(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 807 564**

(51) Int. CI.:

G10L 19/02 (2013.01)
G06F 17/14 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.07.2017 PCT/EP2017/068932**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **01.02.2018 WO18019909**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.07.2017 E 17748702 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.06.2020 EP 3491643**

(54) Título: **Reducción de solapamiento en dominio de tiempo para bancos de filtros no uniformes que usan análisis espectral seguido por síntesis parcial**

(30) Prioridad:

29.07.2016 EP 16181883

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.02.2021

(73) Titular/es:

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

(72) Inventor/es:

WERNER, NILS y
EDLER, BERND

(74) Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

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

Reducción de solapamiento en dominio de tiempo para bancos de filtros no uniformes que usan análisis espectral seguido por síntesis parcial

[0001] Las realizaciones se refieren a un procesador de audio/procedimiento para procesar una señal de audio para obtener una representación de subbanda de la señal de audio. Realizaciones adicionales se refieren a un procesador de audio/procedimiento para procesar una representación de subbanda de una señal de audio para obtener la señal de audio. Algunas realizaciones se refieren a una reducción de solapamiento en dominio de tiempo en subbandas de bancos de filtros ortogonales no uniformes basados en análisis/síntesis MDCT (MDCT = transformada discreta de coseno modificada), por ejemplo, en subbandas de bancos de filtros MDCT ortogonales, no uniformes.

[0002] La MDCT se utiliza ampliamente en aplicaciones de codificación de audio debido a sus propiedades como buena compactación de energía y ortogonalidad cuando se utiliza de una forma traslapada. Sin embargo, la MDCT exhibe una resolución de tiempo-frecuencia uniforme [J. Princen, A. Johnson, and A. Bradley, "Subband/transform coding using filter bank designs based on time domain aliasing cancellation," in Acoustics, Speech, and Signal Processing, IEEE International Conference on ICASSP '87., abril 1987, vol. 12, pp. 2161–2164]. Cuando se hace procesamiento de audio motivado de forma perceptual, sin embargo, una resolución de tiempo-frecuencia no uniforme puede ser una representación más deseable.

[0003] Una forma de diseñar una transformada no uniforme es la aplicación repetida de una de varias transformadas uniformes.

[0004] Para combinación de subbandas se aplica primero una transformada larga, que transforma la señal del dominio temporal al dominio espectral. El resultado es un espectro con alta resolución espectral pero baja resolución temporal. Después de eso se transforman varios periodos espectrales de nuevo al dominio temporal. Esto incrementa la resolución temporal mientras se sacrifica la resolución espectral en esa subbanda seleccionada.

[0005] La separación de subbandas es la operación complementaria: primero se aplica una transformada corta. El resultado es un espectro con baja resolución espectral pero alta resolución temporal. Después de eso, se transforman de nuevo los periodos espectrales de dos o más tramas de transformadas adyacentes, incrementando su resolución espectral al coste de resolución temporal.

[0006] Estas etapas se pueden mezclar y repetir a voluntad. La elección de transformada puede ser arbitraria, sin embargo, por lo general se eligen las mismas o transformadas similares para cada etapa.

[0007] Existen varias formas de facilitar transformadas de tiempo-frecuencia no uniformes:
Utilizando dos transformadas rápidas de Fourier consecutivas, existe la transformada ERBE, una transformada de combinación de subbandas con una escala de frecuencia ERB [T. Necciari, P. Balazs, N. Holighaus, y P.L. Sondergaard, "The erblet transform: An auditory-based time-frequency representation with perfect reconstruction," in Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), 2013 IEEE International Conference en mayo 2013, pp. 498–502]. Recientemente, los mismos autores expandieron su estrategia a un espectro de transformada discreta de coseno tipo 4 (CDT4) y una transformada de combinaciones de subbandas MDCT [Olivier Derrien, Thibaud Necciari, and Peter Balazs, "A quasi-orthogonal, invertible, and perceptually relevant time-frequency transform for audio coding," in EUSIPCO, Nice, Francia, agosto 2015].

[0008] Sin embargo, ambas estrategias se diseñaron para requerir ventanas de transformadas superpuestas, muy largas con muestreo no crítico o incluso que transforman la señal completa en una etapa. Estas ventanas de transformadas largas y muestreo no crítico prohíben la localización de tiempo precisa en el dominio de transformada y las hacen inadecuadas para aplicaciones de codificación debido a una previsión amplia y a la alta redundancia.

[0009] Se introdujeron una técnica de combinación de subbandas que utiliza MDCT y elementos de mariposa para combinar coeficientes seleccionados de una trama MDCT en [J. Mau, J. Valot, y D. Minaud, "Time-varying orthogonal filter banks without transient filters," in Proceedings of the Acoustics, Speech, and Signal Processing, 1995. On International Conference – Volumen 02, Washington, DC, EUA, 1995, ICASSP '95, pp. 1328–1331, IEEE Computer Society] y generalizado a matrices de Hadamard en [O.A. Niamut y R. Heusdens, "Flexible frequency decompositions for cosine-modulated filter banks," in Acoustics, Speech, and Signal Processing, 2003. Proceedings. (ICASSP '03). 2003 IEEE International Conference en, abril 2003, vol. 5, pp. V–449–52 vol.5]. La operación de división de subbanda complementaria se introdujo en [Jean-Marc Valin, Gregory Maxwell, Timothy B. Terriberry y Koen Vos, "High-quality, low-delay music coding in the opus codec," in Audio Engineering Society Convention 135, octubre 2013].

[0010] Mientras que permiten la integración directa en flujos funcionales de transformada MDCT traslapados, comunes, estas implementaciones basadas en mariposa y Hadamard solo permiten diseños de escala de frecuencia

muy limitados con, por ejemplo, tamaños limitados a $k = 2^n$ con $n \in \mathbb{N}$ Además, la matriz de Hadamard solo se aproxima muy a groso modo a la DCT y, por lo tanto, permite resolución temporal-espectral muy limitada, como se describirá más detalladamente más adelante.

[0011] Además, mientras que algunos de estos procedimientos utilizan MDCT no intentan reducir el solapamiento resultante en las subbandas, produciendo compactación temporal esparcida del impulso del banco de filtros resultante.

[0012] El documento US 7.548.853 B2 describe un procedimiento para comprimir señales de entrada de audio para formar un flujo de bits maestro que puede escalarse para formar un flujo de bits escalado que tiene una velocidad de datos prescrita arbitrariamente. Un banco de filtros jerárquico descompone la señal de entrada en una representación de tiempo/frecuencia de resolución múltiple desde la cual el codificador puede extraer de manera eficiente ambos componentes tonales y residuales. Los componentes se clasifican y, a continuación, se cuantifican con referencia a la misma función de enmascaramiento o diferentes criterios psicoacústicos. Los componentes tonales seleccionados se codifican adecuadamente mediante el uso de codificación diferencial extendida a audio multicanal. Los componentes de la muestra de tiempo y el factor de escala que conforman los componentes residuales se codifican mediante el uso de la codificación de canal conjunto (JCC) extendida al audio multicanal.

[0013] En el artículo [SEYMOUR SHLIEN: "Las transformaciones traslapadas moduladas, sus formas que varían en el tiempo y sus aplicaciones a los estándares de codificación de audio", transacciones IEEE sobre procesamiento de voz y audio, centro de servicio IEEE, Nueva York, NY, EE.UU., Vol. 5, n. º 4, 1 de julio de 1997 (1997-07-01), XP011054261] se describen las propiedades de la transformada traslapada modulada (MLT) y cómo se puede utilizar la transformada traslapada modulada para generar un banco de filtros que varía en el tiempo.

[0014] El documento US 2002/0176353 A1 describe un procedimiento y un sistema para codificar y decodificar una señal de entrada en relación con los aspectos más perceptualmente relevantes de la señal de entrada. Se aplica una transformada bidimensional (2D) a la señal de entrada para producir una matriz de magnitud y una matriz de fase que puede ser cuantificada inversamente por un decodificador. Una primera columna de coeficientes de la matriz de magnitud representa una función de densidad espectral promedio (MSD) de la señal de entrada. Los aspectos relevantes de la función MSD se codifican al comienzo de un paquete de datos. La función MSD se procesa también a través de un modelo de percepción central para determinar la asignación de bits. Las matrices se cuantifican y se ordenan prioritariamente a continuación en un paquete de datos, con la información menos relevante perceptualmente al final del paquete para que pueda ignorarse o truncarse para la escalabilidad a la capacidad de velocidad de datos del canal.

[0015] En el artículo [SMART G Y COL.: "Diseño del banco de filtros basado en la cancelación del dominio del tiempo con ventanas no idénticas", Actas de la Conferencia Internacional sobre Acústica, procesamiento de voz y señal (ICASSP), Adelaide, del 19 al 22 de abril, 1994, páginas III-185, XP000529912] se describe un procedimiento para diseñar bancos de filtros de reconstrucción perfectos mediante el uso de ventanas de análisis y síntesis que no son idénticas. El procedimiento de diseño del banco de filtros se basa en la cancelación de solapamiento de dominio de tiempo (TDAC).

[0016] Por lo tanto, es el objeto de la presente invención proporcionar un concepto que proporciona al menos una de una compactación temporal mejorada de la respuesta de impulso, procesamiento de escalas de frecuencia arbitrarias, y redundancia y retardos reducidos.

[0017] Este objeto se resuelve por las reivindicaciones independientes.

[0018] Las realizaciones proporcionan un procesador de audio para procesar una señal de audio para obtener una representación de subbanda de la señal de audio. El procesador de audio comprende una etapa de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada y una etapa de reducción de solapamiento en dominio de tiempo. La etapa de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada se configura para llevar a cabo una transformada críticamente muestreada traslapada en cascada en al menos dos bloques parcialmente superpuestos de muestras de la señal de audio, para obtener un conjunto de muestras de subbanda con base en un primer bloque de muestras de la señal de audio, y para obtener un conjunto correspondiente de la muestras de subbanda con base en un segundo bloque de muestras de la señal de audio. La etapa de reducción de solapamiento en dominio de tiempo se configura para llevar a cabo una combinación ponderada de dos conjuntos correspondientes de muestras de subbanda, uno obtenido con base en el primer bloque de muestras de la señal de audio y uno obtenido con base en el segundo bloque de muestras de la señal de audio, para obtener una representación de subbanda de solapamiento reducido de la señal de audio.

[0019] Las realizaciones adicionales proporcionan un procesador de audio para procesar una representación de subbanda de una señal de audio para obtener la señal de audio. El procesador de audio comprende una etapa de reducción inversa de solapamiento en dominio de tiempo y una etapa de transformada inversa críticamente

muestreada traslapada en cascada. La etapa de reducción inversa de solapamiento en dominio de tiempo se configura para llevar a cabo una combinación ponderada (y cambiada) de dos representaciones de subbanda de solapamiento reducido correspondientes (de diferentes bloques de muestras parcialmente superpuestas) de la señal de audio, para obtener una representación de subbanda solapada, donde la representación de subbanda solapada es un conjunto de muestras de subbanda. La etapa de transformada inversa críticamente muestreada traslapada en cascada se configura para llevar a cabo una transformada inversa críticamente muestreada traslapada en cascada en el conjunto de muestras de subbanda, para obtener un conjunto de muestras asociadas con un bloque de muestras de la señal de audio. Según el concepto de la presente invención, se añade una etapa de post-procesamiento adicional al flujo funcional de transformada críticamente muestreada traslapada (por ejemplo, MDCT), la etapa de post-procesamiento adicional que comprende otra transformada críticamente muestreada traslapada (por ejemplo, MDCT) a lo largo del eje de frecuencia y una reducción de solapamiento en dominio de tiempo a lo largo de cada eje de tiempo de subbanda. Esto permite extraer escalas de frecuencia arbitrarias del espectograma de transformada críticamente muestreada traslapada (por ejemplo, MDCT) con una compactación temporal mejorada de la respuesta de impulso, mientras que no introduce ninguna redundancia adicional y un retardo reducido de trama de transformada críticamente muestreada traslapada

[0020] Las realizaciones adicionales proporcionan un procedimiento para procesar una señal de audio para obtener una representación de subbanda de la señal de audio. El procedimiento comprende

- llevar a cabo una transformada críticamente muestreada traslapada en cascada en al menos dos bloques parcialmente superpuestos de muestras de la señal de audio, para obtener un conjunto de muestras de subbanda sobre la base de un primer bloque de muestras de la señal de audio, y para obtener un conjunto correspondiente de muestras de subbanda sobre la base de un segundo bloque de muestras de la señal de audio; y
- llevar a cabo una combinación ponderada de dos conjuntos correspondientes de muestras de subbanda, uno obtenido sobre la base del primer bloque de muestras de la señal de audio y uno obtenido sobre la base del segundo bloque de muestras de la señal de audio, para obtener una representación de subbanda de solapamiento reducido de la señal de audio.

[0021] Las realizaciones adicionales proporcionan un procedimiento para procesar una representación de subbanda de una señal de audio para obtener la señal de audio. El procedimiento comprende:

- llevar a cabo una combinación ponderada (y cambiada) de dos representaciones de subbanda de solapamiento reducido correspondientes (de diferentes bloques de muestras parcialmente superpuestas) de la señal de audio, para obtener una representación de subbanda solapada, donde la representación de subbanda solapada es un conjunto de muestras de subbanda; y
- llevar a cabo una transformada inversa críticamente muestreada traslapada en cascada en el conjunto de muestras de subbanda, para obtener un conjunto de muestras asociadas con un bloque de muestras de la señal de audio.

[0022] Se abordan implementaciones ventajosas en las reivindicaciones dependientes.

[0023] Posteriormente, se describen implementaciones ventajosas del procesador de audio para procesar una señal de audio para obtener una representación de subbanda de la señal de audio.

[0024] En las realizaciones, la etapa de transformada inversa críticamente muestreada traslapada en cascada puede ser una etapa MDCT en cascada (MDCT = transformada discreta de coseno modificada), MDST (MDST = transformada discreta de seno modificada) o MLT (MLT = transformada solapada modulada).

[0025] En las realizaciones, la etapa de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada puede comprender una primera etapa de transformada críticamente muestreada traslapada configurada para llevar a cabo transformadas críticamente muestreadas traslapadas en un primer bloque de muestras y un segundo bloque de muestras de los al menos dos bloques parcialmente superpuestos de muestras de la señal de audio, para obtener un primer conjunto de periodos para el primer bloque de muestras y un segundo subconjunto de periodos (coeficientes críticamente muestreados traslapados) para el segundo bloque de muestras.

[0026] La primera etapa de transformada críticamente muestreada traslapada puede ser una primera etapa MDCT, MDST o MLT.

[0027] La etapa de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada puede comprender además una segunda etapa de transformada críticamente muestreada traslapada configurada para llevar a cabo una transformada críticamente muestreada traslapada en un segmento (subconjunto apropiado) del primer segmento de periodos y para llevar a cabo una transformada críticamente muestreada traslapada en un segmento (subconjunto apropiado) del segundo conjunto de periodos, estando cada segmento asociado con una subbanda de la señal de audio, para obtener un conjunto de muestras de subbanda para el primer conjunto de periodos y un conjunto de

muestras de subbanda para el segundo conjunto de periodos.

[0028] La segunda etapa de transformada críticamente muestreada traslapada puede ser una segunda etapa MDCT, MDST o MLT.

[0029] Por lo tanto, la primera y segunda etapa de transformada críticamente muestreada traslapada pueden ser del mismo tipo, es decir una de las etapas MDCT, MDST o MLT.

[0030] En las realizaciones, la segunda etapa de transformada críticamente muestreada traslapada se puede configurar para llevar a cabo transformadas críticamente muestreadas traslapadas en al menos dos segmentos parcialmente superpuestos (subconjuntos apropiados) del primer conjunto de periodos y para llevar a cabo transformadas críticamente muestreadas traslapadas en al menos dos segmentos parcialmente superpuestos (subconjuntos apropiados) del segundo conjunto de periodos, estando cada segmento asociado asocia con una subbanda de la señal de audio, para obtener al menos dos conjuntos de muestras de subbanda para el primer conjunto de periodos y al menos dos conjuntos de muestras de subbanda para el segundo conjunto de periodos.

[0031] Por lo tanto, el primer conjunto de muestras de subbanda puede ser un resultado de una primera transformada críticamente muestreada traslapada con base en el primer segmento del primer conjunto de periodos, donde un segundo conjunto de muestras de subbanda puede ser un resultado de una segunda transformada críticamente muestreada traslapada con base en el segundo segmento del primer conjunto de periodos, donde un tercer conjunto de muestras de subbanda puede ser un resultado de una tercera transformada críticamente muestreada traslapada con base en el primer segmento del segundo conjunto de periodos, donde un cuarto conjunto de muestras de subbanda puede ser un resultado de una cuarta transformada críticamente muestreada traslapada con base en el segundo segmento del segundo conjunto de periodos. La etapa de reducción de solapamiento en dominio de tiempo se puede configurar para llevar a cabo una combinación ponderada del primer conjunto de muestras de subbanda y el tercer conjunto de muestras de subbanda, para obtener una primera representación de subbanda de solapamiento reducido de la señal de audio, y para llevar a cabo una combinación ponderada del segundo conjunto de muestras de subbanda y el cuarto conjunto de muestras de subbanda, para obtener una segunda representación de subbanda de solapamiento reducido de la señal de audio.

[0032] En las realizaciones, la etapa de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada se puede configurar para segmentar un conjunto de periodos obtenidos con base en el primer bloque de muestras utilizando al menos dos funciones de ventana y para obtener al menos dos conjuntos de muestras de subbanda con base en el conjunto segmentado de periodos que corresponde al primer bloque de muestras, donde la etapa de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada se puede configurar para segmentar un conjunto de periodos obtenidos con base en el segundo bloque de muestras utilizando las al menos dos funciones de ventana y para obtener al menos dos conjuntos de muestras de subbanda con base en el conjunto segmentado de periodos que corresponde al segundo bloque de muestras, donde las al menos dos funciones de ventana comprenden un ancho de ventana diferente.

[0033] En las realizaciones, la etapa de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada se puede configurar para segmentar un conjunto de periodos obtenidos con base en el primer bloque de muestras utilizando al menos dos funciones de ventana y para obtener al menos dos conjuntos de muestras de subbanda con base en el conjunto segmentado de periodo que corresponde al primer bloque de muestras, donde la etapa de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada se puede configurar para segmentar un conjunto de periodos obtenidos con base en el segundo bloque de muestras utilizando las al menos dos funciones de ventana y para obtener al menos dos conjuntos de muestras de subbanda con base en el conjunto segmentado de periodos que corresponde al segundo bloque de muestras, donde las pendientes de filtro de las funciones de ventana que corresponden a conjuntos adyacentes de muestras de subbanda son simétricas.

[0034] En las realizaciones, la etapa de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada se puede configurar para segmentar las muestras de la señal de audio en el primer bloque de muestras y el segundo bloque de muestras utilizando una primera función de ventana, donde la etapa de transformada críticamente muestreada traslapada se puede configurar para segmentar un conjunto de periodos obtenidos con base en el primer bloque de muestras y un conjunto de periodos obtenidos con base en el segundo bloque de muestras utilizando una segunda función de ventana, para obtener las muestras de subbanda correspondientes, donde la primera función de ventana y la segunda función de ventana comprenden un ancho de ventana diferente.

[0035] En las realizaciones, la etapa de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada se puede configurar para segmentar las muestras de la señal de audio en el primer bloque de muestras y el segundo bloque de muestras utilizando una primera función de ventana, donde la etapa de transformada críticamente muestreada traslapada se puede configurar para segmentar un conjunto de periodos obtenidos con base en el primer bloque de muestras y un conjunto de periodos obtenidos con base en el segundo bloque de muestras utilizando una segunda función de ventana, para obtener las muestras de subbanda correspondientes, donde un ancho de ventana

de la primera función de ventana y un ancho de ventana de la segunda función de ventana son diferentes entre sí, donde el ancho de ventana de la primera función de ventana y el ancho de ventana de la segunda función de ventana difieren uno del otro por un factor diferente de una potencia de dos.

[0036] Posteriormente, se describen implementaciones ventajosas del procesador de audio para procesar una representación de subbanda de una señal de audio para obtener la señal de audio.

[0037] En las realizaciones, la etapa de transformada inversa críticamente muestreada traslapada en casada puede ser una etapa MDCT inversa en cascada (MDCT = transformada discreta de coseno modificada), MDST (MDST = transformada discreta de seno modificada) o MLT (MLT = transformada modulada).

[0038] En las realizaciones, la etapa de transformada inversa críticamente muestreada traslapada en cascada puede comprender una primera etapa de transformada inversa críticamente muestreada traslapada configurada para llevar a cabo una transformada inversa críticamente muestreada traslapada en el conjunto de muestras de subbanda, para obtener un conjunto de periodos asociados con una subbanda dada de la señal de audio.

[0039] La primera etapa de transformada inversa críticamente muestreada traslapada puede ser una primera etapa MDCT inversa, MDST o MLT.

[0040] En las realizaciones, la etapa de transformada inversa críticamente muestreada traslapada en cascada puede comprender una primera etapa de superposición y adición configurada para llevar a cabo una concatenación de un conjunto de periodos asociados con una pluralidad de subbandas de la señal de audio, que comprende una combinación ponderada de conjunto de periodos asociados con la subbanda dada de la señal de audio con un conjunto de periodos asociados con otra subbanda de la señal de audio, para obtener un conjunto de periodos asociados con un bloque de muestras de la señal de audio.

[0041] En las realizaciones, la etapa de transformada inversa críticamente muestreada traslapada en cascada puede comprender una segunda etapa de transformada inversa críticamente muestreada traslapada configurada para llevar a cabo una transformada inversa críticamente muestreada traslapada en el conjunto de periodos asociados con el bloque de muestras de la señal de audio, para obtener un conjunto de muestras asociadas con el bloque de muestras de la señal de audio.

[0042] La segunda etapa de transformada inversa críticamente muestreada traslapada puede ser una segunda etapa inversa MDCT, MDST o MLT.

[0043] Por lo tanto, la primera y segunda etapas de transformada inversa críticamente muestreada traslapada pueden ser del mismo tipo, es decir una de etapas inversas MDCT, MDST o MLT.

[0044] En las realizaciones, la etapa transformada inversa críticamente muestreada traslapada en cascada puede comprender una segunda etapa de superposición y adición configurada para superponer y añadir el conjunto de muestras asociadas con el bloque de muestras de la señal de audio y otro conjunto de muestras asociadas con otro bloque de muestras de la señal de audio, superponiéndose el bloque de muestras y el otro bloque de muestras de la señal de audio parcialmente, para obtener la señal de audio.

[0045] Las realizaciones de la presente invención se describen presenten esta invención haciendo referencia a los dibujos anexos.

La figura 1 muestra un diagrama de bloques esquemático de un procesador de audio configurado para procesar una señal de audio para obtener una representación de subbanda de la señal de audio, según una realización;

La figura 2 muestra un diagrama de bloques esquemático de un procesador de audio configurado para procesar una señal de audio para obtener una representación de subbanda de la señal de audio, según una realización adicional;

La figura 3 muestra un diagrama de bloques esquemático de un procesador de audio configurado para procesar una señal de audio para obtener una representación de subbanda de la señal de audio, según una realización adicional;

La figura 4 muestra un diagrama de bloques esquemático de un procesador de audio para procesar una representación de subbanda de una señal de audio para obtener la señal de audio, según una realización;

La figura 5 muestra un diagrama de bloques esquemático de un procesador de audio para procesar una representación de subbanda de una señal de audio para obtener la señal de audio, según una realización adicional;

La figura 6 muestra un diagrama de bloques esquemático de un procesador de audio para procesar una representación de subbanda de una señal de audio para obtener la señal de audio, según una realización adicional;

La figura 7 muestra en diagramas un ejemplo de muestras de subbanda (gráfico superior) y la propagación de sus muestras a través del tiempo y frecuencia (gráfico inferior);

La figura 8 muestra en un diagrama la incertidumbre espectral y temporal obtenida por varias transformadas diferentes;

La figura 9 muestra en diagramas una comparación de dos respuestas de impulso de ejemplo generadas por combinación de subbandas con y sin TDAR, bloques cortos MDCT simples y combinación de subbandas de matriz de Hadamard;

La figura 10 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento para procesar una señal de audio para obtener una representación de subbanda de la señal de audio, según una realización;

La figura 11 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento para procesar una representación de subbanda de una señal de audio para obtener la señal de audio, según una realización;

La figura 12 muestra un diagrama de bloques esquemático de un codificador de audio, según una realización;

La figura 13 muestra un diagrama de bloques esquemático de un decodificador de audio, según una realización; y

La figura 14 muestra un diagrama de bloques esquemático de un analizador de audio, según una realización.

[0046] Elementos equivalentes o iguales o elementos con funcionalidad igual o equivalente se indican en la siguiente descripción por números de referencia iguales o equivalentes.

[0047] En la siguiente descripción, se exponen una pluralidad de detalles para proporcionar una explicación más completa de las realizaciones de la presente invención. Sin embargo, será evidente para un experto en la materia que las realizaciones de la presente invención se pueden practicar sin estos detalles específicos. En otros casos, se muestran dispositivos y estructuras bien conocidas en forma de diagrama de bloques en lugar de en detalle a fin de evitar complicar las realizaciones de la presente invención. Además, las características de las diferentes realizaciones en lo sucesivo se pueden combinar entre sí, a menos que se señale específicamente de otra forma.

[0048] La figura 1 muestra un diagrama de bloques esquemático de un procesador de audio 100 configurado para procesar una señal de audio 102 para obtener una representación de subbanda de la señal de audio, según una realización. El procesador de audio 100 comprende una etapa de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada (LCST) 104 y una etapa de reducción de solapamiento en dominio de tiempo (TDAR) 106.

[0049] La etapa de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada 104 se configura para llevar a cabo una transformada críticamente muestreada traslapada en cascada en al menos dos bloques parcialmente superpuestos 108_1 y 108_2 de muestras de la señal de audio 102, para obtener un conjunto 110_1, 1 de muestras de subbanda con base en un primer bloque 108_1 de muestras (de los al menos dos bloques superpuestos 108_1 y 108_2 de muestras de la señal de audio 102, y para obtener un conjunto correspondiente 110_1, 1 de muestras de subbanda con base en un segundo bloque 108_2 de muestras (de al menos dos bloques superpuestos 108_1 y 108_2 de muestras) de la señal de audio 102.

[0050] La etapa de reducción de solapamiento en dominio de tiempo 104 se configura para llevar a cabo una combinación ponderada de dos conjuntos correspondientes 110_1, 1 y 110_2, 1 de muestras de subbanda (es decir, muestras de subbanda que corresponden a la misma subbanda), uno obtenido con base en el primer bloque 108_1 de muestras de la señal de audio 102 y uno obtenido con base en el segundo bloque 108_2 de muestras de la señal de audio, para obtener una representación de subbanda de solapamiento reducido 112_1 de la señal de audio 102.

[0051] En las realizaciones, la etapa de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada 104 puede comprender al menos dos etapas de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada, o en otras palabras, dos etapas de transformada críticamente muestreadas traslapadas conectadas de una forma en cascada.

[0052] La etapa de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada puede ser una etapa MDCT en cascada (MDCT = transformada discreta de coseno modificada). La etapa MDCT en cascada puede comprender al menos dos etapas MDCT.

[0053] Naturalmente, la etapa de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada puede ser también una etapa MDST (MDST = transformada discreta de seno modificada) o MLT (MLT = transformada traslapada

modulada) en cascada, que comprende al menos dos etapas MDST o MLT, respectivamente.

[0054] Los dos conjuntos correspondientes de muestras de subbanda 110_1, 1 y 110_2, 1 pueden ser muestras de subbanda que corresponden a la misma subbanda (es decir, banda de frecuencia).

[0055] La figura 2 muestra un diagrama de bloques esquemático de un procesador de audio 100 configurado para procesar una señal de audio 102 para obtener una representación de subbanda de la señal de audio según una realización adicional.

[0056] Como se muestra en la figura 2, la etapa de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada 104 puede comprender una primera etapa de transformada críticamente muestreada traslapada 120 configurada para llevar a cabo transformadas críticamente muestreadas traslapadas en un primer bloque 108_1 de (2M) muestras ($x_{i-1}(n)$, $0 \le n \le 2M-1$) y un segundo bloque 108_2 de (2M) muestras ($x_i(n)$, $0 \le n \le 2M-1$) de los al menos dos bloques parcialmente superpuestos 108_1 y 108_2 de muestras de la señal de audio 102, para obtener un primer conjunto 124_1 de (M) periodos (coeficientes LCST) ($X_{i-1}(k)$, $0 \le k \le M-1$) para el primer bloque 108_1 de muestras y un segundo conjunto 124_2 de (M) periodos (coeficientes LCST) (Xi(k), $0 \le k \le M-1$) para el segundo bloque 108_2 de muestras.

[0057] La etapa de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada 104 puede comprender una segunda etapa de transformada críticamente muestreada traslapada 126 configurada para llevar a cabo una transformada críticamente muestreada traslapada en un segmento 128_1, 1 (subconjunto apropiado) ($X_{v,i-1}(k)$) del primer conjunto 124_1 de periodos y para llevar a cabo una transformada críticamente muestreada traslapada en un segmento 128_2, 1 (subconjunto apropiado) ($X_{v,i}(k)$) del segundo subconjunto 124_2 de periodos, estando cada segmento asociado con una subbanda de la señal de audio 102, para obtener un conjunto 110_1, 1 de muestras de subbanda [$\hat{y}_{v,i-1}(m)$] para el primer conjunto 124_1 de periodos y un conjunto 110_2, 1 de muestras de subbanda ($\hat{y}_{v,i}(m)$) del segundo conjunto 124_2 de periodos.

[0058] La figura 3 muestra un diagrama de bloques esquemático de un procesador de audio 100 configurado para procesar una señal de audio 102 para obtener una representación de subbanda de la señal de audio, según una realización adicional. En otras palabras, la figura 3 muestra un diagrama del banco de filtro de análisis. Por lo tanto, se asumen funciones de ventana apropiadas. Debe observarse que por razones de simplicidad en la figura 3 (solamente) se indica el procesamiento de una primera mitad de una trama de subbanda (y[m], 0 <= m < N/2) (es decir, solo la primera línea de la ecuación (6)).

[0059] Como se muestra en la figura 3, la primera etapa de transformada críticamente muestreada traslapada 120 se puede configurar para llevar a cabo una primera transformada críticamente muestreada traslapada 122_1 (por ejemplo, MDCT i-1)) en el primer bloque 108_1 de (2M) muestras ($x_{i-1}(n)$, $0 \le n \le 2M-1$), para obtener el primer conjunto 124_1 de (M) periodos (coeficientes LCST) ($X_{i-1}(k)$, $0 \le k \le M-1$) para el primer bloque 108_1 de muestras, y para llevar a cabo una segunda transformada críticamente muestreada traslapada 122_2 (por ejemplo, MDCT i) en el segundo bloque 108_2 de (2M) muestras ($x_i(n)$, $0 \le n \le 2M-1$), para obtener un segundo conjunto 124_2 de (M) periodos (coeficientes LCST) ($X_i(k)$, $0 \le k \le M-1$) para el segundo bloque 108_2 de muestras.

[0060] En detalle, la segunda etapa de transformada críticamente muestreada traslapada 126 se puede configurar para llevar a cabo transformadas críticamente muestreadas traslapadas en al menos dos segmentos parcialmente superpuestos 128_1, 1 y 128_1, 2 (subconjuntos apropiados) ($X_{v,i-1}(k)$) del primer conjunto 124_1 de periodos y para llevar a cabo transformadas críticamente muestreadas traslapadas en al menos dos segmentos parcialmente superpuestos 128_1, y 128_2, 2 (subconjuntos apropiados) ($X_{v,i}(k)$) del segundo conjunto de periodos, estando cada segmento asociado con una subbanda de la señal de audio, para obtener al menos dos conjuntos 110_1, 1 y 110_1, 2 de muestras de subbanda ($\hat{y}_{v,i-1}(m)$) para el primer conjunto 124_1 de periodos y al menos dos conjuntos 110_2, 1 y 110_2, 2 de muestras de subbanda ($\hat{y}_{v,i}(m)$) para el segundo conjunto 124_2 de periodos.

[0061] Por ejemplo, el primer conjunto 110_1, 1 de muestras de subbanda puede ser un resultado de una primera transformada críticamente muestreada traslapada 132_1, 1 con base en el primer segmento 132_1, 1 del primer conjunto 124_1 de periodos, donde el segundo conjunto 110_1, 2 de muestras de subbanda puede ser un resultado de una segunda transformada críticamente muestreada traslapada 132_1,2 con base en el segundo segmento 128_1,2 del primer conjunto 124_1 de periodos, donde el tercer conjunto 110_2,1 de muestras de subbanda puede ser un resultado de una tercera transformada críticamente muestreada traslapada 132_2,1 con base en el primer segmento 128_2,1 del segundo conjunto 124_2 de periodos, donde el cuarto conjunto 110_2,2 de muestras de subbanda puede ser un resultado de una cuarta transformada críticamente muestreada traslapada 132_2,2 con base en el segundo segmento 128_2,2 del segundo conjunto 124_2 de periodos.

[0062] Por lo tanto, la etapa de reducción de solapamiento en dominio de tiempo 106 se puede configurar para llevar a cabo una combinación ponderada del primer conjunto 110_1,1 de muestras de subbanda y el tercer conjunto 110_2,1 de muestras de subbanda, para obtener una primera representación de subbanda de solapamiento reducido

112_1 ($y_{1,i}[m_1]$) de la señal de audio, donde la etapa de reducción de solapamiento en dominio de tiempo 106 puede configurase para llevar a cabo una combinación ponderada del segundo conjunto 110_1,2 de muestras de subbanda y el cuarto conjunto 110_2,2 de muestras de subbanda, para obtener una segunda representación de subbanda de solapamiento reducido 112_2 ($y_{2,i}[m_2]$) de la señal de audio.

[0063] La figura 4 muestra un diagrama de bloques esquemático de un procesador de audio 200 para procesar una representación de subbanda de una señal de audio para obtener la señal de audio 102, según una realización. El procesador de audio 200 comprende una etapa de reducción inversa de solapamiento en dominio de tiempo (TDAR) 202 y una etapa de transformada inversa críticamente muestreada traslapada en cascada (LCST) 204.

[0064] La etapa de reducción inversa de solapamiento en dominio de tiempo 202 se configura para llevar a cabo una combinación ponderada (y desplazada) de dos representaciones de subbanda de solapamiento reducido correspondientes 112_1 y 112_2 ($y_{v,i}(m)$, $y_{v,i-1}(m)$) de la señal de audio 102, para obtener una representación de subbanda solapada 110_1 ($\hat{y}_{v,i}(m)$), donde la representación de subbanda solapada es un conjunto 110_1 de muestras de subbanda.

[0065] La etapa de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada 204 se configura para llevar a cabo una transformada inversa críticamente muestreada traslapada en cascada en el conjunto 110_1 de muestras de subbanda, para obtener un conjunto de muestras asociadas con un bloque 108_1 de muestras de la señal de audio 102.

[0066] La figura 5 muestra un diagrama de bloques esquemático de un procesador de audio 200 para procesar una representación de subbanda de una señal de audio para obtener la señal de audio 102, según una realización adicional. La etapa de transformada inversa críticamente muestreada traslapada en cascada 204 puede comprender una primera etapa de transformada inversa críticamente muestreada traslapada (LCST) 208 y una primera etapa de superposición y adición 210.

[0067] La primera etapa de transformada inversa críticamente muestreada traslapada 208 se puede configurar para llevar a cabo una transformada inversa críticamente muestreada traslapada en el conjunto 110_1,1 de muestras de subbanda, para obtener un conjunto 128_1,1 de periodos asociados con una subbanda dada de la señal de audio ($\hat{X}_{v,i}(k)$).

[0068] La primera etapa de superposición y adición 210 se puede configurar para llevar a cabo una concatenación de conjuntos de periodos asociados con una pluralidad de subbandas de la señal de audio, que comprende una combinación ponderada del conjunto 128_1,1 de periodos ($\hat{X}_{v,i}(k)$) asociados con la subbanda dada (v) de la señal de audio 102 con un conjunto 128_1,2 de periodos ($\hat{X}_{v,i}(k)$) asociados con otra subbanda (v-1) de la señal de audio 102, para obtener un conjunto 124_1 de periodos asociados con un bloque 108_1 de muestras de la señal de audio 102.

[0069] Como se muestra en la figura 5, la etapa de transformada inversa críticamente muestreada traslapada en cascada 204 puede comprender una segunda etapa de transformada inversa críticamente muestreada traslapada (LCST) 212 configurada para llevar a cabo una transformada inversa críticamente muestreada traslapada en el conjunto 124_1 de periodos asociados con el bloque 108_1 de muestras de la señal de audio 102, para obtener un conjunto 206_1,1 de muestras asociadas con el bloque 108_1 de muestras de la señal de audio 102.

[0070] Además, la etapa de transformada inversa críticamente muestreada traslapada en cascada 204 puede comprender una segunda etapa de superposición y adición 214 configurada para superponer y añadir el conjunto 206_1,1 de muestras asociadas con el bloque 108_1 de muestras de la señal de audio 102 y otro conjunto 206_2,1 de muestras asociadas con otro bloque 108_2 de muestras de la señal de audio, superponiéndose el bloque 108_1 de muestra y el otro bloque 108_2 de muestras de la señal de audio 102 parcialmente, para obtener la señal de audio 102.

[0071] La figura 6 muestra un diagrama de bloques esquemático de un procesador de audio 200 para procesar una representación de subbanda de una señal de audio para obtener la señal de audio 102, según una realización adicional. En otras palabras, la figura 6 muestra un diagrama del banco de filtros de síntesis. Por lo tanto, se asumen funciones de ventana apropiadas. Se debe observar que por razones de simplicidad en la figura 6 (solamente) se indica el procesamiento de una primera mitad de una trama de subbanda (y[m], 0 <= m < N/2) (es decir, solo la primera línea de la ecuación (6)).

[0072] Como se describe anteriormente, el procesador de audio 200 comprende una etapa de reducción inversa de solapamiento en dominio de tiempo 202 y una etapa de transformada inversa críticamente muestreada traslapada en cascada 204 que comprende una primera etapa de transformada inversa críticamente muestreada traslapada 208 y una segunda etapa de transformada inversa críticamente muestreada traslapada.

[0073] La etapa de reducción inversa de solapamiento en dominio de tiempo 204 se configura para llevar a cabo una primera combinación ponderada y desplazada 220_1 de una primera y segunda representación de subbanda de solapamiento reducido $y_{1,i-1}[m_1]$ y $y_{1,i}[m_1]$ para obtener una primera representación de subbanda solapada 110_1,1 $\hat{y}_{1,i}[m_1]$, donde la representación de subbanda solapada es un conjunto de muestras de subbanda, y para llevar a cabo una segunda combinación ponderada y desplazada 220_2 de una tercera y cuarta representación de subbanda de solapamiento reducido $y_{2,i-1}[m_1]$ y $y_{2,i}[m_1]$ para obtener una segunda representación de subbanda solapada 110_2,1 $\hat{y}_{2,i}[m_1]$, donde la representación de subbanda solapada es un conjunto de muestras de subbanda.

[0074] La primera etapa de transformada inversa críticamente muestreada traslapada 208 se configura para llevar a cabo una primera transformada inversa críticamente muestreada traslapada 222_1 en el primer conjunto de muestras de subbanda 110_1,1 $\hat{y}_{1,i}[m_1]$ para obtener un conjunto 128_1,1 de periodos asociados con una subbanda dada de la señal de audio ($\hat{X}_{1,1}(k)$), y para llevar a cabo una segunda transformada inversa críticamente muestreada traslapada 222_2 en el segundo conjunto de muestras de subbanda 110_2,1 $\hat{y}_{2,i}[m_1]$ para obtener un conjunto 128_2,1 de periodos asociados con una subbanda dada de la señal de audio ($\hat{X}_{2,1}(k)$).

[0075] La segunda etapa de transformada inversa críticamente muestreada traslapada 212 se configura para llevar a cabo una transformada inversa críticamente muestreada traslapada en un conjunto superpuesto y añadido de periodos obtenidos al traslapar y añadir los conjuntos de periodos 128_1,1 y 128_2,1 proporcionados por la primera etapa de transformada inversa críticamente muestreada traslapada 208, para obtener el bloque de muestras 108_2.

[0076] Posteriormente, las realizaciones de los procesadores de audio mostradas en las figuras 1 a 6 se describen en los cuales se asume en forma de ejemplo que la etapa de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada 104 es una etapa MDCT, es decir, la primera y segunda etapa de transformada críticamente muestreada traslapada 120 y 126 son etapas MDCT, y la etapa de transformada inversa críticamente muestreada traslapada en cascada 204 es una etapa MDCT en cascada inversa, es decir la primera y segunda etapas de transformada inversa críticamente muestreada traslapada 120 y 126 son etapas MDCT inversas. Naturalmente, la siguiente descripción es aplicable también a otras realizaciones de la etapa de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada 104 y etapa de transformada inversa críticamente muestreada traslapada 204, tal como a una etapa MDST o MLT en cascada o una etapa MDST o MLT en cascada inversa.

[0077] Por lo tanto, las realizaciones descritas pueden funcionar en una secuencia de espectros MDCT de longitud limitada y utilizar MDCT y reducción de solapamiento en dominio de tiempo (TDAR) como la operación de combinación de subbandas. El banco de filtros no uniforme resultante se traslapa, es ortogonal y permite anchos de subbanda k=2n con n∈N. Debido a TDAR, se puede lograr una respuesta de impulso de subbanda tanto temporalmente como espectralmente más compacta.

[0078] Posteriormente, se describen realizaciones del banco de filtros.

[0079] La implementación de banco de filtros se basa directamente en esquemas comunes de transformada MDCT traslapada: la transformada original con superposición y formación de ventana permanece sin cambios.

[0080] Sin pérdida de generalidad la siguiente notación asume transformadas MDCT ortogonales, por ejemplo, donde las ventanas de análisis y síntesis son idénticas.

$$x_i(n) = x(n + iM) \quad 0 \leq n \leq 2M \tag{1}$$

$$X_i(k) = \sqrt{\frac{2}{M}} \sum_{n=0}^{2M-1} h(n) x_i(n) \kappa(k, n, M) \quad 0 \leq k < M \tag{2}$$

donde $k(k, n, M)$ es la parte central de transformada MDCT y $h(n)$ una ventana de análisis adecuada

$$\kappa(k, n, M) = \cos\left[\frac{\pi}{M}\left(k + \frac{1}{2}\right)\left(n + \frac{M+1}{2}\right)\right] \tag{3}$$

[0081] La salida de esta transformada $X_i(k)$ se segmenta a continuación en v subbandas de anchos individuales N_v y se transforma de nuevo utilizando MDCT. Esto resulta en un banco de filtros con superposición tanto en la dirección temporal como espectral.

[0082] Para notación más simple en esta invención se utiliza un factor de combinación común N para todas las subbandas, sin embargo, se puede utilizar cualquier conmutación/secuenciación válida de ventanas MDCT para implementar la resolución de tiempo-frecuencia deseada. Más acerca del diseño de resolución más adelante.

$$X_{\nu,i}(k) = X_i(k + \nu N) \quad 0 \le k < 2N \tag{4}$$

$$\hat{y}_{\nu,i}(m) = \sqrt{\frac{2}{N}} \sum_{k=0}^{2N-1} w(k) X_{\nu,i}(k) \kappa(m,k,N) \quad 0 \le m < N \tag{5}$$

donde w(k) es una ventana de análisis adecuada y generalmente difiere de $h(n)$ en tamaño y puede diferir en tipo de ventana. Dado que algunas realizaciones aplican la ventana en el dominio de frecuencia, es digno de mención aunque se intercambian la selectividad de tiempo y frecuencia de la ventana.

[0083] Para la gestión apropiada de límites, se puede introducir un desplazamiento adicional de N/2 en la ecuación (4), combinado con mitades de ventana de inicio/detención rectangulares en los límites. De nuevo en aras de una notación más simple este desplazamiento no se ha tomado en cuenta en esta invención.

[0084] La salida $\hat{y}_{\nu,i}(m)$ es una lista de ν longitudes individuales N_ν de coeficientes con anchos de banda correspondientes $\pi \frac{N_\nu}{M}$ y una resolución temporal proporcional a ese ancho de banda.

[0085] Estos vectores, sin embargo, contienen solapamiento de la transformada MDCT original y en consecuencia muestran compactación inferior temporal. Para compensar este solapamiento se puede facilitar TDAR.

[0086] Las muestras utilizadas para TDAR se toman de los dos bloques de muestra de subbanda adyacentes ν en la trama MDCT actual y anterior i y $i-1$. El resultado es solapamiento reducido en la segunda mitad de la trama anterior y la primera mitad de la segunda trama.

$$\begin{bmatrix} y_{\nu,i}(m) \\ y_{\nu,i-1}(N-1-m) \end{bmatrix} = \mathbf{A} \begin{bmatrix} \hat{y}_{\nu,i}(m) \\ \hat{y}_{\nu,i-1}(N-1-m) \end{bmatrix} \tag{6}$$

para $0 \le m < N/2$ con

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_\nu(m) & b_\nu(m) \\ c_\nu(m) & d_\nu(m) \end{bmatrix} \tag{7}$$

[0087] Los coeficientes TDAR $a_\nu(m)$, $b_\nu(m)$, $c_\nu(m)$ y $d_\nu(m)$ se pueden diseñar para minimizar el solapamiento residual. Un procedimiento de estimación simple con base en la ventana de síntesis g(n) se introducirá más adelante.

[0088] También se señala que si A no es singular las operaciones (6) y (8) corresponden a un sistema biortogonal. Además, si $g(n) = h(n)$ y $v(k) = w(k)$, por ejemplo ambas MDCT son ortogonales, y la matriz A es ortogonal el flujo funcional total constituye una transformada ortogonal.

[0089] Para calcular la transformada inversa, se lleva a cabo la primera TDAR inversa.

$$\begin{bmatrix} \hat{y}_{\nu,i}(m) \\ \hat{y}_{\nu,i-1}(N-1-m) \end{bmatrix} = \mathbf{A}^{-1} \begin{bmatrix} y_{\nu,i}(m) \\ y_{\nu,i-1}(N-1-m) \end{bmatrix} \tag{8}$$

seguida por la MDCT inversa y la cancelación de solapamiento en dominio de tiempo (TDAC, aunque la cancelación de solapamiento se hace a lo largo del eje de frecuencia aquí) se debe llevar a cabo para cancelar el solapamiento producido en la Ecuación 5.

$$\hat{X}_{\nu,i}(k) = \sqrt{\frac{2}{N}} \sum_{m=0}^{N-1} \hat{y}_{\nu,i}(m) \kappa(k,m,N) \quad 0 \le k < 2N \tag{9}$$

$$X_{\nu,i}(k) = v(k+N) \hat{X}_{\nu-1,i}(k+N) + v(k) \hat{X}_{\nu,i}(k) \tag{10}$$

$$X_i\left(k+\nu N\right)=X_{\nu,i}(k) \tag{11}$$

[0090] Finalmente, la MDCT inicial en la Ecuación 2 se invierte y se lleva a cabo de nuevo TDAC.

$$\hat{x}_i(n)=\sqrt{\frac{2}{M}}\sum_{k=0}^{M-1}X_i(k)\kappa(n,k,M)\quad 0\le n<2M \tag{12}$$

$$x_i(n)=g(n+M)\hat{x}_{i-1}(n+M)+g(n)\hat{x}_i(n) \tag{13}$$

$$x(n+iM)=x_i(n) \tag{14}$$

[0091] Posteriormente, se describen limitaciones de diseño de resolución de tiempo-frecuencia. Aunque es posible cualquier resolución de tiempo-frecuencia deseada, algunas limitaciones para diseñar las funciones de ventana resultantes se deben adherir para asegurar la invertibilidad. En particular, las pendientes de dos subbandas adyacentes pueden ser simétricas de tal forma que la Ecuación (6) cumpla la condición de Princen Bradley [J. Princen, A. Johnson, y A. Bradley, “Subband/transform coding using filter bank designs based on time domain aliasing cancellation,” in Acoustics, Speech, and Signal Processing, IEEE International Conference on ICASSP ’87., abril de 1987, vol. 12, pp. 2161–2164]. Se puede aplicar aquí el esquema de conmutación de ventanas como se introduce en [B. Edler, “Codierung von Audiosignalen mit überlappender Transformation und adaptiven Fensterfunktionen,” Frequenz, vol. 43, pp. 252–256, septiembre de 1989], originalmente diseñado para combatir efectos de pre-eco. Véase [Olivier Derrien, Thibaud Necciari, y Peter Balazs, “A quasi-orthogonal, invertible, and perceptually relevant time-frequency transform for audio coding,” in EUSIPCO, Nice, Francia, agosto de 2015.].

[0092] En segundo lugar, la suma de todas las longitudes de transformada MDCT debe añadir la longitud total de los coeficientes MDCT proporcionados. Las bandas se pueden elegir para no transformarse utilizando una ventana de etapa unitaria con ceros en los coeficientes deseados. Sin embargo, se deben cuidar las propiedades de simetría de las ventanas vecinas [B. Edler, “Codierung von Audiosignalen mit überlappender Transformation und adaptiven Fensterfunktionen,” Frequenz, vol. 43, pp. 252–256, septiembre de 1989.]. La transformada resultante producirá ceros en estas bandas por lo que los coeficientes originales se pueden utilizar directamente.

[0093] Como un factor de escala de resolución de tiempo-frecuencia posible se pueden utilizar directamente bandas de la mayoría de los codificadores de audio modernos.

[0094] Posteriormente, se describe el cálculo de coeficientes de reducción de solapamiento en dominio de tiempo (TDAR).

[0095] Después de la resolución temporal anteriormente mencionada, cada muestra de subbanda corresponde a M/N_ν muestras originales, o un intervalo N_ν veces el tamaño del de una muestra original.

[0096] Además, la cantidad de solapamiento en cada muestra de subbanda depende de la cantidad de solapamiento en el intervalo que representa. A medida que se pondera el solapamiento con la ventana de análisis $h(n)$ utilizando un valor aproximado de la ventana de síntesis en cada intervalo de muestra de subbanda se asume que es una primera estimación buena para un coeficiente TDAR.

[0097] Experimentos han demostrado que dos esquemas de cálculo de coeficientes muy simples permiten buenos valores iniciales con compactación espectral y temporal mejorada. Ambos procedimientos se basan en una ventana de síntesis hipotética $g_\nu(m)$ de longitud $2N_\nu$.

1) Para ventanas paramétricas como derivadas de Kaiser Bessel o seno se puede definir una ventana simple, más corta del mismo tipo.
2) Para ambas ventanas paramétricas y tabuladas sin ninguna representación cerrada la ventana se puede cortar simplemente en $2N_\nu$ secciones de igual tamaño, que permite que se obtengan coeficientes utilizando el valor medio de cada sección:

$$g_\nu(m) = \frac{1}{N_\nu/M} \sum_{n=1}^{N_\nu/M} g(mN_\nu/M + n) \qquad 0 \le m < 2N_\nu \tag{15}$$

[0098] Teniendo en cuenta las condiciones límite MDCT y el reflejo de solapamiento esto produce entonces coeficientes TDAR.

$$a_\nu(m) = g_\nu(N/2 + m) \tag{16}$$

$$b_\nu(m) = -g_\nu(N/2 - 1 - m) \tag{17}$$

$$c_\nu(m) = g_\nu(3N/2 + m) \tag{18}$$

$$d_\nu(m) = g_\nu(3N/2 - 1 - m) \tag{19}$$

en caso de una transformada ortogonal

$$a_\nu(m) = d_\nu(m) = g_\nu(N/2 + m) \tag{20}$$

$$-b_\nu(m) = c_\nu(m) = \sqrt{1 - a_\nu(m)^2} \tag{21}$$

[0099] Se preserva cualquier solución de aproximación por coeficientes que se elija, siempre y cuando A sea la reconstrucción perfecta no singular del banco de filtros completo. Una selección de coeficiente de otra forma subóptima solo afectará a la cantidad de solapamiento residual en la subbanda $y_{\nu,i}(m)$, sin embargo, no en la señal $x(n)$ sintetizada por el banco de filtros inverso.

[0100] La figura 7 muestra en diagramas un ejemplo de muestras de subbanda (gráfico superior) y la dispersión de sus muestras a través del tiempo y frecuencia (gráfico inferior). La muestra anotada tiene ancho de banda más ancho pero una dispersión de tiempo más corta que las muestras inferiores. Las ventanas de análisis (gráfico inferior) tienen una resolución completa de un coeficiente por muestra de tiempo original. Los coeficientes TDAR por lo tanto se deben aproximar (anotar por un punto) para la región de tiempo de cada muestra de subbanda (m = 256 ::: 384).

[0101] Posteriormente, se describen resultados (simulación).

[0102] La figura 8 muestra la incertidumbre espectral y temporal obtenidas por varias transformadas diferentes, como se muestra en [Frederic Bimbot, Ewen Camberlein y Pierrick Philippe, “Adaptive filter banks using fixed size mdct and subband merging for audio coding-comparison with the mpeg aac filter banks,” in Audio Engineering Society Convention 121, octubre de 2006.].

[0103] Se puede ver que las transformadas basadas en matriz de Hadamard ofrecen capacidades de compensación de tiempo-frecuencia muy limitadas. Para hacer crecer los tamaños de combinación, la resolución temporal adicional tiene un coste desproporcionalmente alto en la incertidumbre espectral.

[0104] En otras palabras, la figura 8 muestra una comparación de compactación de energía espectral y temporal de diferentes transformadas. Las etiquetas en línea indican longitudes de trama para MDCT, factores de división para división de Heisenberg y factores de combinación para todos los demás.

[0105] La combinación de subbandas con TDAR tiene sin embargo una compensación lineal entre incertidumbre temporal y espectral, paralela a una MDCT simple, uniforme. El producto de dos es constante, aunque un poco más alto que la MDCT simple, uniforme. Para este análisis una ventana de análisis de seno y una ventana de combinación de subbandas derivada de Kaiser-Bessel mostraron los resultados más compactos y, por lo tanto, se eligieron.

[0106] Sin embargo, al utilizar TDAR para un factor de combinación $N_\nu = 2$ parece que disminuye tanto la compactación temporal como espectral. Se atribuye esto al esquema de cálculo de coeficientes introducido en la sección II-B que es demasiado simplista y que no aproxima apropiadamente los valores para pendientes de función de ventana inclinadas. Se presentará un esquema de optimización numérico en una publicación siguiente.

[0107] Estos valores de compactación se calcularon utilizando el centro de gravedad cog y la longitud efectiva al cuadrado l_{eff}^2 de la respuesta de impulso $x[n]$, definida como [Athanasios Papoulis, Signal analysis, Electrical and electronic engineering series. McGraw-Hill, Nueva York, San Francisco, Paris, 1977].

$$\mathrm{cog}x = \frac{\sum_{n=1}^{N} |x[n]|^2 n^2}{\sum_{n=1}^{N} |x[n]|^2} \tag{22}$$

$$l_{\mathrm{eff}}^2 x = \frac{\sum_{n=1}^{N} |x[n]|^2 (n - \mathrm{cog}x)^2}{\sum_{n=1}^{N} |x[n]|^2} \tag{23}$$

[0108] Se muestran los valores promedio de todas las respuestas de impulso de cada banco de filtros individual.

[0109] La figura 9 muestra una comparación de dos respuestas de impulso de ejemplo generadas por combinación de subbandas con y sin TDAR, bloques cortos MDCT simples y combinación de subbandas de matriz de Hadamard como se propone en [O.A. Niamut y R. Heusdens, "Flexible frequency decompositions for cosine-modulated filter banks," in Acoustics, Speech, and Signal Processing, 2003. Proceedings. (ICASSP '03). 2003 IEEE International Conference en abril de 2003, vol. 5, pp. V–449–52 vol.5.].

[0110] La compactación inferior temporal de la transformada de combinación de matriz de Hadamard es claramente visible. También se puede ver claramente que la mayoría de las distorsiones de solapamiento en la subbanda se reducen significativamente por TDAR.

[0111] En otras palabras, la figura 9 muestra respuestas de impulso de ejemplo de un filtro de subbanda combinado que comprende 8 de 1024 periodos originales utilizando el procedimiento propuesto aquí sin TDAR, con TDAR, el procedimiento propuesto en [O.A. Niamut y R. Heusdens, "Subband merging in cosine-modulated filter banks," Signal Processing Letters, IEEE, vol. 10, no. 4, pp. 111–114, abril 2003.] y utilizando una longitud de trama MDCT más corta de 256 muestras.

[0112] La figura 10 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento 300 para procesar una señal de audio para obtener una representación de subbanda de la señal de audio. El procedimiento 300 comprende una etapa 302 para llevar a cabo una transformada críticamente muestreada traslapada en cascada en al menos dos bloques parcialmente superpuestos de muestras de la señal de audio, para obtener un conjunto de muestras de subbanda con base en un primer bloque de muestras de la señal de audio, y para obtener un conjunto correspondiente de muestras de subbanda con base en un segundo bloque de muestras de la señal de audio. Además, el procedimiento 300 comprende una etapa 304 para llevar a cabo una combinación ponderada de dos conjuntos correspondientes de muestras de subbanda, uno obtenido con base en el primer bloque de muestras de la señal de audio y uno obtenido con base en el segundo bloque de muestras de la señal de audio, para obtener una representación de subbanda de solapamiento reducido de la señal de audio.

[0113] La figura 11 muestra un diagrama de flujo de un procedimiento 400 para procesar una representación de subbanda de una señal de audio para obtener la señal de audio. El procedimiento 400 comprende una etapa 402 para llevar a cabo una combinación ponderada (y desplazada) de dos representaciones de subbanda de solapamiento reducido correspondientes (de diferentes bloques de muestras parcialmente superpuestas) de la señal de audio, para obtener una representación de subbanda solapada, donde la representación de subbanda solapada es un conjunto de muestras de subbanda. Además, el procedimiento 400 comprende una etapa 404 para llevar a cabo una transformada inversa críticamente muestreada traslapada en cascada en el conjunto de muestras de subbanda, para obtener un conjunto de muestras asociadas con un bloque de muestras de la señal de audio.

[0114] La figura 12 muestra un diagrama esquemático de un codificador de audio 150, según una realización. El codificador de audio 150 comprende un procesador de audio (100) como se describe anteriormente, un codificador 152 configurado para codificar la representación de subbanda de solapamiento reducido de la señal de audio, para obtener una representación de subbanda de solapamiento reducido codificada de la señal de audio, y un formador de flujo de bits 154 configurado para formar un flujo de bits 156 de la representación de subbanda de solapamiento reducido codificada de la señal de audio.

[0115] La figura 13 muestra un diagrama de bloques esquemático de un decodificador de audio 250, según una realización. El decodificador de audio 250 comprende un analizador de flujo de bits 252 configurado para analizar el flujo de bits 154, para obtener la representación de subbanda de solapamiento reducido codificada, un decodificador 254 configurado para decodificar la representación de subbanda de solapamiento reducido codificada, para obtener la representación de subbanda de solapamiento reducido de la señal de audio, y un procesador de audio 200 como se describe anteriormente.

[0116] La figura 14 muestra un diagrama de bloques esquemático de un analizador de audio 180, según una

realización. El analizador de audio 180 comprende un procesador de audio 100 como se describe anteriormente, un extractor de información 182, configurado para analizar la representación de subbanda de solapamiento reducido, para proporcionar una información que describe la señal de audio.

[0117] Las realizaciones proporcionan reducción de solapamiento en dominio de tiempo (TDAR) en subbandas de bancos de filtros de transformada discreta de coseno modificada (MDCT) ortogonales no uniformes.

[0118] Las realizaciones añaden una etapa de post-procesamiento adicional al flujo funcional de transformada MDCT ampliamente utilizado, comprendiendo la etapa en sí únicamente otra transformada MDCT traslapada a lo largo del eje de frecuencia y reducción de solapamiento en dominio de tiempo (TDAR) a lo largo de cada eje de tiempo de subbanda, que permite extraer escalas de frecuencia arbitrarias del espectrograma MDCT con una compactación temporal mejorada de la respuesta de impulso, al mismo tiempo que no introduce ninguna redundancia adicional y solo un retardo de trama MDCT.

[0119] Aunque se han descrito algunos aspectos en el contexto de un aparato, es claro que estos aspectos representan también una descripción del procedimiento correspondiente, donde un bloque o dispositivo corresponde a una etapa de procedimiento o una característica de una etapa de procedimiento. De forma análoga, los aspectos descritos en el contexto de una etapa del procedimiento representan también una descripción de un bloque o elemento o característica correspondiente de un aparato correspondiente. Algunas o todas las etapas de procedimiento se pueden ejecutar por (o utilizando) un aparato de hardware, como por ejemplo, un microprocesador, un ordenador programable o un circuito electrónico. En algunas realizaciones, una o más de las etapas del procedimiento más importante se pueden ejecutar por tal aparato.

[0120] Dependiendo de ciertos requisitos de implementación, las realizaciones de la invención se pueden implementar en hardware o software. La implementación se puede llevar a cabo utilizando un medio de almacenamiento digital, por ejemplo un disco flexible, un DVD, un Blu-Ray, 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 forma que se lleve a cabo el procedimiento respectivo. Por lo tanto, el medio de almacenamiento digital puede ser legible por ordenador.

[0121] Algunas realizaciones según la invención comprenden un soporte de datos que tiene señales de control legibles electrónicamente, que son capaces de cooperar con un sistema informático programable, de tal forma que se lleve a cabo uno de los procedimientos descritos en esta invención.

[0122] En general, las realizaciones de la presente invención se pueden implementar 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 se puede almacenar por ejemplo en un soporte legible por máquina.

[0123] Otras realizaciones comprenden el programa informático para llevar a cabo uno de los procedimientos descritos en esta invención, almacenado en un soporte legible por máquina.

[0124] En otras palabras, una realización del procedimiento inventivo es, por lo tanto, un programa informático que tiene un código de programa para llevar a cabo uno de los procedimientos descritos en esta invención, cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador.

[0125] Una realización adicional de los procedimientos inventivos es, por lo tanto, un soporte de datos (o medio de almacenamiento digital, o un medio legible por ordenador) que comprende, grabado en el mismo, el programa informático para llevar a cabo uno de los procedimientos descritos en esta invención. El soporte de datos, el medio de almacenamiento digital o el medio grabado son convencionalmente tangibles y/o no transitorios.

[0126] Una realización adicional del procedimiento inventivo es, por lo tanto, un flujo de datos o una secuencia de señales que representan el programa informático para llevar a cabo uno de los procedimientos descritos en esta invención. El flujo de datos o la secuencia de señales se pueden configurar por ejemplo para transferirse a través de una conexión de comunicación de datos, por ejemplo, a través de Internet.

[0127] Una realización adicional comprende un medio de procesamiento, por ejemplo un ordenador, o un dispositivo lógico programable, configurado o adaptado para llevar a cabo uno de los procedimientos descritos en esta invención.

[0128] Una realización adicional comprende un ordenador que tiene instalado en el mismo el programa informático para llevar a cabo uno de los procedimientos descritos en esta invención.

[0129] Una realización adicional según la invención comprende un aparato o un sistema configurado para

transferir (por ejemplo, de forma electrónica o de forma óptica) un programa informático para llevar a cabo uno de los procedimientos descritos en esta invención a un receptor. El receptor puede ser, por ejemplo, un ordenador, un dispositivo móvil, un dispositivo de memoria o similares. El aparato o sistema puede comprender, por ejemplo, un servidor de archivos para transferir el programa informático al receptor.

[0130] En algunas realizaciones, un dispositivo lógico programable (por ejemplo, una matriz de puertas programable en el campo) se puede utilizar para llevar algunas o todas las funcionalidades de los procedimientos descritos en esta invención. En algunas realizaciones, una matriz de puertas programable en el campo puede cooperar con un microprocesador a fin de llevar a cabo uno de los procedimientos descritos en esta invención. En general, los procedimientos se llevan a cabo de manera preferente por cualquier aparato de hardware.

[0131] El aparato descrito en esta invención se puede implementar utilizando un aparato de hardware, o utilizando un ordenador, o utilizando una combinación de un aparato de hardware y un ordenador.

[0132] El aparato descrito en esta invención, o cualquier componente del aparato descrito en esta invención, se puede implementar al menos parcialmente en hardware y/o en software.

[0133] Los procedimientos descritos en esta invención se pueden llevar a cabo utilizando un aparato de hardware, o utilizando un ordenador, o utilizando una combinación de un aparato de hardware y un ordenador.

[0134] Los procedimientos descritos en esta invención, o cualquier componente del aparato descrito en esta invención, se pueden llevar a cabo al menos parcialmente por hardware y/o por software.

[0135] Las realizaciones descritas anteriormente son simplemente ilustrativas para los principios de la presente invención. Se entiende que serán evidentes modificaciones y variaciones de las disposiciones y los detalles descritos en esta invención para otros expertos en la materia. Por lo tanto, se propone que se limiten solo por el alcance de las reivindicaciones de patente inminentes y no por los detalles específicos presentados a modo de descripción y explicación de las realizaciones en esta invención

REIVINDICACIONES

1. Un procesador de audio (100) para procesar una señal de audio (102) para obtener una representación de subbanda de la señal de audio (102), comprendiendo el procesador de audio (100):

una etapa de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada (104) configurada para llevar a cabo una transformada críticamente muestreada traslapada en cascada en al menos dos bloques parcialmente superpuestos (108_1; 108_2) de muestras de la señal de audio (102), para obtener un conjunto (110_1,1) de muestras de subbanda con base en un primer bloque (108_1) de muestras de la señal de audio (102), y para obtener un conjunto correspondiente (110_2,1) de muestras de subbanda con base en un segundo bloque (108_2) de muestras de la señal de audio (102); y

una etapa de reducción de solapamiento en dominio de tiempo (106) configurada para llevar a cabo una combinación ponderada de dos conjuntos correspondientes (110_1,1;110_1,2) de muestras de subbanda, uno obtenido con base en el primer bloque (108_1) de muestras de la señal de audio (102) y uno obtenido con base en el segundo bloque (108_2) de muestras de la señal de audio, para obtener una representación de subbanda de solapamiento reducido (112_1) de la señal de audio (102);

donde la etapa de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada (104) comprende una primera etapa de transformada críticamente muestreada traslapada (120) configurada para llevar a cabo transformadas críticamente muestreadas traslapadas en un primer bloque (108_1) de muestras y un segundo bloque (108_2) de muestras de los al menos dos bloques parcialmente superpuestos (108_1;108_2) de muestras de la señal de audio (102), para obtener un primer conjunto (124_1) de periodos para el primer bloque (108_1) de muestras y un segundo conjunto (124_2) de periodos para el segundo bloque (108_2) de muestras;

donde la etapa de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada (104) comprende además una segunda etapa de transformada críticamente muestreada traslapada (126) configurada para llevar a cabo una transformada críticamente muestreada traslapada en un segmento (128_1,1) del primer conjunto (124_1) de periodos y para llevar a cabo una transformada críticamente muestreada traslapada en un segmento (128_2,1) del segundo conjunto (124_2) de periodos, estando cada segmento asociado con una subbanda de la señal de audio (102), para obtener un conjunto (110_1,1) de muestras de subbanda para el primer conjunto de periodos y un conjunto (110_2,1) de muestras de subbanda para el segundo conjunto de periodos;

donde un primer conjunto (110_1,1) de muestras de subbanda es un resultado de una primera transformada críticamente muestreada traslapada (132_1,1) con base en el primer segmento (128_1,1) del primer conjunto (124_1) de periodos, donde un segundo conjunto (110_1,2) de muestras de subbanda es un resultado de una segunda transformada críticamente muestreada traslapada (132_1,2) con base en el segundo segmento (128_1,2) del primer conjunto (124_1) de periodos, donde un tercer conjunto (110_2,1) de muestras de subbanda es un resultado de una tercera transformada críticamente muestreada traslapada (132_2,1) con base en el primer segmento (128_2,1) del segundo conjunto (128_2,1) de periodos, donde un cuarto conjunto (110_2,2) de muestras de subbanda es un resultado de una cuarta transformada críticamente muestreada traslapada (132_2,2) con base en el segundo segmento (128_2,2) del segundo conjunto (128_2,1) de periodos; y

donde la etapa de reducción de solapamiento en dominio de tiempo (106) se configura para llevar a cabo una combinación ponderada del primer conjunto (110_1,1) de muestras de subbanda y el tercer conjunto (110_2,1) de muestras de subbanda, para obtener una primera representación de subbanda de solapamiento reducido (112_1) de la señal de audio, donde la etapa de reducción de solapamiento en dominio de tiempo (106) se configura para llevar a cabo una combinación ponderada del segundo conjunto (110_1,2) de muestras de subbanda y el cuarto conjunto (110_2,2) de muestras de subbanda, para obtener una segunda representación de subbanda de solapamiento reducido (112_2) de la señal de audio.

2. El procesador de audio (100) según la reivindicación 1, donde la etapa de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada (104) se configura para segmentar un conjunto (124_1) de periodos obtenidos con base en el primer bloque (108_1) de muestras utilizando al menos dos funciones de ventana, y para obtener al menos dos conjuntos segmentados (128_1,1;128_1,2) de muestras de subbanda con base en el conjunto segmentado de periodos que corresponden al primer bloque (108_1) de muestras;

donde la etapa de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada (104) se configura para segmentar un conjunto (124_2) de periodos obtenidos con base en el segundo bloque (108_2) de muestras utilizando las al menos dos funciones de ventana, y para obtener al menos dos conjuntos segmentados (128_2,1;128_2,2) de muestras de subbanda con base en el conjunto segmentado de periodos que corresponden al segundo bloque (108_2) de muestras; y

donde las al menos dos funciones de ventana comprenden diferentes anchos de ventana.

3. El procesador de audio (100) según una de las reivindicaciones 1 a 2, donde la etapa de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada (104) se configura para segmentar un conjunto (124_1) de periodos obtenidos con base en el primer bloque (108_1) de muestras utilizando al menos dos funciones de ventana, y para obtener al menos dos conjuntos segmentados (128_1,1;128_1,2) de muestras de subbanda con base en el conjunto segmentado de periodos que corresponden al primer bloque (108_1) de muestras;

donde la etapa de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada (104) se configura para segmentar

un conjunto (124_2) de periodos obtenidos con base en el segundo bloque (108_2) de muestras utilizando las al menos dos funciones de ventana, y para obtener al menos dos conjuntos (128_2,1;128_2,2) de muestras de subbanda con base en el conjunto segmentado de periodos que corresponden al segundo bloque (108_2) de muestras; y
donde las pendientes de filtro de las funciones de ventana que corresponden a conjuntos adyacentes de muestras de subbanda son simétricas.

4. El procesador de audio (100) según una de las reivindicaciones 1 a 3, donde la etapa de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada (104) se configura para segmentar las muestras de la señal de audio en el primer bloque de muestras (108_1) y el segundo bloque (108_2) de muestras utilizando una primera función de ventana;
donde la etapa de transformada críticamente muestreada traslapada (104) se configura para segmentar un conjunto (124_1) de periodos obtenidos con base en el primer bloque (108_1) de muestras y un conjunto (124_2) de periodos obtenidos con base en el segundo bloque (108_2) de muestras utilizando una segunda función de ventana, para obtener las muestras de subbanda correspondientes; y
donde la primera función de ventana y la segunda función de ventana comprenden diferentes anchos de ventana.

5. El procesador de audio (100) según una de las reivindicaciones 1 a 4, donde la etapa de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada (104) se configura para segmentar las muestras de la señal de audio en el primer bloque (108_1) de muestras y el segundo bloque (108_2) de muestras utilizando una primera función de ventana;
donde la etapa de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada (104) se configura para segmentar un conjunto (124_1) de periodos obtenidos con base en el primer bloque (108_1) de muestras y un conjunto (124_2) de periodos obtenidos con base en el segundo bloque (108_2) de muestras utilizando una segunda función de ventana, para obtener las muestras de subbanda correspondientes; y
donde un ancho de ventana de la primera función de ventana y un ancho de ventana de la segunda función de ventana son diferentes entre sí, donde el ancho de ventana de la primera función de ventana y el ancho de ventana de la segunda función de ventana difieren el uno del otro por un factor diferente de una potencia de dos.

6. El procesador de audio (100) según una de las reivindicaciones 1 a 5, donde la etapa de reducción de solapamiento en dominio de tiempo (106) se configura para llevar a cabo la combinación ponderada de dos conjuntos correspondientes de muestras de subbanda según la siguiente ecuación

$$\begin{bmatrix} y_{\nu,i}(m) \\ y_{\nu,i-1}(N-1-m) \end{bmatrix} = \mathbf{A} \begin{bmatrix} \hat{y}_{\nu,i}(m) \\ \hat{y}_{\nu,i-1}(N-1-m) \end{bmatrix}$$

para $0 \leq m < N/2$ con

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_\nu(m) & b_\nu(m) \\ c_\nu(m) & d_\nu(m) \end{bmatrix}$$

para obtener la representación de subbanda de solapamiento reducido de la señal de audio, donde $y_{v,i}(m)$ es una primera representación de subbanda de solapamiento reducido de la señal de audio, $y_{v,i-1}(N-1-m)$ es una segunda representación de subbanda de solapamiento reducido de la señal de audio, $\hat{y}_{v,i}(m)$ es un conjunto de muestras de subbanda con base en el segundo bloque de muestras de la señal de audio, $\hat{y}_{v,i-1}(N-1-m)$ es un conjunto de muestras de subbanda con base en el primer bloque de muestras de la señal de audio, y $a_v(m)$, $b_v(m)$, $c_v(m)$ y $d_v(m)$ son coeficientes de reducción de solapamiento en dominio de tiempo.

7. Un procesador de audio (100) para procesar una señal de audio (102) para obtener una representación de subbanda de la señal de audio (102), comprendiendo el procesador de audio (100):

una etapa de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada (104) configurada para llevar a cabo una transformada críticamente muestreada traslapada en cascada en al menos dos bloques parcialmente superpuestos (108_1;108_2) de muestras de la señal de audio (102), para obtener un conjunto (110_1,1) de muestras de subbanda con base en un primer bloque (108_1) de muestras de la señal de audio (102), y para obtener un conjunto correspondiente (110_2,1) de muestras de subbanda con base en un segundo bloque (108_2) de muestras de la señal de audio (102); y
una etapa de reducción de solapamiento en dominio de tiempo (106) configurada para llevar a cabo una combinación ponderada de dos conjuntos correspondientes (110_1,1;110_1,2) de muestras de subbanda, uno obtenido con base en el primer bloque (108_1) de muestras de la señal de audio (102) y uno obtenido con base

en el segundo bloque (108_2) de muestras de la señal de audio, para obtener una representación de subbanda de solapamiento reducido (112_1) de la señal de audio (102);
donde la etapa de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada (104) se configura para segmentar un conjunto (124_1) de periodos obtenidos con base en el primer bloque (108_1) de muestras utilizando al menos dos funciones de ventana, y para obtener al menos dos conjuntos segmentados (128_1,1;128_1,2) de muestras de subbanda con base en el conjunto segmentado de periodos que corresponden al primer bloque (108_1) de muestras;
donde la etapa de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada (104) se configura para segmentar un conjunto (124_2) de periodos obtenidos con base en el segundo bloque (108_2) de muestras utilizando las al menos dos funciones de ventana, y para obtener al menos dos conjuntos segmentados (128_2,1;128_2,2) de muestras de subbanda con base en el conjunto segmentado de periodos que corresponden al segundo bloque (108_2) de muestras; y
donde las al menos dos funciones de ventana comprenden diferentes anchos de ventana.

8. Un procesador de audio (100) para procesar una señal de audio (102) para obtener una representación de subbanda de la señal de audio (102), comprendiendo el procesador de audio (100):

una etapa de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada (104) configurada para llevar a cabo una transformada críticamente muestreada traslapada en cascada en al menos dos bloques parcialmente superpuestos (108_1;108_2) de muestras de la señal de audio (102), para obtener un conjunto (110_1,1) de muestras de subbanda con base en un primer bloque (108_1) de muestras de la señal de audio (102), y para obtener un conjunto correspondiente (110_2,1) de muestras de subbanda con base en un segundo bloque (108_2) de muestras de la señal de audio (102); y
una etapa de reducción de solapamiento en dominio de tiempo (106) configurada para llevar a cabo una combinación ponderada de dos conjuntos correspondientes (110_1,1;110_1,2) de muestras de subbanda, uno obtenido con base en el primer bloque (108_1) de muestras de la señal de audio (102) y uno obtenido con base en el segundo bloque (108_2) de muestras de la señal de audio, para obtener una representación de subbanda de solapamiento reducido (112_1) de la señal de audio (102);
donde la etapa de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada (104) se configura para segmentar un conjunto (124_1) de periodos obtenidos con base en el primer bloque (108_1) de muestras utilizando al menos dos funciones de ventana, y para obtener al menos dos conjuntos segmentados (128_1,1;128_1,2) de muestras de subbanda con base en el conjunto segmentado de periodos que corresponden al primer bloque (108_1) de muestras;
donde la etapa de transformada críticamente muestreada traslapada en cascada (104) se configura para segmentar un conjunto (124_2) de periodos obtenidos con base en el segundo bloque (108_2) de muestras utilizando las al menos dos funciones de ventana, y para obtener al menos dos conjuntos (128_2,1;128_2,2) de muestras de subbanda con base en el conjunto segmentado de periodos que corresponden al segundo bloque (108_2) de muestras; y
donde las pendientes de filtro de las funciones de ventana que corresponden a conjuntos adyacentes de muestras de subbanda son simétricas.

9. Un procesador de audio (200) para procesar una representación de subbanda de una señal de audio, generada por un procesador según cualquiera de las reivindicaciones 1, 7 u 8, para obtener la señal de audio (102), comprendiendo el procesador de audio (200):

una etapa de reducción inversa de solapamiento en dominio de tiempo (202) configurada para llevar a cabo una combinación ponderada de dos representaciones de subbanda de solapamiento reducido correspondientes de la señal de audio (102), para obtener una representación de subbanda solapada, donde la representación de subbanda solapada es un conjunto (110_1,1) de muestras de subbanda; y
una etapa de transformada inversa críticamente muestreada traslapada en cascada (204) configurada para llevar a cabo una transformada inversa críticamente muestreada traslapada en cascada en el conjunto (110_1,1) de muestras de subbanda, para obtener un conjunto de muestras asociadas con un bloque de muestras de la señal de audio (102);
donde la etapa de transformada inversa críticamente muestreada traslapada en cascada (204) comprende una primera etapa de transformada inversa críticamente muestreada traslapada (208) configurada para llevar a cabo una transformada inversa críticamente muestreada traslapada en el conjunto (110_1,1) de muestras de subbanda, para obtener un conjunto de periodos (128_1,1) asociados con una subbanda dada de la señal de audio; y
una primera etapa de superposición y adición (210) configurada para llevar a cabo una concatenación de conjuntos de periodos asociados con una pluralidad de subbandas de la señal de audio, que comprende una combinación ponderada del conjunto (128_1,1) de periodos asociados con la subbanda dada de la señal de audio (102) con un conjunto (128_1,2) de periodos asociados con otra subbanda de la señal de audio (102), para obtener un conjunto (124_1) de periodos asociados con un bloque de muestras de la señal de audio (102).

10. El procesador de audio (200) según la reivindicación 9, donde la etapa de transformada inversa

críticamente muestreada traslapada en cascada (204) comprende una segunda etapa de transformada inversa críticamente muestreada traslapada (212) configurada para llevar a cabo una transformada inversa críticamente muestreada traslapada en el conjunto (124_1) de periodos asociados con el bloque de muestras de la señal de audio (102), para obtener un conjunto de muestras asociadas con el bloque de muestras de la señal de audio (102).

11. El procesador de audio (200) según la reivindicación 10, donde la etapa de transformada inversa críticamente muestreada traslapada en cascada (204) comprende una segunda etapa de superposición y adición (214) configurada para superponer y añadir el conjunto de muestras asociadas con el bloque de muestras de la señal de audio (102) y otro conjunto de muestras asociadas con otro bloque de muestras de la señal de audio (102), superponiéndose el bloque de muestras y el otro bloque de muestras de la señal de audio (102) parcialmente, para obtener la señal de audio (102).

12. El procesador de audio (200) según una de las reivindicaciones 9 a 11, donde la etapa de reducción inversa de solapamiento en dominio de tiempo (202) se configura para llevar a cabo la combinación ponderada de las dos representaciones de subbanda de solapamiento reducido correspondientes de la señal de audio (102) con base en la siguiente ecuación

$$\begin{bmatrix} \hat{y}_{\nu,i}(m) \\ \hat{y}_{\nu,i-1}(N-1-m) \end{bmatrix} = \mathbf{A}^{-1} \begin{bmatrix} y_{\nu,i}(m) \\ y_{\nu,i-1}(N-1-m) \end{bmatrix}$$

para $0 \leq m < N/2$ con

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_\nu(m) & b_\nu(m) \\ c_\nu(m) & d_\nu(m) \end{bmatrix}$$

para obtener la representación de subbanda solapada, donde $y_{v,i}(m)$ es una primera representación de subbanda de solapamiento reducido de la señal de audio, $y_{v,i-1}(N-1-m)$ es una segunda representación de subbanda de solapamiento reducido de la señal de audio, $\hat{y}_{v,i}(m)$ es un conjunto de muestras de subbanda con base en el segundo bloque de muestras de la señal de audio, $\hat{y}_{v,i-1}(N-1-m)$ es un conjunto de muestras de subbanda con base en el primer bloque de muestras de la señal de audio, y $a_v(m)$, $b_v(m)$, $c_v(m)$ y $d_v(m)$ son coeficientes de reducción de solapamiento en dominios de tiempo.

13. Un codificador de audio, que comprende:

un procesador de audio (100) según una de las reivindicaciones 1 a 8;
un codificador configurado para codificar la representación de subbanda de solapamiento reducido de la señal de audio, para obtener una representación de subbanda de solapamiento reducido codificada de la señal de audio; y
un formador de flujo de bits configurado para formar un flujo de bits de la representación de subbanda de solapamiento reducido codificada de la señal de audio.

14. Un decodificador de audio, que comprende:

un analizador de flujo de bits configurado para analizar el flujo de bits, generado por un aparato según la reivindicación 13, para obtener la representación de subbanda de solapamiento reducido codificada;
un decodificador configurado para decodificar la representación de subbanda de solapamiento reducido codificada, para obtener la representación de subbanda de solapamiento reducido de la señal de audio; y
un procesador de audio (200) según una de las reivindicaciones 9 a 12.

15. Un analizador de audio, que comprende:
un procesador de audio (100) según una de las reivindicaciones 1 a 8; y
un extractor de información, configurado para analizar la representación de subbanda de solapamiento reducido, para proporcionar una información que describe la señal de audio.

16. Un procedimiento (300) para procesar una señal de audio para obtener una representación de subbanda de la señal de audio, comprendiendo el procedimiento:

la realización (302) de una transformada críticamente muestreada traslapada en cascada en al menos dos bloques parcialmente superpuestos de la señal de audio, para obtener un conjunto de muestras de subbanda con base en un primer bloque de muestras de la señal de audio, y para obtener un conjunto correspondiente de muestras de subbanda con base en un segundo bloque de muestras de la señal de audio; y
la realización (304) de una combinación ponderada de dos conjuntos correspondientes de muestras de subbanda,

uno obtenido con base en el primer bloque de muestras de la señal de audio y uno obtenido con base en el segundo bloque de muestras de la señal de audio, para obtener una representación de subbanda de solapamiento reducido de la señal de audio;
donde la realización (302) de la transformada críticamente muestreada traslapada en cascada comprende llevar a cabo transformadas críticamente muestreadas traslapadas en un primer bloque (108_1) de muestras y un segundo bloque (108_2) de muestras de los al menos dos bloques parcialmente superpuestos (108_1;108_2) de muestras de la señal de audio (102), para obtener un primer conjunto (124_1) de periodos para el primer bloque (108_1) de muestras y un segundo conjunto (124_2) de periodos para el segundo bloque (108_2) de muestras;
donde la realización (302) de la transformada críticamente muestreada traslapada en cascada comprende llevar a cabo una transformada críticamente muestreada traslapada en un segmento (128_1,1) del primer conjunto (124_1) de periodos y llevar a cabo una transformada críticamente muestreada traslapada en un segmento (128_2,1) del segundo conjunto (124_2) de periodos, estando cada segmento asociado con una subbanda de la señal de audio (102), para obtener un conjunto (110_1,1) de muestras de subbanda para el primer conjunto de periodos y un conjunto (110_2,1) de muestras de subbanda para el segundo conjunto de periodos;
donde un primer conjunto (110_1,1) de muestras de subbanda es un resultado de una primera transformada críticamente muestreada traslapada (132_1,1) con base en el primer segmento (128_1,1) del primer conjunto (124_1) de periodos, donde un segundo conjunto (110_1,2) de muestras de subbanda es un resultado de una segunda transformada críticamente muestreada traslapada (132_1,2) con base en el segundo segmento (128_1,2) del primer conjunto (124_1) de periodos, donde un tercer conjunto (110_2,1) de muestras de subbanda es un resultado de una tercera transformada críticamente muestreada traslapada (132_2,1) con base en el primer segmento (128_2,1) del segundo conjunto (128_2,1) de periodos, donde un cuarto conjunto (110_2,2) de muestras de subbanda es un resultado de una cuarta transformada críticamente muestreada traslapada (132_2,2) con base en el segundo segmento (128_2,2) del segundo conjunto (128_2,1) de periodos; y
donde la realización (304) de la combinación ponderada de dos conjuntos correspondientes de muestras de subbanda comprende llevar a cabo una combinación ponderada del primer conjunto (110_1,1) de muestras de subbanda y el tercer conjunto (110_2,1) de muestras de subbanda, para obtener una primera representación de subbanda de solapamiento reducido (112_1) de la señal de audio, donde la etapa de reducción de solapamiento en dominio de tiempo (106) se configura para llevar a cabo una combinación ponderada del segundo conjunto (110_1,2) de muestra de subbanda y el cuarto conjunto (110_2,2) de muestras de subbanda, para obtener una segunda representación de subbanda de solapamiento reducido (112_2) de la señal de audio.

17. Un procedimiento (300) para procesar una señal de audio para obtener una representación de subbanda de la señal de audio, comprendiendo el procedimiento:

la realización (302) de una transformada críticamente muestreada traslapada en cascada en al menos dos bloques parcialmente superpuestos de muestras de la señal de audio, para obtener un conjunto de muestras de subbanda con base en un primer bloque de muestras de la señal de audio, y para obtener un conjunto correspondiente de muestras de subbanda con base en un segundo bloque de muestras de la señal de audio; y
la realización (304) de una combinación ponderada de dos conjuntos correspondientes de muestras de subbanda, uno obtenido con base en el primer bloque de muestras de la señal de audio y uno obtenido con base en el segundo bloque de muestras de la señal de audio, para obtener una representación de subbanda de solapamiento reducido de la señal de audio;
donde la realización (302) de la transformada críticamente muestreada traslapada en cascada comprende segmentar un conjunto (124_1) de periodos obtenidos con base en el primer bloque (108_1) de muestras utilizando al menos dos funciones de ventana, y obtener al menos dos conjuntos segmentados (128_1,1;128_1,2) de muestras de subbanda con base en el conjunto segmentado de periodos que corresponden al primer bloque (108_1) de muestras;
donde la realización (302) de la transformada críticamente muestreada traslapada en cascada comprende segmentar un conjunto (124_2) de periodos obtenidos con base en el segundo bloque (108_2) de muestras utilizando las al menos dos funciones de ventana, y obtener los al menos dos conjuntos segmentados (128_2,1;128_2,2) de muestras de subbanda con base en el conjunto segmentado de periodos que corresponden al segundo bloque (108_2) de muestras; y
donde las al menos dos funciones de ventana comprenden diferentes anchos de ventana.

18. Un procedimiento (300) para procesar una señal de audio para obtener una representación de subbanda de la señal de audio, comprendiendo el procedimiento:

la realización (302) de una transformada críticamente muestreada traslapada en cascada en al menos dos bloques parcialmente superpuestos de muestras de la señal de audio, para obtener un conjunto de muestras de subbanda con base en un primer bloque de muestras de la señal de audio, y para obtener un conjunto correspondiente de muestras de subbanda con base en un segundo bloque de muestras de la señal de audio; y
la realización (304) de una combinación ponderada de dos conjuntos correspondientes de muestras de subbanda, uno obtenido con base en el primer bloque de muestras de la señal de audio y uno obtenido con base en el segundo bloque de muestras de la señal de audio, para obtener una representación de subbanda de solapamiento reducido

de la señal de audio;
donde la realización (302) de la transformada críticamente muestreada traslapada en cascada comprende segmentar un conjunto (124_1) de periodos obtenidos con base en el primer bloque (108_1) de muestras utilizando al menos dos funciones de ventana, y obtener al menos dos conjuntos segmentados (128_1,1;128_1,2) de muestras de subbanda con base en el conjunto segmentado de periodos que corresponden al primer bloque (108_1) de muestras;
donde la realización (302) de la transformada críticamente muestreada traslapada en cascada comprende segmentar un conjunto (124_2) de periodos obtenidos con base en el segundo bloque (108_2) de muestras utilizando las al menos dos funciones de ventana, y obtener al menos dos conjuntos (128_2,1;128_2,2) de muestras de subbanda con base en el conjunto segmentado de periodos que corresponden al segundo bloque (108_2) de muestras; y
donde las pendientes de filtro de las funciones de ventana que corresponden a conjuntos adyacentes de las muestras de subbanda son simétricas.

19. Un procedimiento (400) para procesar una representación de subbanda de una señal de audio, generada según el procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 16-18, para obtener la señal de audio, comprendiendo el procedimiento:

la realización (402) de una combinación ponderada de dos representaciones de subbanda de solapamiento reducido correspondientes de la señal de audio, para obtener una representación de subbanda solapada, donde la representación de subbanda solapada es un conjunto de muestras de subbanda; y
la realización (404) de una transformada inversa críticamente muestreada traslapada en cascada en el conjunto de muestras de subbanda, para obtener un conjunto de muestras asociadas con un bloque de muestras de la señal de audio;
donde la realización (404) de la transformada inversa críticamente muestreada traslapada en cascada comprende llevar a cabo una transformada inversa críticamente muestreada traslapada en el conjunto (110_1,1) de muestras de subbanda, para obtener un conjunto de periodos (128_1,1) asociados con una subbanda dada de la señal de audio; y
donde la realización (404) de la transformada inversa críticamente muestreada traslapada en cascada comprende llevar a cabo una concatenación de conjuntos de periodos asociados con una pluralidad de subbandas de la señal de audio, que comprende una combinación ponderada del conjunto (128_1,1) de periodos asociados con la subbanda dada de la señal de audio (102) con un conjunto (128_1,2) de periodos asociados con otra subbanda de la señal de audio (102), para obtener un conjunto (124_1) de periodos asociados con un bloque de muestras de la señal de audio (102).

20. Un programa informático para la realización de un procedimiento según una de las reivindicaciones 16 a 19.

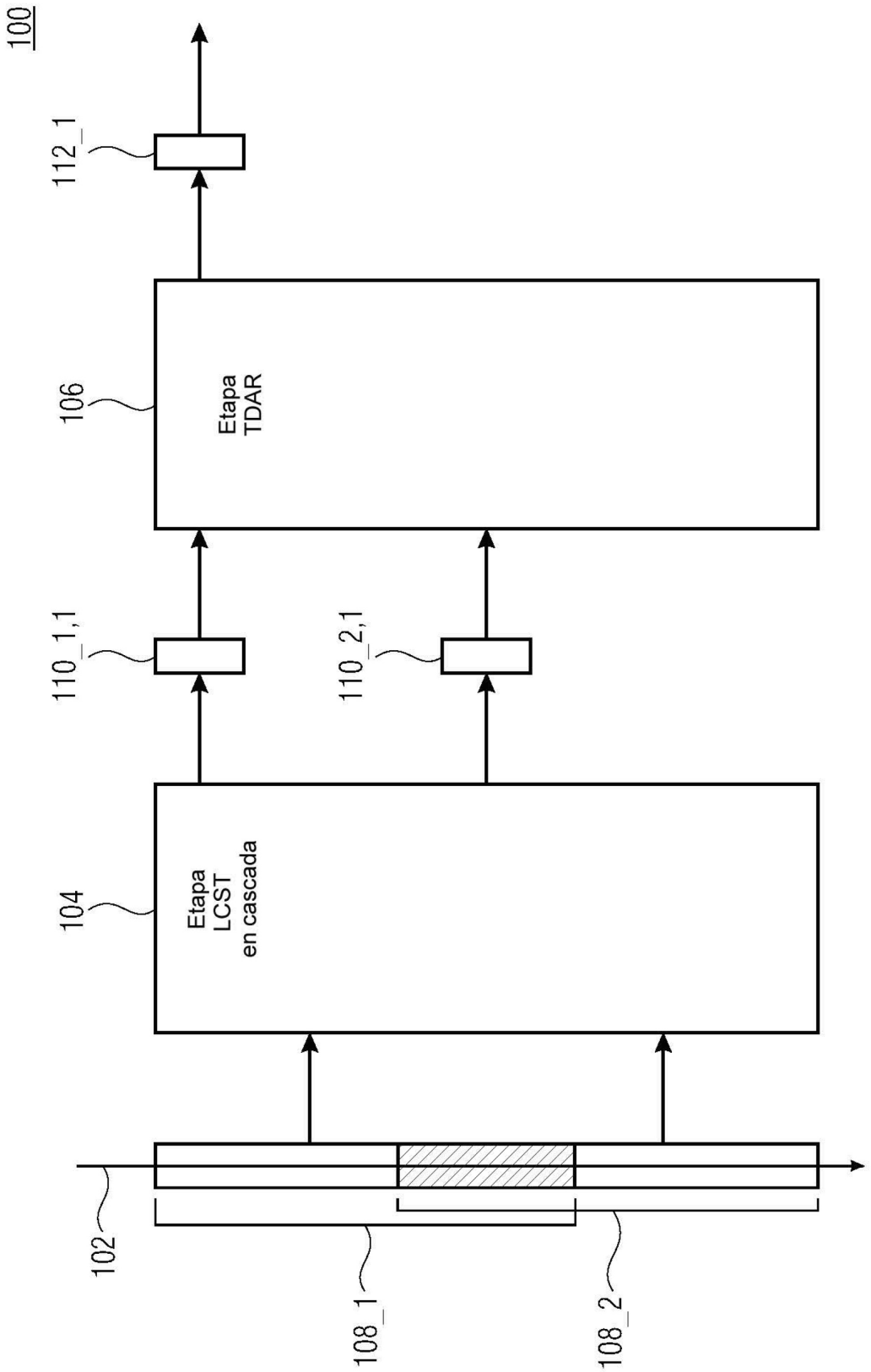
100
112_1
106
Etapa TDAR
110_1,1
110_2,1
104
Etapa LCST en cascada
102
108_1
108_2

Fig. 1

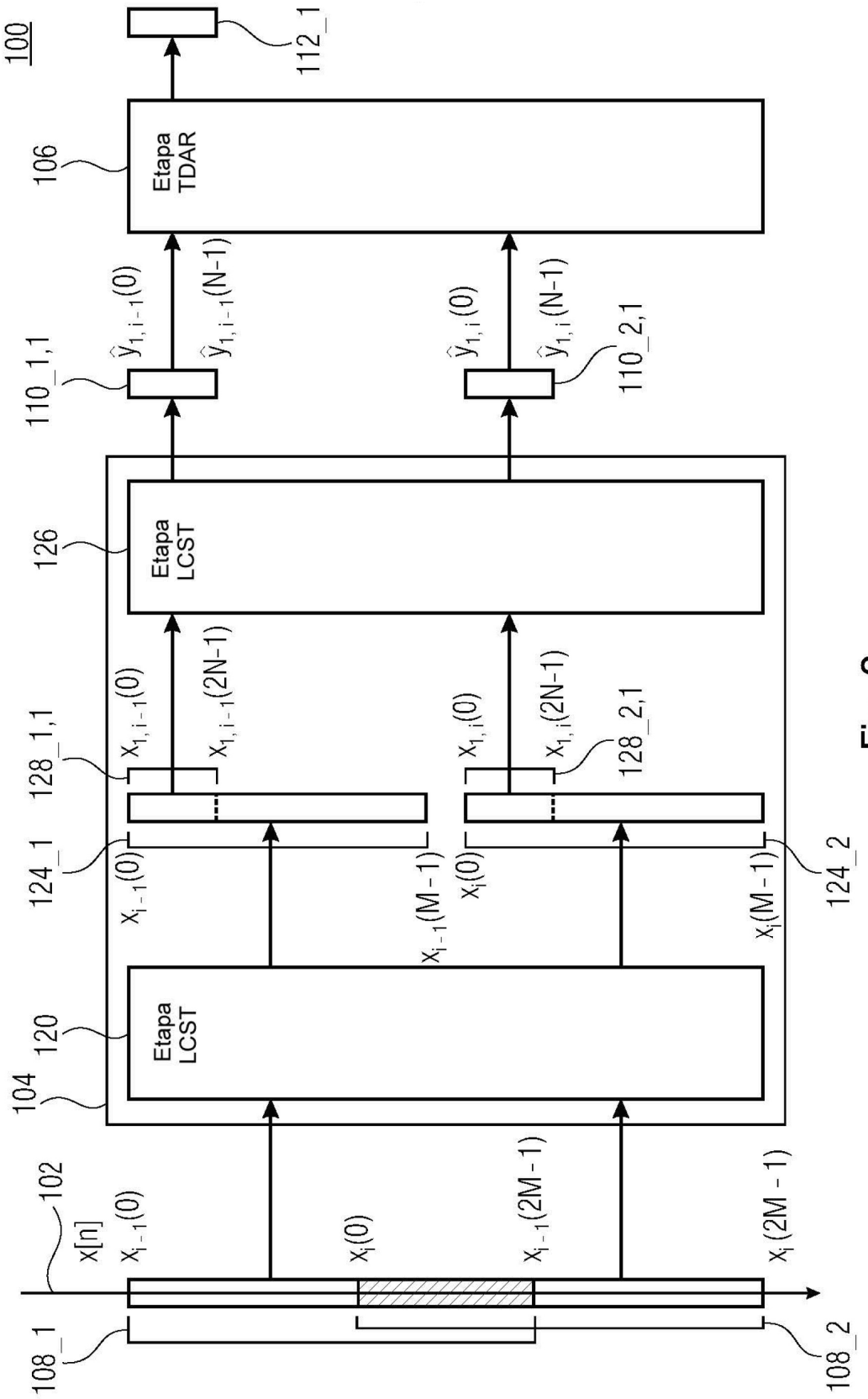
100
112_1
106
Etapa TDAR
$\hat{y}_{1,i-1}(0)$
$\hat{y}_{1,i-1}(N-1)$
$\hat{y}_{1,i}(0)$
$\hat{y}_{1,i}(N-1)$
110_1,1
110_2,1
126
Etapa LCST
$x_{1,i-1}(0)$
$x_{1,i-1}(2N-1)$
$x_{1,i}(0)$
$x_{1,i}(2N-1)$
128_1,1
128_2,1
124_1
124_2
$x_{i-1}(0)$
$x_{i-1}(M-1)$
$x_i(0)$
$x_i(M-1)$
104
120
Etapa LCST
102
x[n]
$x_{i-1}(0)$
$x_i(0)$
$x_{i-1}(2M-1)$
$x_i(2M-1)$
108_1
108_2

Fig. 2

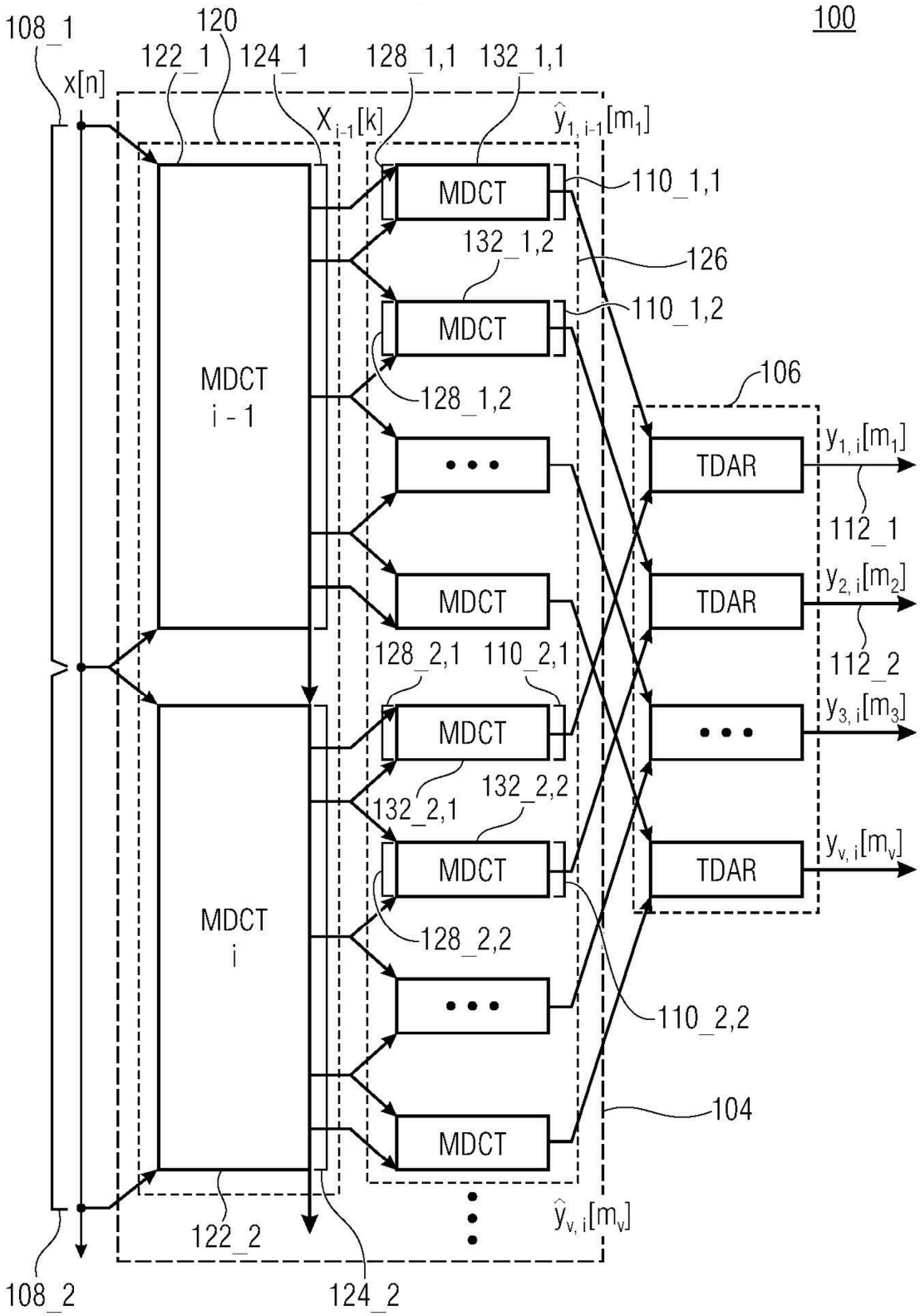
100
108_1
120
122_1
124_1
128_1,1
132_1,1
x[n]
$X_{i-1}[k]$
$\hat{y}_{1,i-1}[m_1]$
MDCT
110_1,1
132_1,2
126
110_1,2
MDCT
i - 1
128_1,2
106
$y_{1,i}[m_1]$
TDAR
112_1
$y_{2,i}[m_2]$
112_2
128_2,1
110_2,1
$y_{3,i}[m_3]$
132_2,2
132_2,1
$y_{v,i}[m_v]$
MDCT
i
128_2,2
110_2,2
104
$\hat{y}_{v,i}[m_v]$
122_2
108_2
124_2

Fig. 3

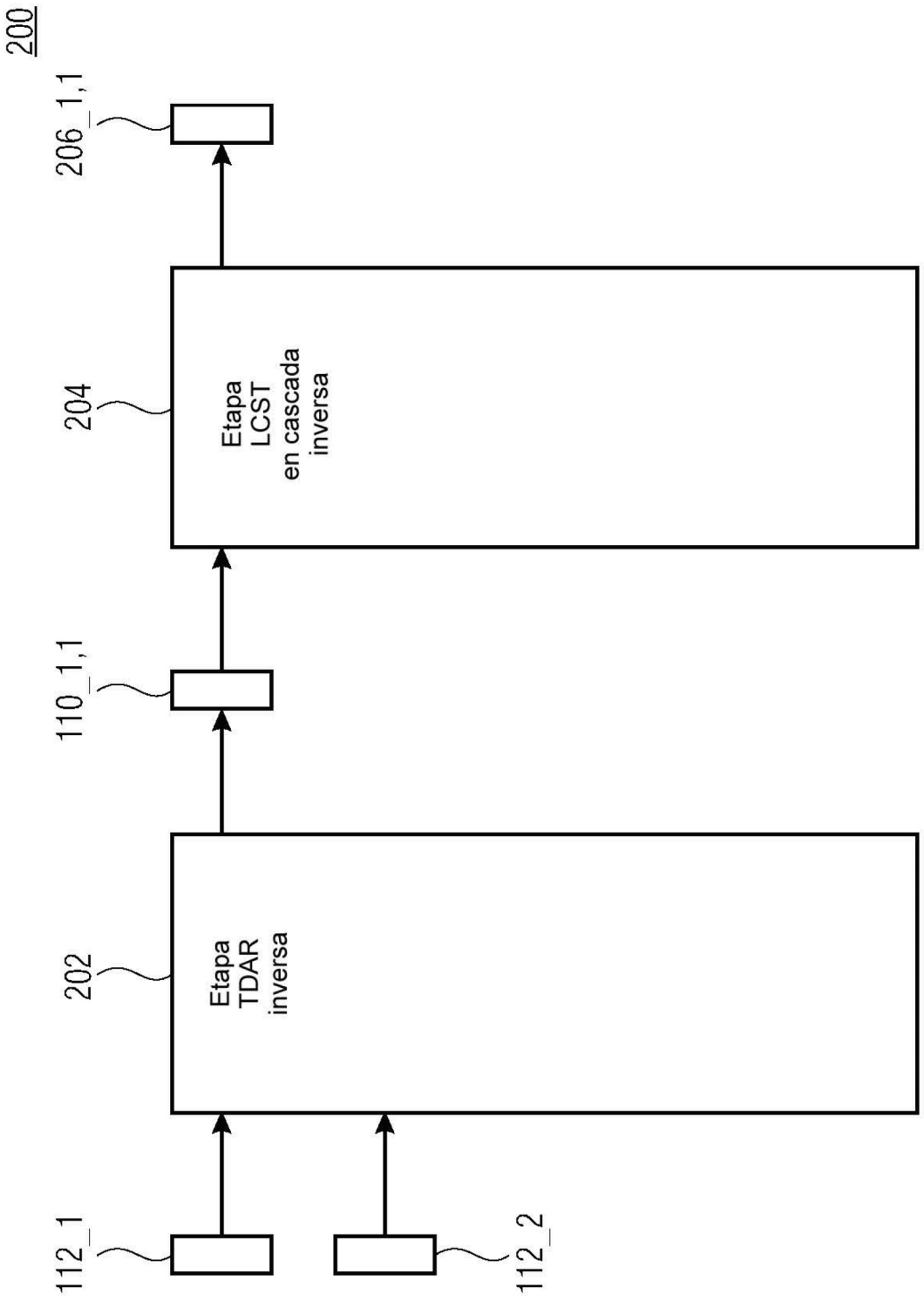
200
206_1,1
204
Etapa
LCST
en cascada
inversa
110_1,1
202
Etapa
TDAR
inversa
112_1
112_2

Fig. 4

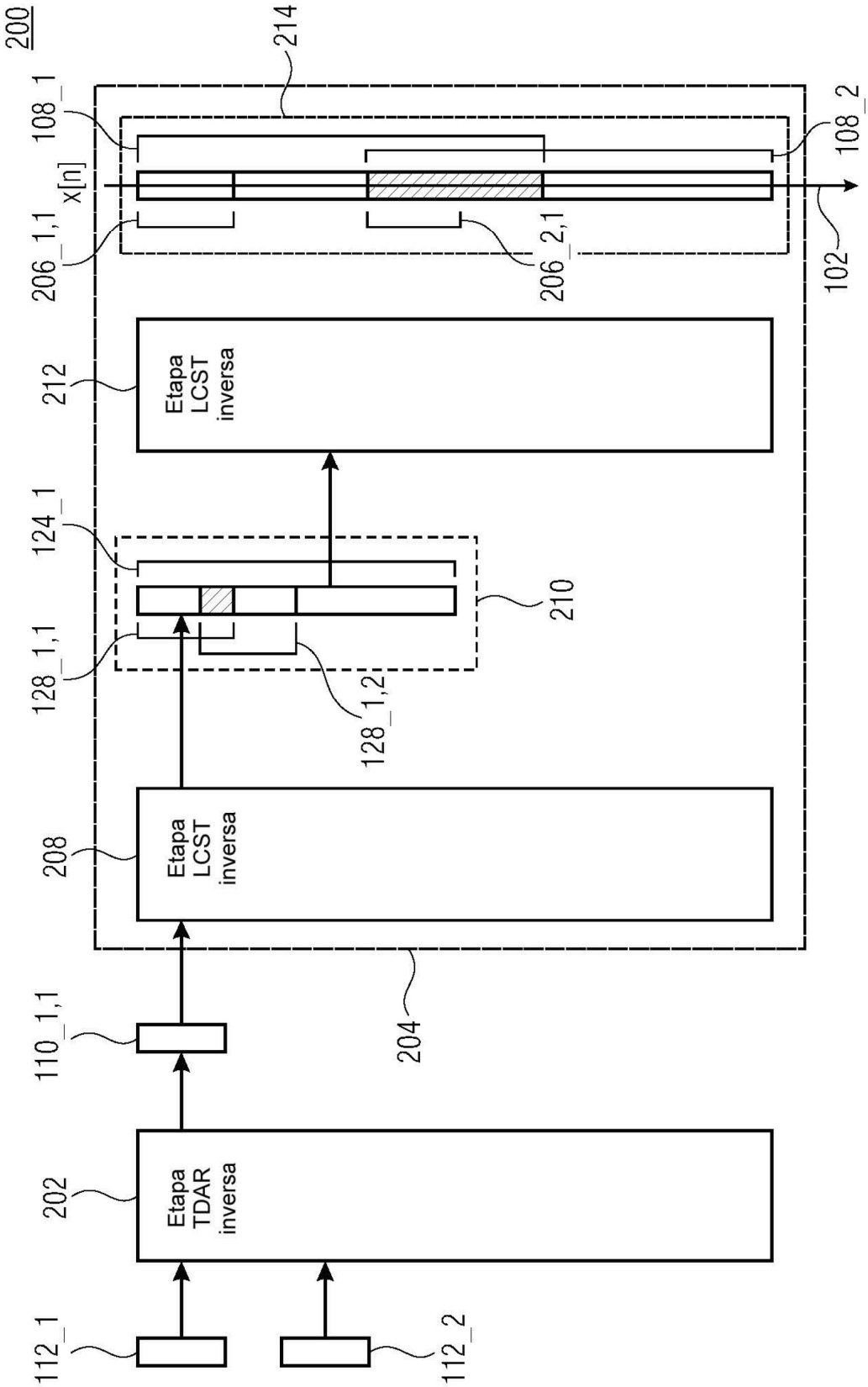
200
214
108_1
108_2
x[n]
206_1,1
206_2,1
102
212
Etapa LCST inversa
124_1
210
128_1,1
128_1,2
208
Etapa LCST inversa
110_1,1
204
202
Etapa TDAR inversa
112_1
112_2

Fig. 5

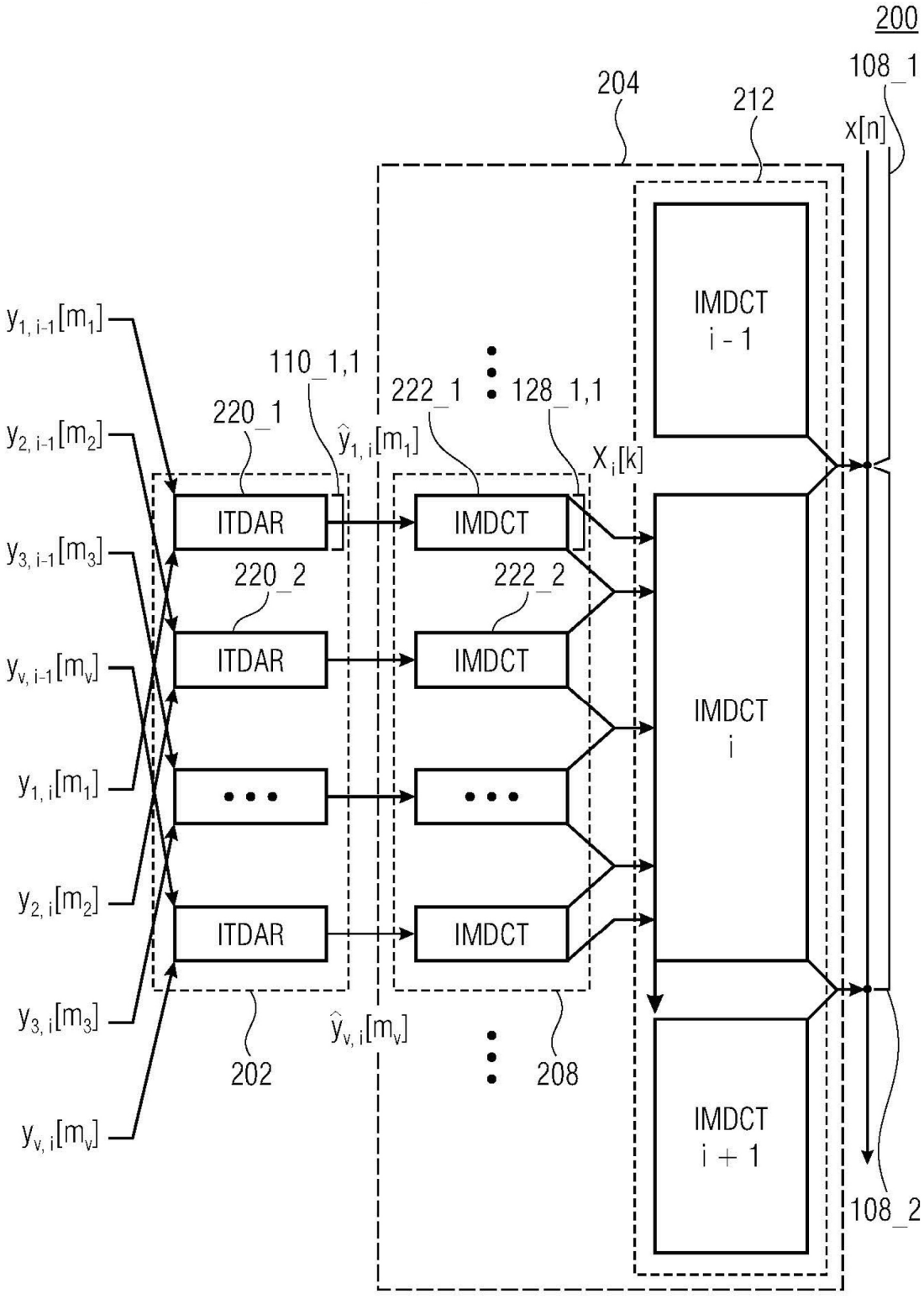
200
108_1
204
212
x[n]
IMDCT
i - 1
$y_{1,i-1}[m_1]$
110_1,1
222_1
128_1,1
220_1
$\hat{y}_{1,i}[m_1]$
$X_i[k]$
$y_{2,i-1}[m_2]$
ITDAR
IMDCT
$y_{3,i-1}[m_3]$
220_2
222_2
$y_{v,i-1}[m_v]$
ITDAR
IMDCT
IMDCT
i
$y_{1,i}[m_1]$
$y_{2,i}[m_2]$
ITDAR
IMDCT
$y_{3,i}[m_3]$
$\hat{y}_{v,i}[m_v]$
202
208
IMDCT
i + 1
$y_{v,i}[m_v]$
108_2

Fig. 6

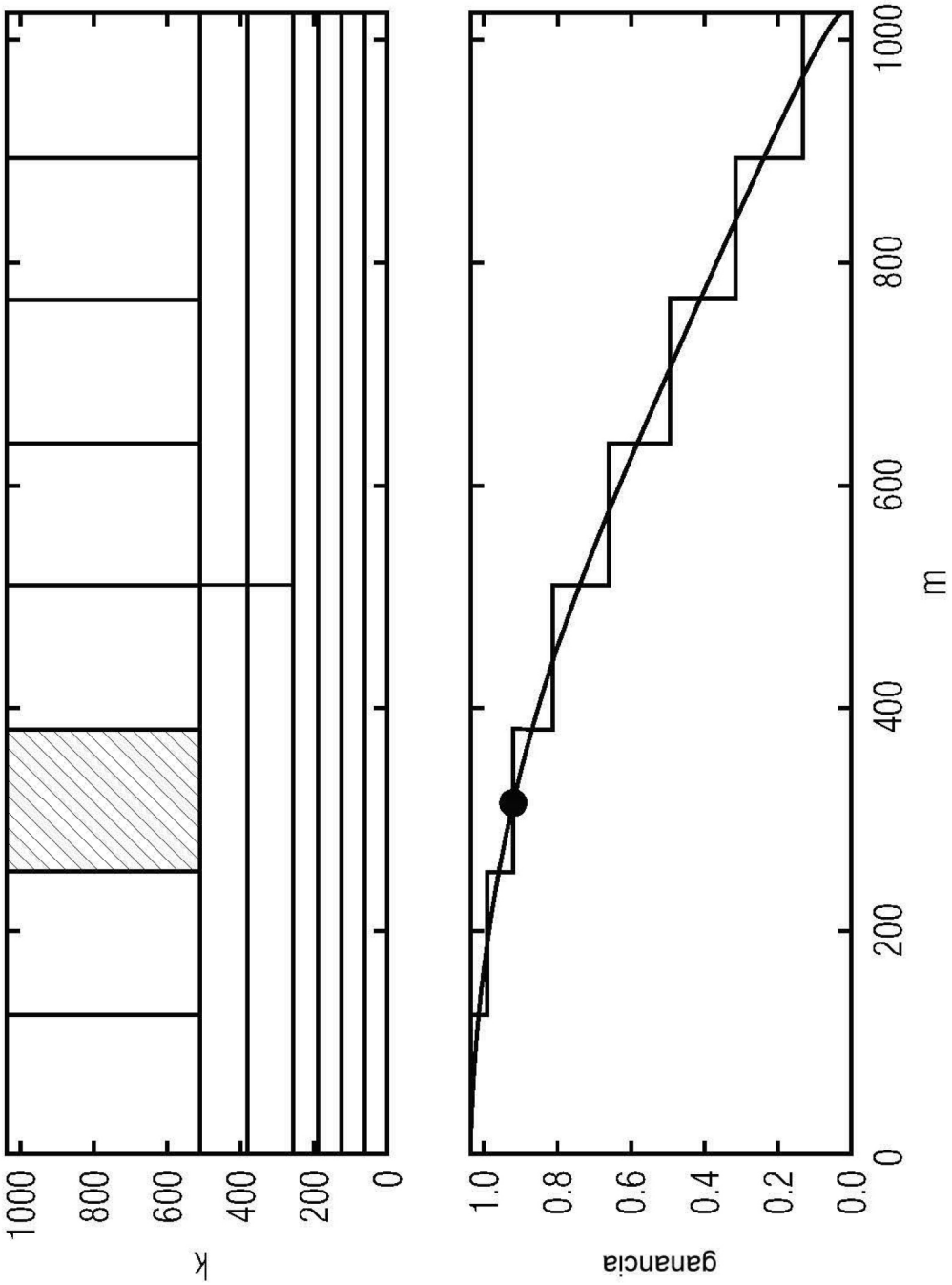
1000
800
600
400
200
0
k
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
ganancia
0
200
400
600
800
1000
m

Fig. 7

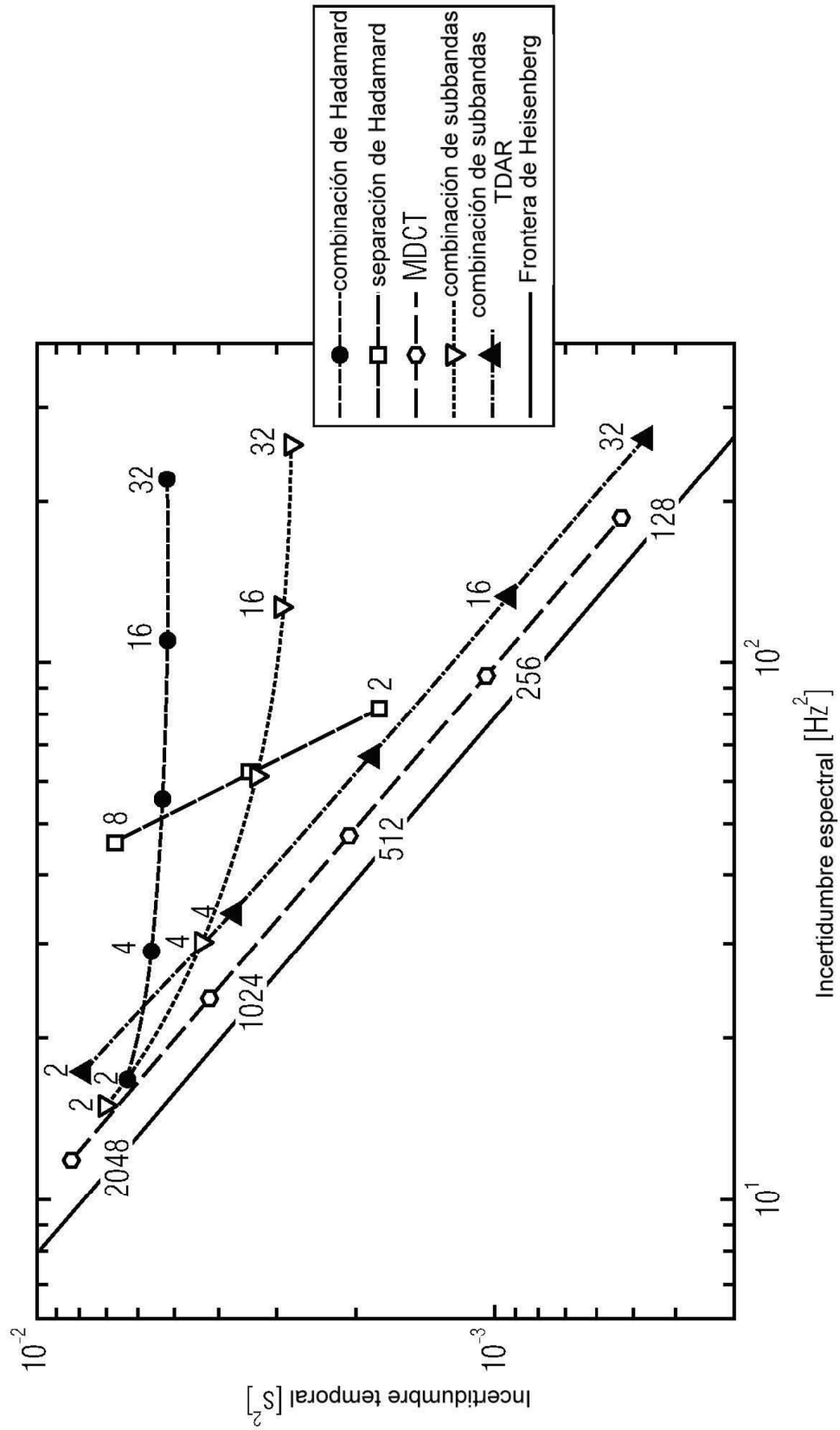
combinación de Hadamard
separación de Hadamard
MDCT
combinación de subbandas
combinación de subbandas TDAR
Frontera de Heisenberg
Incertidumbre temporal [s²]
Incertidumbre espectral [Hz²]
10^-2
10^-3
10^-1
10^2
2
4
8
16
32
64
128
256
512
1024
2048

Fig. 8

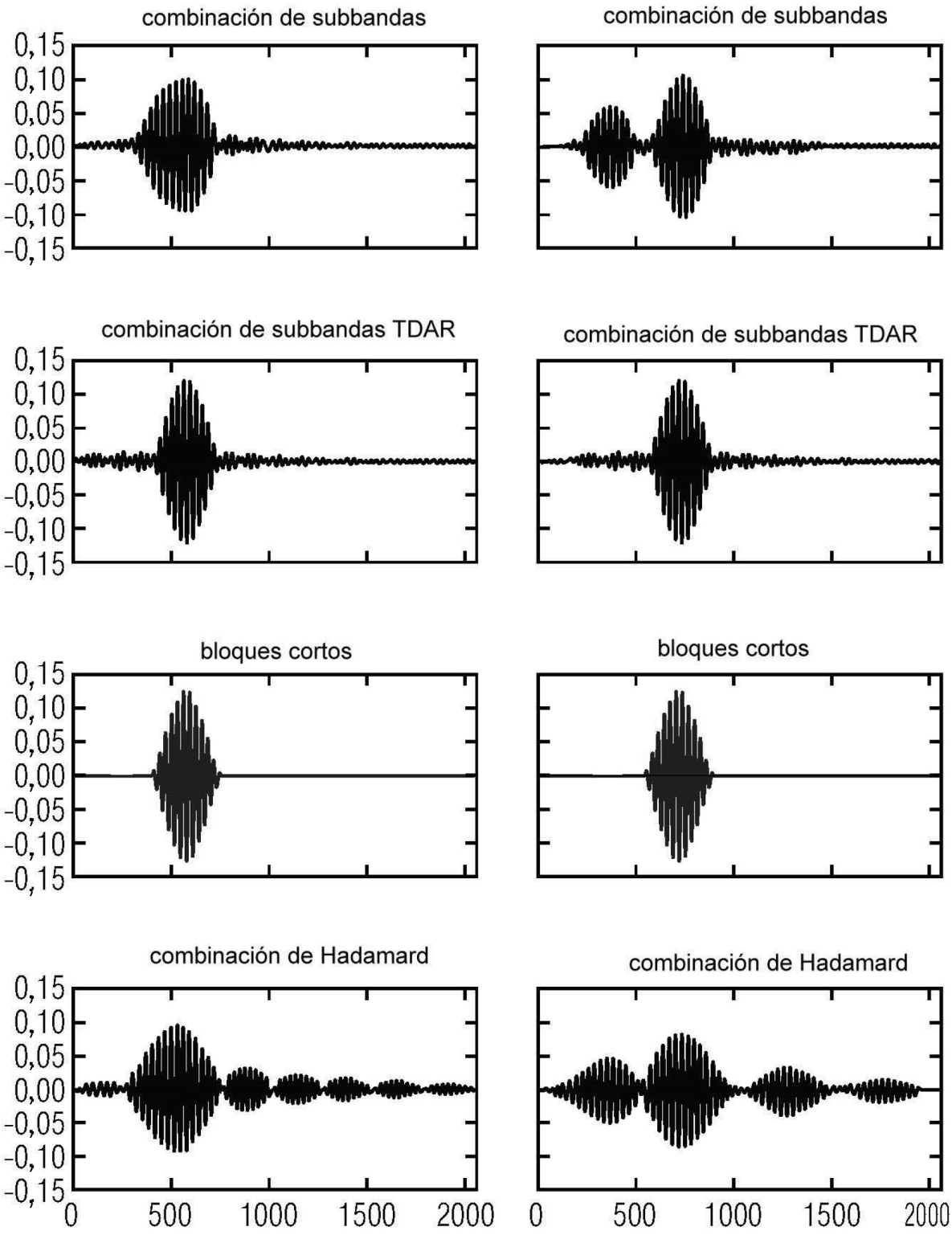
combinación de subbandas
combinación de subbandas
combinación de subbandas TDAR
combinación de subbandas TDAR
bloques cortos
bloques cortos
combinación de Hadamard
combinación de Hadamard
0,15
0,10
0,05
0,00
-0,05
-0,10
-0,15
0
500
1000
1500
2000

Fig. 9

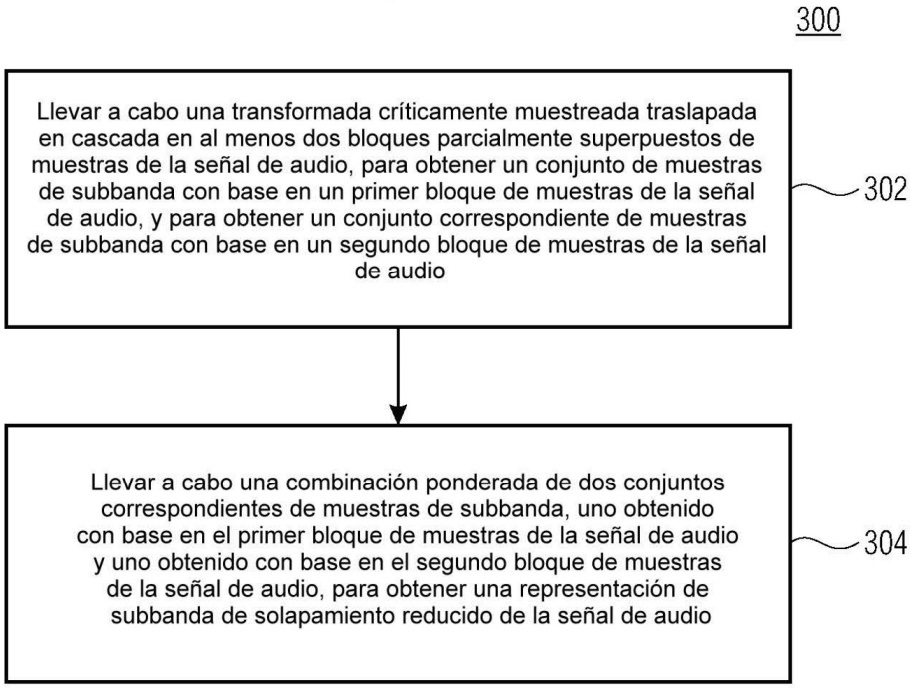
300
Llevar a cabo una transformada críticamente muestreada traslapada en cascada en al menos dos bloques parcialmente superpuestos de muestras de la señal de audio, para obtener un conjunto de muestras de subbanda con base en un primer bloque de muestras de la señal de audio, y para obtener un conjunto correspondiente de muestras de subbanda con base en un segundo bloque de muestras de la señal de audio
302
Llevar a cabo una combinación ponderada de dos conjuntos correspondientes de muestras de subbanda, uno obtenido con base en el primer bloque de muestras de la señal de audio y uno obtenido con base en el segundo bloque de muestras de la señal de audio, para obtener una representación de subbanda de solapamiento reducido de la señal de audio
304

Fig. 10

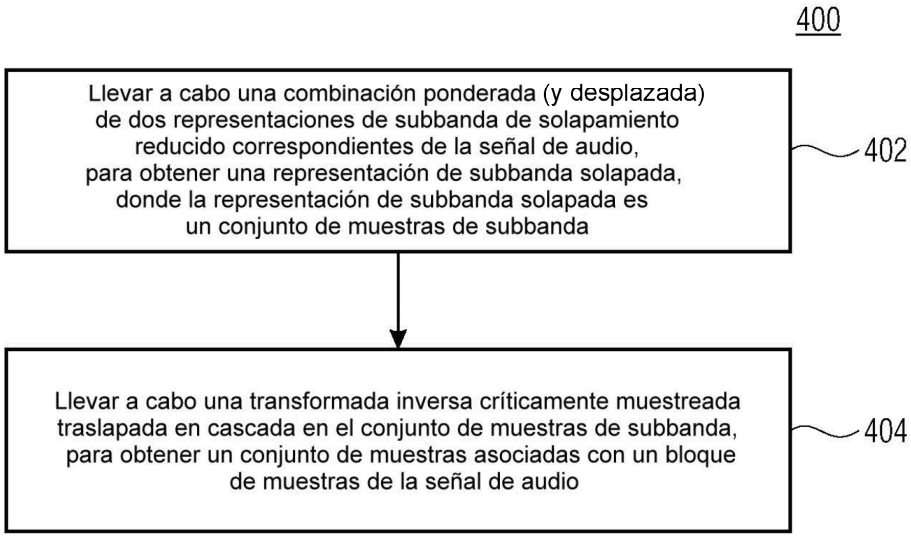
400
Llevar a cabo una combinación ponderada (y desplazada) de dos representaciones de subbanda de solapamiento reducido correspondientes de la señal de audio, para obtener una representación de subbanda solapada, donde la representación de subbanda solapada es un conjunto de muestras de subbanda
402
Llevar a cabo una transformada inversa críticamente muestreada traslapada en cascada en el conjunto de muestras de subbanda, para obtener un conjunto de muestras asociadas con un bloque de muestras de la señal de audio
404

Fig. 11

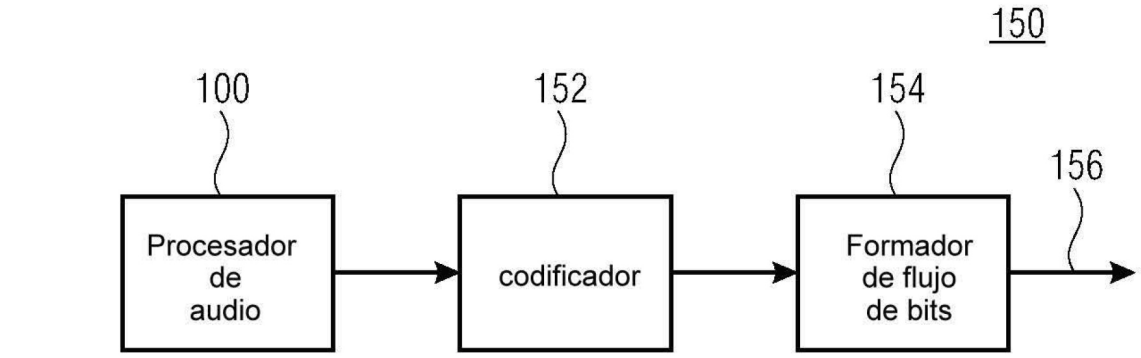

Fig. 12

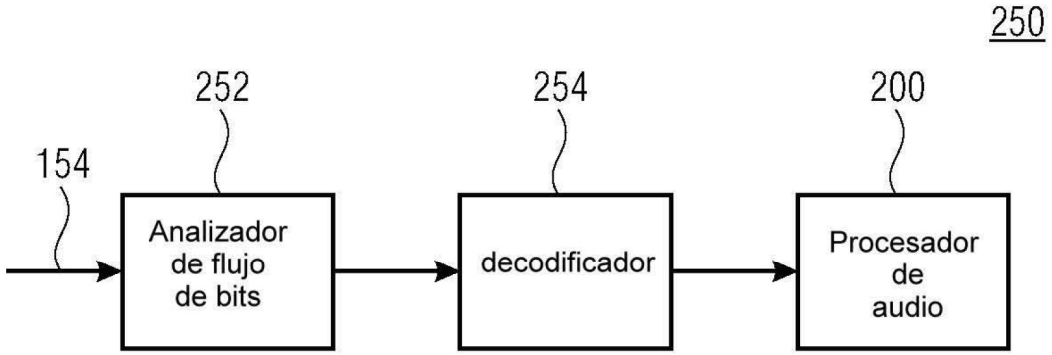

Fig. 13

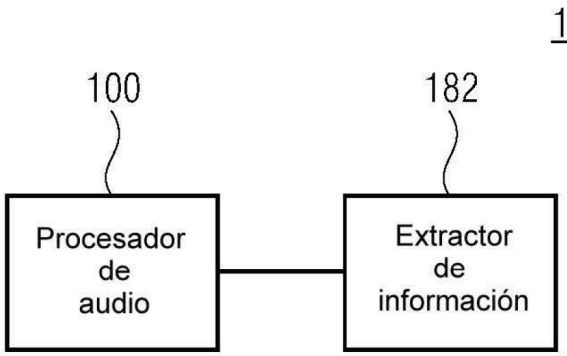

Fig. 14