

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 501 493**

51 Int. Cl.:

G10L 21/00 (2013.01)

G10L 19/16 (2013.01)

G10L 19/008 (2013.01)

H03H 17/02 (2006.01)

H03H 17/06 (2006.01)

G10L 19/02 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.08.2011 E 11741598 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.06.2014 EP 2603913**

54 Título: **Re-muestreo de señales de salida de códecs de audio basados en QMF**

30 Prioridad:

12.08.2010 US 373126 P

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

02.10.2014

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**LOHWASSER, MARKUS;
JANDER, MANUEL;
NEUENDORF, MAX;
GEIGER, RALF;
SCHNELL, MARKUS;
HILDENBRAND, MATTHIAS y
CHALUPKA, TOBIAS**

74 Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

ES 2 501 493 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

Re-muestreo de señales de salida de códecs de audio basados en QMF

5 **[0001]** La presente invención se refiere al procesamiento de audio y, en particular, a un aparato y a un procedimiento para el re-muestreo de señales de salida de códecs de audio basados en QMF.

10 **[0002]** La mayoría de los productos electrónicos de consumo de audio de gama baja usan convertidores de digital a analógico con frecuencias de muestreo fijas debido a razones de coste. Pero cuando se requieren dispositivos multimedia habilitados para soportar diferentes tipos de fuentes de audio, el proceso de re-muestreo es inevitable, porque los archivos de medios pueden ser codificados utilizando diferentes frecuencias de muestreo, y también los códecs de comunicación utilizan diferentes frecuencias de muestreo. La elección de diferentes frecuencias de muestreo es una cuestión importante en lo que respecta a los puntos de trabajo de diferentes códecs de audio y procedimientos de procesado. Cuanto más diferentes son las frecuencias de muestreo que hay que soportar, más compleja es la adaptación de la frecuencia de muestra y la tarea de re-muestreo.

15 **[0003]** Por ejemplo en el modelo de referencia actual MPEG-D USAC (USAC = *Unified Speech and Audio Coding*), se emplean algunas frecuencias de muestreo poco frecuentes (no un múltiplo entero de 16000Hz o 22050Hz). Estas frecuencias son el resultado de un compromiso entre dos aspectos: Primero, una frecuencia de muestreo nominal de la herramienta integrada codificación ACELP para la que fue específicamente diseñada y que, hasta cierto punto, dicta la frecuencia de muestreo global del sistema, y segundo, el deseo de aumentar la frecuencia de muestreo junto con una tasa de bits capaz de codificar un mayor ancho de banda de audio y/o para lograr escalabilidad.

20 **[0004]** En parte, las frecuencias de muestreo poco comunes son también un legado del sistema AMR-WB+ system cuyas partes del modelo de referencia se han deducido de este. Además, como es habitual en la práctica de la codificación de audio de baja frecuencia de bits, la frecuencia de muestreo y por lo tanto el ancho de banda de audio se están reduciendo en gran medida en puntos de trabajo USAC a baja frecuencia de bits.

25 **[0005]** A bajas frecuencias de muestreo USAC en particular las frecuencias de muestreo empleadas actualmente presentan los dos de los problemas antes mencionados. No son compatibles con convertidores D/A de hardware de bajo coste y requerirían una etapa adicional de re-muestreo. El ancho de banda de audio está limitado a la frecuencia de Nyquist, que está muy por debajo del límite superior del rango audible humano.

30 **[0006]** Para adaptar la tasa de muestreo de salida de una unidad de procesamiento de audio se utilizan módulos funcionales de re-muestreo adicional, lo que requiere una cantidad significativa de recursos computacionales adicionales. La tecnología utilizada para este propósito no ha cambiado en mucho tiempo, la cual consiste básicamente en un interpolador y unos módulos de muestreo hacia arriba y hacia abajo opcionales.

35 **[0007]** Es un objeto de la presente invención proporcionar un concepto mejorado para el re-muestreo de señales de audio. El objeto de la presente invención se resuelve con un aparato según la reivindicación 1, un procedimiento según la reivindicación 13 y un programa de ordenador según la reivindicación 14.

40 **[0008]** Según la presente invención, se proporciona un aparato para el re-muestreo de una señal de audio procesada. El aparato comprende un primer procesador de señales de audio configurable para procesar una señal de audio según diferentes ajustes de configuración para obtener la señal de audio procesada, en el que el aparato está adaptado de modo que diferentes ajustes de configuración dan como resultado diferentes frecuencias de muestreo de la señal de audio procesada. El aparato comprende además un banco de filtros de análisis que tiene un primer número de canales de banco de filtros de análisis, un banco de filtros de síntesis que tiene un segundo número de canales de banco de filtros de síntesis y un segundo procesador de audio que está adaptado para recibir y procesar una señal de audio que tiene una frecuencia de muestreo predeterminada.

45 **[0009]** Además, el aparato comprende un controlador para controlar el primer número de canales de banco de filtros de análisis y el segundo número de canales de banco de filtros de síntesis de acuerdo con un ajuste de configuración proporcionado al primer procesador de señales de audio configurable, de modo que una salida de señal de audio del banco de filtros de síntesis tiene la frecuencia de muestreo predeterminada o una frecuencia de muestreo que es diferente de la frecuencia de muestreo predeterminada y que es más cercana a la frecuencia de muestreo predeterminada que una frecuencia de muestreo de una señal de entrada del banco de filtros de análisis.

50 **[0010]** La presente invención se basa en el hallazgo de que mediante la variación del ancho de banda de la señal de representación en el dominio de frecuencia, la señal en el dominio de tiempo equivalente resultante tendrá una frecuencia de muestreo diferente como si no hubiera cambio de ancho de banda en el dominio de la frecuencia. La operación de cambio de ancho de banda es barata, ya que se puede lograr mediante la eliminación o la adición de datos de dominio de frecuencia.

[0011] La etapa de conversión desde el dominio de la frecuencia de vuelta al dominio del tiempo debe ser modificada con el fin de ser capaz de manejar el ancho de banda diferente en el dominio de la frecuencia (longitud de transformación).

5 **[0012]** La representación de la señal en el dominio frecuencial del ancho de banda modificada también se puede extender a todo el procedimiento de procesamiento de la señal en lugar de limitarse al banco de filtros, permitiendo así que todo el proceso se beneficie de las características reales de la señal de salida de destino.

10 **[0013]** Incluso aunque no todas las fuentes de señal de audio pueden ser llevadas a una frecuencia de muestreo de salida única, reducir la cantidad de diferentes frecuencias de muestreo de salida ya ahorra una gran cantidad de recursos computacionales en un determinado dispositivo.

15 **[0014]** La complejidad de un banco de filtros está directamente relacionada con su longitud. Si una transformada de síntesis de señal en el dominio del tiempo de un banco de filtros se modifica mediante un muestreo menor mediante la reducción de la longitud de transformación, su complejidad disminuirá. Si se utiliza para aumentar el muestreo mediante la ampliación de su longitud de transformación, su complejidad aumentará, pero aún muy lejos de la complejidad requerida para un re-muestreador adicional con características de distorsión de señal equivalentes. También la distorsión total de la señal será menor, ya que cualquier distorsión adicional de la señal causada por un re-muestreador adicional será eliminada.

20 **[0015]** Según una realización, el banco de filtros de análisis está adaptado para transformar la señal de entrada del banco de filtros de análisis que se representa en un dominio del tiempo en una primera señal de audio en el dominio temporal-frecuencial que tiene una pluralidad de primeras señales sub-banda, en el que el número de primeras señales sub-banda es igual al primer número de canales de banco de filtros de análisis. Según esta realización, el aparato comprende además un ajustador de señal que está adaptado para generar una segunda señal de audio en el dominio temporal-frecuencial que tiene una pluralidad de segundas señales sub-banda de la primera señal de audio en el dominio temporal-frecuencial a partir del ajuste de configuración (conf), de modo que el número de segundas señales sub-banda de la segunda señal de audio en el dominio temporal-frecuencial es igual al número de canales de banco de filtros de síntesis. El número de segundas señales sub-banda de la segunda señal de audio en el dominio temporal-frecuencial es diferente del número de señales sub-banda del primer primera señal de audio en el dominio temporal-frecuencial. Además, el banco de filtros de síntesis está adaptado para transformar la segunda señal de audio en el dominio temporal-frecuencial en una señal de audio en el dominio del tiempo como la salida de señal de audio del banco de filtros de síntesis.

35 **[0016]** En otra realización, el ajustador de señal puede estar adaptado para generar la segunda señal de audio en el dominio temporal-frecuencial mediante la generación de al menos una señal de sub-banda adicional. En otra realización adicional, el ajustador de señal está adaptado para generar al menos una señal de sub-banda adicional realizando una replicación de banda espectral para generar al menos una señal de sub-banda adicional. En otra realización, el ajustador de señal está adaptado para generar una señal cero como señal de sub-banda adicional.

40 **[0017]** Según una realización, el banco de filtros de análisis es un banco de filtros QMF (*Quadrature Mirror Filter*) de análisis y el banco de filtros de síntesis es un banco de filtros de síntesis QMF. En una alternativa de realización, el banco de filtros de análisis es un banco de filtros de análisis MDCT (*Modified Discrete Cosine Transform*) y el banco de filtros de síntesis es un banco de filtros de síntesis MDCT.

45 **[0018]** En una realización, el aparato puede comprender un re-muestreador adicional que está adaptado para recibir una señal de salida de banco de filtros de síntesis que tiene una primera frecuencia de muestreo de síntesis. El re-muestreador adicional puede volver a muestrear la señal de salida de banco de filtros de síntesis para recibir una señal de salida re-muestreada que tiene una segunda frecuencia de muestreo de síntesis. Mediante la combinación del aparato según una realización y un re-muestreador adicional es posible disminuir la complejidad de la re-muestreador empleado. En lugar de emplear un re-muestreador de alta complejidad, se pueden emplear dos re-muestreadores de baja complejidad.

50 **[0019]** En otra realización, el aparato puede estar adaptado para suministrar una señal de salida de banco de filtros de síntesis que tiene una primera frecuencia de muestreo de síntesis en el banco de filtros de análisis como una señal de entrada del banco de filtros de análisis. Así, de nuevo se puede reducir la complejidad del aparato de acuerdo con una forma de realización, en lugar de emplear un banco de filtros de análisis y un banco de filtros de síntesis que tienen un gran número de canales de banco de filtros de análisis y síntesis, el número de canales de banco de filtros se reducirá significativamente. Esto se logra mediante la repetición de transformaciones de análisis y síntesis una o más veces. Según una realización, los bancos de filtros de análisis y síntesis pueden ser adaptados de tal manera que el número de canales de banco de filtros de análisis y síntesis pueda variar para cada ciclo de transformación (un ciclo de transformación comprende una etapa de análisis y una etapa de síntesis).

65 **[0020]** El controlador puede estar adaptado para recibir un ajuste de configuración que comprende un número de índice. Además, el controlador puede entonces ser adaptado para determinar la frecuencia de muestreo de la señal de audio procesada o la frecuencia de muestreo predeterminada a partir del número de índice y una tabla de

consulta. De acuerdo con estas realizaciones, no es necesario transmitir los números explícitos de canales de banco de filtros de análisis y síntesis en cada ajuste de configuración, pero en su lugar, se transmite un único número de índice que identifica la configuración particular. Esto reduce la tasa de bits necesaria para transmitir un ajuste de configuración.

5
[0021] Según una realización, el controlador está adaptado para determinar el primer número de canales de banco de filtros de análisis o el segundo número de canales de banco de filtros de síntesis a partir de un error tolerable. En una realización, el controlador puede comprender un comparador de error para comparar el error real con un error tolerable. Además, el aparato puede ser adaptado para obtener el error tolerable a partir del ajuste de configuración.
 10 De acuerdo con estas realizaciones, puede ser posible especificar el grado de exactitud del re-muestreo, se puede apreciar que en ciertas situaciones, la exactitud del re-muestreo puede reducirse para reducir también por otra parte la complejidad del banco de filtros de análisis y síntesis y por lo tanto reducir la complejidad del cálculo.

15 **[0022]** Según otra realización, se proporciona un aparato para realizar la mezcla ascendente de una señal envolvente. El aparato comprende un banco de filtros de análisis para transformar una señal en el dominio del tiempo mezclada hacia abajo en el dominio temporal-frecuencial para generar una pluralidad de señales sub-banda mezcladas hacia abajo. Además, el aparato comprende al menos dos unidades de mezclado ascendente para realizar la mezcla ascendente de la pluralidad de señales sub-banda para obtener una pluralidad de señales sub-banda envolventes. Además, el aparato comprende al menos dos unidades de ajuste de señal para ajustar el
 20 número de señales sub-banda envolventes. Las al menos dos unidades de ajuste de señal están adaptadas para recibir una primera pluralidad de señales sub-banda envolventes de entrada. Las al menos dos unidades de ajuste de señal están adaptadas para dar como salida una segunda pluralidad de señales sub-banda envolventes de salida, y el que el número de la primera pluralidad de señales sub-banda envolventes de entrada y el número de la segunda pluralidad de señales sub-banda envolventes de salida son diferentes. Además, el aparato comprende una
 25 pluralidad de unidades de banco de filtros de síntesis para transformar una pluralidad de señales sub-banda envolventes de salida desde un dominio temporal-frecuencial a un dominio del tiempo para obtener señales de salida envolventes en el dominio del tiempo. Además, el aparato comprende un controlador que está adaptado para recibir un ajuste de configuración. El controlador es además adaptado para controlar el número de canales del banco de filtros de análisis, para controlar el número de canales unidades de bancos de filtros de síntesis, para controlar el
 30 número de la primera pluralidad de señales sub-banda envolventes de entrada de las unidades de ajuste de señal, y para controlar el número de la segunda pluralidad de señales sub-banda envolventes de salida de las unidades de ajuste de señal a partir del ajuste de configuración recibido.

35 **[0023]** Unas realizaciones preferidas de la presente invención se discuten posteriormente con respecto a las figuras que se acompañan, en las cuales:

La figura 1 ilustra un aparato para procesar una señal de audio según una realización,
 Las figuras 2a - 2c representan la transformación de muestras en el dominio del tiempo en muestras en el dominio temporal-frecuencial,
 40 Las figuras 3a - 3b ilustran la transformación de muestras en el dominio temporal-frecuencial en muestras en el dominio del tiempo,
 La figura 4 representa en una ilustración adicional la transformación de muestras en el dominio temporal-frecuencial en muestras en el dominio del tiempo,
 La figura 5 ilustra dos diagramas que representan un concepto básico de una realización,
 45 La figura 6 ilustra un aparato según una realización adicional,
 Las figuras 7a - 7b muestran tablas de consulta de acuerdo con una realización,
 La figura 8 ilustra un aparato según una realización que emplea procesamiento SBR,
 La figura 9 representa un aparato según otra realización que emplea bancos de filtros de análisis y de síntesis QMF para realizar la mezcla ascendente de una señal envolvente MPEG con frecuencia de muestreo **re-muestreada**
 50 según una realización.
 La figura 10 ilustra un aparato según otra realización que emplea procesamiento SBR,
 La figura 11 representa un aparato según otra realización que comprende un re-muestreador adicional,
 La figura 12 ilustra un aparato que emplea QMF como re-muestreador según una realización,
 La figura 13 muestra un aparato que emplea un re-muestreador adicional según una realización,
 55 La figura 14 ilustra un aparato que emplea QMF como re-muestreador según otra realización,
 La figura 15 representa un aparato según una realización adicional en el que el aparato está adaptado para alimentar la salida del banco de filtros de síntesis al banco de filtros de análisis para llevar a cabo otro ciclo de transformación,
 La figura 16 ilustra un controlador según otra realización que comprende un comparador de error,
 60 La figura 17 muestra un diagrama de flujo que representa un procedimiento para determinar el número de canales de banco de filtros de análisis y de síntesis, respectivamente, y
 La figura 18 ilustra un controlador según una realización adicional que comprende un comparador de error.

65 **[0024]** La figura 1 ilustra un aparato para procesar una señal de audio según un ejemplo. Se suministra una señal de audio so al aparato. En otra realización, so puede ser una corriente de bits, en particular una corriente de bits de

datos de audio. Además, el aparato recibe un ajuste de configuración conf. El aparato comprende un primer procesador de señales de audio configurable 110 para procesar la señal de audio de acuerdo con el ajuste de configuración conf para obtener una señal de audio procesada s1. Además, el aparato para procesar una señal de audio está adaptado de modo que diferentes ajustes de configuración conf dan como resultado diferentes frecuencias de muestreo de la señal de audio procesada. El aparato comprende además un banco de filtros de análisis 120 que tiene un primer número de canales de banco de filtros de análisis c1 y un banco de filtros de síntesis 130 que tiene un segundo número de canales de banco de filtros de síntesis c2. Además, el aparato comprende un segundo procesador de audio 140 que está adaptado para recibir y procesar una señal de audio s2 que tiene una frecuencia de muestreo predeterminada. Además, el aparato comprende un controlador 150 para controlar el primer número de canales de banco de filtros de análisis c1 o el segundo número de canales de banco de filtros de síntesis c2 de acuerdo con un ajuste de configuración conf proporcionado al primer procesador de señales de audio configurable 110, de modo que una salida de señal de audio s2 por el banco de filtros de síntesis 130 tiene la frecuencia de muestreo predeterminada o una frecuencia de muestreo que es diferente de la frecuencia de muestreo predeterminada, pero que es más cercana a la frecuencia de muestreo predeterminada que la frecuencia de muestreo de una señal de entrada s1 en el banco de filtros de análisis 120.

[0025] El banco de filtros de análisis y el banco de filtros de síntesis pueden ser adaptados de modo que el número de canales de análisis y el número de canales de síntesis sean configurables y que su número pueda ser determinado por parámetros configurables.

[0026] En las figuras 2a - 2c, se ilustra la transformación de muestras en el dominio del tiempo en muestras en el dominio temporal-frecuencial. El lado izquierdo de la figura 2a ilustra una pluralidad de muestras de una señal de audio en un dominio del tiempo (procesada). En el lado izquierdo de la figura 2a, se ilustran 640 muestras temporales (las últimas 64 muestras temporales se denominan "nuevas muestras temporales" mientras que las 576 muestras temporales restantes se denominan muestras temporales antiguas. En la realización representada por la figura 2a, se realiza una primera etapa de Transformada de Fourier de Tiempo Reducido Corta Short (*Time Fourier Transform* - STFT). Las 576 muestras temporales antiguas y las 64 muestras temporales nuevas se transforman a 64 valores de frecuencia, es decir se generan 64 valores de muestra de sub-banda.

[0027] En una etapa posterior ilustrada en la figura 2b, se descartan las 64 muestras temporales más antiguas de las 640 muestras temporales consideradas. En lugar de ello, se consideran 64 muestras temporales nuevas junto con las restantes 576 muestras temporales ya consideradas disponibles en la etapa del proceso ilustrada con la figura 2a. Esto podría ser considerado como el desplazamiento de una ventana deslizante que tiene una longitud de 640 muestras temporales por 64 muestras temporales en cada etapa de procesamiento. De nuevo, también en la etapa del proceso representada en la figura 2b, se generan 64 muestras de sub-banda adicionales a partir de las 640 muestras temporales consideradas (576 muestras temporales antiguas y 64 muestras temporales nuevas consideradas por primera vez). De este modo, se genera un segundo conjunto de 64 valores de sub-banda. Se podría decir que se generan 64 nuevas muestras de sub-banda considerando 64 muestras temporales nuevas.

[0028] En la etapa posterior representada en la figura 2c, de nuevo, la ventana deslizante se desplaza 64 muestras temporales, es decir se descartan los 64 valores de tiempo más antiguos y se consideran 64 muestras temporales nuevas. Se generan 64 nuevas muestras de sub-banda a partir de las 576 muestras temporales antiguas y las 64 muestras temporales nuevas. Como se puede ver en la figura 2c, lado derecho, se ha generado un nuevo conjunto de 64 nuevos valores de sub-banda realizando una STFT.

[0029] El procesamiento ilustrado en las figuras 2a - 2c se realiza repetidamente para generar muestras adicionales de sub-banda a partir de las muestras adicionales temporales.

[0030] Explicado en términos generales, se necesitan 64 nuevas muestras de tiempo para generar 64 nuevas muestras de sub-banda.

[0031] En la realización ilustrada por Las figuras 2a - 2c, cada conjunto de las muestras de sub-banda generado representa las muestras de sub-banda en un índice de tiempo particular en un dominio temporal-frecuencial. Es decir, la 32-ésima muestra de sub-banda de índice de tiempo j representa una muestra de señal S[32,j] en un dominio temporal-frecuencial. Con respecto a un determinado índice de tiempo en el dominio temporal-frecuencial, hay 64 valores de sub-banda para este índice de tiempo, mientras que para cada punto en el tiempo en el dominio del tiempo, hay como máximo un único valor de la señal. Por otro lado, la frecuencia de muestreo de cada una de las 64 bandas de frecuencia es solamente 1/64 de la señal en el dominio temporal.

[0032] Un experto en la materia entenderá que el número de señales sub-banda, que son generadas por un banco de filtros de análisis depende del número de canales del banco de filtros de análisis. Por ejemplo, el banco de filtros de análisis puede comprender 16, 32, 96 ó 128 canales, de modo que se pueden generar 16, 32, 96, ó 128 señales sub-banda en un dominio frecuencial temporal a partir de por ejemplo 16, 32, 96 ó 128 muestras temporales, respectivamente.

[0033] La figura 3a - 3b ilustra la transformación de muestras en el dominio temporal-frecuencial en muestras en el dominio del tiempo:

[0034] El lado izquierdo de la figura 3a ilustra una pluralidad de conjuntos de muestras de sub-banda en un dominio frecuencial temporal. Con más detalle, cada caja longitudinal en la figura 3a representa una pluralidad de 64 muestras de sub-banda en un dominio temporal-frecuencial. Una ventana deslizante en el dominio temporal-frecuencial cubre 10 índices de tiempo que comprenden cada uno 64 muestras de sub-banda en el dominio temporal-frecuencial. Mediante la realización de una Transformada de Fourier de Tiempo Reducido Inversa (*Inverse Short Time Fourier Transform - ISTFT*), se generan 64 muestras temporales a partir de las (10 veces 64) muestras de sub-banda consideradas, tal como se ha representado en la figura 3a, lado derecho.

[0035] En una etapa de procesamiento posterior ilustrada en la figura 3b, se descarta el conjunto de 64 valores de sub-banda más antiguo. En lugar de ello, la ventana deslizante cubre ahora un nuevo conjunto de 64 valores de sub-banda que tiene un índice de tiempo en el dominio temporal-frecuencial diferente. Se generan 64 muestras temporales nuevas en el dominio del tiempo a partir de las 640 muestras de sub-banda consideradas (576 muestras de sub-banda antiguas y 64 nuevas muestras de sub-banda consideradas por primera vez). La figura 3b, lado derecho, ilustra la situación en el dominio del tiempo. La figura 3b representa 64 muestras temporales antiguas generadas mediante la realización de la ISTFT tal como se ilustra en la figura 3a junto con las 64 muestras temporales nuevas generadas en la etapa del proceso de la figura 3b.

[0036] El procesamiento ilustrado en las figuras 3a - 3b se realiza repetidamente para generar muestras adicionales temporales a partir de las muestras adicionales de sub-banda.

[0037] Para explicar el concepto del banco de filtros de síntesis 130 en términos generales, se necesitan 64 nuevas muestras de sub-banda en un dominio de tiempo-frecuencia para generar 64 nuevas muestras de tiempo en un dominio de tiempo.

[0038] Un experto en la materia entenderá que el número de muestras temporales que se generan mediante un banco de filtros de síntesis depende del número de canales del banco de filtros de síntesis. Por ejemplo, el banco de filtros de síntesis puede comprender 16, 32, 96 ó 128 canales, de modo que 16, 32, 96, ó 128 muestras temporales en un dominio del tiempo se pueden generar a partir de por ejemplo 16, 32, 96 ó 128 muestras de sub-banda en un dominio temporal-frecuencial, respectivamente.

[0039] La figura 4 presenta otra ilustración que representa la transformación de muestras en el dominio temporal-frecuencial en muestras en el dominio del tiempo. En cada etapa de procesamiento, se consideran unas 64 muestras de sub-banda adicionales (es decir las 64 muestras de sub-banda del próximo índice de tiempo en un dominio temporal-frecuencial). Considerando las últimas 64 muestras de sub-banda, se pueden generar 64 muestras temporales nuevas. La frecuencia de muestreo de la señal en el dominio del tiempo es 64 veces la frecuencia de muestreo de cada una de las 64 señales sub-banda.

[0040] La figura 5 ilustra dos diagramas que representan un concepto básico de una realización. La parte superior de la figura 5 representa una pluralidad de muestras de sub-banda de una señal en un dominio temporal-frecuencial. El eje de abscisas representa el tiempo. La ordenada representa la frecuencia. La figura 5 difiere de la figura 4 en que para cada índice de tiempo, la señal en el dominio temporal-frecuencial contiene tres muestras adicionales de sub-banda (marcadas con "x"). Es decir las tres sub-bandas adicionales se han añadido de modo que la señal en el dominio temporal-frecuencial no solamente tiene 64 señales sub-banda, sino que ahora tiene 67 señales sub-banda. El diagrama ilustrado en el fondo de la figura 5 ilustra muestras temporales de la misma señal en el dominio del tiempo tras realizar una Transformada de Fourier de Tiempo Reducido Inversa (*Inverse Short Time Fourier Transform -ISTFT*). Como se han añadido 3 sub-bandas en el dominio temporal-frecuencial, se pueden utilizar las 67 muestras adicionales de sub-banda de un índice de tiempo particular en el dominio temporal-frecuencial para generar 67 muestras temporales nuevas de la señal de audio en el dominio del tiempo. Como se han generado 67 muestras temporales en el dominio del tiempo empleando las 67 muestras adicionales de sub-banda de un único índice de tiempo en el dominio temporal-frecuencial, la frecuencia de muestreo de la señal de audio s2 en el dominio del tiempo tal como sale del banco de filtros de síntesis 130 es 67 veces la frecuencia de muestreo de cada una de las señales sub-banda. Como puede verse más arriba, emplear 64 canales en el banco de filtros de análisis 120 da como resultado una frecuencia de muestreo de cada sub-banda adicional de 1/64 de la frecuencia de muestreo de la señal de audio procesada s1 tal como se alimenta al banco de filtros de análisis 120. Con respecto al banco de filtros de análisis 120 y el banco de filtros de síntesis 130 conjuntamente, el banco de filtros de análisis 120 que tiene 64 canales y el banco de filtros de síntesis 130 que tiene 67 canales da como resultado una frecuencia de muestreo de la señal s2 que sale del banco de filtros de síntesis de 67/64 veces la frecuencia de muestreo de la señal de audio s1 que se introduce en el banco de filtros de análisis 120.

[0041] Se puede derivar el siguiente concepto: Si se considera una señal de audio s1 (procesada) que se introduce en el banco de filtros de análisis 120. Suponiendo que el banco de filtros tiene c1 canales y, suponiendo también que la frecuencia de muestreo de la señal de audio procesada es sr1, entonces la frecuencia de muestreo de cada sub-banda adicional es sr1/ c1. Suponiendo también que el banco de filtros de síntesis tiene c2 canales y suponiendo que

la frecuencia de muestreo de cada sub-banda adicional es $s_{\text{sub-banda}}$, entonces la frecuencia de muestreo de la señal de audio s_2 que da como salida el banco de filtros de síntesis 130 es $c_2 \cdot s_{\text{sub-banda}}$. Esto significa que la frecuencia de muestreo de la señal de audio que da como salida el banco de filtros de síntesis 130 es $c_2 / c_1 \cdot s_1$. Si se selecciona c_2 diferente de c_1 significa que la frecuencia de muestreo de la señal de audio s_2 que da como salida el banco de filtros de síntesis 130 se puede ajustar de manera diferente a la frecuencia de muestreo de la señal de audio que se está introduciendo en el banco de filtros de análisis 120.

[0042] Escoger c_2 diferente de c_1 no solo significa que el número de canales de banco de filtros de análisis difiere del número de canales de banco de filtros de síntesis. Además, el número de señales sub-banda que está siendo generado por el banco de filtros de análisis 120 por el STFT difiere del número de señales sub-banda que se necesitan cuando se realiza el ISTFT por el banco de filtros de síntesis 130.

[0043] Se pueden distinguir tres situaciones diferentes:

[0044] Si c_1 es igual a c_2 , el número de señales sub-banda que son generadas por el banco de filtros de análisis 120 es igual al número de señales sub-banda que necesita el banco de filtros de síntesis 130 para la ISTFT. No se necesita ajuste de sub-banda.

[0045] Si c_2 es menor que c_1 , el número de señales sub-banda generadas por el banco de filtros de análisis 120 es mayor que el número de señales sub-banda que necesita el banco de filtros de síntesis 130 para la síntesis. Según una realización, las señales sub-banda de mayor frecuencia se pueden eliminar. Por ejemplo, si el banco de filtros de análisis 120 genera 64 señales sub-banda y si el banco de filtros de síntesis 130 solamente necesita 61 señales sub-banda, se pueden descartar las tres señales sub-banda con la mayor frecuencia.

[0046] Si c_2 es mayor que c_1 , entonces el número de señales sub-banda generadas por el banco de filtros de análisis 120 es menor que el número de señales sub-banda que necesita el banco de filtros de síntesis 130 para la síntesis. Según una realización, se pueden generar señales sub-banda adicionales mediante la adición de señales cero como señales sub-banda adicionales. Una señal cero es una señal en la que los valores de amplitud de cada muestra de sub-banda son iguales a cero.

[0047] Según otra realización, se pueden generar señales sub-banda adicionales mediante la adición de señales sub-banda pseudo-aleatorias como señales sub-banda adicionales. Una sub-banda adicional pseudo-aleatoria es una señal en la que los valores de cada muestra de sub-banda comprenden datos pseudo-aleatorios, en el que los datos pseudo-aleatorios tienen que ser determinados de manera pseudo-aleatoria a partir de un intervalo de datos permitido. Por ejemplo, los valores de amplitud escogidos de manera pseudo-aleatoria de una muestra deben ser menores que un valor de amplitud máximo y los valores de fase de una muestra tiene que estar en el intervalo entre 0 y 2π (incluidos).

[0048] En otra realización, se pueden generar señales sub-banda adicionales copiando los valores de muestra de la sub-banda adicional mayor y utilizarlos como valores de muestra de las señales sub-banda adicionales. En otra realización, se copian los valores de fase de la sub-banda mayor y se utilizan como valores de muestra para una sub-banda adicional, mientras que los valores de amplitud de la sub-banda adicional mayor se multiplican por un factor de ponderación, por ejemplo para reducir su peso y se utilizan entonces como valores de amplitud de las muestras de sub-banda de la señal de sub-banda adicional. Por ejemplo, todos los valores de amplitud en una señal de sub-banda adicional se pueden multiplicar por el factor de ponderación 0.9. Si se necesitan dos señales sub-banda adicionales, los valores de amplitud de la sub-banda adicional mayor se pueden multiplicar por un factor de ponderación 0.9 para generar una primera señal de sub-banda adicional, mientras que todos los valores de amplitud se pueden multiplicar por un factor de ponderación 0.8 para generar una segunda señal de sub-banda adicional.

[0049] La mayoría de los códecs de audio altamente eficientes usan mejoras de señales paramétricas, que a su vez utilizan con frecuencia un QMF (*Quadrature Mirror Filter*) (es decir MPEG-4 HE-AAC), donde también se pueden emplear los conceptos propuestos en las realizaciones descritas anteriormente. Los códecs basados en QMF utilizan típicamente una estructura de filtro polifásico con $N_{\text{nominal}}=64$ bandas para convertir sub bandas en una señal de salida en el dominio del tiempo con una frecuencia de muestreo nominal $f_{s,\text{nominal}}$. Al cambiar la cantidad de bandas de salida, mediante la adición de sub-bandas que contienen una señal cero, o la eliminación de algunas de las bandas mayores (que podrían estar vacías de todos modos), la tasa de muestreo f_s se salida se puede cambiar en etapas de Δf_s tal como se muestra a continuación,

$$\Delta f_s = \frac{f_{s,\text{nominal}}}{N_{\text{nominal}}}$$

lo que resulta en una frecuencia de muestreo de salida f_s general de:

$$f_s = \frac{N}{N_{nominal}} f_{s,nominal}$$

- 5
- [0050] En lugar de añadir un convertidor de frecuencia de muestreo adicional, esta funcionalidad puede ser incorporada en el filtro de síntesis QMF ya existente.
- 10 [0051] El aumento de carga de trabajo es inferior al de un convertidor de frecuencia de muestreo con una precisión comparable, pero la proporción de la frecuencia de muestreo no puede ser arbitraria. Esencialmente se determina por la relación entre el número de bandas utilizadas en el análisis QMF y el banco de filtros de síntesis QMF. Generalmente se prefiere usar un número de bandas de salida que permita un cálculo rápido de la síntesis QMF, por ejemplo, 60, 72, 80 48,...
- 15 [0052] De la misma manera que se puede cambiar la frecuencia de muestreo de salida cuando se emplea QMF, se puede ajustar la frecuencia de muestreo de una señal de audio códec, que utiliza otro tipo de banco de filtros, por ejemplo, una MDCT (*Modified Discrete Cosine Transform*).
- 20 [0053] La figura 6 ilustra un aparato según una realización. El aparato comprende un ajustador de señal 125. Un banco de filtros de análisis 120 está adaptado para transformar la señal de entrada del banco de filtros de análisis s_1 que se representa en un dominio del tiempo en una primera señal de audio en el dominio temporal-frecuencial que tiene una pluralidad de, por ejemplo, 3 primeras señales sub-banda s_{11} , s_{12} , s_{13} . El número de primeras señales sub-banda es igual al primer número c_1 de canales de banco de filtros de análisis,
- 25 [0054] El ajustador de señal 125 está adaptado para generar una segunda señal de audio en el dominio temporal-frecuencial de la primera señal de audio en el dominio temporal-frecuencial a partir del ajuste de configuración conf. La segunda señal de audio en el dominio temporal-frecuencial tiene una pluralidad de, por ejemplo, 4 segundas señales sub-banda s_{21} , s_{22} , s_{23} , s_{24} . La segunda señal de audio en el dominio temporal-frecuencial se genera de modo que el número de segundas señales sub-banda es igual al número c_2 de canales de banco de filtros de
- 30 síntesis. El número de segundas señales sub-banda de la segunda señal de audio en el dominio temporal-frecuencial puede ser diferente del número de señales sub-banda de la primera señal de audio en el dominio temporal-frecuencial. Por lo tanto, se puede tener que ajustar el número de señales sub-banda, por ejemplo de acuerdo con una de los conceptos descritos anteriormente.
- 35 [0055] El banco de filtros de síntesis 130 está adaptado para transformar la segunda señal de audio en el dominio temporal-frecuencial en una señal de audio en el dominio temporal como la salida de señal de audio s_2 del banco de filtros de síntesis 130.
- 40 [0056] Sin embargo, en otras realizaciones, puede no incluirse un ajustador de señal 125. Si el banco de filtros de análisis 120 proporciona más canales de los que necesita el banco de filtros de síntesis 130, el banco de filtros de síntesis puede él mismo descartar canales que no son necesarios. Además, el banco de filtros de síntesis 130 puede configurarse para él mismo emplear una sub-banda adicional cero o una señal que comprende datos pseudo-aleatorios, si el número de señales sub-banda proporcionadas por el banco de filtros de análisis 120 es menor que el
- 45 número de canales de banco de filtros de síntesis.
- [0057] El aparato según la realización está especialmente adaptarse a diferentes situaciones. Por ejemplo, el primer procesador de señal de audio 110 puede necesitar procesar la señal de audio s_0 de modo que la señal de audio procesada s_1 tenga una primera frecuencia de muestreo sr_1 en una situación y de modo que la señal de audio procesada s_1 tenga una segunda frecuencia de muestreo sr_1' que es diferente de la primera frecuencia de muestreo
- 50 en una segunda situación. Por ejemplo, el primer procesador de señal de audio 110 puede emplear una herramienta de decodificación ACELP (*Algebraic Code Excited Linear Prediction*) que trabaja con una primera frecuencia de muestreo de por ejemplo 16000 Hz mientras que en una segunda situación el primer procesador de señal de audio puede emplear un descodificador AAC (*Advanced Audio Coding*), por ejemplo que tiene una frecuencia de muestreo de por ejemplo 48000 Hz. Además, se puede dar la situación de que el primer procesador de señal de audio emplee un descodificador AAC que conmuta entre diferentes frecuencias de muestreo. O, el primer procesador de señal 110 podría adaptarse para conmutar entre una primera señal de audio estéreo s_1 que tiene una primera frecuencia de muestreo sr_1 y una segunda señal de audio s_1' que es una señal envolvente MPEG que tiene una segunda frecuencia de muestreo sr_1' .
- 55
- 60 [0058] Además, podría ser necesario proporcionar una señal de audio al segundo procesador de señal de audio 140 que tiene una determinada frecuencia de muestreo predeterminada sr_2 . Por ejemplo, un convertidor digital a

análogo empleado puede requerir una cierta frecuencia de muestreo. En este caso, el segundo procesador de señal 140 puede trabajar siempre con una segunda frecuencia de muestreo fija sr2. Sin embargo, en otros casos, las frecuencias de muestreo de la señal de audio s2 en el segundo procesador de audio 140 podrían cambiar en tiempo de ejecución. Por ejemplo, en un primer caso, el segundo procesador de señal de audio 140 puede conmutar entre un primer convertidor D/A (digital a analógico) de baja calidad de audio que soporta una frecuencia de muestreo relativamente baja de, por ejemplo 24000 Hz, mientras que en otras situaciones el segundo procesador de señal de audio 140 puede emplear segundo convertidor D/A que tiene una frecuencia de muestreo de por ejemplo 96000 Hz. Por ejemplo, en situaciones en que la frecuencia de muestreo de la señal de audio procesada original sr2 que ha sido procesada por el primer procesador de señal de audio 110 tiene una frecuencia de muestreo relativamente baja de por ejemplo 4000 Hz puede que no sea necesario emplear el segundo convertidor D / A de alta calidad que tiene una frecuencia de muestreo de 96.000 Hz, pero en su lugar, es suficiente emplear el primero convertidor D / A que requiere menos recursos computacionales. Por lo tanto, se aprecia que se proporcione un aparato con frecuencias de muestreo ajustables.

[0059] Según una realización, se proporciona un aparato que comprende un controlador 150 que controla el primer número de canales de banco de filtros de análisis c1 y el segundo número de canales de banco de filtros de síntesis c2 de acuerdo con un ajuste de configuración conf proporcionado al primer procesador de señales de audio configurable 110, de modo que una salida de señal de audio por el banco de filtros de síntesis 130 tiene la frecuencia de muestreo predeterminada sr2 o una frecuencia de muestreo sr2 que es diferente de la frecuencia de muestreo predeterminada sr2, pero que es más cercana a la frecuencia de muestreo predeterminada sr2 que la frecuencia de muestreo sr1 de una señal de entrada s1 procesada en el banco de filtros de análisis 120.

[0060] En una realización, el ajuste de configuración puede contener una información explícita sobre la primera frecuencia de muestreo sr1 y/o la segunda frecuencia de muestreo sr2. Por ejemplo, el ajuste de configuración puede definir explícitamente que una primera frecuencia de muestreo sr1 se establece en 9000 Hz y que una segunda frecuencia de muestreo sr2 se establece en 24000 Hz.

[0061] Sin embargo, En otra realización, el ajuste de configuración conf puede no especificar explícitamente una frecuencia de muestreo. En cambio, se puede especificar un número de índice que el controlador podría usar para determinar la primera sr1 y/o la segunda frecuencia de muestreo sr2.

[0062] En una realización, el ajuste de configuración conf puede ser proporcionado por una unidad adicional (no mostrada) al controlador en tiempo de ejecución. Por ejemplo, la unidad adicional podría especificar en el ajuste de configuración conf, si se utiliza un descodificador ACELP o un descodificador AAC.

[0063] En una alternativa de realización, el ajuste de configuración conf no se proporciona en tiempo de ejecución por una unidad adicional, sino que el ajuste de configuración conf se almacena una vez de modo que está disponible permanentemente para un controlador 150. El ajuste de configuración conf permanece entonces sin alterar durante un periodo de tiempo mayor.

[0064] En función de esta determinación, la unidad adicional puede enviar las frecuencias de muestreo explícitas al controlador que está comprendido en el ajuste de configuración conf.

[0065] En una alternativa de realización, la unidad adicional envía un ajuste de configuración conf que indica si existe una primera situación (mediante la transmisión de un valor de índice "0": que indica "Descodificador ACELP utilizado", o mediante la transmisión de un valor de índice "1": que indica " decodificador AAC utilizado "). Esto se explica con referencia a las figuras 7a y 7b:

[0066] Las figuras 7a y 7b ilustran tablas de consulta según una realización disponibles para un un controlador. Por ejemplo, la tabla de búsqueda puede estar predefinida, estando la tabla de búsqueda almacenada como una tabla fija en el controlador. En otra realización, la tabla de búsqueda se puede proporcionar como meta información desde una unidad adicional, mientras que, por ejemplo, la tabla de búsqueda información sólo se envía una vez durante un largo período de tiempo, especificando un valor de índice la configuración de frecuencia de muestreo actual que se actualiza con más frecuencia.

[0067] La figura 7a representa una simple tabla de búsqueda que permite la resolución de una única frecuencia de muestreo, en la realización de la figura 7a se especifica una frecuencia de muestreo de el primer procesador de señal de audio 110. Mediante la recepción de un valor de comprendido en el primer ajuste de configuración conf, el controlador 150 es capaz de determinar la frecuencia de muestreo de la señal de audio procesada s1 que está siendo procesada por el primer procesador de señal de audio 110. En la tabla de búsqueda de la figura 7a, no hay disponible información sobre la segunda frecuencia de muestreo sr2. En una realización, la segunda frecuencia de muestreo es una frecuencia de muestreo fija y es conocida por el controlador 150. En otra realización, la segunda frecuencia de muestreo se determina empleando otra tabla de búsqueda que es similar a la tabla de búsqueda ilustrada en la figura 7a.

5 **[0068]** La figura 7b ilustra otra tabla de búsqueda que comprende información sobre la primera frecuencia de muestreo sr1 de la señal de audio procesada s1 así como la segunda frecuencia de muestreo sr2 de la señal de audio s2 que da como salida el banco de filtros de síntesis. Una unidad adicional transmite un ajuste de configuración conf que comprende un valor de índice al controlador 150. El controlador 150 consulta el valor de índice en la tabla de búsqueda de la figura 7b y determina así la primera frecuencia de muestreo deseada de la señal de audio procesada s1 y la segunda frecuencia de muestreo deseada sr2 de la señal de audio s2 que está siendo generada por el banco de filtros de síntesis 140.

10 **[0069]** La figura 8 ilustra una combinación de los conceptos descritos anteriormente con el procesamiento SBR. Si la banda de síntesis QMF es parte de un módulo de SBR, la funcionalidad de re-muestreo puede ser integrada en el sistema. En particular, es entonces posible transmitir parámetros SBR para ampliar la gama SBR activa más allá de la relación re-muestreo habitual 2: 1 o 4: 1 con el mérito adicional de que es posible realizar relaciones de re-muestreo casi arbitrarias eligiendo adecuadamente M y N apropiados de los bancos de filtros QMF, aumentando así los grados de libertad para la característica general de re-muestreo (ver la figura 8).

15 **[0070]** Por ejemplo, si el número de bandas de síntesis es superior a 64, no necesariamente tienen que ser llenadas con ceros. En cambio, el rango de la aplicación de parches SBR también podría ampliarse con el fin de hacer uso de este rango de frecuencias más altas.

20 **[0071]** En la figura 8, la frecuencia de muestreo de salida QMF resultante es:

$$f_{s,SBR} = \frac{N}{M} f_{s,Core}$$

25 **[0072]** Por ejemplo en el caso del punto de prueba de operación USAC 8kbps, la frecuencia de muestreo interna fs,Core se escoge típicamente de 9.6kHz. Si se sigue con el banco de filtros de análisis QMF con M=32 bandas, la síntesis se podría sustituir por un banco QMF de N=80 bandas. Esto daría lugar a una frecuencia de muestreo de salida de

$$f_{s,SBR} = \frac{N}{M} f_{s,Core} = \frac{80}{32} 9600Hz = 24000Hz .$$

30 **[0073]** Al hacerlo, el potencial de ancho de banda de audio que puede ser cubierto por SBR se puede aumentar a 12 kHz. Al mismo tiempo, se puede implementar una etapa de post-re-muestreo potencial a 48kHz convenientes de forma económica porque la relación de re-muestreo restante es una relación 1:2 simple.

35 **[0074]** Son concebibles muchas más combinaciones que podrían permitir un rango (más) amplio SBR manteniendo a la vez la posibilidad de permitir el codificador núcleo funcionar en las frecuencias de muestreo un poco inusuales o poco comunes.

40 **[0075]** La figura 9 ilustra un aparato según otra realización que emplea bancos de filtros de análisis y de síntesis QMF para realizar la mezcla ascendente de una señal envolvente MPEG con una frecuencia de muestreo re-muestreada según una realización. Para fines ilustrativos, el banco de filtros de análisis se representa para generar sólo 3 señales de sub-banda de la señal de entrada y cada uno de los bancos de filtros de síntesis QMF se representa para transformar una señal de dominio de tiempo-frecuencia que comprende sólo cuatro señales de sub-banda de vuelta al dominio del tiempo. Sin embargo, se entiende que en otras realizaciones, el banco de filtros de análisis podría, por ejemplo, comprender 45 canales y el banco de filtros de síntesis podría, por ejemplo, comprender 60 canales, respectivamente.

45 **[0076]** En la figura 9, señal de audio mezclada hacia abajo s1 se suministra a un banco de filtros de análisis QMF 910. El banco de filtros de análisis QMF 910 transforma la señal de audio mezclada hacia abajo en el dominio del tiempo en el dominio temporal-frecuencial para obtener tres señales sub-banda(mezcladas hacia abajo) s11, s12, s13. Las tres señales sub-banda mezcladas hacia abajo s11, s12, s13 se introducen en tres unidades de mezclado ascendente 921, 922, 923, respectivamente. Cada una de las unidades de mezclado ascendente 921, 922, 923 genera cinco señales sub-banda envolventes como sub-bandas adicionales izquierda, derecha, centro, envolvente izquierda y envolvente derecha, respectivamente. Las tres señales de sub-banda izquierda generadas se alimentan entonces a un ajustador de señal izquierda 931 para las tres señales izquierdas sub-banda. El ajustador de señal

izquierda 931 genera cuatro señales sub-banda izquierda a partir de las señales sub-banda envolventes izquierdas y las suministra a un banco de filtros de síntesis izquierdo 941 que transforma las señales sub-banda del dominio temporal-frecuencial al dominio del tiempo para generar un canal izquierdo s21 de la señal envolvente en un dominio del tiempo. De forma análoga, un ajustador de señal derecha 932 y un banco de filtros de síntesis derecho 942 se emplea para generar un canal derecho s22, un ajustador de señal central 933 y un banco de filtros de síntesis central 943 se emplean para generar un canal central s23, un ajustador de señal envolvente izquierda 934 y un banco de filtros de síntesis envolvente izquierdo 944 se emplean para generar un canal envolvente izquierdo s24, y un ajustador de señal envolvente derecha 935 y un banco de filtros de síntesis envolvente derecho 945 se emplean para generar un canal envolvente derecho s25 de la señal envolvente en el dominio del tiempo.

[0077] Un controlador (950) recibe un ajuste de configuración conf y está adaptado para controlar el número de canales del banco de filtros de análisis 910 a partir del ajuste de configuración recibido conf. El controlador también está adaptado para controlar el número de canales unidades de bancos de filtros de síntesis 941, 942, 943, 944, 945, el número de la primera pluralidad de señales sub-banda envolventes de entrada de las unidades de ajuste de señal 931, 932, 933, 934, 935 y el número de la segunda pluralidad de señales sub-banda envolventes de salida de las unidades de ajuste de señal 931, 932, 933, 934, 935 a partir del ajuste de configuración recibido conf.

[0078] La figura 10 ilustra un aparato según otra realización. La realización de la figura 10 difiere de la realización de la figura 8 en que el ajustador de señal 125 comprende además un replicador de banda espectral 128 para llevar a cabo una replicación de banda espectral (SBR) de las señales sub-banda derivadas del banco de filtros de análisis 120 para obtener señales sub-banda adicionales.

[0079] Convencionalmente, realizando una replicación de banda espectral se "replica" una pluralidad de señales sub-banda de modo que el número de señales sub-banda derivadas de la replicación de banda espectral es dos veces o cuatro veces el número de las señales sub-banda disponibles para ser replicadas espectralmente. En una replicación de banda espectral (SBR) convencional, el número de señales sub-banda disponibles se replica de modo que por ejemplo se replican 32 señales sub-banda (que resultan de un banco de filtros de análisis transformación) y de modo que 64 señales sub-banda están disponibles para la etapa de síntesis. Las señales sub-banda se replican de modo que las señales sub-banda disponibles forman las señales sub-banda menores, mientras que las señales sub-banda replicadas espectralmente a partir de las señales sub-banda mayores están situadas en intervalos de frecuencias mayores que las señales sub-banda ya disponibles.

[0080] Según la realización representada en la figura 10, las señales sub-banda disponibles se replican de modo que el número de señales sub-banda que resultan de la SBR no tiene que ser un múltiplo entero de (o el mismo número que) las señales sub-banda replicadas. Por ejemplo, se pueden 32 señales sub-banda de modo que no se derivan 32 señales sub-banda adicionales, sino que, por ejemplo, se derivan 36 señales sub-banda adicionales y que en total, por ejemplo, hay disponibles 68 en lugar de 64 señales sub-banda a partir de la síntesis. El banco de filtros de síntesis 130 de la realización de la figura 10 se ajusta para procesar 68 canales en lugar de 64.

[0081] Según la realización ilustrada en la figura 10, el número de canales que se replican mediante la replicación de banda espectral y el número de canales que se pueden replicar es ajustable de modo que el número de replicated canales no tiene que ser un múltiplo entero de (o el mismo número que) los canales utilizados en las replicaciones de banda espectral. En la realización de la figura 10, el controlador no sólo controla el número de canales del banco de filtros de síntesis 140, sino que también controla el número de canales a replicar por la replicación de banda espectral. Por ejemplo, si el controlador ha determinado que el banco de filtros de análisis 120 tiene c_1 canales y el banco de filtros de síntesis tiene c_2 canales ($c_2 > c_1$), entonces el número de canales adicionales que hay que derivar por la replicación de banda espectral es $c_2 - c_1$.

[0082] Si $c_2 > 2 \cdot c_1$, surge la cuestión de como generar señales sub-banda adicionales en el contexto de una replicación de banda espectral. Según una realización, se puede añadir una sub-banda adicional cero (los valores de amplitud de todas las muestras de sub-banda son cero) para cada sub-banda adicional requerida. En otra realización, se utilizan datos pseudo-aleatorios como valores de muestra de las señales sub-banda adicionales a generar. En otra realización adicional, la sub-banda adicional mayor que resulta de la replicación de banda espectral se replica ella misma: Por ejemplo, los valores de amplitud de las señales sub-banda más altas se duplican para formar los valores de amplitud de las una o más sub-bandas adicionales. Los valores de amplitud se pueden multiplicar por un factor de ponderación. Por ejemplo, cada uno de los valores de amplitud de la primera señal de sub-banda adicional se puede multiplicar por 0.95. cada uno de los valores de amplitud de la segunda señal de sub-banda adicional se puede multiplicar por 0.90, etc.

[0083] En una realización adicional, la replicación de banda espectral se extiende para generar señales de sub-banda adicionales. La información de envolvente espectral puede ser utilizada para generar señales de sub-banda adicionales a partir de las señales de sub-banda más bajas disponibles. La información de envolvente espectral puede ser utilizada para obtener los factores de ponderación utilizados para ser multiplicados por los valores de amplitud de las señales de sub-banda inferiores consideradas en la replicación de banda espectral para generar una señal de sub-banda adicional.

- 5 [0084] La figura 11 ilustra un aparato según otra realización. El aparato difiere del aparato ilustrado en la figura 1 en que el aparato de la figura 11 comprende además un re-muestreador adicional 170. El re-muestreador adicional 170 se utiliza para llevar a cabo una etapa de re-muestreo adicional. El re-muestreador puede ser un re-muestreador convencional o como alternativa puede ser un aparato para procesar una señal de audio que lleva a cabo el re-muestreo de acuerdo con la invención. Si, por ejemplo se utiliza un aparato según la invención como re-muestreador adicional, el primer aparato según la invención vuelve a muestrear una señal de audio que tiene una primera frecuencia de muestreo sr_1 a una frecuencia de muestreo $sr_2 = c_2 / c_1 \cdot sr_1$. Entonces, el re-muestreador adicional vuelve a muestrear la señal de audio a partir de una frecuencia de muestreo sr_2 a una frecuencia de muestreo $sr_2' = c_4 / c_3 \cdot sr_2 = c_4 / c_3 \cdot c_2 / c_1 \cdot sr_1$. Mediante el empleo de dos re-muestreadores, se evita que un re-muestreador de acuerdo con una de las realizaciones antes descritas tenga que tener $c_1 \cdot c_3$ canales de análisis y $c_4 \cdot c_2$ canales de síntesis. Por ejemplo, si se desea un factor de re-muestreo de 998000/996003 (el factor de re-muestreo es la relación de la frecuencia de muestreo de la señal de audio después de la síntesis y la frecuencia de muestreo de la señal de audio antes del análisis), entonces, un aparato que comprende dos re-muestreadores evita que se necesiten 996003 canales de banco de filtros de análisis y 998000 canales de banco de filtros de síntesis. En cambio, un primer re-muestreo puede ser realizado por un banco de filtros de análisis que tiene 999 canales de banco de filtros y un banco de filtros de síntesis que tiene 1000 canales y un segundo re-muestreo puede ser realizado por un banco de filtros de análisis que tiene 997 canales y un banco de filtros de síntesis que tiene 998 canales.
- 20 [0085] En la realización, el controlador 150 puede estar adaptado para decidir cómo repartir el factor de re-muestreo en valores adecuados de canales de banco de filtros de análisis y de síntesis.
- 25 [0086] La figura 12 ilustra QMF como re-muestreador según una realización. Se representa un ejemplo de una etapa de síntesis QMF con post-re-muestreador adjunto para ajustar la frecuencia de muestreo QMF de salida.
- 30 [0087] Si la frecuencia de muestreo de salida después de la síntesis QMF no satisface una frecuencia de muestreo "estándar", se puede seguir usando una combinación de re-muestreo y re-muestreador adicional basado en QMF con el fin de lograr mejores condiciones de funcionamiento para un re-muestreador en caso de que se necesite (por ejemplo relación de re-muestreo entera pequeña benigna (o interpolar entre frecuencias de muestreo vecinas, por ejemplo empleando un interpolador de Lagrange).
- 35 [0088] En la figura 13, se representa un re-muestreador que comprende una unidad de análisis y una unidad de síntesis. Pero puesto que estos bloques de construcción ya están presentes en la mayoría de códecs de audio actuales, estos bloques de construcción ya existentes se pueden cambiar ligeramente, mediante una entidad de control, con el fin de cumplir la tarea de re-muestreo, sin necesidad de etapas de análisis / síntesis adicionales adjuntas al sistema decodificador. Este enfoque se muestra en la figura 14. En algunos sistemas podría ser posible cambiar ligeramente f_s con el fin de lograr puntos de trabajo más convenientes y superar las limitaciones de aplicación en lo que respecta a los factores generales de diezmado y sobremuestreo.
- 40 [0089] El bloque "control de banco de Filtros" que se muestra en la Figura 13 manipulará los factores M y N del decodificador con el fin de obtener la frecuencia de muestreo y $f_{s,final}$. Toma como entradas la frecuencia de muestreo de salida deseada $f_{s,final}$, la frecuencia de muestreo de salida del decodificador de núcleo y otros conocimientos acerca del decodificador. Se puede desear que la frecuencia de muestreo $f_{s,final}$ sea constante, y adaptar el hardware del dispositivo de salida, mientras que desde la perspectiva códec podría ser deseable cambiarla por aspectos de eficiencia de codificación. Combinando el re-muestreador con el decodificador se pueden satisfacer ambos requisitos, una frecuencia de muestreo de salida fija en la salida y una frecuencia de muestreo de mejor funcionamiento del códec audio sin apenas complejidad adicional y sin degradación de la señal gracias al procesamiento de re-muestreado adicional.
- 45 [0090] El prototipo QMF para las diferentes longitudes se puede crear a partir de una para las 64 bandas QMF por interpolación.
- 50 [0091] La complejidad de un banco de filtros está directamente relacionada con su longitud. Si una transformada de señal de síntesis en el dominio del tiempo de un banco de filtros se modifica mediante una reducción del muestreo mediante la reducción de la longitud de transformación, su complejidad disminuirá. Si se utiliza para aumentar el muestreo mediante la ampliación de su longitud de transformación su complejidad aumentará, pero aún muy lejos dela complejidad requerida de un re-muestreador adicional con características de distorsión equivalentes.
- 55 [0092] La figura 15 ilustra un aparato según una realización adicional en el que el aparato está adaptado para alimentar un salida del banco de filtros de síntesis a un banco de filtros de análisis para llevar a cabo otro ciclo de transformación. Como en la realización de la figura 1, una señal de audio procesada s_1 se alimenta a un banco de filtros de análisis 120 donde la señal de audio se transfiere desde un dominio temporal al dominio temporal-frecuencial. El banco de filtros de síntesis transforma entonces la señal en el dominio temporal-frecuencial de vuelta al dominio del tiempo, en el que el número de canales de banco de filtros de síntesis c_2 es diferente del número de canales de banco de filtros de análisis c_1 para generar una señal de salida s_2 con una frecuencia de muestreo diferente de la señal de entrada. Contrariamente a la realización de la figura 1, sin embargo, la señal de salida puede
- 60
- 65

no ser suministrada al segundo procesador de señal de audio 140, sino que en cambio, puede ser suministrada de nuevo a un banco de filtros de análisis para llevar a cabo un re-muestreo adicional de la señal de audio por un banco de filtros de análisis y un banco de filtros de síntesis. Se pueden emplear diferentes bancos de filtros de análisis y bancos de filtros de síntesis (por ejemplo, casos de banco de filtros de análisis y casos de banco de filtros de síntesis) en las etapas de análisis / síntesis posteriores. El controlador 150 puede controlar el número de canales de banco de filtros de análisis y de síntesis c_1 , c_2 , de modo que los números son diferentes en la segunda etapa de análisis/síntesis que en la primera etapa de análisis/síntesis. De este modo la relación total de re-muestreo puede ser cualquiera elegida arbitrariamente tal que resulte $(c_2 \cdot c_4 \cdot c_6 \cdot c_8 \cdot \dots) / (c_1 \cdot c_3 \cdot c_5 \cdot c_7 \cdot \dots)$, en la que c_1 , c_2 , c_3 ,... son valores enteros.

[0093] El re-muestreo una señal de audio que tiene una primera frecuencia de muestreo sr_1 de modo que tenga una segunda frecuencia de muestreo sr_2 tras re-muestreo podría no ser fácil de realizar. Por ejemplo, en caso de que una frecuencia de muestreo de 22050 Hz se tenga que volver a muestrear a una frecuencia de muestreo de 23983 Hz, sería costoso computacionalmente realizar un banco de filtros de análisis que tenga 22.050 canales y un banco de filtros de síntesis que tenga 23.983 canales. Sin embargo, aunque podría ser deseable realizar exactamente la frecuencia de muestreo de salida de 23.983 Hz, el usuario (u otra aplicación) podría tolerar un error, siempre y cuando el error esté dentro de límites aceptables.

[0094] La figura 16 ilustra un controlador según otra realización. Una primera frecuencia de muestreo sr_1 y una segunda frecuencia de muestreo sr_2 deseada se suministran a un controlador. La primera frecuencia de muestreo específica la frecuencia de muestreo de una señal de audio s_1 (procesada) que se introduce en un banco de filtros de análisis. La segunda frecuencia de muestreo sr_2 deseada especifica una frecuencia de muestreo deseada que la señal de audio s_2 tiene que presentar cuando sale de un banco de filtros de síntesis. Además, también se suministra un error tolerable e al controlador. El error tolerable e especifica hasta que nivel se puede desviar una frecuencia de muestreo sr_2' real de una señal que sale del banco de filtros de síntesis de la frecuencia de muestreo sr_2 deseada.

[0095] La primera frecuencia de muestreo sr_1 y la segunda frecuencia de muestreo deseada sr_2 se suministran a un seleccionador del número de canales de síntesis 1010. El seleccionador del número de canales de síntesis 1010 escoge un número de canales adecuado c_2 del banco de filtros de síntesis. Algunos números de canales de banco de filtros de síntesis c_2 pueden ser particularmente adecuados para permitir el cálculo rápido, de la señal transformación desde un dominio temporal-frecuencial a un dominio del tiempo, por ejemplo 60, 72, 80 o 48 canales. El seleccionador del número de canales de síntesis 1010 podría escoger el número de canales de síntesis c_2 dependiendo de las frecuencias de muestreo primera y segunda sr_1 , sr_2 . Por ejemplo, si la relación de re-muestreo es un número entero, por ejemplo 3 (resultante por ejemplo de frecuencias de muestreo $sr_1 = 16000$ Hz y $sr_2 = 48000$ Hz), puede ser suficiente que el número de canales de síntesis sea un número pequeño, por ejemplo 30. En otras situaciones podría ser más útil elegir un número de canales síntesis más grande, por ejemplo, si las frecuencias de muestreo son altas y si la relación de frecuencias de muestreo no es un número entero (por ejemplo, si $sr_1 = 22050$ Hz y sr_2 es 24000 Hz): en este caso, el número de canales de síntesis podría, por ejemplo, seleccionarse como $c_2 = 2000$).

[0096] En alternativas de realización, solamente la primera frecuencia de muestreo sr_1 o la segunda sr_2 se suministra al seleccionador del número de canales de síntesis 1010. En otras realizaciones, ni la primera frecuencia de muestreo sr_1 ni la segunda frecuencia de muestreo sr_2 se suministran al seleccionador del número de canales de síntesis 1010, y el seleccionador del número de canales de síntesis 1010 escoge entonces un número de canales de síntesis c_2 independiente de las frecuencias de muestreo sr_1 , sr_2 .

[0097] El seleccionador del número de canales de síntesis 1010 suministra el número de canales de síntesis c_2 escogido a un calculador del número de canales de análisis 1020. Además, las frecuencias de muestreo primera y segunda sr_1 y sr_2 también se suministran al calculador del número de canales de análisis 1020. El calculador del número de canales de análisis calcula el número de canales de banco de filtros de análisis c_1 dependiendo de las frecuencias de muestreo primera y segunda sr_1 y sr_2 y el número de canales de síntesis c_2 según la fórmula:

[0098] A menudo, puede surgir la situación de que el número calculado c_1 no sea un número entero, sino un valor que es diferente de un número entero. Sin embargo, el número de canales de banco de filtros de análisis (así como el número de canales de banco de filtros de síntesis) tiene que ser un número entero. Por ejemplo, si una primera frecuencia de muestreo sr_1 es $sr_1 = 22050$ Hz, la segunda frecuencia de muestreo deseada sr_2 es $sr_2 = 24000$ Hz y el número de canales de banco de filtros de síntesis c_2 se ha escogido de modo que $c_2 = 2000$, entonces el número de canales de análisis calculado c_1 es $c_1 = c_2 \cdot sr_1 / sr_2 = 2000 \cdot 22050 / 24000 = 1837.5$ canales de análisis. Por lo tanto, se tiene que tomar la decisión de si el banco de filtros de análisis debe comprender 1837 ó 1838 canales.

Se pueden aplicar diferentes estrategias de redondeo:

[0099] De acuerdo con una realización, se aplica una primera estrategia de redondeo, según la cual el siguiente valor entero inferior es elegido como número de canales de análisis, si el valor calculado no es un entero. Por ejemplo un valor calculado de 1837.4 ó 1837.6 se redondearía a 1837.

[0100] Según otra realización, se aplica una segunda estrategia de redondeo, según la cual el siguiente valor entero superior es elegido como número de canales de análisis, si el valor calculado no es un entero. Por ejemplo un valor calculado de 1837.4 o 1837.6 se redondearía a 1838.

5 **[0101]** De acuerdo con una realización adicional más, se aplicará el redondeo aritmético. Por ejemplo, un valor calculado de 1837,5 se redondearía a 1838 y un valor calculado de 1837,4 se redondearía a 1837.

10 **[0102]** Sin embargo, porque no es posible en el ejemplo relativo a "1837.5" aplicar el valor exacto del cálculo como el número de canales de banco de filtros de análisis, ni la segunda frecuencia de muestreo deseada sr_2 , sino que se obtendrá una segunda frecuencia de muestreo desviada sr_2' .

15 **[0103]** El controlador de la realización de la figura 16 comprende una calculadora de frecuencia de muestreo de dos 1030, que calcula la segunda frecuencia de muestreo real sr_2' a partir de la primera frecuencia de muestreo sr_1 , el número de canales de banco de filtros de síntesis escogido c_2 y el número de canales de banco de filtros de análisis calculado c_1 según la fórmula:

$$sr_2' = c_2 / c_1 \cdot sr_1.$$

20 **[0104]** Por ejemplo, en el ejemplo descrito anteriormente, en el supuesto de que la primera frecuencia de muestreo sr_1 sea $sr_1=22050$ Hz, que el número de canales de banco de filtros de síntesis sea $c_2 = 2000$ y seleccionando el número de canales de banco de filtros de análisis c_1 para que sea 1838 esto da como resultado una segunda frecuencia de muestreo real de:

$$sr_2' = c_2 / c_1 \cdot sr_1 = 2000 / 1838 \cdot 22050 \text{ Hz} = 23993.47 \text{ Hz}$$

En lugar de los 24.000 deseados

25 **[0105]** La aplicación de un banco de filtros de análisis que tiene 1837 canales daría como resultado una segunda frecuencia de muestreo real de:

$$sr_2' = c_2 / c_1 \cdot sr_1 = 2000 / 1837 \cdot 22050 \text{ Hz} = 24006.53 \text{ Hz instead}$$

En lugar de los 24.000 deseados

30 **[0106]** La segunda frecuencia de muestreo real sr_2' de la señal de audio que sale del banco de filtros de síntesis y la frecuencia de muestreo deseada sr_2 se suministran a un calculador de error 1040. El calculador de error calcula un error real e' que representa la diferencia entre la frecuencia de muestreo deseada sr_2 y la frecuencia de muestreo real sr_2' según al análisis seleccionado y el ajuste de canales del banco de filtros de síntesis.

35 **[0107]** En una realización, el error real e' podría ser un valor absoluto de la diferencia entre la frecuencia de muestreo deseada sr_2 y la frecuencia de muestreo real según la fórmula:

$$e' = | sr_2 - sr_2' |.$$

[0108] En otra realización, el error real e' podría ser un valor relativo, por ejemplo calculado según la fórmula:

$$e' = | (sr_2 - sr_2') / sr_2 |.$$

40 **[0109]** El calculador de error entonces pasa el error real e' a un comparador de error 1050. El comparador de error compara entonces el error real e' con el error tolerable e . Si el error real e' está dentro de los límites definidos por el error tolerable, por ejemplo, si $|e'| \leq |e|$, entonces el comparador de error 1050 da instrucciones a un pasador de número de canales 1060 para que pase el número de canales de banco de filtros de análisis calculado real al banco

de filtros de análisis y el número de canales de banco de filtros de síntesis determinado al banco de filtros de síntesis, respectivamente.

5 [0110] Sin embargo, si el error real e' está dentro de los límites definidos por el error tolerable, por ejemplo, si $|e'| > |e|$, entonces el comparador de error 1060 se inicia el proceso de determinación desde el principio e instruye al seleccionador del número de canales de síntesis 1010 escoger un número de canales de síntesis diferente como número de canales de banco de filtros de síntesis.

10 [0111] Diferentes realizaciones pueden llevar a cabo diferentes estrategias para escoger un nuevo número de canales de síntesis. Por ejemplo, en una realización, se puede escoger aleatoriamente un número de canales de síntesis. En otra realización, se escoge un número de canal mayor, por ejemplo un número de canal que sea el doble del tamaño del número de canales de síntesis que fue escogido por el seleccionador del número de canales de síntesis 1010, antes. Por ejemplo $sr2 := 2 \cdot sr2$. Por ejemplo, en el ejemplo mencionado más arriba, el número de canal $sr2=2000$ se sustituye por $sr2 := 2 \cdot sr2 = 2 \cdot 2000 = 4000$.

15 [0112] El procesamiento continua hasta que se encuentra un número de canales de síntesis con un error real e' aceptable.

20 [0113] La figura 17 ilustra un diagrama de flujo que representa un procedimiento correspondiente. En la etapa 1110, se escoge un número de canales de síntesis $c2$. En la etapa 1120, se calcula el número de canales de análisis $c1$ a partir del número de canales de síntesis escogido $c2$, la primera frecuencia de muestreo $sr1$ y la frecuencia de muestreo deseada $sr2$. Si es necesario, se realiza un redondeado para determinar el número de canales de análisis $c1$. En la etapa 1130, se calcula la segunda frecuencia de muestreo real a partir de la primera frecuencia de muestreo $sr1$, el número de canales de banco de filtros de síntesis escogido $c2$ y el número de canales de banco de filtros de análisis calculado $c1$. Además, en la etapa 1140, se calculan un error real e' que representa una diferencia entre la segunda frecuencia de muestreo real $sr2'$ y la segunda frecuencia de muestreo deseada $sr2$. En la etapa 1150, se compara el error real e' con un error tolerable e definido. En caso de que el error es tolerable, el procesamiento continúa en la etapa 1160: El número de canales de síntesis escogido se pasa al banco de filtros de síntesis y el número de canales de análisis calculado se pasa al banco de filtros de análisis, respectivamente. Si el error no es tolerable, el procesamiento continúa en la etapa 1110, se escoge un nuevo número de canales de síntesis y se repite el procesamiento hasta que se ha realizado un análisis adecuado y se ha determinado un número de canal de banco de filtros de síntesis.

35 [0114] La figura 18 ilustra un controlador según una realización adicional. La realización de la figura 18 difiere de la realización de la figura 16 en que el seleccionador del número de canales de síntesis 1010 se sustituye por un seleccionador del número de canales de análisis 1210 y en que el calculador del número de canales de análisis 1020 se sustituye por a calculador del número de canales de síntesis 1220. En lugar de escoger un número de canales de síntesis $c2$, el seleccionador del número de canales de análisis 1210 escoge un número de canales de análisis $c1$. Entonces, el calculador del número de canales de síntesis 1220 calcula un número de canales de síntesis $c2$ según la fórmula $c2 = c1 \cdot sr2 / sr1$. El número de canales de síntesis calculado $c2$ se pasa entonces al calculador de frecuencia de muestreo dos 1230, que también recibe el número de canales de análisis escogido $c1$, la primera frecuencia de muestreo $sr1$ y la segunda frecuencia de muestreo deseada $sr2$. Aparte de esto, el calculador de frecuencia de muestreo dos 1230, el calculador de error 1240, el comparador de error 1250 y el pasador de número de canales 1260 corresponden al calculador de frecuencia de muestreo dos 1030, el calculador de error 1040, el comparador de error 1050 y el pasador de número de canales 1060 de la realización de la figura 16, respectivamente.

50 [0115] Aunque algunos aspectos se han descrito en el contexto de un aparato, está claro que estos aspectos también representan una descripción del procedimiento correspondiente, donde un bloque o dispositivo corresponde a una etapa de procedimiento o una función de una etapa de procedimiento. Análogamente, los aspectos descritos en el contexto de una etapa procedimiento también representan una descripción de un bloque correspondiente o un elemento o característica de un aparato correspondiente.

55 [0116] La señal descompuesta de la invención puede ser almacenada en un medio de almacenamiento digital o puede transmitirse en un medio de transmisión tal como un medio de transmisión inalámbrico o un medio de transmisión por cable, tal como Internet.

60 [0117] Dependiendo de ciertos requisitos de implementación, las realizaciones de la invención pueden ser implementadas en hardware o en software. La implementación puede realizarse utilizando un medio de almacenamiento digital, por ejemplo un disquete, un DVD, un CD, una ROM, una PROM, una EPROM, una EEPROM o una memoria FLASH, que tiene señales de control legibles electrónicamente almacenadas en el mismo, que cooperan (o son capaces de cooperar) con un sistema informático programable de tal manera que se lleva a cabo el procedimiento respectivo.

[0118] Algunas formas de realización de acuerdo con la invención comprenden un soporte de datos no transitorio que tiene señales de control legibles electrónicamente, que son capaces de cooperar con un sistema informático programable, de modo que se lleva a cabo uno de los procedimientos descritos en este documento.

5 **[0119]** Generalmente, las realizaciones de la presente invención pueden implementarse como un producto de programa informático con un código de programa, siendo el código de programa operativo para llevar a cabo uno de los procedimientos, cuando el producto de programa informático se ejecuta en un ordenador. El código de programa puede por ejemplo ser almacenado en un soporte legible por máquina.

10 **[0120]** Otras realizaciones comprenden el programa de ordenador para realizar uno de los procedimientos descritos en este documento, almacenado en un soporte legible por máquina.

15 **[0121]** En otras palabras, una realización del procedimiento de la invención es, por lo tanto, un programa informático que tiene un código de programa para realizar uno de los procedimientos descritos en este documento, cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador.

20 **[0122]** Una realización adicional de los procedimientos de la invención es, por lo tanto, un soporte de datos (o un medio de almacenamiento digital, o un medio legible por ordenador) que comprende, almacenado, el programa de ordenador para realizar uno de los procedimientos descritos en este documento.

25 **[0123]** Una realización adicional del procedimiento de la invención es, por lo tanto, un flujo de datos o una secuencia de señales que representan el programa de ordenador para realizar uno de los procedimientos descritos en este documento. El flujo de datos o la secuencia de señales pueden por ejemplo estar configurados para ser transferidos a través de una conexión de comunicación de datos, por ejemplo a través de Internet.

30 **[0124]** Una forma de realización comprende además un medio de procesamiento, por ejemplo un ordenador, o un dispositivo lógico programable, configurado o adaptado para realizar uno de los procedimientos descritos en este documento

35 **[0125]** Una forma de realización adicional comprende un ordenador que tiene instalado el programa informático para realizar uno de los procedimientos descritos en este documento.

40 **[0126]** En algunas realizaciones, un dispositivo lógico programable (por ejemplo, una matriz de puertas programable en campo) se puede usar para realizar algunas de o todas las funcionalidades de los procedimientos descritos en el presente documento, en algunas realizaciones, una matriz de puertas de campo programable puede cooperar con un microprocesador con el fin para llevar a cabo uno de los procedimientos descritos en este documento, en general, los procedimientos se realizan preferiblemente por cualquier aparato de hardware.

45 **[0127]** Las realizaciones anteriormente descritas son meramente ilustrativas de los principios de la presente invención. Se entiende que las modificaciones y variaciones de las disposiciones y los detalles descritos en el presente documento serán evidentes para otros expertos en la técnica. Es la intención, por lo tanto, estar limitado sólo por el alcance de las reivindicaciones de patente siguientes y no por los detalles específicos presentados a modo de descripción y explicación de las realizaciones del presente documento.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para el re-muestreo de una señal de audio procesada (SA) que comprende:

5 un primer procesador de señales de audio configurable (110) para procesar una señal de audio (s₀) según diferentes ajustes de configuración (conf) para obtener una señal de audio procesada (s₁), en el que el aparato está adaptado de modo que diferentes ajustes de configuración (conf) dan como resultado diferentes frecuencias de muestreo (sr₁) de la señal de audio procesada (s₁),
 10 un banco de filtros de análisis (120) que tiene un primer número (c₁) de canales de banco de filtros de análisis,
 un banco de filtros de síntesis (130) que tiene un segundo número (c₂) de canales de banco de filtros de síntesis, un segundo procesador de audio (140) que está adaptado para recibir y procesar una señal de audio (s₂) que tiene una frecuencia de muestreo predeterminada (sr₂), y
 15 un controlador (150) para controlar el primer número (c₁) de canales de banco de filtros de análisis y el segundo número (c₂) de canales de banco de filtros de síntesis de acuerdo con un ajuste de configuración (conf) proporcionado al primer procesador de señales de audio configurable (110), de modo que una salida de señal de audio (s₂) del banco de filtros de síntesis (130) tiene la frecuencia de muestreo predeterminada (sr₂) o una frecuencia de muestreo (sr₂') que es diferente de la frecuencia de muestreo predeterminada (sr₂) y que es más cercana a la frecuencia de muestreo predeterminada (sr₂) que una frecuencia de muestreo (sr₁) de una señal de entrada del banco de filtros de análisis que es la señal de audio procesada (s₁).

2. Un aparato según la reivindicación 1, en el que el banco de filtros de análisis (120) está adaptado para transformar la señal de entrada del banco de filtros de análisis (s₁) que se representa en un dominio temporal en una primera señal de audio en el dominio temporal-frecuencial que tiene una pluralidad de primeras señales sub-banda, en el que el número de primeras señales sub-banda es igual al primer número (c₁) de canales de banco de filtros de análisis, en el que el aparato comprende además un ajustador de señal (125) que está adaptado para generar una segunda señal de audio en el dominio temporal-frecuencial que tiene una pluralidad de segundas señales sub-banda de la primera señal de audio en el dominio temporal-frecuencial a partir del ajuste de configuración (conf), de modo que el número de segundas señales sub-banda de la segunda señal de audio en el dominio temporal-frecuencial es igual al número (c₂) de canales de banco de filtros de síntesis, y en el que el número de segundas señales sub-banda de la segunda señal de audio en el dominio temporal-frecuencial es diferente del número de señales sub-banda de la primera señal de audio en el dominio temporal-frecuencial, y en el que el banco de filtros de síntesis (130) está adaptado para transformar la segunda señal de audio en el dominio temporal-frecuencial en una señal de audio en el dominio del tiempo como la salida de señal de audio (s₂) del banco de filtros de síntesis (130).

3. Un aparato según la reivindicación 2, en el que el ajustador de señal (125) está adaptado para generar la segunda señal de audio en el dominio temporal-frecuencial mediante la generación de al menos una señal de sub-banda adicional.

4. Un aparato según la reivindicación 3, en el que el ajustador de señal (125) está adaptado para generar al menos una sub-banda adicional realizando una replicación de banda espectral para generar al menos una señal de sub-banda adicional.

5. Un aparato según la reivindicación 3 o la 4, en el que el ajustador de señal (125) está adaptado para generar una señal cero como señal de sub-banda adicional.

6. Un aparato según la reivindicación 1 o la 2, en el que el banco de filtros de análisis es un banco de filtros de análisis QMF y en el que el banco de filtros de síntesis es un banco de filtros de síntesis QMF.

7. Un aparato según la reivindicación 1 o la 2, en el que el banco de filtros de análisis es un banco de filtros de análisis MDCT y en el que el banco de filtros de síntesis es un banco de filtros de síntesis MDCT.

8. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el aparato comprende además un re-muestreador adicional (170) que está adaptado para recibir una señal de salida de banco de filtros de síntesis (s₂) que tiene una primera frecuencia de muestreo de síntesis, y en el que el re-muestreador adicional vuelve a muestrear la señal de salida de banco de filtros de síntesis para generar una señal de salida re-muestreada que tiene una segunda frecuencia de muestreo de síntesis.

9. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el aparato está adaptado para alimentar una señal de salida de banco de filtros de síntesis que tiene una primera frecuencia de muestreo de síntesis a un banco de filtros de análisis como una señal de entrada del banco de filtros de análisis.

10. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el controlador está adaptado para determinar el primer número (c₁) de canales de banco de filtros de análisis o el segundo número (c₂) de canales de banco de filtros de síntesis a partir de un error tolerable (e).

11. Un aparato según la reivindicación 10, en el que el controlador comprende un comparador de error (1050) para comparar el error real (e') con un error tolerable (e).

5 12. Un aparato para realizar la mezcla ascendente de una señal envolvente que comprende:

un banco de filtros de análisis (910) para transformar una señal en el dominio del tiempo mezclada hacia abajo (s_1) en el dominio temporal-frecuencial para generar una pluralidad de señales sub-banda mezcladas hacia abajo (s_{11} , s_{12} , s_{13}),

10 al menos dos unidades de mezclado ascendente (921, 922, 923) para realizar la mezcla ascendente de la pluralidad de señales sub-banda mezcladas hacia abajo para obtener una pluralidad de señales sub-banda envolventes, al menos dos unidades de ajuste de señal (931, 932, 933, 934, 935) para ajustar el número de señales sub-banda envolventes,

15 en el que las al menos dos unidades de ajuste de señal (931, 932, 933, 934, 935) están adaptadas para recibir una primera pluralidad de señales sub-banda envolventes de entrada, en el que las al menos dos unidades de ajuste de señal (931, 932, 933, 934, 935) están adaptadas para dar como salida una segunda pluralidad de señales sub-banda envolventes de salida, y

20 en el que el número de la primera pluralidad de señales sub-banda envolventes de entrada y el número de la segunda pluralidad de señales sub-banda envolventes de salida son diferentes, una pluralidad de unidades de banco de filtros de síntesis (941, 942, 943, 944, 945) para transformar una pluralidad de señales sub-banda envolventes de salida desde un dominio temporal-frecuencial a un dominio del tiempo para obtener señales de salida envolventes en el dominio del tiempo (s_{21} , s_{22} , s_{23} , s_{24} , s_{25}), y un controlador (950) que está adaptado para recibir un ajuste de configuración (conf) y que está adaptado para controlar el número de canales del banco de filtros de análisis (910), para controlar el número de canales

25 unidades de bancos de filtros de síntesis (941, 942, 943, 944, 945), para controlar el número de la primera pluralidad de señales sub-banda envolventes de entrada de las unidades de ajuste de señal (931, 932, 933, 934, 935), y para controlar el número de la segunda pluralidad de señales sub-banda envolventes de salida de las unidades de ajuste de señal (931, 932, 933, 934, 935) a partir del ajuste de configuración recibido (conf).

30

13. Un procedimiento para el re-muestreo de una señal de audio procesada, que comprende:

35 procesar una señal de audio según diferentes ajustes de configuración para obtener la señal de audio procesada, de modo que diferentes ajustes de configuración dan como resultado diferentes frecuencias de muestreo de la primera señal de audio procesada,

40 controlar un primer número de canales de banco de filtros de análisis de un banco de filtros de análisis y un segundo número de canales de banco de filtros de síntesis de un banco de filtros de síntesis de acuerdo con un ajuste de configuración, de modo que una salida de señal de audio por el banco de filtros de síntesis tiene la frecuencia de muestreo predeterminada o una frecuencia de muestreo que es diferente de la frecuencia de muestreo predeterminada y que es más cercana a la frecuencia de muestreo predeterminada que la frecuencia de muestreo de una señal de entrada en el banco de filtros de análisis que es la señal de audio procesada y procesar la salida de señal de audio que tiene la frecuencia de muestreo predeterminada.

45 14. Programa de ordenador para realizar el procedimiento según la reivindicación 13, cuando el programa de ordenador se ejecuta en un ordenador o procesador.

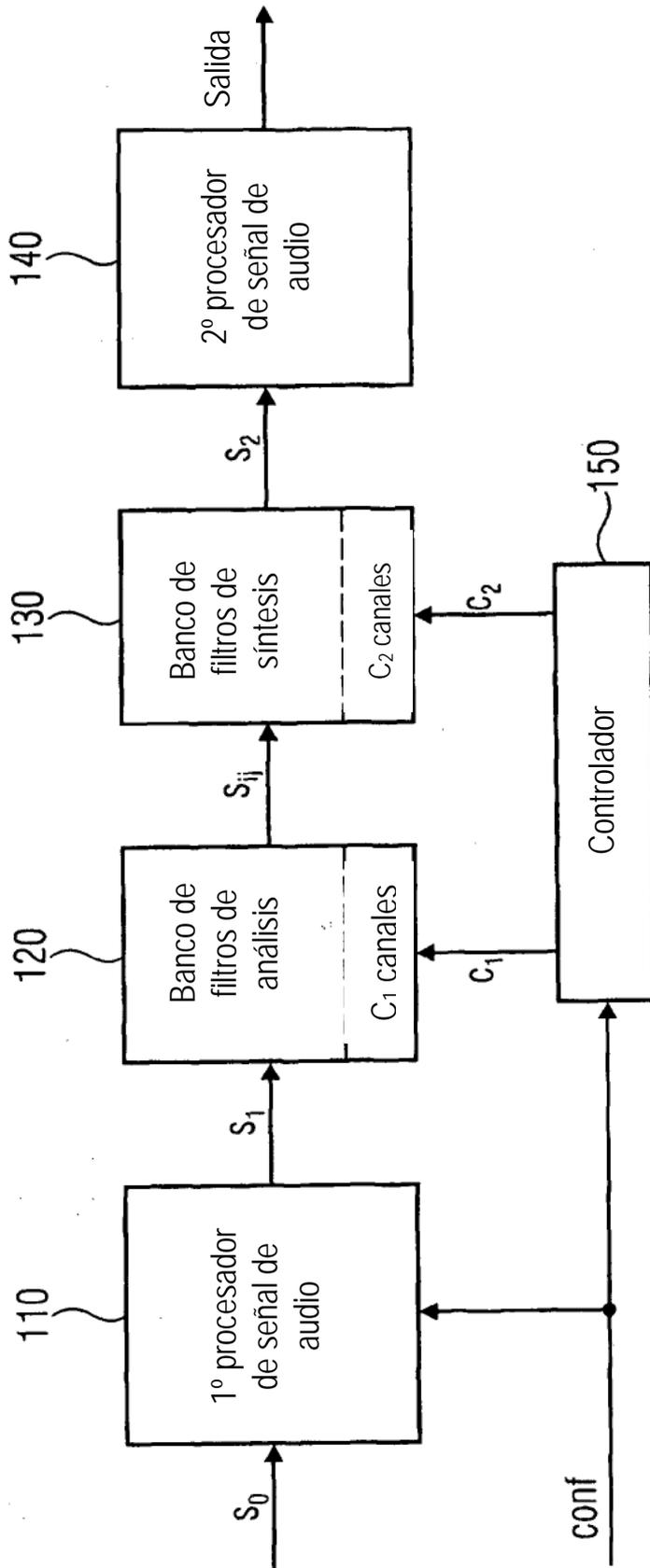


FIG 1

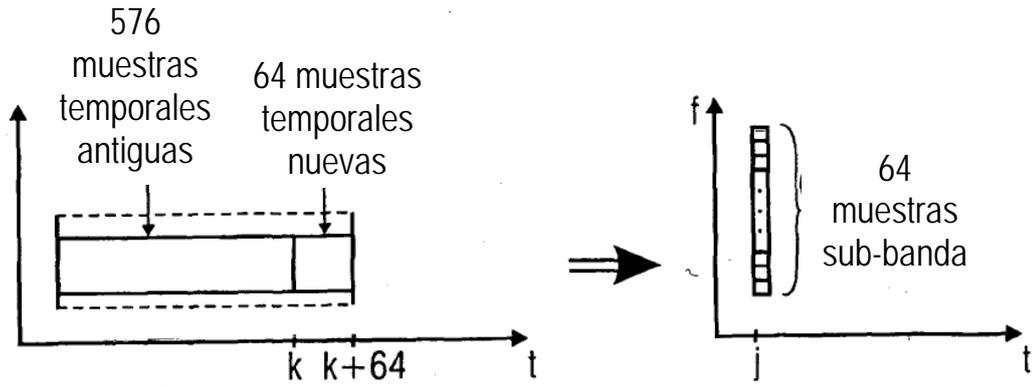


FIG 2A

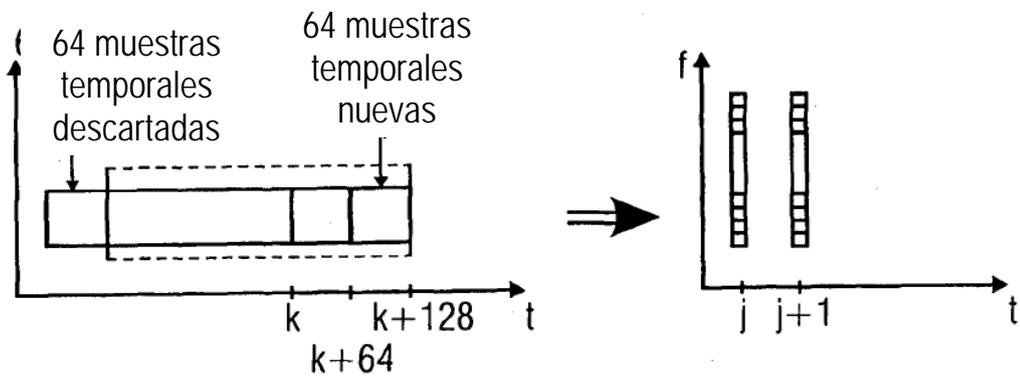


FIG 2B

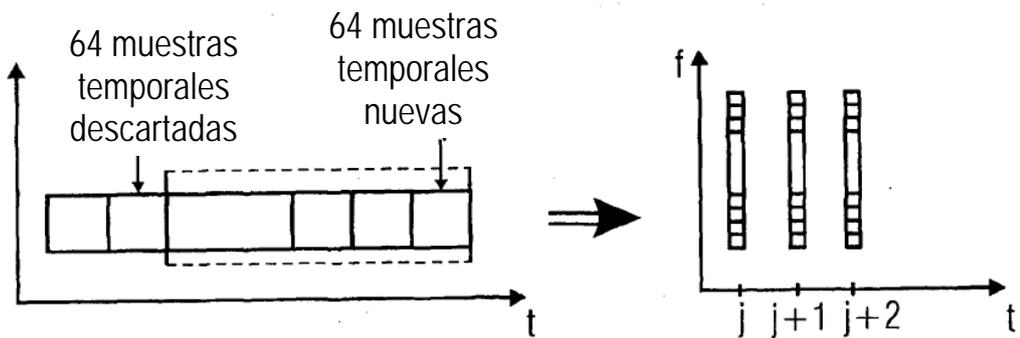


FIG 2C

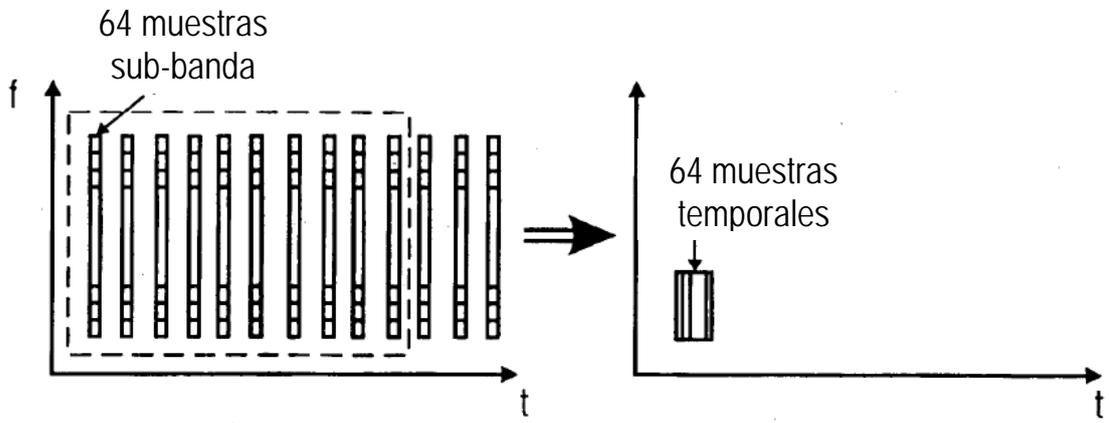


FIG 3A

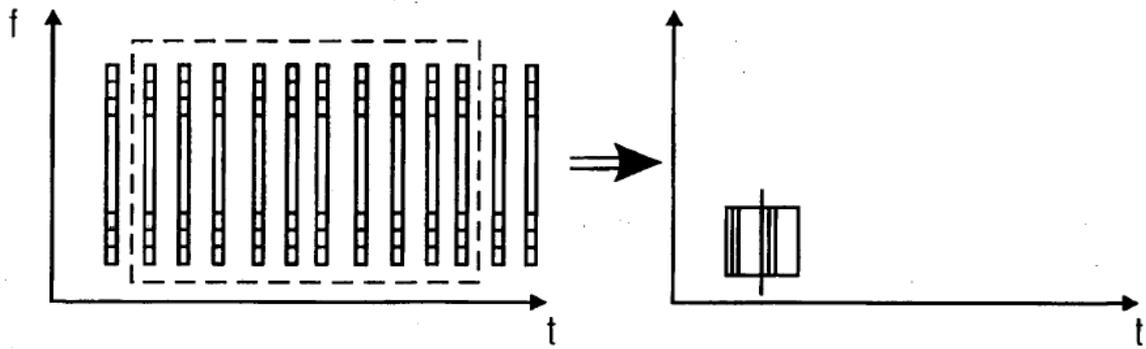


FIG 3B

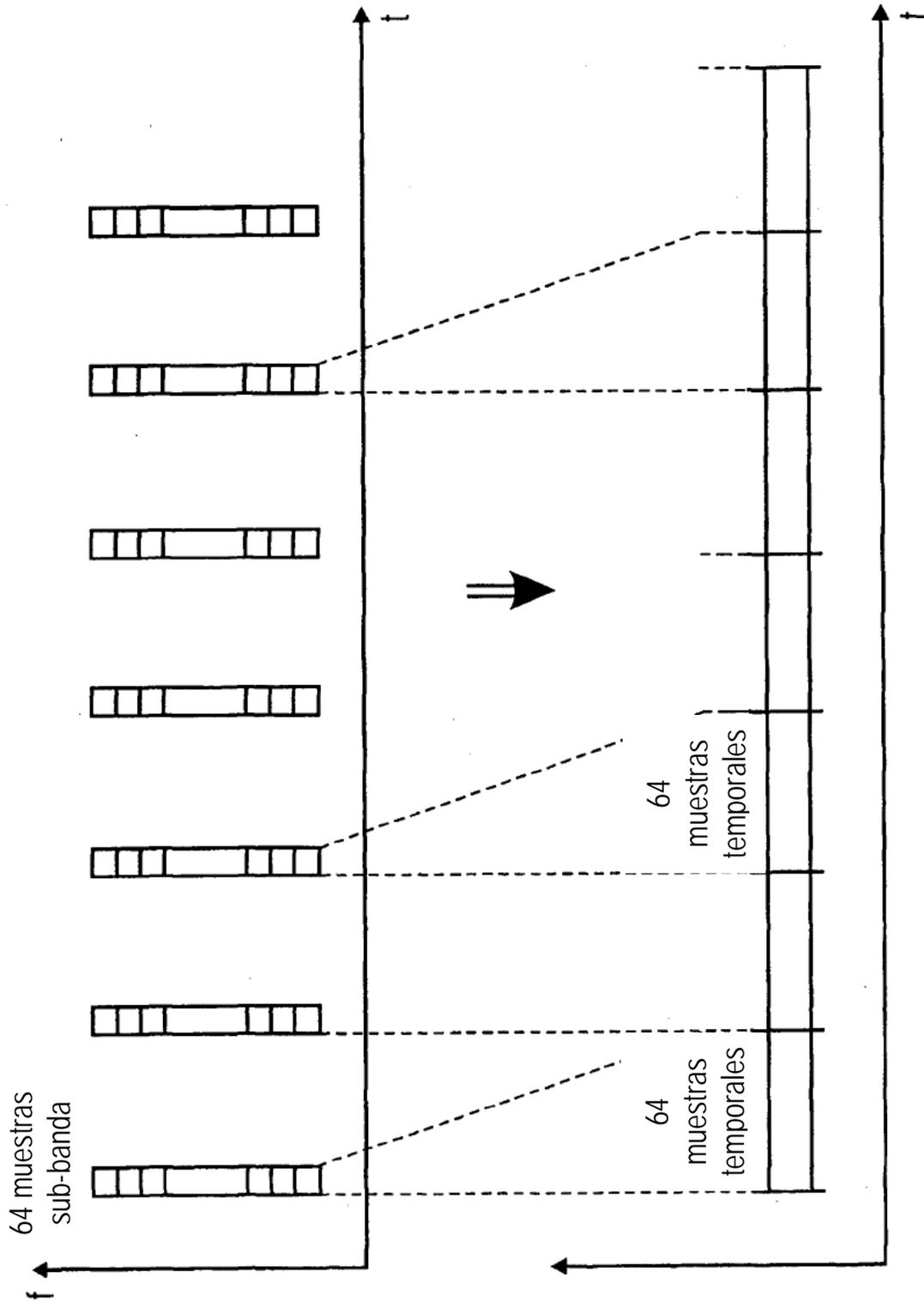


FIG 4

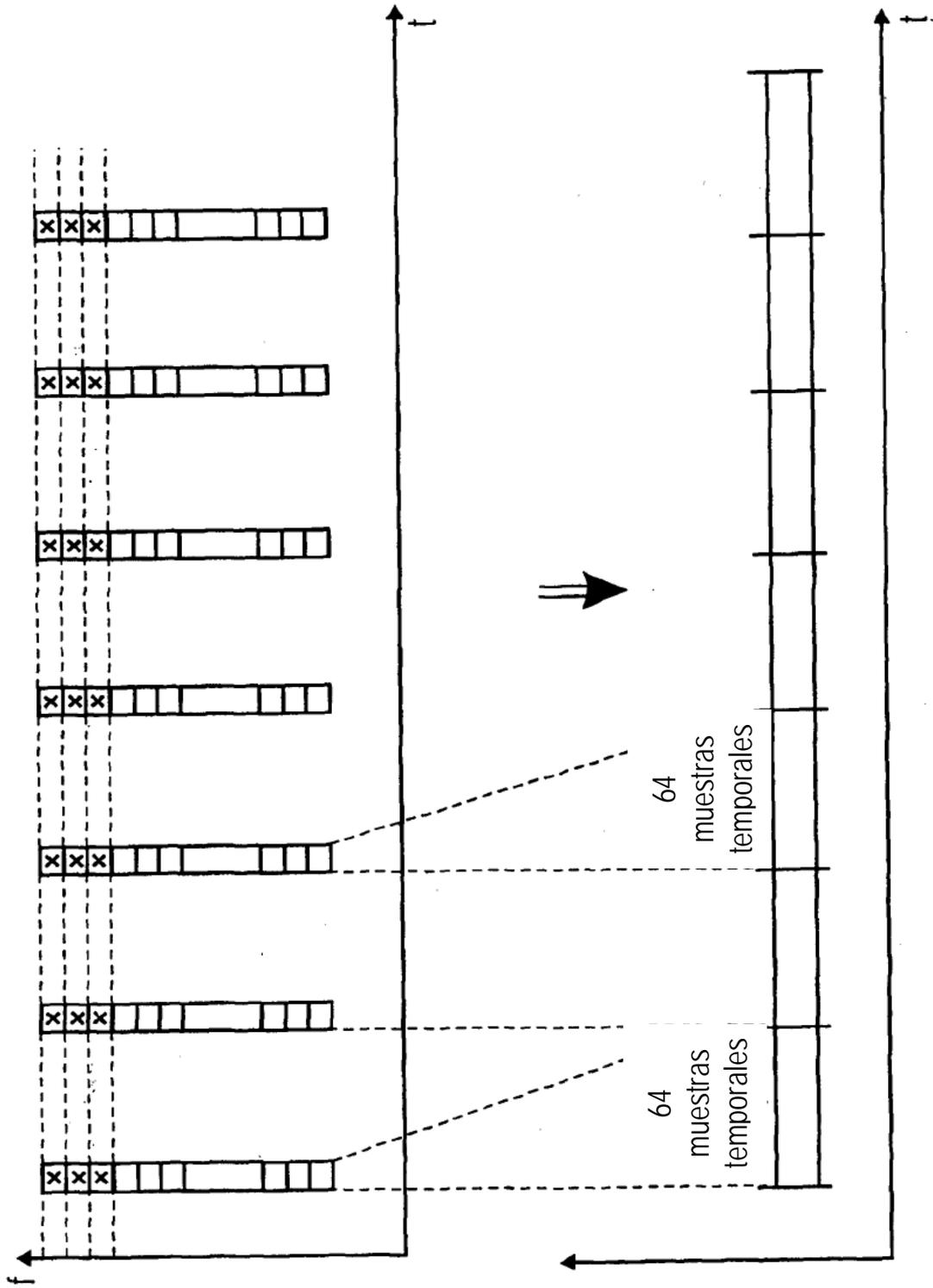


FIG 5

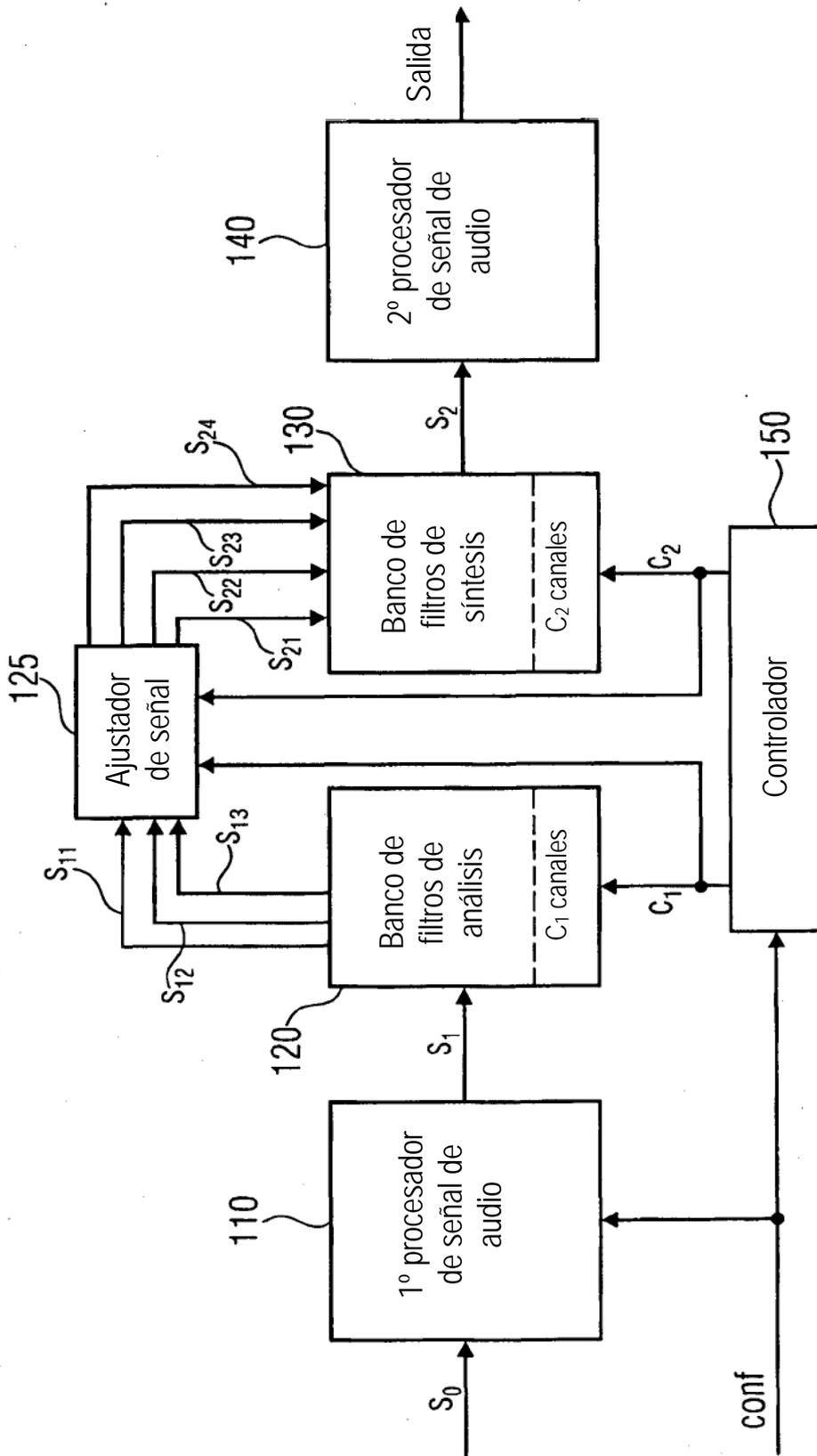


FIG 6

Índice	Frecuencia de muestreo 1
0	16 000 Hz
1	48 000 Hz
2	22 050 Hz
...	...

FIG 7A

Índice	Frecuencia de muestreo 1	Frecuencia de muestreo 2
0	9 600 Hz	24 000 Hz
1	16 000 Hz	24 000 Hz
2	22 050 Hz	96 000 Hz
...

FIG 7B

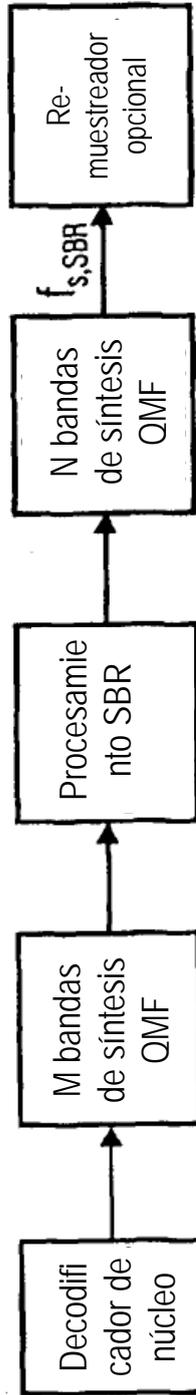


FIG 8

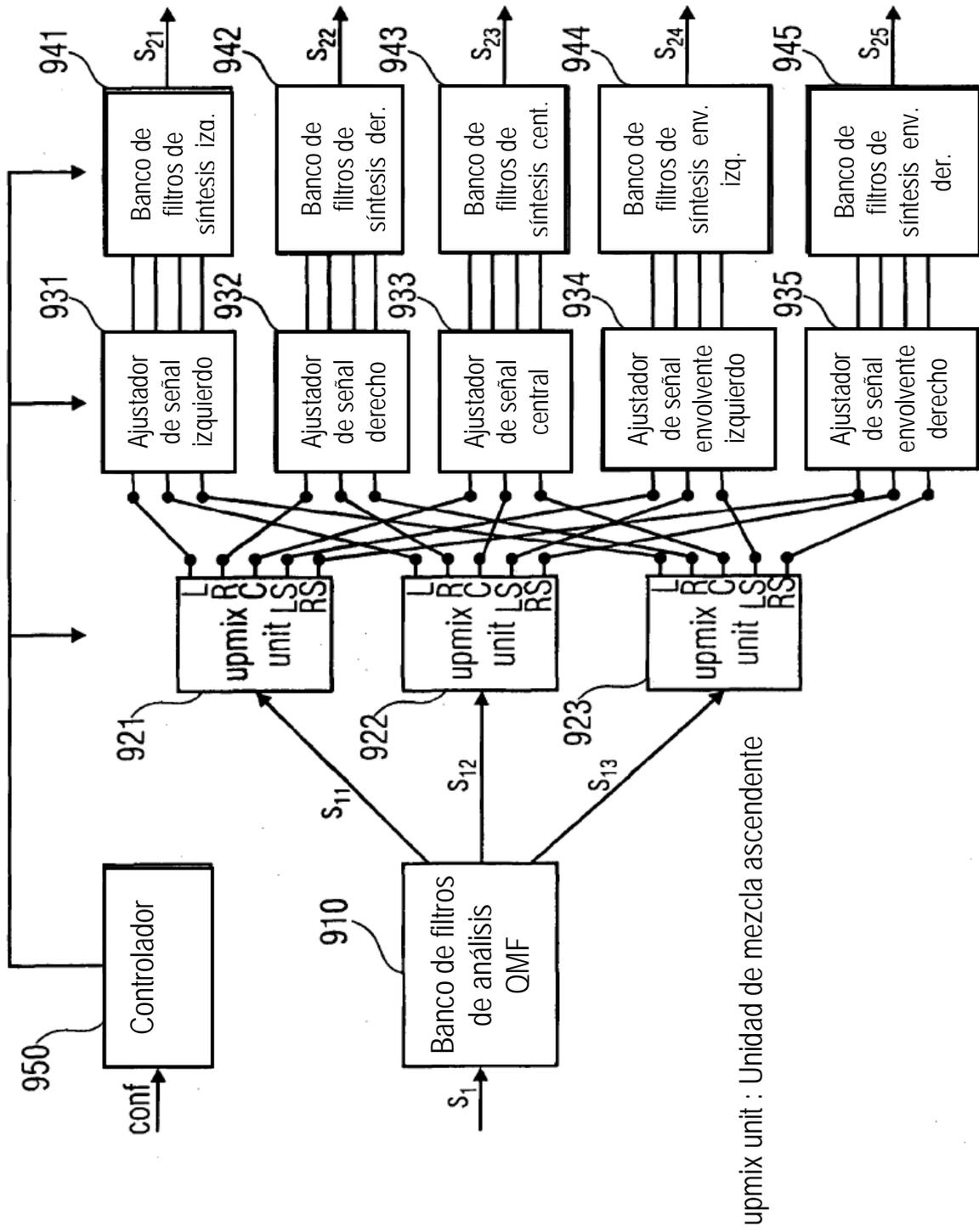


FIG 9

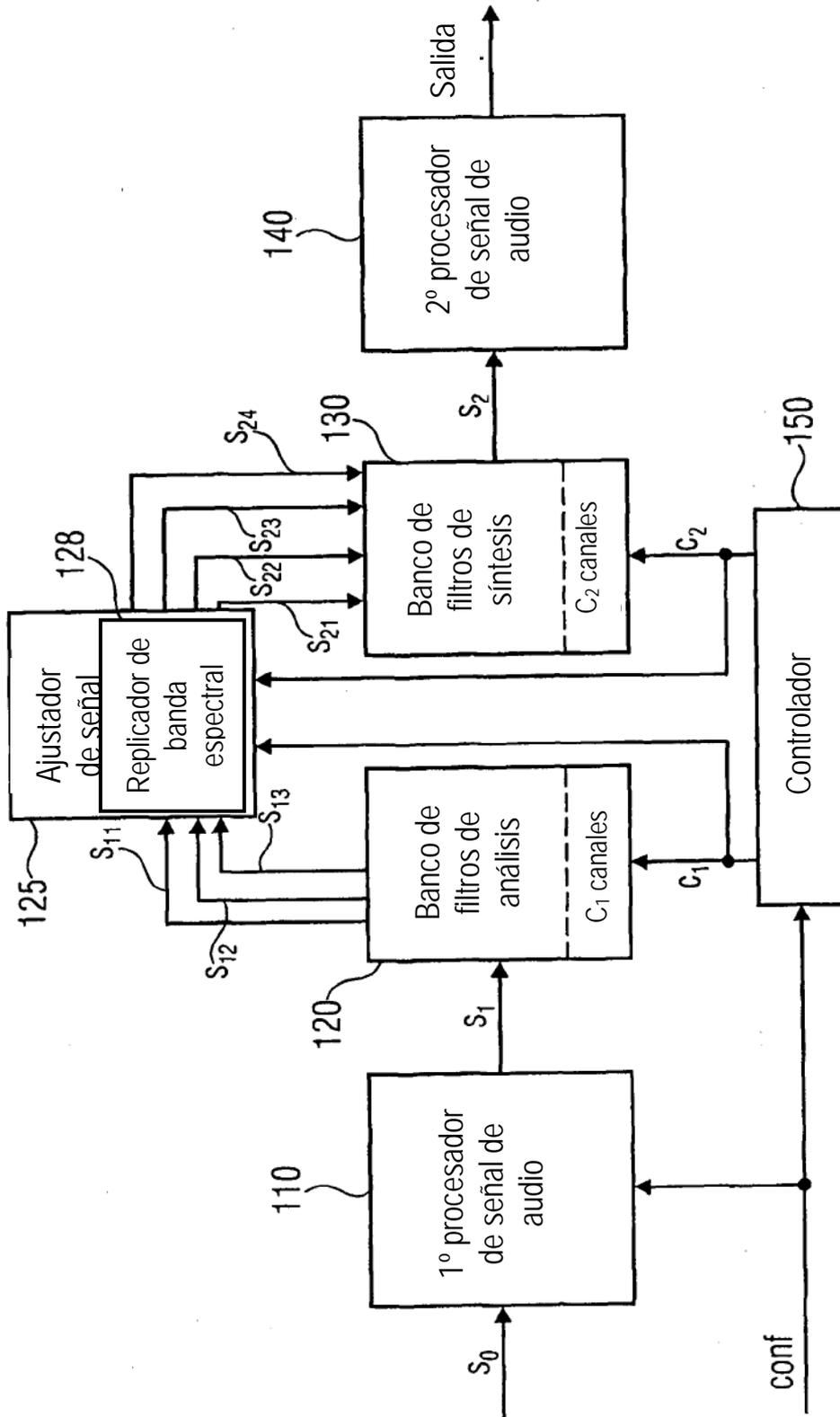


FIG 10

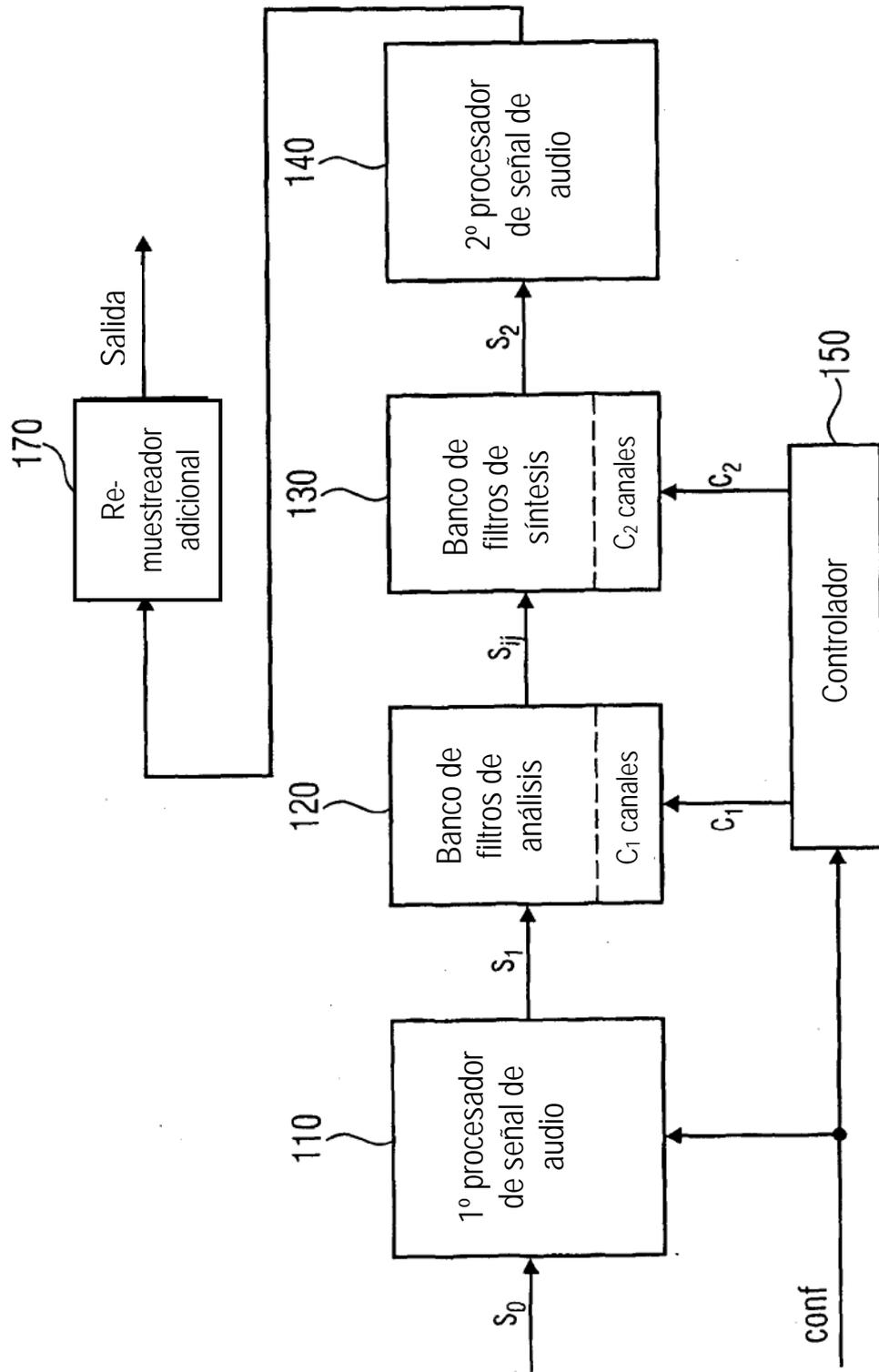


FIG 11

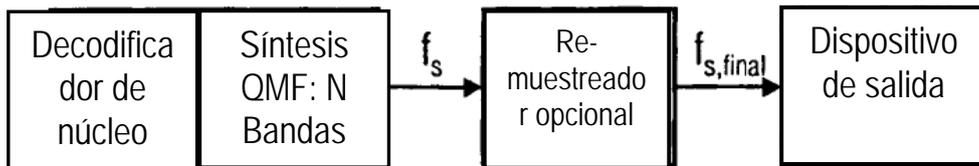


FIG 12

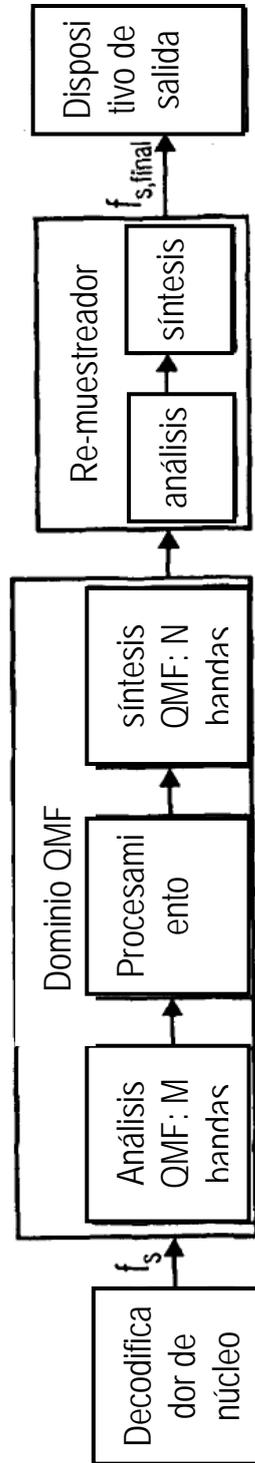


FIG 13

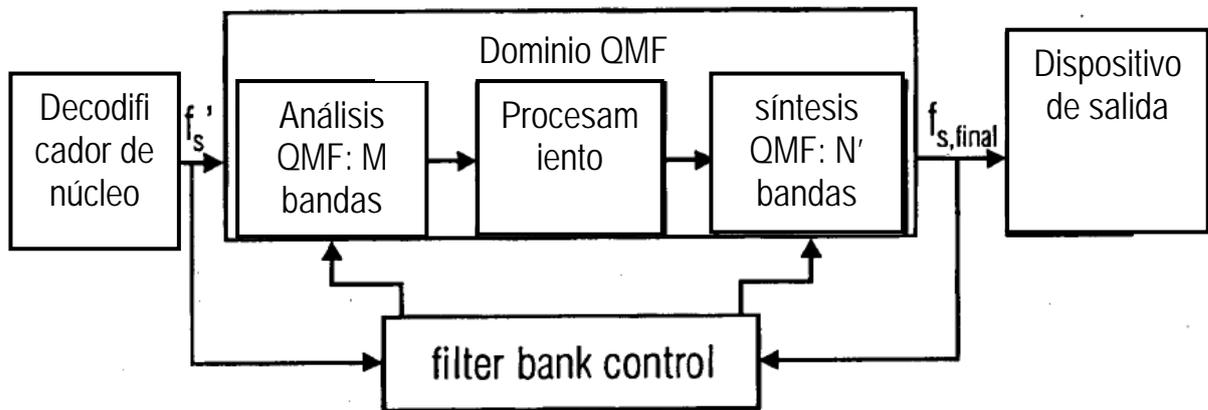


FIG 14

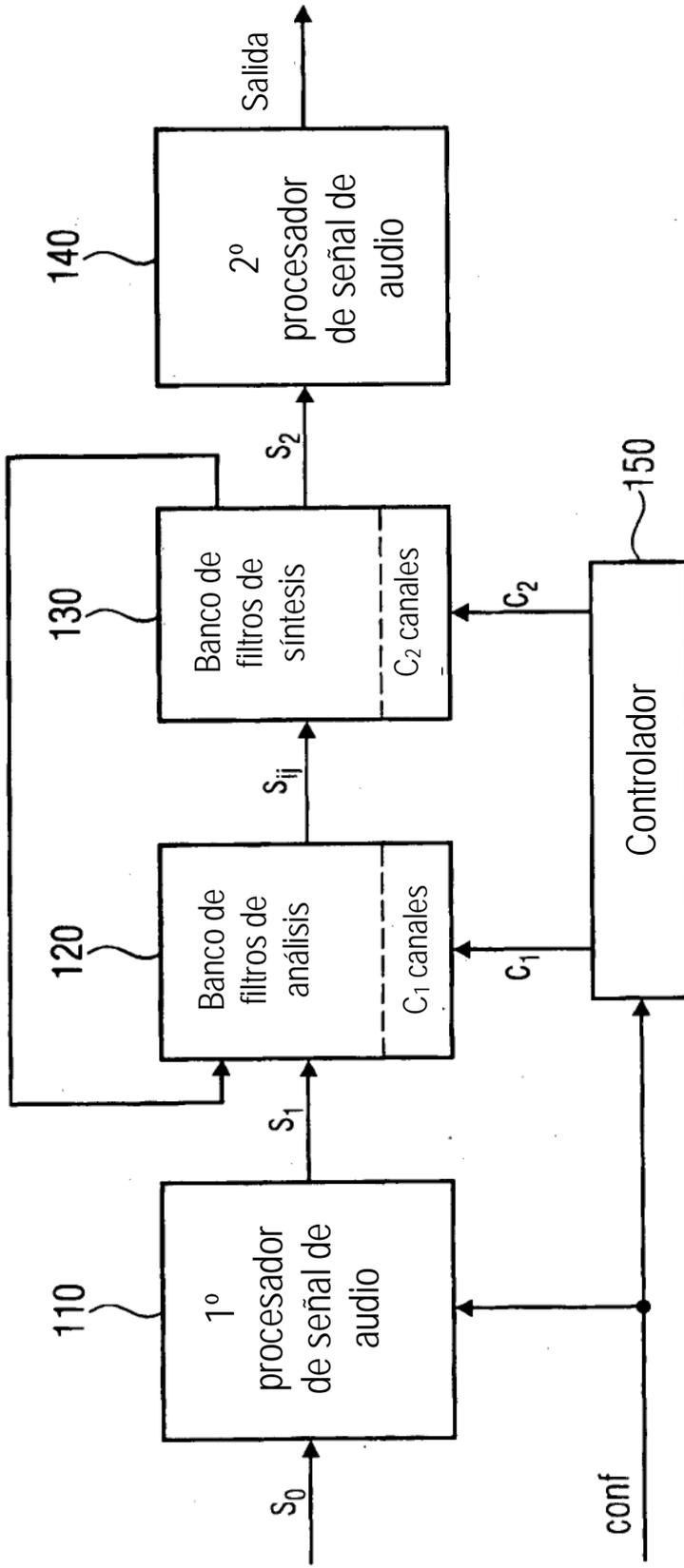


FIG 15

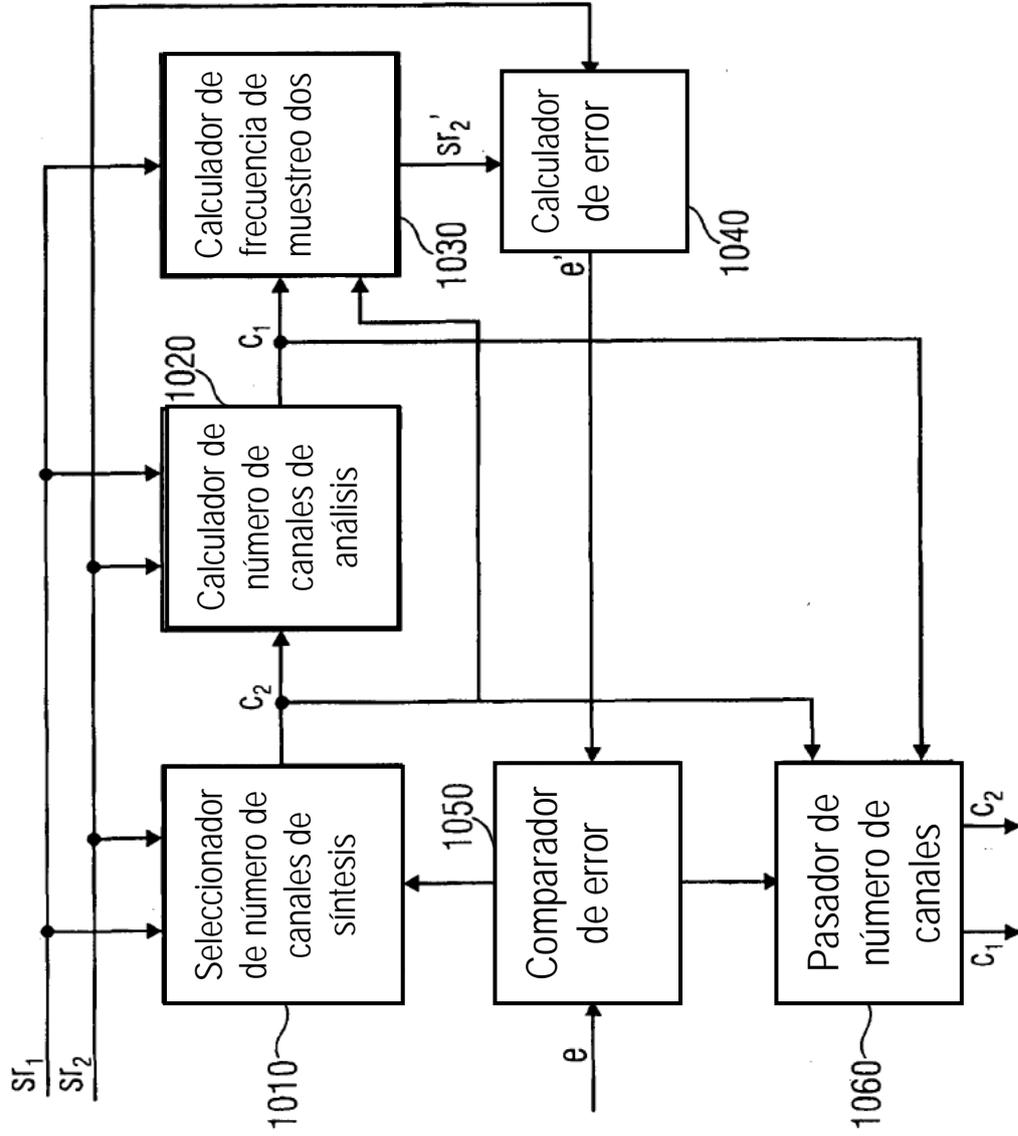


FIG 16

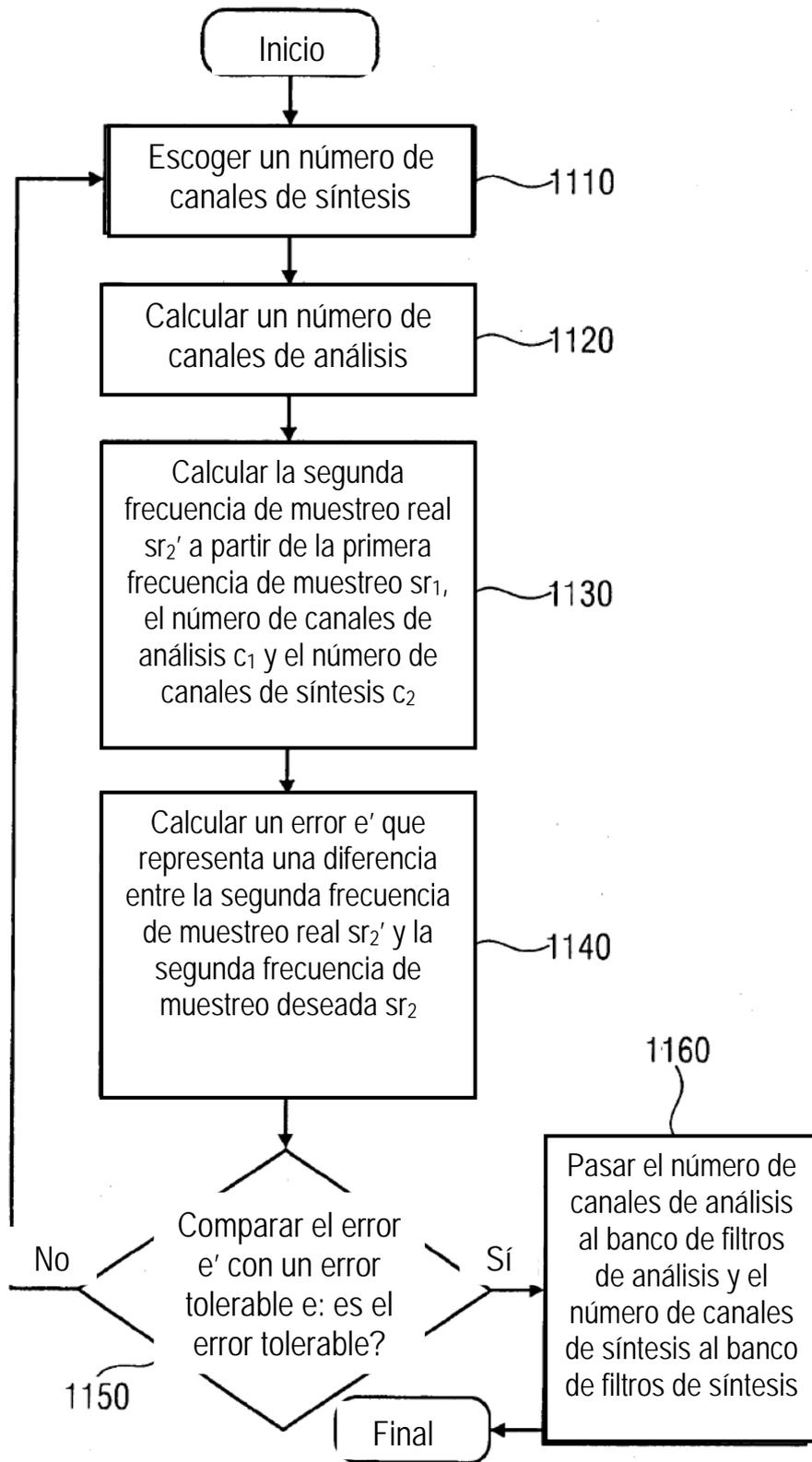


FIG 17

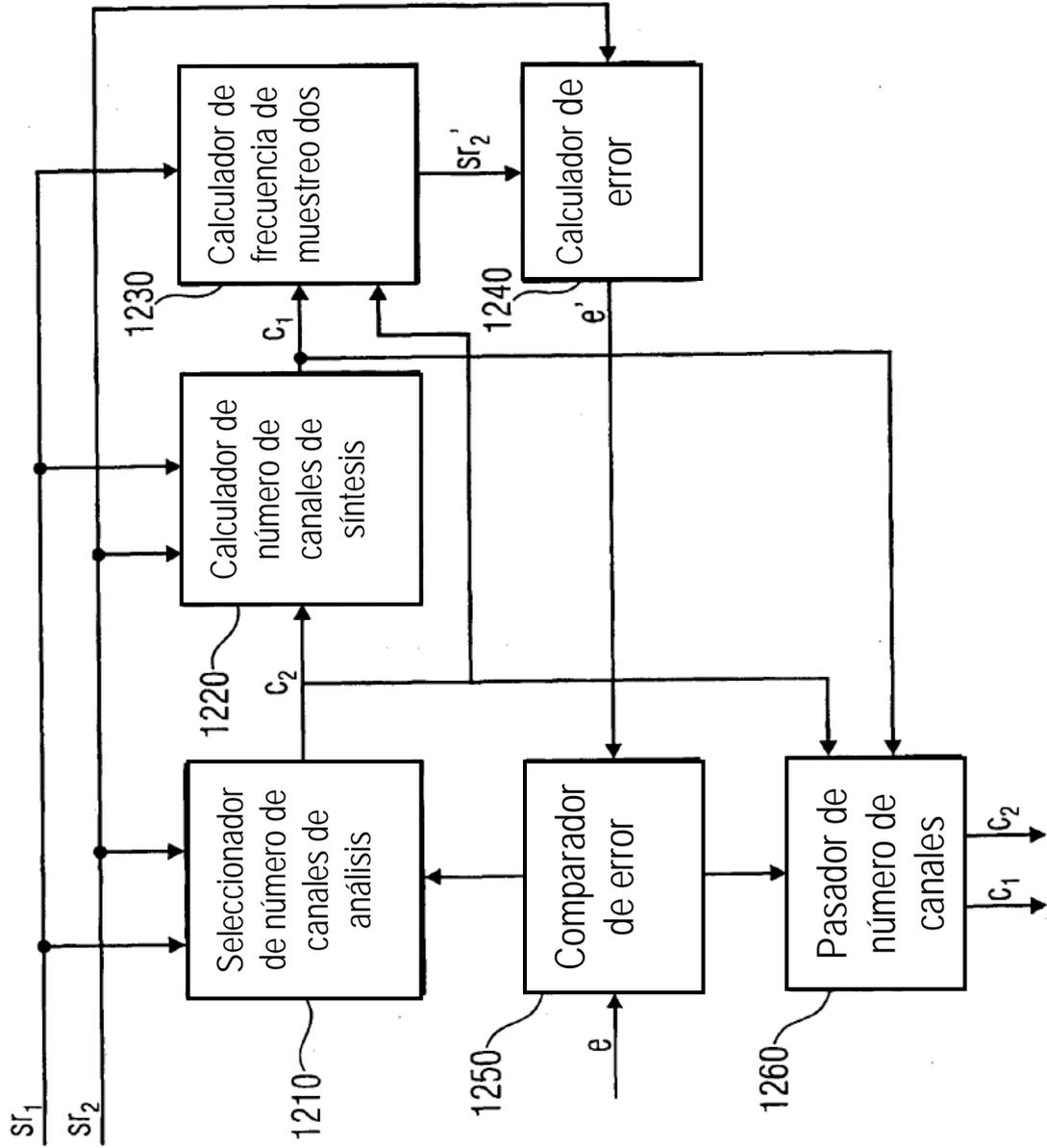


FIG 18