contorno de alineación no plano en esta trama
tw_ratio[]	índice de libro de códigos de la proporción de alineación para el nodo <i>i</i>
window_sequence	2 bits que indican qué secuencia de ventana (es decir, tamaño de bloque) se usa
window shape	1 bit que indica qué función de ventana se selecciona

Elementos de ayuda

warp_node_values[]	valores de nodo de contorno de alineación decodificados
warp_value_tbl	véase la tabla "warp_value_tbl"
warp_value_tbl[]	tabla de cuantificación para los valores de proporción de nodo de alineación, véase la tabla de la figura 9C
new_warp_contour[]	contorno de alineación decodificado e interpolado para esta trama (muestras n_{long})
past_warp_contour[]	contorno de alineación de momento anterior (muestras $2*n_{long}$) que comprende <code>last_warp_contour</code> y <code>cur_warp_contour</code>
norm_fac	factor de normalización para el <code>past_warp_contour</code>
warp_contour[]	contorno de alineación completo (muestras $3*n_{long}$)
last_warp_sum	suma de la primera parte del contorno de alineación
cur_warp_sum	suma de la parte central del contorno de alineación
next_warp_sum	suma de la última parte del contorno de alineación
time_contour[]	contorno de tiempo completo (muestras $3*n_{long}+1$)
sample_pos[]	posiciones de las muestras alineadas en una escala de tiempo lineal (muestras $2*n_{long} + 2*ip_{len_2s}$)
X[w] []	salida de la IMDCT para la ventana <i>w</i>

FIG 11A

Elementos de ayuda (continuación)

z[]	vector de tiempo al que se ha aplicado una función ventana y (opcionalmente) solapado internamente para una trama en el dominio alineado en el tiempo
zp[]	z[] con relleno de ceros
y[]	vector de tiempo para una trama en el dominio del tiempo lineal tras el remuestreo
$y'_{i,n}$	vector de tiempo para la trama i tras el procesamiento posterior
out[]	vector de salida para una trama
b[]	respuesta de impulso del filtro de remuestreo
N	longitud de ventana de síntesis, véase a continuación
N_I	longitud de trama, o bien 2304 en caso de STOP_1152_SEQUENCE, STOP_START_1152_SEQUENCE o bien 2048 para todas las demás secuencias de ventana

Constantes

num_tw_nodes	16
os_factor_win	16
os_factor_resamp	128
ip_len_2s	64
ip_len_2	$os_factor_resamp * ip_len_2s + 1$
ip_size	$ip_len_2 + os_factor_resamp$
n_long	1024 (960)
n_short	128 (120)
interp_dist	n_long / num_tw_nodes
NOTIME	-100000

FIG 11B-1

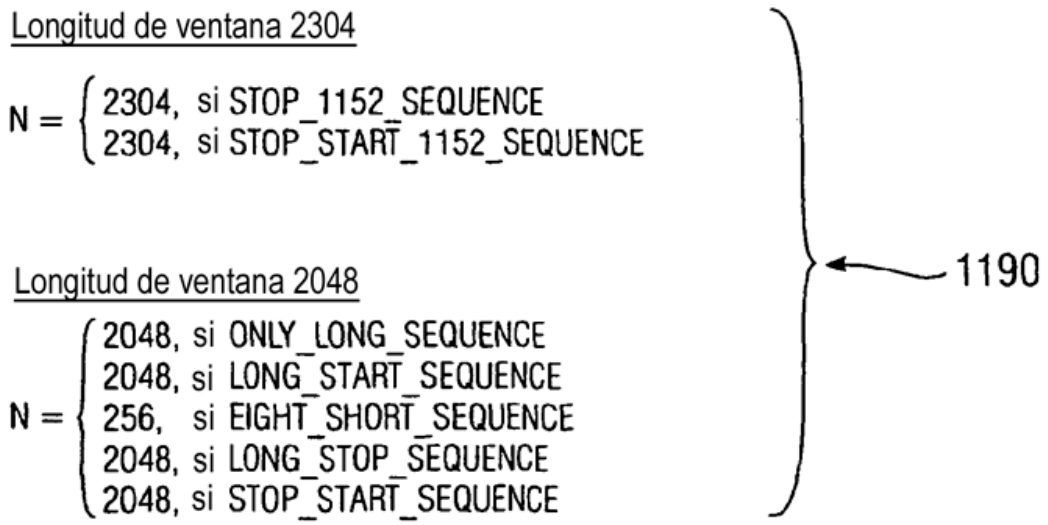


FIG 11B-2

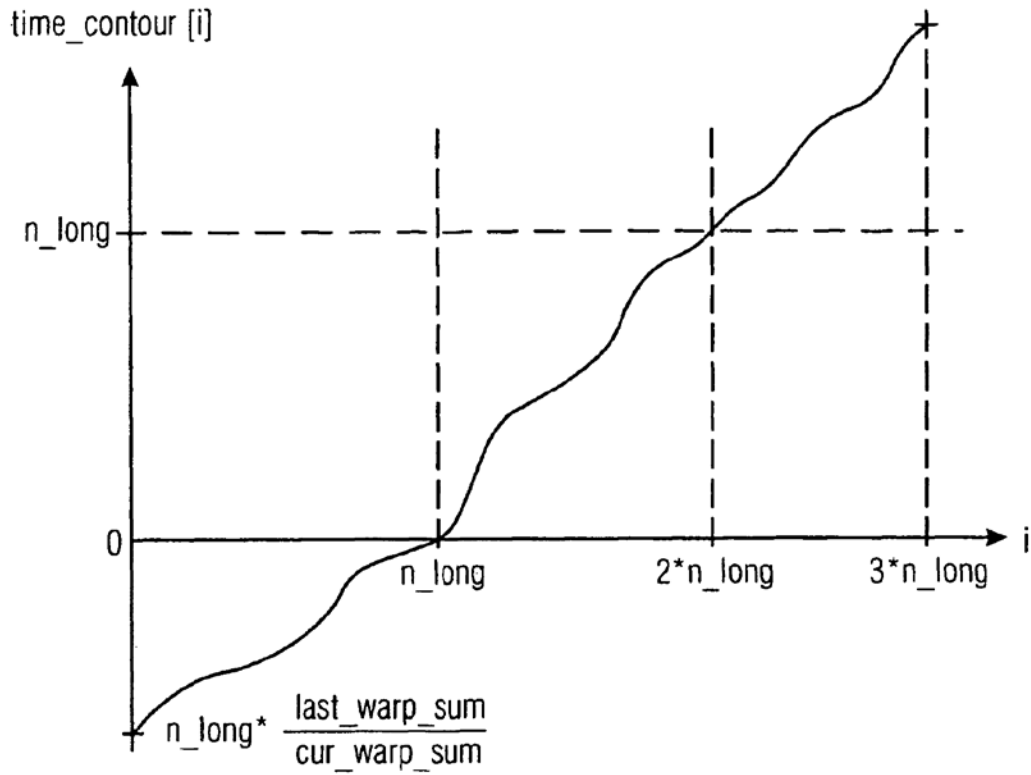


FIG 12

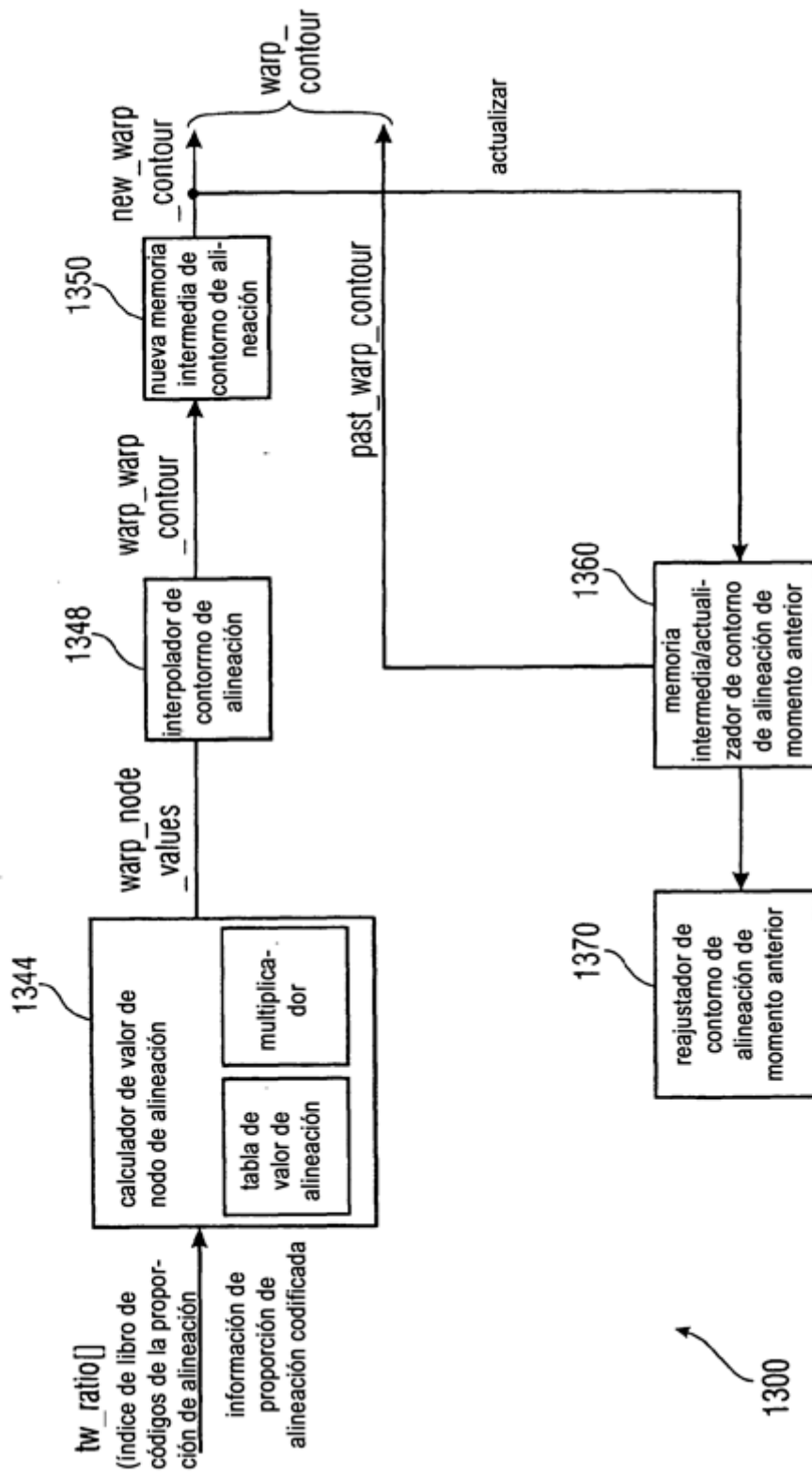


FIG 13

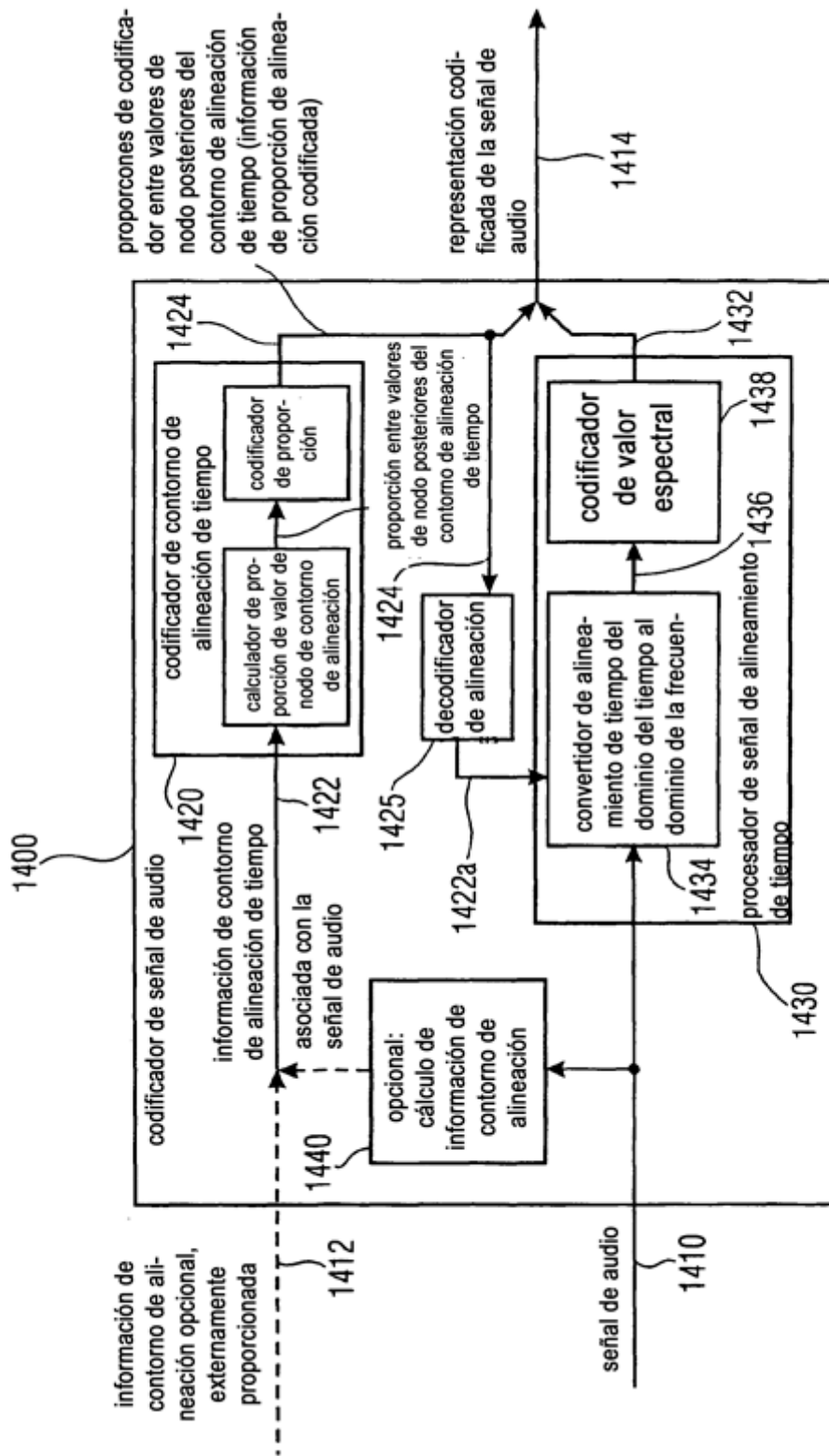


FIG 14

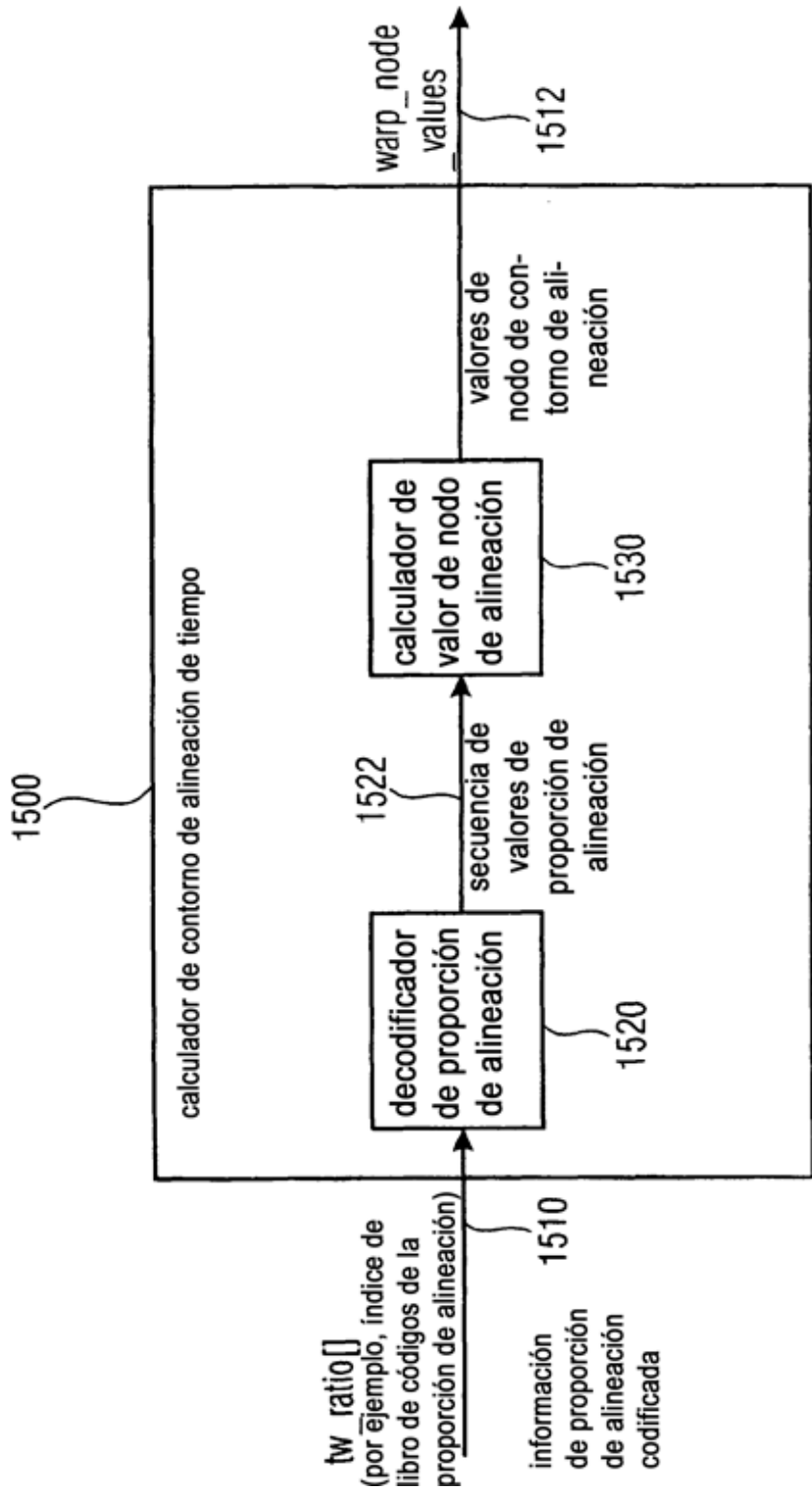


FIG 15

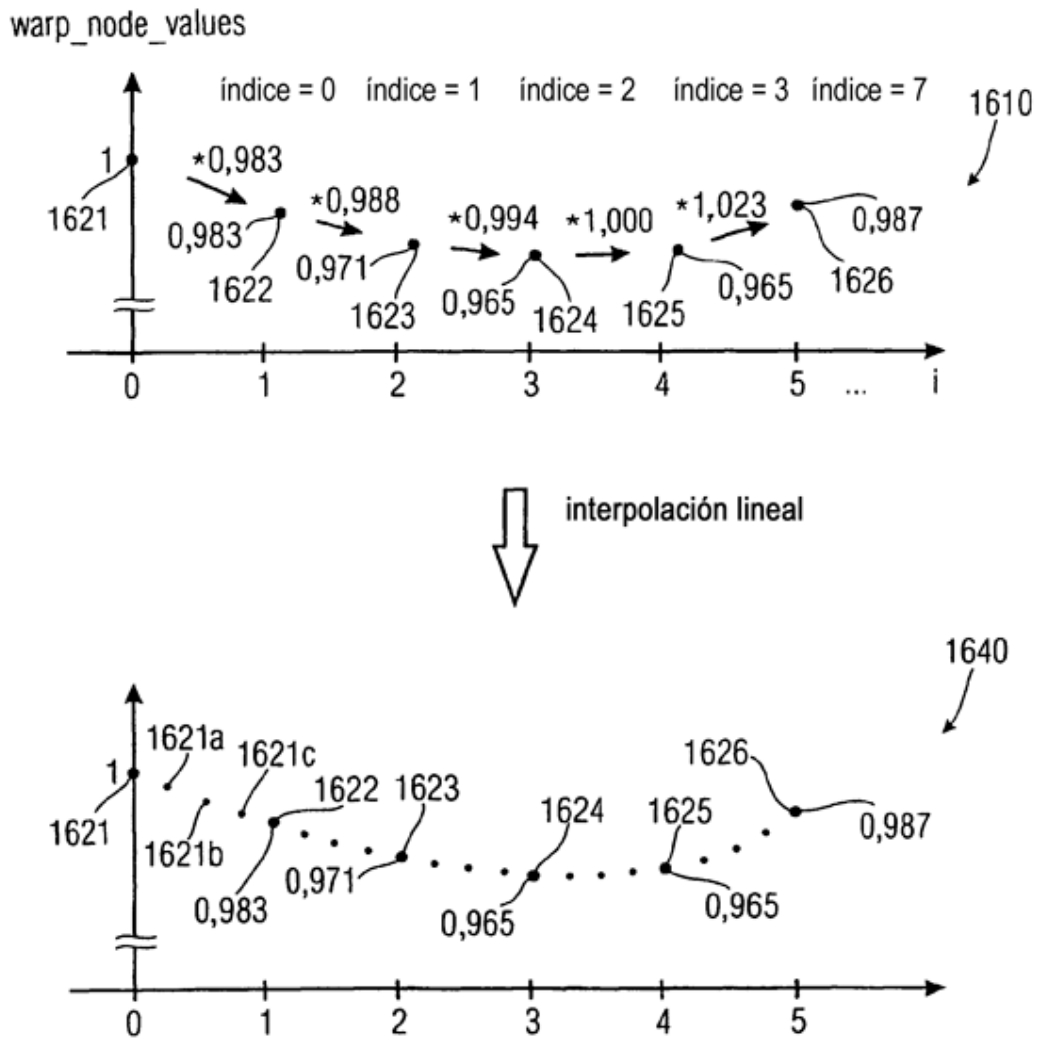


FIG 16A

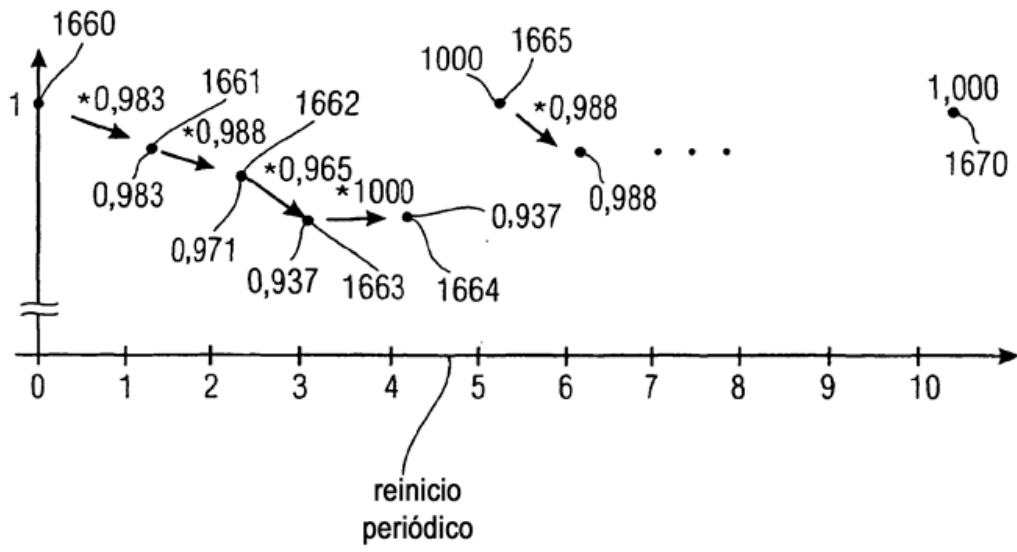


FIG 16B

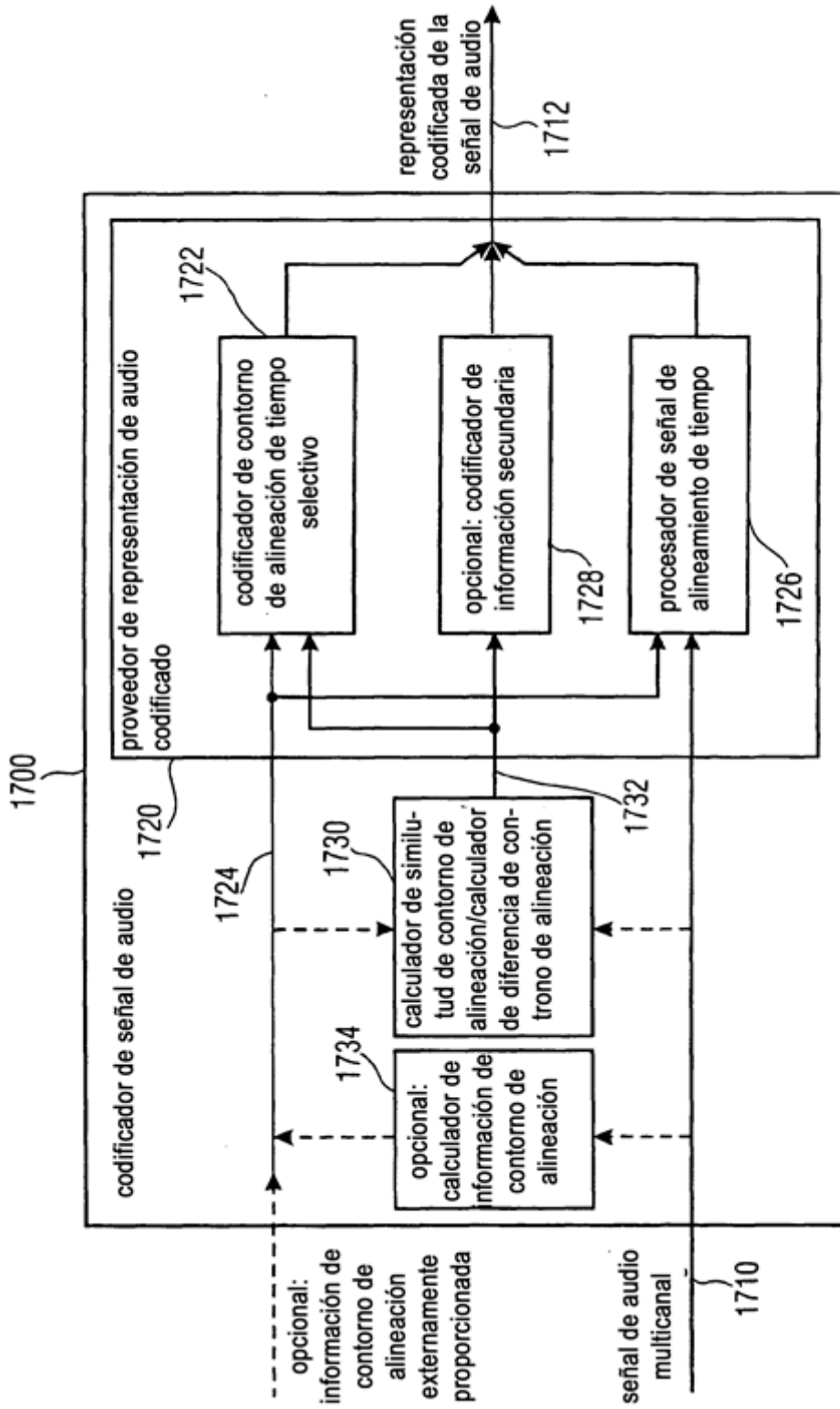


FIG 17

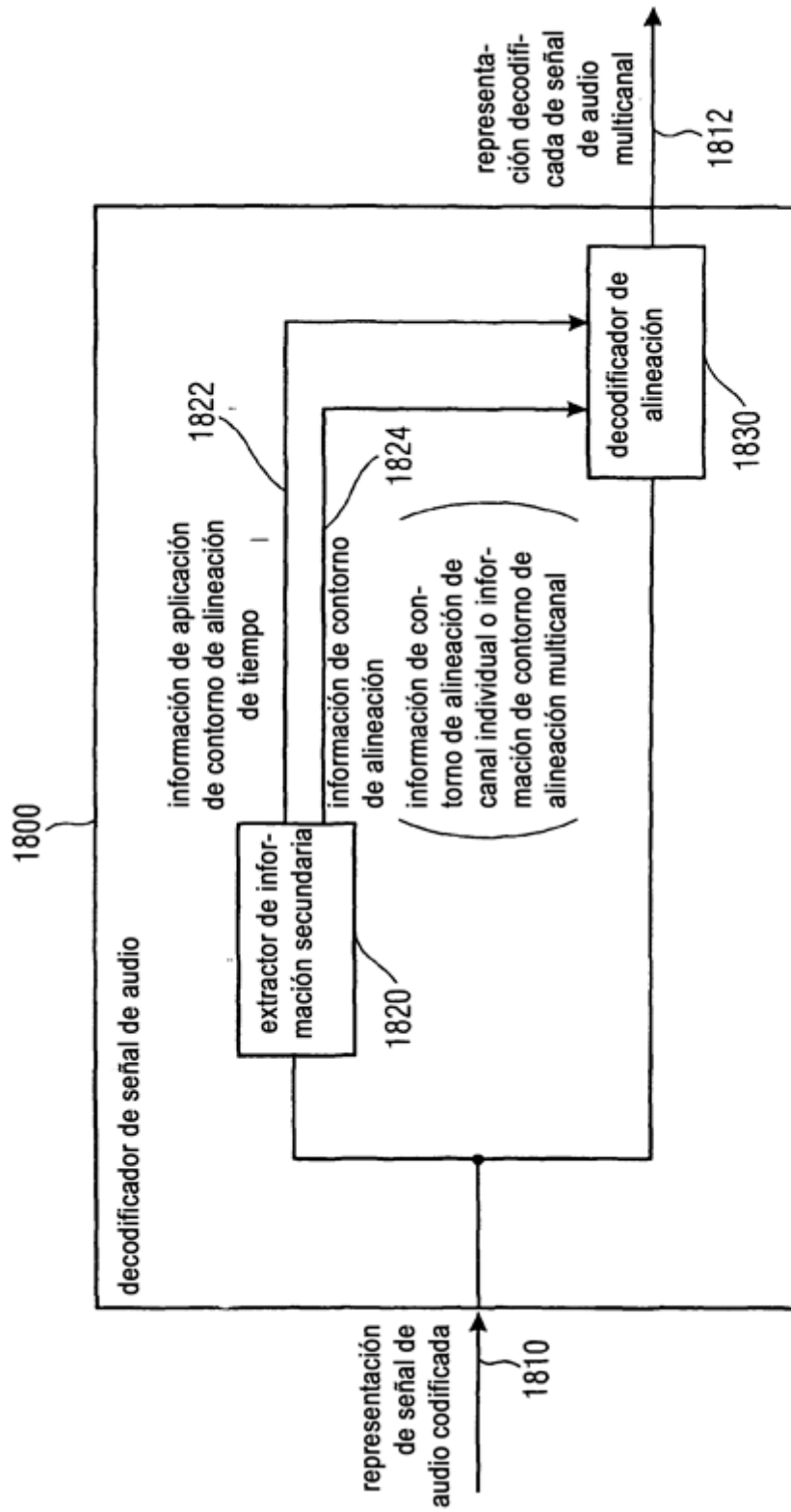


FIG 18

```
usac_raw_data_block ()  
{  
    single_channel_element ();  
    or  
    channel_pair_element ();  
    or  
    single_channel_element ();  
    and  
    channel_pair_element ();  
}
```

FIG 19A

```
single_channel_element ()  
{  
    fd_channel_stream (*, *, *);  
}
```

FIG 19B


```
channel_pair_element
{
  if (tw_mdct) {
    common_tw;
    if (common_tw) {
      tw_data();
    }
  }
  fd_channel_stream (*, *, *);
  fd_channel_stream (*, *, *);
}
```

FIG 19C

```

fd_channel_stream (*, *, *);
{
    global gain;
    if (tw_mdct) {
        if (not common_tw) {
            tw_data ();
        }
    }
    scale_factor_data ();
    ac_spectral_data ();
}

```

FIG 19D

Sintaxis	n.º de bits	Mnemónico
tw_data() {		
tw_data_present	1	ulmsfb
if (tw_data_present == 1) {		
for (i= 1 ; i < num_tw_nodes ; i++) {		
tw_ratio[i];	3	ulmsbf
}		
}		
}		

FIG 19E

Sintaxis de `pitch_data()`

Sintaxis	n.º de bits	Mnemónico
<code>pitch_data()</code>		
{		
activePitchData	1	uimsfb
if (activePitchData == 1) {		
for (i= 1 ; i < numPitches ; i++) {	1	uimsbf
pitchidx[i];	numPitchBits	uimsbf
}		
}		
}		

FIG 19F