(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 996 584**

(51) Int. Cl.:

G10L 19/02 (2013.01)
G10L 19/022 (2013.01)
G10L 25/45 (2013.01)
H03H 17/02 (2006.01)
G10L 21/038 (2013.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.10.2007 E 23210951 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2024 EP 4325723**

(54) Título: **Procedimiento para el procesamiento de señales de audio**

(30) Prioridad:

25.10.2006 US 862954 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.02.2025

(73) Titular/es:

FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. (100.00%)
Hansastraße 27c
80686 München, DE

(72) Inventor/es:

SCHNELL, MARKUS;
LUTZKY, MANFRED;
LOHWASSER, MARKUS;
SCHMIDT, MARKUS;
GAYER, MARC;
MELLAR, MICHAEL;
EDLER, BERND;
MULTRUS, MARKUS;
SCHULLER, GERALD;
GEIGER, RALF y
GRILL, BERNHARD

(74) Agente/Representante:

PONTI & PARTNERS, S.L.P.

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

Procedimiento para el procesamiento de señales de audio

Campo Técnico

[0001] Las realizaciones de la presente invención se refieren a un procedimiento para el procesamiento de señales de audio, que se puede implementar por ejemplo en el campo de la decodificación de audio actual, u otras aplicaciones relacionadas con la transmisión de audio.

[0002] El procesamiento de audio digital actual se basa normalmente en esquemas de codificación que permiten una reducción significativa de las velocidades de transferencia de bits, anchos de banda y espacio de memoria en comparación con una transmisión o almacenamiento directo de los datos de audio correspondientes. Esto se alcanza codificando los datos de audio en el lado del transmisor y decodificando los datos codificados en el lado del receptor previamente, por ejemplo, proporcionando los datos de audio decodificados a un oyente o sometiendo los mismos a un procesamiento adicional de la señal.

[0003] Se pueden implementar tales sistemas de procesamiento de audio digital con respecto a un amplio intervalo de parámetros que, normalmente, influyen en la calidad de los datos de audio transmitidos, o procesarse de algún otro modo, por una parte, y la eficacia de cálculo, los anchos de banda y otros parámetros relacionados con el rendimiento, por otra parte. Muy a menudo, obtener unas mayores cualidades requiere unas mayores velocidades de transferencia de bits, una mayor complejidad de cálculo y unos requisitos superiores de almacenamiento para los datos de audio codificados correspondientes. Por lo tanto, según la aplicación prevista, con una calidad conveniente y alcanzable se debe alcanzar un compromiso entre factores tales como las velocidades de transferencia de bits permitidas, una complejidad de cálculo aceptable y unas cantidades aceptables de datos.

[0004] Otro parámetro, que resulta particularmente importante en las aplicaciones en tiempo real, tales como una comunicación bidireccional o monodireccional, el retardo que imponen los distintos planes de codificación puede desempeñar asimismo un papel importante. Como consecuencia de ello, el retardo impuesto por la codificación y decodificación de audio supone una restricción adicional en lo que se refiere a los parámetros mencionados anteriormente al equilibrar las necesidades y los costes de los distintos planes de codificación que tienen previsto un campo de aplicación específico. Puesto que tales sistemas de audio digital se pueden aplicar en muchos campos distintos de aplicaciones que van desde la transmisión de calidad ultrabaja a una transmisión de gama alta, a menudo se imponen distintos parámetros y diferentes limitaciones a los sistemas de audio correspondientes. En algunas aplicaciones, un retardo inferior puede requerir, por ejemplo, una velocidad de transferencia de bits superior y, por lo tanto, un mayor ancho de banda en comparación con un sistema de audio con un retardo más elevado, como nivel de calidad comparable.

[0005] Sin embargo, en muchos casos, los compromisos pueden tener que tomarse teniendo en cuenta parámetros distintos tales como la velocidad de transferencia de bits, la complejidad de cálculo, los requisitos de memoria, la calidad y el retardo.

[0006] La publicación "Un banco de filtros de bajo retardo para codificación de audio con pre-ecos reducidos", Gerald Schuller, 99th AES Convention AES, 6 de octubre de 1995, páginas 1-14, describe un banco de filtros de bajo retardo para codificación de audio. El bajo retardo permite reducir la longitud de los pre-ecos generados por errores de cuantificación. La estructura proporciona una reconstrucción perfecta y un retardo del sistema que se puede pre-especificar independientemente de la longitud del filtro.

[0007] La publicación "Bancos de filtros biortogonales con una localización de frecuencia de tiempo casi óptima", C. Siclet, P. Siohan, T. Karp, 2000 10th European Signal Processing conference IEEE, 4 de septiembre de 2000, páginas 1-4 describe un estudio de propiedades de localización de frecuencia de tiempo de los bancos de filtros modulados biortogonales. Se calcula la localización del filtro prototipo. Se muestra que casi se puede alcanzar el límite inferior de la relación de incertidumbre. Además, se muestra que los bancos de filtros biortogonales ofrecen atractivas compensaciones entre el retardo de reconstrucción y la localización de frecuencia de tiempo.

Resumen

[0008] Es un objeto proporcionar un concepto para el procesamiento de señales de audio.

[0009] Este objeto se logra mediante un procedimiento para el procesamiento de señal de audio según la reivindicación 1 o un programa informático relacionado. Todas las apariciones de la palabra "realización(es)", excepto las correspondientes a las reivindicaciones, se refieren a ejemplos útiles para comprender la invención que fueron presentados originalmente pero que no representan realizaciones de la invención actualmente reivindicada. Todos los ejemplos y realizaciones dirigidos a un procedimiento o un aparato para generar valores de subbanda de audio o a un procedimiento o un aparato para generar muestras en el dominio del tiempo basados en bancos de filtros de síntesis

de valor real no están según la invención y están presentes solo con fines ilustrativos. Todos los ejemplos y realizaciones dirigidos a un aparato no se abarcan en la redacción de las reivindicaciones, pero se consideran útiles para la comprensión de la invención.

Breve Descripción de los Dibujos

[0010] A continuación, las realizaciones de la presente invención se describirán haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

la figura 1 es un diagrama de bloques de un aparato destinado a generar valores de subbanda de audio;
la figura 2a muestra un diagrama de bloques de un aparato destinado a generar muestras de audio de dominio de tiempo;
la figura 2b ilustra un principio funcional en forma de un aparato destinado a generar muestras en el dominio de tiempo;
la figura 3 ilustra el concepto de interpolación de coeficientes de ventana;
la figura 4 ilustra la interpolación de los coeficientes de ventana en el caso de una función de ventana sinusoidal;
la figura 5 muestra un diagrama de bloques de un ejemplo que comprende un decodificador SBR y un codificador SBR;
la figura 6 ilustra las fuentes de retardo de un sistema SBR;
la figura 7a muestra un diagrama de flujo de un procedimiento para generar valores de subbanda de audio;
la figura 7b ilustra una etapa del procedimiento mostrado en la figura 7a;
la figura 7c muestra un diagrama de flujo de un procedimiento para generar valores de subbanda de audio;
la figura 8a muestra un diagrama de flujo de una realización de un procedimiento para generar muestras en el dominio de tiempo;
la figura 8b muestra un diagrama de flujo de un procedimiento para generar muestras en el dominio de tiempo;
la figura 8c muestra un diagrama de una realización adicional de un procedimiento para generar muestras en el dominio de tiempo;
la figura 8d muestra un diagrama de flujo de un procedimiento para generar muestras en el dominio de tiempo;
la figura 9a muestra una implementación posible de un procedimiento para generar valores de subbanda de audio;
la figura 9b muestra una implementación posible de un procedimiento para generar valores de subbanda de audio;
la figura 10a muestra una implementación posible de una realización de un procedimiento para generar muestras de dominio de tiempo;
la figura 10b muestra una implementación posible adicional de una realización de un procedimiento para generar muestras de dominio de tiempo;
la figura 11 muestra una comparación de una función de ventana de síntesis según una realización de la presente invención y una función de ventana sinusoidal;
la figura 12 muestra una comparación de una función de ventana de síntesis según una realización de la presente invención y una función de filtro de prototipo SBR QMF;
la figura 13 ilustra los distintos retardos provocados por la función de ventana y la función de filtro prototipo mostrada en la figura 12;
la figura 14a muestra una tabla que ilustra las distintas contribuciones al retardo de un códec AAC-LD + SBR convencional y un códec AAC-ELD que comprende una realización de la presente invención;
la figura 14b muestra una tabla adicional que comprende detalles relacionados con el retardo de diferentes componentes de distintos códecs;
la figura 15a muestra una comparación de una respuesta de frecuencia de un aparato que se basa en una función de ventana según una realización de la presente invención y un aparato que se basa en una función de ventana sinusoidal;
la figura 15b muestra un primer plano de la respuesta de frecuencia mostrada en la figura 15a;
la figura 16a muestra una comparación de la respuesta de frecuencia de 4 funciones de ventana distintas;
la figura 16b muestra un primer plano de las respuestas de frecuencia mostradas en la figura 16a;
la figura 17 representa una comparación de la respuesta de frecuencia de dos funciones de ventana distintas, una función de ventana según la presente invención y una función de ventana que es una función de ventana simétrica; y
la figura 18 muestra esquemáticamente la propiedad de neutralización temporal general del oído humano;
la figura 19 ilustra una comparación de una señal de tiempo de audio original, una señal de tiempo generada basándose en el códec HEAAC y una señal de tiempo basada en un códec que comprende una realización de la presente invención.

Descripción Detallada de las Realizaciones

[0011] Las figuras 1 a 19 muestran diagramas de bloques y diagramas adicionales que describen las propiedades y características funcionales de distintos aparatos y procedimientos para generar valores de subbanda de audio, realizaciones de aparatos y procedimientos para generar muestras y sistemas de dominio de tiempo que comprenden al menos uno de los aparatos o procedimientos mencionados anteriormente. Sin embargo, antes de describir más detalladamente una primera realización de la presente invención, debe tenerse en cuenta que las

realizaciones de la presente invención se pueden implementar en el hardware y en el software. Por lo tanto, las implementaciones descritas utilizando diagramas funcionales de implementaciones de hardware de las realizaciones correspondientes se pueden considerar asimismo como diagramas de flujo de una realización apta de un procedimiento correspondiente. Además, un diagrama de flujo que describe una realización de la presente invención se puede considerar un diagrama de bloques de una implementación del hardware correspondiente.

[0012] A continuación, se describirán las implementaciones de bancos de filtros, que se pueden implementar como un banco de filtros de análisis o un banco de filtros de síntesis. Un banco de filtros de análisis es un aparato destinado a generar valores de subbanda de audio en canales de subbanda de audio basados en muestras de audio en el dominio de tiempo (entrada) que se encuentran en una secuencia temporal que se extiende desde una muestra inicial a una muestra tardía. Es decir, el término banco de filtros de análisis se puede utilizar sinónimamente para un ejemplo en forma de aparato destinado a generar valores de subbandas de audio. Por consiguiente, un banco de filtros de síntesis es un banco de filtros destinado a generar muestras de audio en el dominio de tiempo a partir de valores de subbandas de audio en canales de subbanda de audio. Es decir, el término banco de filtros de síntesis se puede utilizar sinónimamente para un ejemplo en forma de aparato destinado a generar muestras de audio en el dominio de tiempo.

[0013] Ambos, un banco de filtros de análisis y un banco de filtros de síntesis, a los que se hace referencia en conjunto asimismo como bancos de filtros, se pueden implementar, por ejemplo, como bancos de filtros modulados. Los bancos de filtros modulados, cuyos ejemplos y realizaciones se describirán más detalladamente a continuación, se basan en oscilaciones que presentan frecuencias basadas en, o derivadas de, frecuencias centrales de las subbandas en el dominio frecuencial. El término "modulado" se refiere en este contexto al hecho de que las oscilaciones mencionadas anteriormente se utilizan junto con una función de ventana o una función de filtro prototipo, dependiendo de la implementación concreta de tal banco de filtros modulado. Los bancos de filtros modulados pueden basarse, en principio, en oscilaciones de valores reales tales como oscilación armónica (oscilación sinusoidal u oscilación cosenoidal) u oscilaciones de valores complejos correspondientes (oscilaciones exponenciales complejas). Por consiguiente, los bancos de filtros modulados se denominan bancos de filtros modulados reales o bancos de filtros modulados con filtros complejos, respectivamente.

[0014] En la descripción siguiente se describirán más detalladamente unas realizaciones de la presente invención en forma de bancos de filtros modulados complejos de bajo retardo y bancos de filtros modulados reales de bajo retardo y los procedimientos correspondientes y las implementaciones de software. Una de las aplicaciones principales de tales bancos de filtros modulados de bajo retardo es una integración en un sistema de replicación de banda espectral de bajo retardo (SBR), que actualmente se basa en el uso de un filtro QMF complejo con un filtro prototipo simétrico (QMF = filtro espejo en cuadratura).

[0015] Tal como se pondrá de manifiesto en el marco de la presente descripción, una implementación de bancos de filtros de bajo retardo según las realizaciones de la presente invención proporcionará la ventaja de un equilibrio mejorado entre retardo, respuesta en frecuencia, dispersión temporal del ruido y calidad de reconstrucción.

[0016] La compensación mejorada mencionada anteriormente, en particular entre la calidad del retardo y de la reconstrucción, se basa en un enfoque para utilizar las denominadas técnicas de retardo cero a fin de extender la respuesta del impulso de filtro de los bancos de filtros correspondientes sin introducir un retardo adicional. Se puede alcanzar un retardo inferior con un nivel de calidad predefinido, una mejor calidad con un nivel de retardo predefinido o una mejora simultánea tanto del retardo como de la calidad utilizando un banco de filtros de análisis o un banco de filtros de síntesis según una realización de la presente invención.

[0017] Las realizaciones de la presente invención se basan en el descubrimiento de que estas mejoras se pueden alcanzar utilizando una nueva función de ventana para cualquiera de los dos bancos de filtros descritos anteriormente. Es decir, se pueden mejorar la calidad y/o el retardo en el caso de un banco de filtros de análisis utilizando una función de ventana de análisis que comprende una secuencia de coeficientes de ventana, que comprende un primer grupo que comprende una primera parte consecutiva de la secuencia de coeficientes de ventana y comprendiendo el segundo grupo de coeficientes de ventana una segunda parte consecutiva de la secuencia de coeficientes de ventana. La primera parte y la segunda parte comprenden todos los coeficientes de ventana de la función de ventana. Además, la primera parte comprende menos coeficientes de ventana que la segunda parte, pero un valor de energía global de los coeficientes de ventana en la primera parte es superior a un valor de energía global de los coeficientes de ventana de la segunda parte. El primer grupo de coeficientes de ventana se utiliza para la formación de ventanas de muestras de dominio de tiempo tardío y el segundo grupo de coeficientes de ventana se utiliza para muestras de dominio de tiempo temprano mostradas en ventanas. Esta forma de la función de ventana proporciona la oportunidad de procesar muestras de dominio de tiempo con coeficientes de ventana que presentan antes valores de energía más elevados. Este es un resultado de la distribución descrita de coeficientes de ventana para las dos partes y su aplicación a la secuencia de muestras de audio en el dominio de tiempo. Como consecuencia de ello, el empleo de tal función de ventana puede reducir el retardo introducido por el banco de filtros a un nivel de calidad constante o permite un nivel de calidad mejorado basado en un nivel de retardo constante.

[0018] Por consiguiente, en el caso de un ejemplo en la forma de un aparato destinado a generar muestras de audio en el dominio de tiempo y un procedimiento correspondiente, una ventana de síntesis utiliza una función de formador de ventanas de síntesis que comprende una secuencia de coeficientes de ventana ordenados del modo correspondiente en una primera parte (consecutiva) y una segunda parte (consecutiva). Asimismo, en el caso de una función de ventana de síntesis, un valor de energía global de un coeficiente de ventana en la primera parte es superior a un valor de energía global de un coeficiente de ventana de una segunda parte, comprendiendo la primera parte menos coeficientes de ventana que la segunda parte. Debido a esta distribución de los coeficientes de ventana entre las dos partes y a que el formador de ventanas de síntesis utiliza la primera parte de coeficientes de formador de ventanas para presentar ventanas de muestras de dominio de tiempo posteriores y la segunda parte de coeficientes de ventana para presentar ventanas anteriores de dominio de tiempo, los efectos y ventajas descritos anteriormente se pueden aplicar asimismo a un banco de filtros de síntesis o a una realización correspondiente de un procedimiento.

[0019] Las descripciones detalladas de las funciones de ventana de síntesis y las funciones de ventana de análisis empleadas en el contexto de las realizaciones de la presente invención se describirán a continuación más detalladamente. En muchas realizaciones de la presente invención, la secuencia de coeficientes de ventana de la función de ventana de síntesis y/o de la función de ventana de análisis comprende exactamente el primer grupo y el segundo grupo de coeficientes de ventana. Además, cada uno de los coeficientes de ventana de la secuencia de coeficientes de ventana pertenece exactamente a uno del primer grupo y el segundo grupo de coeficientes de ventana.

[0020] Cada uno de los dos grupos comprende exactamente una parte de la secuencia de coeficientes de ventana de una manera consecutiva. En la presente descripción, una parte comprende un conjunto consecutivo de coeficientes de ventana según la secuencia de los coeficientes de ventana. En las realizaciones según la presente invención, cada uno de los dos grupos (primer y segundo grupo) comprende exactamente una parte de la secuencia de los coeficientes de ventana del modo explicado anteriormente. Los grupos de coeficientes de ventana correspondientes no comprenden coeficiente de ventana alguno que no pertenezca a la parte exacta del grupo correspondiente. Es decir, en muchas realizaciones de la presente invención, cada uno del primer y segundo grupo de coeficientes de ventana comprende únicamente la primera parte y la segunda parte de coeficientes de ventana sin comprender otros coeficientes de ventana.

[0021] En el marco de la presente descripción, se debe entender una parte consecutiva de la secuencia de coeficientes de ventana como un conjunto conectado de coeficientes de ventana en el sentido matemático, donde el conjunto no carece de coeficientes de ventana en comparación con la secuencia de coeficientes de ventana, que se encontrarían en un intervalo (por ejemplo, intervalo de índice) de los coeficientes de ventana de la parte correspondiente. Como consecuencia de ello, en muchas realizaciones de la presente invención, la secuencia de coeficientes de ventana se divide exactamente en dos partes conectadas de coeficientes de ventana, que forman cada uno de los primeros o segundos grupos de coeficientes de ventana. En estos casos, cada coeficiente de ventana comprendido en el primer grupo de coeficientes de ventana se dispone antes o después de cada uno de los coeficientes de ventana del segundo grupo de coeficientes de ventana con respecto a la secuencia global de coeficientes de ventana.

[0022] Es decir, en muchas realizaciones según la presente invención la secuencia de coeficientes de ventana se divide exactamente en dos grupos o partes sin dejarse coeficiente de ventana alguno. Según la secuencia de coeficientes de ventana, que representa asimismo un orden de los mismos, cada uno de los dos grupos o partes comprende todos los coeficientes de ventana hasta (pero excluyendo) o empezando a partir de (incluyendo) un coeficiente de ventana de borde. Como ejemplo de ello, la primera parte o primer grupo puede comprender coeficientes de ventana que presentan unos índices comprendidos entre 0 y 95 y entre 96 y 639 en el caso de una función de ventana que comprende 640 coeficientes de ventana (que presenta unos índices comprendidos entre 0 y 639). En este caso, el coeficiente de ventana de borde sería el correspondiente al índice 96. Naturalmente, son posibles asimismo otros ejemplos (por ejemplo, entre 0 y 543 y entre 544 y 639).

[0023] El ejemplo detallado de implementación de un banco de filtros de análisis que se describirá a continuación proporciona una longitud de filtro que abarca 10 bloques de muestras de entrada al mismo tiempo que provoca un retardo del sistema de únicamente 2 bloques, que es el retardo correspondiente introducido por una MDCT (transformada discreta del coseno modificada) o a una MDST (transformada discreta del seno modificada). Una diferencia se debe a que la longitud del filtro más larga abarca 10 bloques de muestras de entrada en comparación con una implementación de MDCT o MDST donde la superposición aumenta de 1 bloque en el caso de MDCT y MDST a una superposición de 9 bloques. Sin embargo, se pueden realizar asimismo otras implementaciones que abarcan un número distinto de bloques de muestras de entrada, que se denominan también muestras de entrada de audio. Además, se pueden considerar y aplicar asimismo otras ventajas e inconvenientes.

[0024] La figura 1 muestra un diagrama de bloques de un banco de filtros de análisis 100 como un aparato destinado a generar valores de subbanda de audio en canales de subbanda de audio. El banco de filtros de análisis 100 comprende un formador de ventanas de análisis 110 para presentar ventanas de una trama 120 de muestras de entrada de audio de dominio de tiempo. La trama 120 comprende bloques T 130-1, ..., 130-T bloques de muestras

de audio en el dominio de tiempo (entrada), donde T es un número entero positivo e igual a 10 en el caso del aparato mostrado en la figura 1. Sin embargo, la trama 120 puede comprender asimismo un número distinto de bloques 130.

[0025] Ambos, la trama 120 y cada uno de los bloques 130 comprenden muestras de entrada de audio en el dominio de tiempo en una secuencia temporal que se extiende desde una muestra temprana hasta una muestra tardía según una línea de tiempo tal como se indica mediante la flecha 140 en la figura 1. Es decir, en la ilustración tal como se representa en la figura 1, cuanto más a la derecha se encuentra la muestra de audio del dominio de tiempo, que en este caso es asimismo una muestra de entrada de audio del dominio de tiempo, más tardía es la muestra de audio del dominio de tiempo correspondiente con respecto a la secuencia de la muestra de audio del dominio de tiempo.

[0026] El formador de ventanas de análisis 110 genera, basándose en la secuencia de muestras de audio del dominio de tiempo, muestras en ventanas en el dominio de tiempo, que se disponen en una trama 150 de muestras en ventanas. Según la trama 120 de las muestras de entrada de audio en el dominio de tiempo, también la trama de las muestras en ventanas 150 comprende bloques T de muestras en ventanas 160-1, ..., 160-T. En las implementaciones preferidas, cada uno de los bloques de muestras en ventanas 160 comprende el mismo número de muestras en ventanas que el número de muestras de entrada de audio en el dominio de tiempo de cada bloque 130 de muestras de entrada de audio en el dominio de tiempo. Por lo tanto, cuando cada uno de los bloques 130 comprende N muestras de audio de entrada en el dominio de tiempo, la trama 120 y la trama 150 comprenden cada una las muestras T N. En este caso, N es un entero positivo, que puede, por ejemplo, presentar los valores 32 o 64. En el caso T = 10, cada una de las tramas 120, 150 comprenden 320 y 640, respectivamente, en el caso anterior.

[0027] La ventana de análisis 110 se acopla a una calculadora 170 destinada a calcular los valores de subbandas de audio basándose en las muestras en ventanas proporcionadas por el formador de ventanas de análisis 110. Se proporcionan los valores de subbanda de audio mediante la calculadora 170 como un bloque 180 de valores de subbanda de audio, correspondiendo cada uno de los valores de subbanda de audio a un canal de subbanda de audio. En una implementación preferida, también el bloque 180 de valores de subbanda de audio comprende N valores de subbanda.

[0028] Cada uno de los canales de subbanda de audio corresponde a una frecuencia central característica. Las frecuencias centrales de los distintos canales de subbanda de audio se pueden encontrar, por ejemplo, equitativamente distribuidas o equitativamente separados con respecto a la anchura de banda de frecuencia de la señal de audio correspondiente tal como se describe en las muestras de entrada de audio de dominio de tiempo proporcionadas al banco de filtros de análisis 100.

[0029] El formador de ventanas de análisis 110 se adapta para presentar ventanas de muestras de entrada de audio de dominio de tiempo de la trama 120 basándose en una función de ventana de análisis que comprende una secuencia de coeficientes de ventana para obtener las muestras en ventanas de la trama 150. La ventana de análisis 110 se adapta para presentar ventanas de la trama de muestras de audio de dominio de tiempo 120 multiplicando los valores de las muestras de audio del dominio de tiempo con los coeficientes de ventana de la función de la ventana de análisis. Es decir, la formación en ventanas comprende una multiplicación por elementos de las muestras de audio del dominio de tiempo con el coeficiente de ventana correspondiente. Puesto que ambos, la trama 120 de muestras de audio en el dominio de tiempo y los coeficientes de ventana, comprenden una secuencia correspondiente, la multiplicación por elementos de los coeficientes de ventana y las muestras de audio en el dominio de tiempo se realiza según las secuencias correspondientes, por ejemplo, indicadas por un índice de coeficiente de muestra y ventana.

[0030] En un banco de filtros de análisis 100, tal como se representa en la figura 1, la función de ventana de análisis, así como la función de ventana de síntesis en el caso de un banco de filtros de síntesis, comprende únicamente coeficientes de ventanas de valor real. Es decir, cada uno de los coeficientes de ventana atribuidos a un índice de coeficiente de ventana es un valor real.

[0031] Los coeficientes de ventana juntos forman la función de ventana respectiva y un ejemplo de la misma se muestra en la figura 1 como función de ventana de análisis 190. Tal como se ha indicado anteriormente, la secuencia de coeficientes de ventana que forman la función de ventana de análisis 190 comprende un primer grupo 200 y un segundo grupo 210 de coeficientes de ventana. El primer grupo 200 comprende una primera parte consecutiva y conectada de los coeficientes de ventana de la secuencia de coeficientes de ventana, mientras que el segundo grupo 210 comprende una segunda parte consecutiva y conectada de un coeficiente de ventana. Junto con la primera parte del primer grupo 200, forman la secuencia completa de coeficientes de ventana de la función de ventana de análisis 190. Además, cada coeficiente de ventana de la secuencia de coeficientes de ventana pertenece a la primera parte o a la segunda parte de coeficientes de ventana, de tal modo que la función 190 de ventana de análisis está compuesta por el coeficiente de ventana de la primera parte y la segunda parte. La primera parte de coeficientes de ventana es, por lo tanto, idéntica al primer grupo 200 de coeficientes de ventana y la segunda parte es idéntica al segundo grupo 210 de coeficientes de ventana, tal como se indica mediante las flechas correspondientes 200, 210 en la figura 1.

[0032] El número de coeficientes de ventana en el primer grupo 200 de la primera parte de coeficientes de ventana es inferior al número de coeficientes de ventana en el segundo grupo de la segunda parte de coeficientes de ventana. Sin embargo, un valor de energía global de los coeficientes de ventana del primer grupo 200 es superior a un valor de energía global de los coeficientes de ventana del segundo grupo 210. Tal como se describirá posteriormente, un valor de energía de un conjunto de coeficientes de ventana se basa en una suma de los cuadrados de los valores absolutos de los coeficientes de ventana correspondientes.

[0033] En ejemplos, la función de ventana de análisis 190 así como una función de ventana de síntesis correspondiente es, por lo tanto, asimétrica con respecto a la secuencia de coeficientes de ventana o a un índice de un coeficiente de ventana. Basándose en un conjunto de definiciones de índices de coeficientes de ventana sobre los que se define la función de ventana de análisis 190, la función de ventana de análisis 190 es asimétrica, cuando para todos los números reales no existe número real adicional alguno, de tal modo que el valor absoluto del coeficiente de ventana correspondiente a la ventana (n0 - n) no es igual al valor absoluto del coeficiente de ventana correspondiente al índice de coeficiente de ventana (n0 + n), cuando (n0 - n) y (n0 + n) pertenecen al conjunto de definiciones.

[0034] Además, tal como se representa esquemáticamente asimismo en la figura 1, la función de ventana de análisis 190 comprende cambios de signo donde el producto de dos coeficientes de ventana consecutivos es negativo. Más detalles y otras características de posibles funciones de ventana se describirán más detalladamente haciendo referencia a las figuras 11 a 19.

[0035] Tal como se ha indicado anteriormente, la trama de las muestras en ventanas 150 comprende una estructura de bloques similar con bloques individuales 160-1, ..., 160-T como trama 120 de muestras de entrada de dominio de tiempo individuales. Puesto que el formador de ventanas de análisis 110 es apto para presentar en ventanas las muestras de entrada de audio en el dominio de tiempo multiplicando estos valores con los coeficientes de ventana de la función de ventana de análisis 190, la trama 150 de muestras en ventanas se encuentra asimismo en el dominio de tiempo. La calculadora 170 calcula los valores de subbanda de audio o, con mayor exactitud, el bloque 180 de valores de subbanda de audio utilizando la trama 150 de muestras en ventanas y realiza una transferencia desde el dominio de tiempo al dominio frecuencial. Por lo tanto, se puede considerar la calculadora 170 como un convertidor tiempo/frecuencia, que puede proporcionar el bloque 180 de valores de subbanda de audio como una representación espectral de la trama 150 de muestras en ventanas.

[0036] Cada valor de subbanda de audio del bloque 180 corresponde a una subbanda que presenta una frecuencia característica. El número de valores de subbanda de audio comprendidos en el bloque 180 también se denomina a veces como número de banda.

[0037] En ejemplos, el número de valores de subbanda de audio en el bloque 180 es idéntico al número de muestras de entrada de audio en el dominio de tiempo de cada uno de los bloques 130 de la trama 120. En el caso de que la trama 150 de muestras en ventanas comprenda la misma estructura en bloque que la trama 120 de tal modo que cada uno de los bloques 160 de muestras en ventanas comprenda asimismo el mismo número de muestras en ventanas que el bloque de estas muestras de entrada de audio en el dominio de tiempo 130, el bloque 180 de valores de subbanda de audio comprende naturalmente también el mismo número que el bloque 160.

[0038] Opcionalmente se puede generar la trama 120 basándose en un bloque de muestras de entrada de audio del dominio de tiempo recientes 220 desplazando los bloques 130-1, ..., 130- (T-1) un bloque en la dirección opuesta a la flecha 140 que indica la dirección del tiempo. De este modo, se genera una trama 120 de muestras de entrada de audio del dominio de tiempo que se procesa desplazando los bloques más recientes (T-1) de una trama 120 directamente anterior de muestras de audio del dominio de tiempo de un bloque hacia las muestras de audio del dominio de tiempo anteriores y añadiendo el bloque reciente 220 de muestras de audio recientes en el dominio de tiempo como el nuevo bloque 130-1 que comprende las últimas muestras de audio del dominio de tiempo de la presente trama 120. En la figura 1 esto se indica también mediante una serie de flechas discontinuas 230 que indican el desplazamiento de los bloques 130-1, ..., 130 - (T-1) en la dirección opuesta a la flecha 140.

[0039] Debido a este desplazamiento de los bloques 130 en la dirección opuesta del tiempo, tal como se indica mediante la flecha 140, una trama actual 120 por procesar comprende el bloque 130- (T-1) de la trama 120 directamente anterior como nuevo bloque 130 -T. Por consiguiente, los bloques 130-(T-1), ..., 130-2 de la presente trama 120 por procesar son iguales al bloque 130-(T-2), ..., 130-1 de la trama directamente anterior 120. Se descarta el bloque 130-T de la trama 120 directamente anterior.

[0040] Como consecuencia de ello, cada muestra de audio en el dominio de tiempo del nuevo bloque 220 se procesará T veces en el marco de T procesamientos consecutivos de T tramas consecutivas 120 de muestras de entrada de audio en el dominio de tiempo. Por lo tanto, cada muestra de entrada de audio del dominio de tiempo del bloque reciente 220 contribuye no únicamente a T tramas distintas 120, sino asimismo a T tramas distintas 150 de muestras en ventanas y bloques T 180 de valores de subbandas de audio. Tal como se ha indicado anteriormente,

en un ejemplo, el número de bloques T en la trama 120 es igual a 10, de tal modo que cada muestra de audio del dominio de tiempo proporcionada al banco de filtros de análisis 100 contribuye a 10 bloques distintos 180 de valores de subbanda de audio. Como se ha indicado antes, en ejemplos, el número de bloques T en la trama 120 es igual a 10, de forma que cada muestra de audio del dominio de tiempo proporcionada al banco de filtro de análisis 100 contribuye a 10 bloques diferentes 180 de valores de subbanda de audio.

[0041] En un principio, antes de que se procese una trama única 120 mediante el banco de filtros de análisis 100, se puede inicializar la trama 120 a un valor absoluto pequeño (inferior a un valor umbral predeterminado), por ejemplo, el valor 0. Tal como se describirá más detalladamente a continuación, la forma de la función de ventana de análisis 190 comprende un punto central o un "centro de gravedad", que normalmente corresponde a, o se encuentra entre, dos índices de coeficiente de ventana del primer grupo 200.

[0042] Como consecuencia de ello, el número de bloques recientes 220 por introducir en la trama 120 es pequeño, antes de que la trama 120 se llene al menos hasta un punto de tal modo que las partes de la trama 120 estén ocupadas por valores no desaparecidos (es decir, valores que no son cero) que corresponden a coeficientes de ventana que presentan una contribución significativa en lo que se refiere a sus valores de energía. Normalmente, el número de bloques por introducir en la trama 120 antes de que comience un procesamiento "significativo", está comprendido entre 2 y 4 bloques dependiendo de la forma de la función de ventana de análisis 190. Por lo tanto, el banco de filtros de análisis 100 puede proporcionar bloques 180 con mayor rapidez que un banco de filtros correspondiente que emplee, por ejemplo, una función de ventana simétrica. Tal como se proporcionan normalmente los bloques recientes 220 al banco de filtros de análisis 100 en su conjunto, cada uno de los bloques recientes corresponde a un tiempo de registro o de muestreo, que se proporciona sustancialmente por la longitud del bloque 220 (es decir, el número de muestras de entrada de audio en el dominio de tiempo comprendidas en el bloque 220) y el índice de muestreo o frecuencia de muestreo. Por lo tanto, la función de ventana de análisis 190, proporciona un retardo reducido antes de que el primer y los siguientes bloques 180 de valores de subbanda de audio los pueda proporcionar o emitir el banco de filtros 100.

[0043] Como opción adicional, el aparato 100 puede ser capaz de generar una señal o incorporar una información relativa a la función de ventana de análisis 190 utilizada en la generación de la trama 180 o con respecto a una función de ventana de síntesis que se utilizará en el marco de un banco de filtros de síntesis. De este modo, la función de filtro de análisis 190 puede, por ejemplo, ser una versión de inversión temporal o del índice de la función de ventana de síntesis que va a ser utilizado por el banco de filtros de síntesis.

[0044] La figura 2a muestra un diagrama de bloques de una realización de un aparato 300 para generar muestras de audio en el dominio de tiempo basadas en el bloque de valores de subbanda de audio. Tal como se ha descrito anteriormente, una realización de la presente invención en forma de aparato 300 para generar muestras de audio en el dominio de tiempo se denomina a menudo también banco de filtros de síntesis 300 cuando el aparato puede generar muestras de audio en el dominio de tiempo, que en principio se pueden reproducir, basándose en valores de subbanda de audio que comprenden información espectral relativa a una señal de audio. Por lo tanto, el banco de filtros de síntesis 300 puede sintetizar muestras de audio en el dominio de tiempo basadas en valores de subbanda de audio, que se pueden generar, por ejemplo, mediante un banco de filtros de análisis 100 correspondiente.

[0045] La figura 2a muestra un diagrama de bloques del banco de filtros de síntesis 300 que comprende una calculadora 310 a la que se proporciona un bloque 320 de valores de subbanda de audio (en el dominio frecuencial). La calculadora 310 puede calcular una trama 330 que comprende una secuencia de muestras intermedias de dominio de tiempo a partir de los valores de subbanda de audio del bloque 320. La trama 330 de muestras intermedias del dominio de tiempo comprende en muchos ejemplos también una estructura de bloques similar tal como por ejemplo la trama 150 de muestras en ventanas del banco de filtros de análisis 100 de la figura 1. En estos casos, la trama 330 comprende los bloques 340-1, ..., 340-T de muestras intermedias del dominio de tiempo.

[0046] La secuencia de muestras intermedias del dominio de tiempo de la trama 330, así como cada bloque 340 de muestras intermedias en el dominio de tiempo, comprende un orden según el tiempo indicado mediante una flecha 350 en la figura 2a. Como consecuencia de ello, la trama 330 comprende una muestra del dominio de tiempo temprana en el bloque 340-T y una muestra del dominio de tiempo tardía en el bloque 340-1, que representan las muestras primera y última de dominio de tiempo intermedio para la trama 330, respectivamente. Asimismo, cada uno de los bloques 340 comprende un orden similar. Por consiguiente, en los ejemplos de un banco de filtros de síntesis, los términos "trama" y "secuencia" a menudo se pueden utilizar como sinónimos.

[0047] La calculadora 310 se acopla a un formador de ventanas de síntesis 360 donde se dispone la trama 330 de muestras intermedias del dominio de tiempo. El formador de ventanas de síntesis es apto para proporcionar ventanas de la secuencia de muestras intermedias del dominio de tiempo utilizando una función de ventana de síntesis 370 representada esquemáticamente en la figura 2a. Como salida, el formador de ventanas de síntesis 360 proporciona una trama 380 de muestras intermedias del dominio de tiempo en ventanas, que puede comprender asimismo una estructura en bloques de los bloques 390-1, ..., 390-T.

[0048] Las tramas 330 y 380 pueden comprender los bloques T 340 y 390, respectivamente, donde T es un entero positivo. En una realización según la presente invención en forma de un banco de filtros de síntesis 300, el número de bloques T es igual a 10. Sin embargo, en diferentes realizaciones, se pueden encontrar comprendidos números distintos de bloques en una de las tramas. Con mayor exactitud, en principio el número de bloques T puede ser superior o igual a 3, o superior o igual que 4, según las circunstancias de la implementación y de las realizaciones descritas anteriormente para las realizaciones que comprenden una estructura en bloques de tramas tanto para el banco de filtros de síntesis 100 como para el banco de filtros de síntesis 300.

[0049] El formador de ventanas de síntesis 360 se acopla a una fase de salida de un adicionador de superposición 400, al que se proporciona la trama 380 de muestras intermedias del dominio de tiempo en ventanas. La fase de salida de un adicionador de superposición 400 puede procesar las muestras intermedias del dominio de tiempo en ventanas para obtener un bloque 410 de muestras del dominio de tiempo. De este modo, se puede proporcionar el bloque 410 de las muestras de dominio de tiempo (salida), por ejemplo, a otros elementos para un procesamiento, almacenamiento o transformación adicional en señales de audio audibles.

[0050] La calculadora 310 destinada a calcular la secuencia de muestras del dominio de tiempo comprendidas en la trama 330 puede transferir datos desde el dominio frecuencial al dominio de tiempo. Por lo tanto, la calculadora 310 puede comprender un convertidor de frecuencia/tiempo capaz de generar una señal de dominio de tiempo de la representación espectral comprendida en el bloque 320 de valores de subbanda de audio. Como se ha explicado en relación con la calculadora 170 del banco de filtros de análisis 100 representado en la figura 1, cada uno de los valores de subbanda de audio del bloque 320 corresponde a un canal de subbanda de audio que presenta una frecuencia central característica.

[0051] En cambio, las muestras intermedias del dominio de tiempo comprendidas en la trama 330 representan en principio información en el dominio de tiempo. El formador de ventanas de síntesis 360 es capaz y apto para proporcionar ventanas de la secuencia de muestras intermedias del dominio de tiempo comprendidas en la trama 330 utilizando una función de ventana de síntesis 370 representada esquemáticamente en la figura 2a. La función de ventana de síntesis 370 comprende una secuencia de coeficientes de ventana que comprende asimismo un primer grupo 420 y un segundo grupo 430 de coeficientes de ventana, tal como se ha explicado anteriormente en relación con la función de ventana 190 con un primer grupo 200 y un segundo grupo 210 de coeficientes de ventana.

[0052] El primer grupo 420 de coeficientes de ventana de la función de ventana de síntesis 370 comprende una primera parte consecutiva de la secuencia de coeficientes de ventana. De un modo similar, el segundo grupo 430 de coeficientes comprende una segunda parte consecutiva de la secuencia de coeficientes de ventana, donde la primera parte comprende menos coeficientes de ventana que la segunda parte y donde un valor de energía global de los coeficientes de ventana en la primera parte es superior al valor de energía global correspondiente de los coeficientes de ventana de la segunda parte. Otras características y propiedades de la función de ventana de síntesis 370 pueden ser similares a las características y propiedades correspondientes de la función de ventana de análisis 190, tal como se representa esquemáticamente en la figura 1. Como consecuencia de ello, se hace referencia a la descripción correspondiente en el marco de la función de ventana de análisis 190 y la descripción adicional de las funciones de ventana con respecto a las figuras 11 a 19, correspondiendo el primer grupo 200 al primer grupo 420 y correspondiendo el segundo grupo 210 al segundo grupo 430.

[0053] Por ejemplo, las partes comprendidas en los dos grupos 420, 430 de coeficientes de ventana constituyen normalmente cada una un conjunto consecutivo y conectado de coeficientes de ventana que comprenden entre sí todos los coeficientes de ventana de la secuencia de coeficientes de ventana de la función de ventana 370. En las realizaciones según la presente invención, la función de ventana de análisis 190 tal como se representa en la figura 1 y la función de ventana de síntesis 370 tal como se representa en la figura 2a están basadas entre sí. Por ejemplo, la función de ventana de análisis 190 puede ser una versión invertida en el tiempo o invertida en el índice de la función de ventana de síntesis 370. Sin embargo, pueden ser asimismo posibles otras relaciones entre las dos funciones de ventana 190, 370. Puede ser aconsejable emplear una función de ventana de síntesis 370 en el marco del formador de ventanas de síntesis 360, que está relacionada con la función de ventana de análisis 190, que se utiliza durante la generación (opcionalmente antes de modificaciones adicionales) del bloque 320 de valores de subbanda de audio proporcionados al banco de filtros de síntesis 300.

[0054] Tal como se indica en el contexto de la figura 1, el banco de filtros de síntesis 300 de la figura 2a se puede adaptar opcionalmente de tal modo que el bloque de entrada 320 pueda comprender señales adicionales o piezas adicionales de información relativas a las funciones de ventana. A título de ejemplo, el bloque 320 puede comprender información relacionada con la función de ventana de análisis 190 utilizada para generar el bloque 320 o con respecto a la función de ventana de síntesis 370 que va a utilizar el formador de ventanas de síntesis 360. Por lo tanto, el banco de filtros 300 puede ser aceptado para aislar la información correspondiente y para proporcionar la misma al formador de ventanas de síntesis 360.

[0055] La fase de salida de un adicionador de superposición 400 puede generar el bloque 410 de muestras

de dominio de tiempo procesando las muestras intermedias del dominio de tiempo en ventanas comprendidas en la trama 380. En diferentes realizaciones según la presente invención, la fase de salida de un adicionador de superposición 4000 puede comprender una memoria destinada a almacenar temporalmente tramas 380 recibidas anteriormente de muestras intermedias del dominio de tiempo en ventanas. Dependiendo de los detalles de implementación, la fase de salida de un adicionador de superposición 400 puede comprender, por ejemplo, T posiciones de almacenamiento distintas comprendidas en la memoria para almacenar un número total de tramas T 380 de muestras intermedias del dominio de tiempo en ventanas. Sin embargo, también un número distinto de posiciones de almacenamiento puede estar comprendido en la fase de salida de un adicionador de superposición 400 si procede. Además, en diferentes realizaciones según la presente invención, la fase de salida de un adicionador de superposición 400 puede ser capaz de proporcionar el bloque 410 de muestras de dominio de tiempo basándose únicamente en una sola trama 380 de muestras intermedias de dominio de tiempo. Las realizaciones de los distintos bancos de filtros de síntesis 300 se describirán a continuación más detalladamente.

[0056] La figura 2b ilustra un principio funcional según una realización de la presente invención en forma de un banco de filtros de síntesis 300. El bloque 320 de valores de subbandas de audio se transfiere en primer lugar desde el dominio frecuencial al dominio de tiempo mediante la calculadora 310, que se ilustra en la figura 2b mediante la flecha 440. La trama 320 resultante de muestras intermedias del dominio de tiempo que comprende los bloques 340-1, ..., 340-T de muestras intermedias en el dominio de tiempo se realiza de este modo en ventanas mediante el formador de ventanas de síntesis 360 (no representado en la figura 2b) multiplicando la secuencia de muestras intermedias del dominio de tiempo de la trama 320 por la secuencia de coeficientes de ventana de la función de ventana de síntesis 370 para obtener la trama 380 de muestras intermedias del dominio de tiempo en ventanas. La trama 380 comprende de nuevo los bloques 390-1, ..., 390-T de muestras intermedias del dominio de tiempo en ventanas, que forman en conjunto la trama 380 de muestras intermedias del dominio de tiempo en ventanas.

[0057] En la realización que se muestra en la figura 2b de un banco de filtros de síntesis de la invención 300, la fase de salida de un adicionador de superposición 400 puede de este modo generar el bloque 410 de muestras de salida del dominio de tiempo sumando para cada valor de índice de las muestras de audio del dominio de tiempo del bloque 410, las muestras intermedias del dominio de tiempo de un bloque 390 de distintas tramas 380. Tal como se ilustra en la figura 2b, las muestras de audio del dominio de tiempo del bloque 410 se obtienen sumando para cada índice de muestra de audio una muestra intermedia del dominio de tiempo en ventana del bloque 390-1 de la trama 380, se procesan mediante el formador de ventanas de síntesis 360 en el ciclo actual y tal como se ha descrito anteriormente, la muestra intermedia de dominio de tiempo correspondiente del segundo bloque 390-2 de una trama 380-1 se procesa inmediatamente antes de la trama 380 y se almacena en una posición de almacenamiento en la fase de salida de un adicionador de superposición 400. Tal como se representa en la figura 2b, se pueden utilizar las muestras intermedias del dominio de tiempo correspondientes de bloques adicionales 390 (por ejemplo, el bloque 390-3 de la trama 380-2, el bloque 390-4 de la trama 380-3, el bloque 390-5 de la trama 380-4) procesadas mediante el banco de filtros de síntesis 300. Las tramas 380-2, 380-3, 380-4, y opcionalmente otras tramas 380, se han procesado mediante el banco de filtros de síntesis 300 en ciclos anteriores. La trama 380-2 se ha procesado inmediatamente antes de la trama 380-1 y, por consiguiente, la trama 380-3 se generó inmediatamente antes de la trama 380-2 y así sucesivamente.

[0058] La fase de salida de una adición de superposición 400 como se emplea en la realización puede sumar para cada índice del bloque 410 de muestras del dominio de tiempo (salida) T distintos bloques 390-1, ..., 390-T de muestras intermedias del dominio de tiempo en ventanas procedentes de T tramas distintas 380, 380-1, ..., 380-(T-1). Por lo tanto, aparte de los primeros T bloques procesados, cada una de las muestras de dominio de tiempo (salida) del bloque 410 se basa en T bloques 320 distintos de valores de subbanda de audio.

[0059] Tal como en el caso de la realización de la presente invención, el banco de filtros de análisis 100 descrito en la figura 1, debido a la forma de la función de ventana de síntesis 370, el banco de filtros de síntesis 300 ofrece la posibilidad de proporcionar rápidamente el bloque 410 de muestras del dominio de tiempo (salida). Esto es asimismo consecuencia de la forma de la función de ventana 370. Puesto que el primer grupo 420 de coeficientes de ventana corresponde a un valor de energía más elevado y comprende menos coeficientes de ventana que el segundo grupo 430, el formador de ventanas de síntesis 360 puede proporcionar tramas "significativas" 380 de muestras en ventanas cuando se llena la trama 330 de muestras intermedias del dominio de tiempo de tal modo que al menos los coeficientes de ventana del primer grupo 420 contribuyen a la trama 380. Los coeficientes de ventana del segundo grupo 430 presentan una contribución inferior debido a su menor valor de energía.

[0060] Por lo tanto, al empezar, el banco de filtros de síntesis 300 se inicializa a 0, se puede, en principio, iniciar el suministro de bloques 410 cuando se han recibido únicamente unos cuantos bloques 320 de valores de subbanda de audio mediante el banco de filtros de síntesis 300. Por lo tanto, asimismo el banco de filtros de síntesis 300 permite una reducción de retardo significativa en comparación con el banco de filtros de síntesis que presenta, por ejemplo, una función de ventana de síntesis simétrica.

[0061] Tal como se ha indicado anteriormente, las calculadoras 170 y 310 de las realizaciones representados en las figuras 1 y 2a se pueden implementar como calculadoras de valores reales que generan o pueden procesar

valores de subbanda reales de audio de los bloques 180 y 320, respectivamente. En estos casos, las calculadoras pueden, por ejemplo, implementarse como calculadoras de valores reales basadas en funciones oscilantes armónicas tales como la función sinusoidal o la función coseno. En unas realizaciones, se implementan calculadoras de valores complejos como calculadoras 170, 310. En estos casos, las calculadoras se pueden implementar por ejemplo basándose en funciones exponenciales complejas u otras funciones de valores complejos armónicos. La frecuencia de las oscilaciones de valores reales o de valores complejos depende normalmente del índice del valor de subbanda de audio, que a veces se denomina también índice de banda o índice de subbanda de la subbanda específica. Además, la frecuencia puede ser idéntica o depender de la frecuencia central de la subbanda correspondiente. Por ejemplo, la frecuencia de la oscilación se puede multiplicar por un factor constante, desplazado con respecto a la frecuencia central de la subbanda correspondiente o puede depender de una combinación de ambas modificaciones.

[0062] Se puede construir o implementar una calculadora de valores complejos 170, 310 basada en calculadoras de valores reales. Por ejemplo, para una calculadora de valores complejos, se puede utilizar en principio una implementación eficaz tanto para la parte modulada por coseno y seno de un banco de filtros que representa tanto la parte real como la imaginaria de un elemento de valor complejo. Esto significa que resulta posible implementar tanto la parte modulada por coseno como la parte modulada por seno basada, por ejemplo, en las estructuras modificadas de DCT-IV y DST-IV. Además, otras implementaciones podrían emplear el uso de una FFT (FFT = transformada rápida de Fourier) opcionalmente implementadas juntas tanto para la parte real como para la parte de modulación compleja de las calculadoras utilizando una FFT o en su lugar utilizando una etapa independiente de la FFT para cada transformada.

Descripción Matemática

[0063] En las secciones siguientes se describirá un ejemplo de las realizaciones de un banco de filtros de análisis y del banco de filtros de síntesis con una pluralidad de solapamientos de 8 bloques con la parte, que no provocan retardos adicionales, tal como se ha explicado anteriormente, y un bloque al futuro, lo que causa el mismo retardo que una estructura MDCT/MDST (MDCT = transformada discreta del coseno modificada, MDST = transformada discreta del seno modificada). Es decir, en el ejemplo siguiente, el parámetro T es igual a 10.

[0064] En primer lugar, se realizará una descripción de un banco de filtros de análisis de bajo retardo modulado con complejos. Tal como se ilustra en la figura 1, el banco de filtros de análisis 100 comprende las etapas de transformación de una ventana de análisis realizada por el formador de ventanas de análisis 110 y una modulación del análisis realizada por la calculadora 170. La ventana de análisis se basa en la ecuación

$$z_{i,n} = w(10N - 1 - n) \cdot x_{i,n} \text{ para } 0 \le n < 10 \cdot N \quad , \quad (1)$$

[0065] donde $z_{i,n}$ es la muestra en ventana (valor real) correspondiente al índice de bloque i y al índice de muestra n de la trama 150 representado en la figura 1. El valor $x_{i,n}$ es la muestra de entrada de tiempo (valor real) correspondiente al mismo índice de bloque i e índice de muestra n. La función de ventana de análisis 190 se representa en la ecuación (1) mediante sus coeficientes de ventana de valor real w(n), siendo n también el índice de coeficiente de ventana en el intervalo indicado en la ecuación (1). Tal como ya se ha descrito anteriormente, el parámetro N es el número de muestras en un bloque 220, 130, 160, 180.

[0066] A partir de los argumentos de la función de ventana de análisis w(10N-1-n) se puede observar que la función de ventana de análisis representa una versión inversa o una versión invertida en el tiempo de la función de ventana de síntesis, que se representa realmente mediante el coeficiente w(n).

[0067] La modulación del análisis realizada mediante la calculadora 170 representada en la figura 1, se basa en las dos ecuaciones

$$X_{Real,i,k} = 2 \cdot \sum_{n=-8N}^{2N-1} z_{i,n+8N} \cos\left(\frac{\pi}{N}(n+n_0)\left(k+\frac{1}{2}\right)\right) \quad (2)$$

y

$$X_{Imag,i,k} = 2 \cdot \sum_{n=-8N}^{2N-1} z_{i,n+8N} \operatorname{sen}\left(\frac{\pi}{N}(n+n_0)\left(k+\frac{1}{2}\right)\right) \quad (3)$$

para que el índice del coeficiente espectral o índice de banda k sea un número entero en el intervalo de

$$0 \leq k < N \quad . \qquad (4)$$

[0068] Los valores $X_{Real,i,k}$ y $X_{ima9,i,x}$ representan la parte real y la parte imaginaria del valor de subbanda de audio del valor complejo correspondiente al índice del bloque i y al índice del coeficiente espectral k del bloque 180. El parámetro n_0 representa una opción de índice, que es igual a

$$n_0 = -N / 2 + 0.5 \quad . \qquad (5)$$

[0069] El banco de filtros de síntesis de bajo retardo modulado por complejos correspondiente comprende las etapas de transformación de una modulación de síntesis, una ventana de síntesis y una adición de superposición tal como se describirá posteriormente.

[0070] La modulación de síntesis se basa en la ecuación

$$x'_{i,n} = \frac{1}{N} \cdot \left[\sum_{k=0}^{N-1} X_{Real,i,k} \cos\left(\frac{\pi}{N} \left(n + n_0 \right) \left(k + \frac{1}{2} \right) \right) + \sum_{k=0}^{N-1} X_{imag,i,k} \operatorname{sen}\left(\frac{\pi}{N} \left(n + n_0 \right) \left(k + \frac{1}{2} \right) \right) \right]$$

$$0 \leq n < 10 \cdot N \qquad (6)$$

[0071] donde $x'_{i,n}$ es una muestra intermedia del dominio de tiempo de la trama 330 correspondiente al índice de muestra n y al índice de bloque i. De nuevo, el parámetro N es un número entero que indica la longitud del bloque 320, 340, 390, 410, que se denomina asimismo longitud de bloque de transformada o, debido a la estructura en bloques de las tramas 330, 380, desplazamiento al bloque anterior. Se han introducido también otras variables y parámetros adicionales, tales como el índice del coeficiente espectral k y el desplazamiento n_0.

[0072] La formación de ventana de síntesis que realiza el formador de ventanas de síntesis 360 en la realización representada en la figura 2a se basa en la ecuación

$$z'_{i,n} = w(n) \cdot x'_{i,n} \quad para \quad 0 \leq n < 10 \cdot N \quad , \qquad (7)$$

donde $z'_{i,n}$ es el valor de la muestra intermedia del dominio de tiempo en ventana que corresponde al índice de muestra n y al índice de bloque i de la trama 380.

[0073] La marca de la transformada de la adición de superposición se basa en la ecuación

$$\begin{aligned} \text{salida}_{i,n} = {} & z'_{i,n} + z'_{i-1,n+N} + z'_{i-2,n+2N} + z'_{i-3,n+3N} + z'_{i-4,n+4N} + z'_{i-5,n+5N} \\ & + z'_{i-6,n+6N} + z'_{i-7,n+7N} + z'_{i-8,n+8N} + z'_{i-9,n+9N} \quad , \qquad (8) \end{aligned}$$

$$para\ 0 \leq n < N$$

donde $\text{salida}_{i,n}$ representa la muestra del dominio de tiempo (salida) correspondiente al índice de muestra n y al índice de bloque i. De este modo, la ecuación (8) representa la operación de adición de superposición tal como se realizó en la fase de salida de un adicionador de superposición 400 tal como se representa en la parte inferior de la figura 2b.

[0074] También se puede implementar una implementación con valor real de un banco de filtros de bajo retardo para una codificación de audio de bajo retardo mejorada. Tal implementación de valor real de un banco de filtro de bajo retardo no se abarca en la redacción de la reivindicación, pero se considera como útil para la comprensión de la invención.

[0075] A título comparativo, por ejemplo, las ecuaciones (2) y (6) en lo que se refiere a la parte del coseno, la contribución del coseno de la modulación del análisis y la modulación de la síntesis presentan una estructura comparable cuando se considera la de una MDCT. Aunque el procedimiento de diseño permite en principio una extensión de la MDCT en ambas direcciones con respecto al tiempo, únicamente se aplica en este caso una extensión de los bloques E (= T-2) hacia atrás, donde cada uno de los T bloques comprende N muestras. El coeficiente de la frecuencia $X_{i,k}$ de la banda k y el bloque i en un banco de filtros de análisis de N canales o de N bandas se puede resumir

$$X'_{i,k} = -2 \sum_{n=-E\cdot N}^{2N-1} w_a(n) \cdot x(n) \cdot \cos\left(\frac{\pi}{N}\left(n + \tfrac{1}{2} - \tfrac{N}{2}\right)\left(k + \tfrac{1}{2}\right)\right) \qquad (9)$$

mediante el índice del coeficiente espectral k tal como se define en la ecuación (4). De nuevo, una vez más n es un índice de muestra y w_a es la función de ventana de análisis.

[0076] En aras de la completitud, la descripción matemática proporcionada anteriormente sobre el banco de filtros de análisis de bajo retardo lento modulado por complejos se puede presentar del mismo modo resumido que la ecuación (9), intercambiando la función coseno por la función exponencial de valor complejo. Con mayor exactitud, con la definición y las variables proporcionadas anteriormente, las ecuaciones (1), (2), (3) y (5) se pueden resumir y ampliar según

$$X'_{i,k} = -2 \sum_{n=-E\cdot N}^{2N-1} w_a(n) \cdot x(n) \cdot \exp\left(j \cdot \frac{\pi}{N}\left(n + \tfrac{1}{2} - \tfrac{N}{2}\right)\left(k + \tfrac{1}{2}\right)\right) \quad , \qquad (10)$$

donde, a diferencia de las ecuaciones (2) y (3), la extensión de 8 bloques hacia atrás se ha reemplazado por la variable E(=8).

[0077] Las etapas de la modulación de síntesis y de presentación en ventanas de síntesis, tal como se han descrito en el caso de los complejos en las ecuaciones (6) y (7), se pueden resumir en el caso de un banco de filtros de síntesis de valores reales. La trama 380 de muestras intermedias del dominio de tiempo en ventanas, al que se hace referencia asimismo como vector desmodulado, viene dado por

$$z'_{i,n} = -\frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} w_s(n) \cdot X_{i,k} \cos\left(\left(\frac{\pi}{N}\left(n + \tfrac{1}{2} - \tfrac{N}{2}\right)\left(k + \tfrac{1}{2}\right)\right)\right) \quad , \qquad (11)$$

donde $z'_{i,n}$ es la muestra intermedia del dominio de tiempo en ventanas correspondiente al índice de banda i y el índice de muestra n. El índice de muestra n es de nuevo un número entero en el intervalo de

$$0 \leq n < N(2 + E) = N \cdot T \qquad (12)$$

y $w_s(n)$ es la ventana de síntesis, que es compatible con la ventana de análisis $w_a(n)$ de la ecuación (9).

[0078] De este modo, la etapa de la transformada de superposición viene dada por

$$x'_{i,n} = \sum_{l=(E+1)}^{0} z'_{i+l,n-l\cdot N} \qquad (13)$$

donde $x'_{i,n}$ es la señal reconstruida, o más bien una muestra del dominio de tiempo del bloque 410 según se suministra mediante la fase de salida de un adicionador de superposición 400 mostrada en la figura 2a.

[0079] En el caso del banco de filtros de síntesis de valores complejos 300, se pueden resumir y generalizar las ecuaciones (6) y (7) con respecto a la extensión de E(=8) bloques a la trayectoria según

$$z'_{i,n} = -\frac{1}{N}\sum_{k=0}^{N-1} w_s(n) \cdot \mathrm{Re}\left(X_{i,k} \exp\left(-j \cdot \left(\frac{\pi}{N}\left(n + \tfrac{1}{2} - \tfrac{N}{2}\right)\left(k + \tfrac{1}{2}\right)\right)\right)\right) , \quad (14)$$

donde $j = \sqrt{-1}$ es la unidad imaginaria. La ecuación (13) representa la generalizada de la ecuación (8) y es también válida para el caso de valores complejos.

[0080] Tal como demuestra la comparación directa de la ecuación (14) con la ecuación (7), la función de ventana w(n) de la ecuación (7) es la misma función de la ventana de síntesis que $w_s(n)$ de la ecuación (14). Tal como se ha indicado anteriormente, la comparación similar de la ecuación (10) con el coeficiente de función de la ventana de análisis $w_a(n)$ con la ecuación (1) muestra que la función de ventana de análisis es la versión invertida en el tiempo de la función de ventana de síntesis en el caso de la ecuación (1).

[0081] Como ambos, un banco de filtros de análisis 100 tal como se muestra en la figura 1 y un banco de filtros de síntesis 300 tal como se muestra en la figura 2a suponen una mejora significativa en lo que se refiere a una compensación entre por un lado el retardo y por el otro la calidad del proceso de audio, los bancos de filtros 100, 300 se denominan frecuentemente bancos de filtro de bajo retardo. La versión de valores complejos de la misma se denomina a veces banco de filtros de complejos de bajo retardo, lo que se abrevia con CLDFB. En algunas circunstancias, el término CLDFB no solo se utiliza para la versión de valor complejo sino también para la versión de valor real del banco de filtros.

[0082] Tal como se ha mostrado en el análisis anterior de los fundamentos matemáticos, el marco utilizado para implementar los bancos de filtros de bajo retardo propuestos utiliza una estructura de tipo MDCT o IMDCT (IMDCT = MDCT inversa), conocida a partir del estándar MPEG-4, utilizando una superposición extendida. Las regiones de superposición adicionales se pueden unir en bloque a la izquierda, así como a la derecha del núcleo de tipo MDCT. En este caso, se utiliza únicamente la extensión a la derecha (para el banco de filtros de síntesis), que funciona solamente a partir de muestras anteriores y, por lo tanto, no provoca retardo adicional alguno.

[0083] Observando las ecuaciones (1), (2) y (14) se ha demostrado que el procesamiento es muy similar al de la MDCT o la IMDCT. Mediante únicamente ligeras modificaciones que comprenden una función de ventana de análisis modificada y una función de ventana de síntesis, respectivamente, la MDCT o IMDCT se extiende a un banco de filtros modulado que puede manejar múltiples superposiciones y es muy flexible con respecto a su retardo. Por ejemplo, con las ecuaciones (2) y (3) se ha demostrado que la versión de complejos se obtiene en principio simplemente añadiendo una modulación sinusoidal a la modulación del coseno dada.

Interpolación

[0084] Tal como se indica en relación con las figuras 1 y 2a, tanto el formador de ventanas de análisis 110 como el formador de ventanas de síntesis 360 o los bancos de filtros correspondientes 100, 300 son aptos para presentar ventanas de las tramas correspondientes de muestras de dominio de tiempo multiplicando cada una de las muestras de audio de dominio de tiempo correspondientes por un coeficiente de ventana individual. Es decir, cada una de las muestras del dominio de tiempo se multiplica por un coeficiente de ventana (individual), tal como por ejemplo se ha mostrado con las ecuaciones (1), (7), (9), (10), (11) y (14). Como consecuencia de ello, el número de coeficientes de ventana de la función de ventana respectiva es normalmente idéntico al número de muestras de audio del dominio de tiempo respectivo.

[0085] Sin embargo, bajo determinadas circunstancias de implementación, puede resultar aconsejable implementar una función de ventana que presente un segundo número mayor de coeficientes de ventana en comparación con la función de ventana real que presenta un primer número de coeficientes más pequeño, que se utiliza realmente durante la presentación de la ventana de la trama o secuencia correspondiente de muestras de audio en el dominio de tiempo. Ello puede resultar, por ejemplo, aconsejable en el caso en que los requisitos de memoria de una implementación específica puedan ser más valiosos que la eficacia de cálculo. Otro escenario donde podría resultar útil un muestreo de los coeficientes de las ventanas es el denominado enfoque dual, que se utiliza, por ejemplo, en el marco de los sistemas SBR (SBR = replicación de banda espectral). El concepto de SBR se describirá más detalladamente haciendo referencia a las figuras 5 y 6.

[0086] En este caso, el formador de ventanas de análisis 110 o el formador de ventanas de síntesis 360 se pueden adaptar adicionalmente de tal modo que la función de ventana correspondiente utilizada para presentar ventanas de las muestras de audio del dominio de tiempo proporcionadas al formador de ventanas correspondiente 110, 360 se obtiene mediante la interpolación de coeficientes de ventana de la función de ventana más grande que

presente un segundo número mayor de coeficientes de ventana.

[0087] La interpolación se puede realizar, por ejemplo, mediante una interpolación lineal, polinomial o interpolación spline (de lengüeta). Por ejemplo, en el caso de la interpolación lineal, pero asimismo en el caso de una interpolación basada en un polinomio o spline, el formador de ventanas correspondiente 100, 360 puede ser capaz de interpolar los coeficientes de ventana de la función de ventana utilizada para presentar ventanas basándose en dos coeficientes de ventana consecutivos de la función de ventana mayor según una secuencia de los coeficientes de ventana de la función de ventana mayor para obtener un coeficiente de ventana de la función de ventana.

[0088] Especialmente en el caso de un número par de muestras de audio en el dominio de tiempo y coeficientes de ventana, una implementación de una interpolación como la descrita anteriormente, se puede obtener una mejora significativa de la calidad de audio. Por ejemplo, en el caso de un número par N T de muestras de audio del dominio de tiempo en una de las tramas 120, 330, que no utiliza una interpolación, por ejemplo, una interpolación lineal, provocará uno efectos graves de la generación de alias durante el procesamiento posterior de las respectivas muestras de audio en el dominio de tiempo.

[0089] La figura 3 ilustra un ejemplo de una interpolación lineal basada en una función de ventana (una función de ventana de análisis o una función de ventana de síntesis) que se empleará en relación con tramas que comprenden muestras de audio en el dominio de tiempo N T/2. Debido a limitaciones de memoria u otros detalles de implementación, los coeficientes de ventana de la propia función de ventana no se almacenan en una memoria, sino que una función de ventana mayor que comprende coeficientes de ventana N T que se almacena en la memoria apropiada o se encuentran disponibles de algún otro modo. La figura 3 ilustra en el gráfico superior, los coeficientes de ventana correspondientes c(n) como función de los índices de coeficientes de ventana n en el intervalo comprendido entre 0 y N T-1.

[0090] Basándose en una interpolación lineal de dos coeficientes de ventana consecutivos de la función de ventana que presentan el mayor número de coeficientes de ventana, tal como se representa en el gráfico superior de la figura 3, se calcula una función de ventana interpolada basada en la ecuación

$$ci[n] = \frac{1}{2}\left(c[2n] + c[2n+1]\right) \quad para\ 0 \leq n < N \cdot T / 2 \qquad (15)$$

[0091] El número de coeficientes de ventana interpolados ci(n) de la función de ventana que se aplicará a una trama que presenta N T/2 muestras de audio en el dominio de tiempo comprende la mitad del número de coeficientes de ventana.

[0092] Para continuar ilustrando esto, en la figura 3 los coeficientes de la ventana 450-0, ..., 450-7 se muestran en la parte superior de la figura 3 correspondiente a un coeficiente de ventana c(0), ..., c(7). Basándose en estos coeficientes de ventana y en los coeficientes de ventana adicionales de la función de ventana, una aplicación de la ecuación (15) permite obtener los coeficientes de ventana ci(n) de la función de ventana interpolada representada en la parte inferior de la figura 3. Por ejemplo, basándose en los coeficientes de ventana 450-2 y 450-3, se genera el coeficiente de ventana 460-1 basándose en la ecuación (15), tal como se representa mediante las flechas 470 de la figura 3. Por consiguiente, el coeficiente de ventana 460-2 de la función de ventana interpolada se calcula basándose en el coeficiente de ventana 450-4, 450-5 de la función de ventana representada en la parte superior de la figura 3. La figura 3 muestra la generación de coeficientes de ventana adicionales ci(n).

[0093] Para ilustrar la cancelación de la generación de alias que se puede alcanzar mediante la reducción de la muestra interpolada de la función de ventana, la figura 4 representa la interpolación de los coeficientes de ventana en el caso de una función de ventana sinusoidal, que se puede utilizar, por ejemplo, en una MDCT. En aras de la simplicidad, la mitad izquierda de la función de ventana y la mitad derecha de la función de ventana se dibujan una sobre otra. La figura 4 representa una versión simplificada de una ventana sinusoidal, que comprende únicamente 2 4 coeficientes de ventana o puntos para una MDCT que presenta una longitud de 8 muestras.

[0094] La figura 4 muestra cuatro coeficientes de ventana 480-1, 480-2, 480-3 y 480-4 de la primera mitad de la ventana sinusoidal y cuatro coeficientes de ventana 490-1, 490-2, 490-3 y 390-4 de la segunda mitad de la ventana sinusoidal. El coeficiente de ventana 490-1, ..., 490-4 corresponde a los índices de coeficientes de ventana 5, ..., 8. Los coeficientes de ventana 490-1, ..., 490-4 corresponden a la segunda mitad de la longitud de la función de ventana, de tal modo que debe añadirse a los índices dados N' = 4 para obtener los índices reales.

[0095] Para reducir o incluso para alcanzar la cancelación de los efectos de la generación de alias tal como se ha descrito anteriormente, el coeficiente de ventana debería cumplir la condición

$$w(n) \cdot (N'-1-n) = w(N'+n) \cdot w(2N'-1-n) \qquad (16)$$

lo mejor posible. Cuanto mejor se cumple la relación (16), mejor es la supresión de alias o la cancelación de alias.

[0096] Asumiendo la situación de que una nueva función de ventana que presenta la mitad del número de coeficientes de ventana debe determinarse para la mitad izquierda de la función de ventana, surge el problema siguiente. Debido a que la función de ventana comprende un número par de coeficientes de ventana (numerado con reducción de la muestra), sin utilizar un esquema de interpolación tal como se indica en la figura 3, los coeficientes de ventana 480-1 y 480-3 o 480-2 y 480-4 corresponden a únicamente un valor de generación de alias de la función de ventana original o filtro original.

[0097] Esto provoca una proporción desequilibrada de energía espectral y se produce una redistribución asimétrica del punto central (centro de gravedad) de la función de ventana correspondiente. Basándose en la ecuación de interpolación (15) para el coeficiente de ventana w(n) de la figura 4, los valores interpolados I1 e I2 satisfacen la relación de generación de alias (16) mucho mejor y, por lo tanto, se obtendrá una mejora significativa con respecto a la calidad de los datos de audio procesados.

[0098] Sin embargo, al utilizar un esquema de interpolación aún más elaborado, por ejemplo, un spline u otro esquema de interpolación similar, se podría incluso obtener coeficientes de ventana que satisficiesen aún mejor la relación (16). Una interpolación lineal resulta, en la mayoría de los casos, suficiente y permite una implementación rápida y eficiente.

[0099] En la situación en que un sistema SBR característico que utiliza un banco de filtros SBR-QMF (QMF = filtro espejo en cuadratura), no se requiere implementar un esquema de interpolación lineal u otro esquema de interpolación puesto que el filtro prototipo SBR-QMF comprende un número impar de coeficientes de filtro prototipo. Esto significa que el filtro prototipo SBR-QMF comprende un valor máximo con respecto al que se puede implementar la reducción de la muestra de tal modo que la simetría del filtro prototipo SBR-QMF permanezca intacta.

[0100] En las figuras 5 y 6, se describirá una posible aplicación de las realizaciones según la presente invención en forma de tanto un banco de filtros de análisis como un banco de filtros de síntesis. Un campo importante de aplicación es un sistema SBR o una herramienta SBR (SBR = replicación de banda espectral). Sin embargo, otras aplicaciones de las realizaciones según la presente invención pueden proceder de otros campos, donde existe la necesidad de modificaciones espectrales (por ejemplo, modificaciones de ganancia o ecualizaciones), tales como la codificación espacial de objetos de audio, la codificación estéreo paramétrica de bajo retardo, la codificación espacial/envolvente, la ocultación de pérdida de trama, la cancelación del eco u otras aplicaciones correspondientes.

[0101] La idea básica detrás de la SBR es la observación de que normalmente existe una gran correlación entre las características de un intervalo de alta frecuencia de una señal, que se denominará señal de banda alta, y las características del intervalo de frecuencia de banda baja, tales como la denominada banda baja o señales de banda baja, de la misma señal presente. De este modo, una buena aproximación para la representación de la señal de entrada original de banda alta se puede alcanzar mediante una transposición de la banda baja a la banda alta.

[0102] Además de la transposición, la reconstrucción de la banda alta incorpora la conformación de envolvente espectral, que comprende un ajuste de las ganancias. Este procedimiento se controla normalmente mediante una transmisión de la envolvente espectral de banda alta de la señal de entrada original. La información de orientación adicional enviada desde el codificador controla otros módulos de síntesis, tales como un filtro inverso, una adición de ruido y sinusoidal para hacer frente al material de audio cuando la transposición por sí sola puede resultar insuficiente. Los parámetros correspondientes comprenden los parámetros "banda alta de ruido" para la adición de ruido y el parámetro "banda alta de tonalidades" para la adición sinusoidal. Esta información de guía se denomina normalmente datos SBR.

[0103] El procedimiento SBR se puede combinar con cualquier forma de onda o códec convencional mediante un procedimiento previo en el lado del codificador y el procedimiento posterior en el lado del decodificador. La SBR codifica la parte de alta frecuencia de una señal de audio a un coste muy bajo, mientras que el códec de audio se utiliza para codificar la parte de frecuencia más baja de la señal.

[0104] En el lado del codificador, se analiza la señal de entrada original, se codifica la envolvente espectral de banda alta y sus características con respecto a la banda baja y los datos SBR resultantes se multiplexan con un flujo de bits del códec para la banda baja. En primer lugar, en el lado del decodificador se desmultiplexan los datos SBR. El procedimiento de decodificación se organiza generalmente en etapas. En primer lugar, el decodificador del núcleo genera la banda baja y, en segundo lugar, el decodificador SBR funciona como un procesador posterior que utiliza los datos SBR decodificados para guiar el procedimiento de replicación de banda espectral. A continuación,

se obtiene una señal de salida de ancho de banda completa.

[0105] Para obtener una eficacia de codificación tan elevada como resulte posible y mantener una complejidad de cálculo reducida, los códecs mejorados con SBR se implementan a menudo como sistemas denominados de doble velocidad. La doble velocidad significa que el códec de núcleo limitado de banda está operando a la mitad de la frecuencia de muestreo de audio externa. En cambio, la parte SBR se procesa en la frecuencia de muestreo completa.

[0106] La figura 5 muestra un diagrama funcional esquemático de un sistema SBR 500. El sistema SBR 500 comprende, por ejemplo, un codificador AAC-LD (AAC-LD = códec de audio avanzado - bajo retardo) 510 y un codificador SBR 520 al que se proporcionan los datos de audio que se van a procesar en paralelo. El codificador SBR 520 comprende un banco de filtros de análisis 530, que se muestra en la figura 5 como banco de filtros de análisis QMF. El banco de filtros de análisis 530 puede proporcionar valores de subbanda de audio correspondientes a subbandas basadas en las señales de audio proporcionadas al sistema SBR 500.

[0107] A continuación, dichos valores de subbanda de audio se suministran a un módulo de extracción de parámetros SBR 540, que genera los datos SBR tal como se ha descrito anteriormente, comprendiendo por ejemplo la envolvente espectral para la banda alta, el parámetro de ruido de banda alta y el parámetro de tonalidad de banda alta. A continuación, se proporcionan estos datos SBR al codificador AAC-LD 510.

[0108] El codificador AAC-LD 510 se muestra en la figura 5 como un codificador de velocidad doble. Es decir, el codificador 510 opera a la mitad de la frecuencia de muestreo en comparación con la frecuencia de muestreo de los datos de audio suministrados al codificador 510. Para facilitar esto, el codificador AAC-LD 510 comprende una etapa de reducción de la muestra 550, que puede comprender opcionalmente un filtro de paso bajo para evitar distorsiones causadas, por ejemplo, por una violación del Teorema de Nyquist-Shannon. Los datos de audio con reducción de la muestra como salida mediante la etapa de reducción de la muestra 550 se suministran a continuación a un codificador 560 (banco de filtros de análisis) en forma de un banco de filtros MDCT. Las señales proporcionadas por el codificador 560 a continuación se cuantifican y codifican en la etapa 570 de cuantificación y codificación. Además, los datos SBR proporcionados por el módulo de extracción de parámetros SBR 540 también se encuentran codificados para obtener un flujo de bits, que a continuación emitirá el codificador ACC-LD 510. La etapa de cuantificación y codificación 570 puede, por ejemplo, cuantificar los datos según las propiedades del oído humano.

[0109] El flujo de bits se suministra a continuación a un decodificador AAC-LD 580, que forma parte del lado del decodificador al que se transporta el flujo de bits. El decodificador AAC-LD comprende una etapa de decodificación y decuantificación 590, que extrae los datos SBR del flujo de bits y los datos de audio decuantificados o recuantificados en el dominio frecuencial que representa la banda baja. Los datos de banda baja se suministran a continuación a un banco de filtros de síntesis 600 (banco de filtros MDCT inverso). En la etapa de MDCT inverso (MDCT-1) 600 se convierten las señales proporcionadas a la etapa de MDCT inverso desde el dominio frecuencial al dominio de tiempo para proporcionar una señal temporal. Esta señal de dominio de tiempo se suministra a continuación al decodificador SBR 610, que comprende un banco de filtros de análisis 620, que se representa en la figura 5 como un banco de filtros de análisis QMF.

[0110] El banco de filtros de análisis 620 realiza un análisis espectral de la señal temporal suministrada al banco de filtros de análisis 620 que representa la banda baja. Estos datos se suministran a continuación a un generador de alta frecuencia 630, que también se denomina generador de HF. Basándose en los datos SBR proporcionados por el codificador AAC-LD 580 y su etapa de decodificación y decuantificación 590, el generador HF 630 genera la banda alta basándose en las señales de banda baja proporcionadas por el banco de filtros de análisis 620. Ambas, las señales de banda baja y de banda alta se suministran a un banco de filtros de síntesis 640, que transfiere las señales de banda baja y banda alta del dominio frecuencial al dominio de tiempo para proporcionar una señal de salida de audio del dominio de tiempo del sistema SBR 500.

[0111] En aras de la completitud, se debe indicar que en muchos casos el sistema SBR 500, tal como se muestra en la figura 5 no se implementa de este modo. Con mayor exactitud, el codificador AAC-LD 510 y el codificador SBR 520 se implementan habitualmente en el lado del codificador, que se implementa normalmente separadamente del lado del decodificador que comprende el decodificador AAC-LD 580 y el decodificador SBR 610. Es decir, el sistema 500 mostrado en la figura 5 representa sustancialmente la conexión de dos sistemas, en particular un codificador que comprende los codificadores 510, 520 mencionados anteriormente y un decodificador que comprende los decodificadores 580, 610 mencionados anteriormente.

[0112] Las realizaciones en forma de bancos de filtros de análisis 100 y bancos de filtros de síntesis 300 se pueden implementar por ejemplo en el sistema 500 representado en la figura 5 en sustitución del banco de filtros de análisis 530, el banco de filtros de análisis 620 y el banco de filtros de síntesis 640. Es decir, los bancos de filtros de síntesis o análisis de los elementos SBR del sistema 500 se pueden sustituir, por ejemplo, mediante las realizaciones correspondientes según la presente invención. Además, el MDCT 600 y el MDCT inverso 560 se pueden reemplazar asimismo mediante bancos de filtros de síntesis y de análisis de bajo retardo, respectivamente. En este caso, si se

han implementado todos los reemplazos descritos, se empleará el denominado códec AAC mejorado de bajo retardo (códec = codificador-decodificador).

[0113] El AAC (AAC-ELD) de bajo retardo mejorado tiene como objetivo combinar las características de bajo retardo de un AAC-LD (códec de audio avanzado - bajo retardo) con una alta eficacia de codificación de HE-AAC (códec de audio avanzado de alto rendimiento) utilizando SBR con AAC-LD. El decodificador SBR 610 actúa en este caso como procesador posterior, que se suministra después de que el decodificador núcleo 580 comprenda un banco de filtros de análisis completo y un banco de filtros de síntesis 640. Por lo tanto, los componentes del decodificador SBR 610 añaden un retardo de decodificación adicional, que se representa en la figura 5 mediante el sombreado de los elementos 620, 630, 540.

[0114] En muchas implementaciones de sistemas SBR 500, la parte de frecuencia más baja o banda baja oscila normalmente de 0 kHz a normalmente 5-15 kHz y se codifica utilizando un codificador de forma de onda, denominado códec núcleo. El códec núcleo puede ser, por ejemplo, uno de la familia de codificadores de audio MPEG. Además, se alcanza una reconstrucción de la parte de alta frecuencia o banda alta mediante una transición de la banda baja. La combinación de SBR con un codificador de núcleo se implementa en muchos casos como un sistema de velocidad doble, donde el codificador/decodificador AAC subyacente se hace funcionar a la mitad de la velocidad de muestreo del codificador/decodificador SBR.

[0115] La mayoría de los datos de control se utilizan en la representación de envolvente espectral, que presenta una resolución temporal y frecuencial variable para poder controlar el procedimiento SBR del mejor modo posible con la mínima sobrecarga de velocidad de bits posible. Los otros datos de control están destinados principalmente a controlar la relación entre el tono y el ruido de la banda alta.

[0116] Tal como se representa en la figura 5, la salida del decodificador AAC subyacente 580 se analiza normalmente con un banco de filtros QMF de 32 canales 620. A continuación, el módulo generador HF 630 vuelve a crear la banda alta mediante la conexión de subbandas QMF desde la banda baja existente a la banda alta. Además, se realiza el filtro inverso mediante una subbanda, basándose en los datos de control obtenidos a partir del flujo de bits (datos SBR). El ajustador de envolvente modifica la envolvente espectral de la banda alta regenerada y añade elementos adicionales tales como ruido y se agregan sinusoides según los datos de control del flujo de bits. Puesto que todas las operaciones se realizan en el dominio frecuencial (conocido también como QMF o dominio subbanda), la etapa final del decodificador 610 es una síntesis de QMF 640 para retener una señal del dominio de tiempo. Por ejemplo, en el caso en que el análisis de QMF del lado del codificador se realice en un sistema de subbanda de 32 QFM para 1024 muestras de dominio de tiempo, en la reconstrucción de alta frecuencia se obtienen subbandas de 64-QMF sobre las que se realiza la síntesis produciendo 2048 muestras del dominio de tiempo, de tal modo que se alcanza un sobremuestreo por un factor de 2.

[0117] Además, el retardo del codificador de núcleo 510 se duplica cuando funciona a la mitad de la velocidad de muestreo original en el modo de velocidad doble, lo que origina fuentes adicionales de retardo tanto en el codificador como en el procedimiento del decodificador de un AAC-LD en combinación con SBR. A continuación, se examinarán dichas fuentes de retardo y se minimizará su retardo asociado.

[0118] La figura 6 muestra un diagrama funcional simplificado del sistema 500 representado en la figura 5. La figura 6 se concentra en fuentes de retardo en el procedimiento de codificador/decodificador que utilizan bancos de filtro SBR y de bajo retardo para la codificación. Comparando la figura 6 con la figura 5, el MDCT 560 y el MDCT inverso 600 se han reemplazado por módulos de retardo optimizado, los denominados MDCT 560' (LD MDCT) y el MDCT 600' (LD MDCT) de bajo retardo. Además, también se ha reemplazado el generador de HF 630 por un módulo de retardo optimizado 630'.

[0119] Aparte del MDCT 560' de bajo retardo y del MDCT 600' inverso de bajo retardo, se utiliza una transmisión de SBR modificada y un generador de HF modificado 630 'en el sistema representado en la figura 6. A fin de evitar el retardo mediante la transmisión distinta de un codificador/decodificador de núcleo 560, 600 y los módulos SBR correspondientes, la transmisión de SBR es apta para adaptarse a la longitud de transmisión de 480 o 512 muestras del AAC-LD. Además, la rejilla temporal variable del generador de HF 630, que implica 384 muestras de retardo, se encuentra restringida con respecto a la difusión de datos SBR sobre tramas AC-LD adyacentes. Por lo tanto, las únicas fuentes restantes de retardo en el módulo SBR son los bancos de filtros 530, 620 y 640.

[0120] Según la situación representada en la figura 6, que representa una implementación parcial del códec AAC-ELD, ya se han implementado algunas optimizaciones de retardo, entre ellas el uso de un banco de filtros de bajo retardo en el núcleo AAC-LD y la eliminación de una superposición de SBR mencionada anteriormente. Para más mejoras de retardo, se deben investigar los módulos restantes. La figura 6 representa las fuentes de retardo en el procedimiento de codificador/decodificador utilizando SBR y los bancos de filtros de bajo retardo denominados en este caso LD-MDCT y LD-IMDCT. En comparación con la figura 5, en la figura 6 cada caja representa una fuente de retardo, donde los módulos de optimización de retardo se trazan sombreados. Hasta el momento los módulos similares no se han optimizado para el bajo retardo.

[0121] La figura 7a representa un diagrama de flujo que comprende un pseudocódigo en C o C++ para ilustrar un banco de filtros de análisis o un procedimiento correspondiente para generar valores de subbanda de audio en canales subbanda de audio. Para ser aún más preciso, la figura 7a representa un diagrama de flujo de un banco de filtros de análisis de valor complejo para 32 bandas.

[0122] Tal como se ha indicado anteriormente, el banco de filtros de análisis se utiliza para dividir la señal del dominio de tiempo, por ejemplo, la salida del codificador de núcleo en N = 32 señales de subbanda. La salida del banco de filtros, las muestras de subbanda o los valores de subbanda de audio, en el caso de un banco de filtros de análisis de valores complejos, se valoran y por lo tanto se sobremuestrean por un factor de 2 en comparación con un banco de filtros de valores reales. El filtrado implica y comprende las etapas siguientes, donde una matriz x(n) comprende exactamente 320 muestras en el dominio de tiempo. Cuanto más alto sea el índice de las muestras n en la matriz, más antiguas serán las muestras.

[0123] Tras iniciarse el procedimiento en la etapa S100, en primer lugar, las muestras de la matriz x(n) se desplazan 32 posiciones en la etapa S110. Se descartan las 32 muestras más antiguas y se almacenan 32 muestras nuevas en las posiciones 31 a 0 en la etapa S120. Tal como se representa en la figura 7a, las muestras de audio del dominio de tiempo entrante se almacenan en posiciones que corresponden a un índice decreciente n en el intervalo de 31 a 0. Ello provoca una inversión temporal de las muestras almacenadas en la trama o vector correspondiente, de tal modo que ya se ha tenido en cuenta la inversión del índice de la función de ventana para obtener el análisis, basándose la función de ventana en la función de ventana de síntesis (igualmente larga).

[0124] Durante una etapa S130, los coeficientes de ventana ci(j) se obtienen mediante una interpolación lineal de los coeficientes c(j) basándose en la ecuación (15). La interpolación se basa en un tamaño de bloque (longitud de bloque o número de valores de subbanda) de N = 64 valores y se basa en una trama que comprende T = 10 bloques. Por lo tanto, el índice de los coeficientes de ventana de la función de ventana interpolada se encuentra en el intervalo comprendido entre 0 y 319 según la ecuación (15). Los coeficientes de ventana c(n) se indican en la tabla del Anexo 1 de la descripción. Sin embargo, dependiendo de los detalles de la implementación, para obtener los coeficientes de ventana basados en los valores dados en las tablas de los Anexos 1 y 3, se deben tener en cuenta los cambios de signos adicionales con respecto a los coeficientes de ventana correspondientes a los índices 128 a 255 y 384 a 511 (multiplicación con factor (-1)).

[0125] En estos casos, los coeficientes de ventana w(n) o c(n) por utilizar se pueden obtener según

$$w(n) = w_{table}(n) \cdot s(n) \qquad (16a)$$

con la función de cambio de signo s(n) según

$$s(n) = \begin{cases} -1 & \text{for } 128 \le n \le 255 \text{ y } 384 \le n \le 511 \\ +1 & \text{de otro modo} \end{cases} \qquad (16b)$$

para n = 0 a 639, donde w_{table} (n) son los valores proporcionados en las tablas de los Anexos.

[0126] Sin embargo, no se requiere que los coeficientes de ventana se implementen según la tabla del Anexo 1 para obtener, por ejemplo, la reducción del retardo descrita anteriormente. Para alcanzar esta reducción del retardo, al mismo tiempo que se mantiene el nivel de calidad de los datos de audio procesados o, para alcanzar otra compensación, los coeficientes de ventana c(n) para el índice de coeficiente de ventana n en el intervalo comprendido entre 0 y 639, pueden satisfacer uno de los conjuntos de relaciones que figuran en uno de los anexos 2 a 4. Además, se debe indicar que se pueden emplear asimismo otros coeficientes de ventana c(n). Naturalmente, se pueden implementar también otras funciones de ventana que comprenden un número distinto de coeficientes de ventana de 320 o 640, aunque las tablas de los Anexos 1 a 4 únicamente se aplican a las funciones de ventana que presentan 640 coeficientes de ventana.

[0127] La interpolación lineal según S130 provoca una mejora significativa de la calidad y la reducción o cancelación de los efectos de generación de alias en el caso de una función de ventana que comprende un número par de coeficientes de ventana. Se debe indicar además que la unidad compleja no es j como en las ecuaciones (1), (2) y (16), sino que se indica mediante $i = \sqrt{-1}$.

[0128] En la etapa S140, las muestras de la matriz x(n) se multiplican por elementos por los coeficientes ci(n)

de la ventana interpolada.

[0129] En la etapa S150, las muestras en ventanas se suman según la ecuación dada en el diagrama de flujo de la figura 7a para crear la matriz de 64 elementos u(n). En la etapa S160, se calculan 32 nuevas muestras de subbanda o valores de subbanda de audio W(k,1) según la operación matricial Mu, donde el elemento de la matriz M viene dado por

$$M(k, n) = 2 \cdot \exp\left(\frac{i \cdot \pi \cdot (k + 0.5) \cdot (2 \cdot n - 95)}{64}\right), \begin{cases} 0 \leq k < 32 \\ 0 \leq n < 64 \end{cases}, \quad (17)$$

donde exp() indica la función exponencial compleja y, tal como se ha mencionado anteriormente, i es la unidad imaginaria. Antes de que el bucle de un diagrama de flujo termine con la etapa S170, se puede emitir cada uno de los valores de subbanda W(k,1) (= W[k][1]), que corresponden a la muestra de subbanda 1 en la subbanda que presenta el índice k. En otras palabras, cada bucle del diagrama de flujo mostrado en la figura 7a origina 32 valores de subbanda de valores complejos, representando cada uno la salida de una subbanda de un banco de filtros.

[0130] La figura 7b ilustra la etapa S150 en que se colapsa la trama 150 de muestras de audio del dominio de tiempo en ventanas que comprende 10 bloques 160-1, ..., 160-10 de muestras de audio del dominio de tiempo en ventanas z(n) hacia el vector u(n) mediante una suma de 5 veces dos bloques de la trama 150 cada una. El colapso o retracción se realiza basándose en elementos de tal modo que se añaden las muestras de audio del dominio de tiempo en ventanas correspondientes al mismo índice de muestra dentro de cada uno de los bloques 160-1, 160-3, 160-5, 160-7 y 160- 9 para obtener el valor correspondiente en los primeros bloques 650-1 del vector u(n). Por consiguiente, basándose en los bloques 160-2, 160-4, 160-6, 160-8 y 160-10, se generan en la etapa S150 los elementos correspondientes del vector u(n) en el bloque 160-2.

[0131] Se puede implementar un ejemplo adicional según la presente invención en forma de banco de filtros de análisis como un banco de filtros de bajo retardo complejo de 64 bandas. El procesamiento de este banco de filtros de bajo retardo complejo como banco de filtros de análisis es básicamente similar al banco de filtros de análisis tal como se descrito en relación con la figura 7a. Debido a las similitudes y sustancialmente al mismo procesamiento que se ha descrito en relación con la figura 7a, las diferencias entre el banco de filtros de análisis de complejo descrito para 32 bandas de la figura 7a y el banco de filtros de análisis complejo para 64 subbandas se describirá aquí.

[0132] A diferencia de las 32 subbandas que comprende el banco de filtros de análisis tal como se representa en la figura 7a, el vector de la trama x(n) comprende, en el caso de un banco de filtros de análisis de 64 bandas, 640 elementos que presentan los índices de 0 a 639. Por lo tanto, la etapa S110 se modifica de tal modo que las muestras de la matriz x(n) se desplazan 64 posiciones y se descartan las 64 muestras más antiguas. En la etapa S120 en lugar de 32 muestras nuevas, se almacenan 64 muestras nuevas en las posiciones 63 a 0. Tal como se representa en la figura 7c, las muestras de audio del dominio de tiempo entrante se almacenan en unas posiciones que corresponden a un índice decreciente n en el intervalo de 63 a 0. Ello da lugar a una inversión temporal de las muestras almacenadas en la trama o vector correspondiente, de tal modo que ya se ha tenido en cuenta la inversión del índice de la función de ventana para obtener la función de ventana de análisis basada en la función de ventana de síntesis (de igual longitud).

[0133] Puesto que la ventana c(n), utilizada para la formación de ventana de los elementos del vector de la trama x(n), comprende normalmente 640 elementos, se puede omitir la etapa S130 de interpolación lineal de los coeficientes de ventana para obtener las ventanas interpoladas ci(n).

[0134] A continuación, durante la etapa S140, se multiplican las muestras de la matriz x(n) o se generan ventanas utilizando la secuencia de coeficientes de ventana c(n), que se basa de nuevo en los valores de la tabla del Anexo 1. En el caso del coeficiente de ventana c(n) son los de la función de ventana de síntesis, la formación de ventanas o la multiplicación de la matriz x(n) por la ventana c(n) se realizan según la ecuación

$$z(n) = x(n) \cdot c(n), \quad (18)$$

para an = 0, ..., 639. Una vez más, para alcanzar las propiedades de bajo retardo de la función de ventana, no hace falta implementar la función de ventana exactamente según los coeficientes de ventana basados en los valores dados en la tabla del Anexo 1. En el caso de muchas aplicaciones, una implementación donde los coeficientes de ventana

satisfagan cualquiera de los conjuntos de relaciones que figuran en las tablas de los Anexos 2 a 4 resultará suficiente para alcanzar un equilibrio aceptable entre la calidad y una reducción significativa del retardo. Sin embargo, dependiendo de los detalles de la implementación, para obtener los coeficientes de ventana basados en los valores dados en las tablas de los Anexos 1 y 3, se deben tener en cuenta los cambios de signos adicionales con respecto a los coeficientes de ventana correspondientes a los índices 128 a 255 y 384 a 511 (multiplicación por factor (-1)) según las ecuaciones (16a) y (16b).

[0135] La etapa S150 del diagrama de flujo de la figura 7a se reemplaza por una suma de las muestras del vector de la trama z(n) según la ecuación

$$u(n) = \sum_{j=0}^{5} (n + j \cdot 128) \qquad (19)$$

para crear la matriz de 128 elementos u(n).

[0136] La etapa S160 de la figura 7a se sustituye a continuación por una etapa donde se calculan 64 muestras de subbanda nuevas según la operación matricial Mu, donde los elementos de la matriz M vienen dados por

$$M(k, n) = 2 \cdot \exp\left(\frac{i \cdot \pi \cdot (k + 0.5) \cdot (2 \cdot n - 191)}{128}\right), \begin{cases} 0 \le k < 64 \\ 0 \le n < 128 \end{cases}, \qquad (20)$$

donde exp() indica la función exponencial compleja e i es, tal como se ha mencionado anteriormente, la unidad imaginaria.

[0137] La figura 7c ilustra un diagrama de flujo de un banco de filtros de análisis de valores reales para 32 canales de subbanda. El ejemplo como se ilustra en la figura 7c no difiere significativamente del ejemplo que se muestra en la figura 7a. La principal diferencia entre los dos ejemplos es que la etapa S160 de cálculo de los nuevos 32 valores de audio de subbanda de valores complejos se sustituye en el ejemplo que se muestra en la figura 7c por una etapa S162 donde se calculan 32 muestras de audio de subbanda de valores reales según una operación matricial $M_r u$, donde los elementos de la matriz M_r vienen dados por

$$M_r(k, n) = 2 \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot (k + 0.5) \cdot (2 \cdot n - 95)}{64}\right), \begin{cases} 0 \le k < 32 \\ 0 \le n < 64 \end{cases}. \qquad (21)$$

[0138] Como consecuencia de ello, cada bucle del diagrama de flujo produce 32 muestras de subbanda de valores reales donde W(k,1) corresponde a la muestra de audio de subbanda 1 de la subbanda k.

[0139] El banco de filtros de análisis de valores reales se puede utilizar por ejemplo en el marco de un modo de bajo consumo de un sistema SBR, tal como se representa en la figura 5. El modo de baja potencia de la herramienta SBR difiere de la herramienta SBR de alta calidad principalmente en que se utilizan bancos de filtros de valores reales. Esto reduce la complejidad de cálculo y el esfuerzo de cálculo en un factor de 2, de tal modo que el número de operaciones por unidad de tiempo se reduce sustancialmente en un factor de 2, ya que no se requiere calcular parte imaginaria alguna.

[0140] Los bancos de filtros nuevos propuestos resultan totalmente compatibles con el modo de baja potencia de los sistemas SBR. De este modo, con estos bancos de filtros, los sistemas SBR pueden funcionar tanto en el modo normal como en el modo de alta calidad con bancos de filtros complejos y en el modo de baja potencia con bancos de filtros de valores reales. Por ejemplo, el banco de filtros de valor real puede derivarse del complejo banco de filtros utilizando únicamente los valores reales (contribuciones moduladas por coseno) y omitiendo los valores imaginarios (contribuciones moduladas sinusoidales).

[0141] La figura 8a muestra un diagrama de flujo según un ejemplo en la forma de un banco de filtros de síntesis de valores complejos para 64 canales de subbanda. Tal como se ha indicado anteriormente, el filtro de síntesis de las señales de subbanda procesadas con SBR se alcanza utilizando 64 bancos de filtros de síntesis de subbanda según una realización de la presente invención. La salida del banco de filtros es un bloque de muestras de dominio de tiempo de valores reales tal como se indica en relación con la figura 1. El procedimiento se ilustra mediante el diagrama de flujo de la figura 8a, que ilustra asimismo una realización de la presente invención en forma de un procedimiento destinado a generar muestras de audio en el dominio de tiempo.

[0142] El filtro de síntesis comprende después de un inicio (etapa S200), las etapas siguientes, donde una matriz v comprende 1280 muestras. En la etapa S210 las muestras de la matriz v se desplazan 128 posiciones y se descartan las 128 muestras más antiguas. En la etapa S220, los 64 nuevos valores de subbanda de audio de valores complejos se multiplican por una matriz N, donde los elementos de la matriz N(k,n) vienen dados por

$$N(k, n) = \frac{1}{64} \cdot \exp\left(\frac{i \cdot \pi \cdot (k + 0.5) \cdot (2 \cdot n - 63)}{128}\right), \begin{cases} 0 \leq k < 64 \\ 0 \leq n < 128 \end{cases}, \quad (22)$$

donde exp() indica la función exponencial compleja e i es la unidad imaginaria. La parte real de la salida de esta operación se almacena en la posición 0-127 de la matriz v, tal como se ilustra en la figura 8a.

[0143] En la etapa S230, las muestras, que se encuentran ahora en el dominio de tiempo, se extraen de la matriz v según la ecuación dada en la figura 8a para crear una matriz de 640 elementos g(n). En la etapa S240, las muestras de valores reales en el dominio de tiempo de la matriz g se multiplican por el coeficiente de ventana c(n) para producir una matriz w, donde los coeficientes de ventana de una realización preferida según la presente invención son de nuevo los coeficientes de la ventana basados en los valores indicados en la tabla del Anexo 1.

[0144] Sin embargo, tal como se ha indicado anteriormente, no resulta necesario que los coeficientes de las ventanas se basen exactamente en los valores que figuran en la tabla del Anexo 1. Resulta suficiente, si los coeficientes de ventana satisfacen uno de los conjuntos de relaciones tal como se proporcionan en las tablas de los Anexos 2 a 4, para alcanzar la propiedad pretendida de bajo retardo del banco de filtros de síntesis. Además, tal como se describe en relación con el banco de filtros de análisis, se pueden utilizar asimismo otros coeficientes de ventana en el marco del banco de filtros de síntesis. Sin embargo, dependiendo de los detalles de la implementación, para obtener los coeficientes de ventana basados en los valores dados en las tablas de los Anexos 1 y 3, se deben tener en cuenta los cambios de signos adicionales con respecto a los coeficientes de ventana correspondientes a los índices 128 a 255 y 384 a 511 (multiplicación con factor (-1)).

[0145] En la etapa S250, se calculan 64 nuevas muestras de salida mediante una suma de muestras de la matriz w(n) según la última etapa y la fórmula dada en el diagrama de flujo de la figura 8a, antes de que un bucle de un diagrama de flujo finalice en la etapa S260. En el diagrama de flujo tal como se representa en la figura 8a, X[k][l] (= X(k,l)) corresponde al valor 1 de subbanda de audio en la subbanda que presenta el índice k. Cada nuevo bucle tal como se representa en la figura 8a produce 64 muestras de audio de dominio de tiempo y valores reales como salida.

[0146] La implementación tal como se representa en la figura 8a de un banco de filtros de síntesis de valores complejos para 64 bandas no requiere un almacenamiento intermedio de superposición/adición que comprenda diversas posiciones de almacenamiento tal como se describe en el contexto de la realización que se muestra en la figura 2b. En este caso, el almacenamiento intermedio de superposición y adición se encuentra "oculto" en los vectores v y g, que se calcula basándose en los valores almacenados en el vector v. El almacenamiento intermedio de superposición y adición se implementa en el marco de estos vectores con estos índices superiores a 128, de tal modo que los valores corresponden a valores de bloques anteriores o previos.

[0147] La figura 8b ilustra un diagrama de flujo de un banco de filtros de análisis de valores reales para 64 canales de subbanda de valores reales. El banco de filtros de síntesis de valor real según la figura 8b se puede implementar asimismo en el caso de una implementación SBR de baja potencia tal como un banco de filtros SBR correspondiente.

[0148] El diagrama de flujo de la figura 8b difiere del diagrama de flujo de la figura 8a, principalmente con respecto a la etapa S222, que sustituye a la S220 de la figura 8a. En la etapa S222, los 64 nuevos valores de subbanda de audio de valores reales se multiplican por una matriz N_r, donde los elementos de la matriz $N_r(k,n)$ vienen dados por

$$N_r(k, n) = \frac{1}{32} \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot (k + 0.5) \cdot (2 \cdot n - 63)}{128}\right), \begin{cases} 0 \leq k < 64 \\ 0 \leq n < 128 \end{cases}, \quad (23)$$

donde la salida de esta operación se almacena de nuevo en la posición 0-127 de la matriz v.

[0149] Aparte de estas modificaciones, el diagrama de flujo tal como se muestra en la figura 8b en el caso de un banco de filtros de síntesis de valores reales para el modo SBR de baja potencia, no difiere del diagrama de flujo

tal como se muestra en la figura 8a del banco de filtros de síntesis de valores complejos para el modo SBR de alta calidad.

[0150] La figura 8c ilustra un diagrama de flujo según una realización en forma de un banco de filtros de síntesis de valores complejos con un muestreo reducido y el procedimiento apto, que se puede implementar, por ejemplo, en una implementación de SBR de alta calidad. Con mayor exactitud, el banco de filtros de síntesis tal como se describe en la figura 8c se refiere a un banco de filtros de síntesis de valores complejos que puede procesar valores de subbanda de audio de valores complejos para 32 canales de subbanda.

[0151] La filtración por síntesis de las señales de subbanda del procedimiento SBR con reducción de la muestra se alcanza utilizando un banco de filtros de síntesis de 32 canales tal como se representa en la figura 8c. La salida del banco de filtros es un bloque de muestras de dominio de tiempo de valores reales.

[0152] El procedimiento se proporciona en el diagrama de flujo de la figura 8c. El filtro de síntesis comprende después de un inicio (etapa S300), las etapas siguientes, donde una matriz v comprende 640 muestras del dominio de tiempo de valores reales.

[0153] En la etapa S310 las muestras de la matriz v se desplazan 64 posiciones y se descartan las 64 muestras más antiguas. A continuación, en la etapa S320, las 32 nuevas muestras de subbanda de valores reales o los valores de audio de valores complejos se multiplican por una matriz N, cuyos elementos vienen dados por

$$N(k, n) = \frac{1}{64} \cdot \exp\left(\frac{i \cdot \pi \cdot (k + 0.5) \cdot (2 \cdot n - 31)}{64}\right), \begin{cases} 0 \le k < 32 \\ 0 \le n < 64 \end{cases}, \quad (24)$$

donde exp() indica la función exponencial compleja e i es la unidad imaginaria. La parte real de la salida de esta operación se almacena en las posiciones 0-63 de la matriz v.

[0154] En la etapa S330, las muestras, se extraen del vector v según la ecuación dada en el diagrama de flujo de la figura 8c para crear una matriz de 320 elementos g. En la etapa S340, los coeficientes de ventana ci(n) de una función de ventana interpolada se obtienen mediante una interpolación lineal de los coeficientes c(n) según la ecuación (15), donde el índice n se encuentra de nuevo en el intervalo comprendido entre 0 y 319 (N=64, T=10 para la ecuación (15)). Como se ha ilustrado anteriormente, los coeficientes de una función de ventana c(n) se basan en los valores indicados en la tabla del anexo 1. Además, para alcanzar la propiedad de bajo retardo, tal como se ha ilustrado anteriormente, no hace falta que los coeficientes de ventana c(n) sean exactamente las cifras que figuran en la tabla del Anexo 1. Resulta suficiente en diferentes realizaciones que los coeficientes de ventana c(n) cumplan al menos un conjunto de relaciones tal como se indica en los Anexos 2 a 4. Sin embargo, dependiendo de los detalles de la implementación, para obtener los coeficientes de ventana basados en los valores dados en las tablas de los Anexos 1 y 3, se deben tener en cuenta los cambios de signos adicionales con respecto a los coeficientes de ventana correspondientes a los índices 128 a 255 y 384 a 511 (multiplicación por factor (-1)) según las ecuaciones (16a) y (16b).

[0155] En la etapa S350, las muestras de la matriz g se multiplican por el coeficiente de la ventana interpolada ci(n) de la función de ventana interpolada para obtener la muestra w(n) del dominio de tiempo en ventanas.

[0156] A continuación, en la etapa S360, se calculan 32 muestras nuevas de salida mediante una suma de muestras de la matriz w(n) según la última etapa S360, antes de la etapa final S370 del diagrama de flujo de la figura 8c.

[0157] Tal como se ha indicado anteriormente, en el diagrama de flujo de la figura 8c, X[k][l] (= X(k,l)) corresponde a un valor de subbanda de audio 1 en el canal de subbanda de audio k. Además, cada nuevo bucle de un diagrama de flujo tal como se indica en la figura 8c produce 32 muestras de dominio de tiempo y valores reales como salida.

[0158] La figura 8d muestra un diagrama de flujo de un ejemplo que es útil para la comprensión de la invención en forma de un banco de filtros de síntesis de valores reales con reducción de la muestra, que se puede utilizar por ejemplo en el caso de un banco de filtros SBR de baja potencia. El ejemplo y el diagrama de flujo mostrado en la figura 8d difiere del diagrama de flujo mostrado en la figura 8c del banco de filtros de síntesis de valores complejos con reducción de la muestra únicamente en relación con la etapa S320, que se sustituye en el diagrama de flujo mostrado en la figura 8d por la etapa S322.

[0159] En la etapa S322, los 32 nuevos valores de subbanda de audio de valores reales, o muestras de subbanda, se multiplican por una matriz Nr, donde los elementos de la matriz Nr(k,n) vienen dados por

$$N_r(k, n) = \frac{1}{32} \cdot \cos\left(\frac{\pi \cdot (k + 0.5) \cdot (2 \cdot n - 31)}{64}\right), \begin{cases} 0 \leq k < 32 \\ 0 \leq n < 64 \end{cases}, \quad (25)$$

donde la salida de esta operación se almacena en la posición 0 a 64 de la matriz v.

[0160] La figura 9a muestra una implementación adicional de un procedimiento que corresponde a un banco de filtros de análisis de valores complejos para 64 subbandas. La figura 9a muestra una implementación como una implementación MATLAB, que proporciona como salida un vector y un vector "state". La función tal como se define en esta secuencia mostrada en la figura 9a se denomina LDFB80 a la que se proporciona un vector x que comprende muestras de audio recientes y el vector "state" como entrada. La denominación de la función LDFB80 es una abreviatura de banco de filtros de bajo retardo para 8 bloques que se extienden en el pasado y 0 bloques en el futuro.

[0161] En el lenguaje de programación MATLAB, el signo de porcentaje (%) indica observaciones, que no se ejecutan, sino que cumplen simplemente el propósito de comentar e ilustrar el código fuente. En la descripción siguiente, se describirán distintos segmentos del código fuente con respecto a sus funciones.

[0162] En la secuencia del código S400, el búfer representado por el vector "state" se actualiza de tal modo que el contenido del vector "state" que presenta los índices 577 a 640 se sustituye por el contenido del vector x que comprende muestras de entrada de audio del dominio de tiempo recientes. En la secuencia del código S410, los coeficientes de ventana de la función de ventana de análisis almacenados en la variable LDFB80_win se transfieren al vector win_ana.

[0163] En la etapa S420, que supone que las últimas muestras se alinean al lado derecho del almacenamiento intermedio, se ejecuta la generación real de ventanas. En el bloque S420, el contenido del vector state se multiplica por elementos (.*) con los elementos del vector win_ana que comprenden la función de ventana de análisis. La salida de esta multiplicación se almacena a continuación en el vector x_win_orig.

[0164] En la etapa S430, el contenido del vector x_win_orig se remodela para formar una matriz de un tamaño de 128 5 elementos denominada x_stack. En la etapa S440, el cambio de signo de la pila x_stack se realiza con respecto a la segunda y cuarta columna de la matriz x_stack.

[0165] En la etapa S450, la pila x_stack se colapsa o retrae sumando los elementos de x_stack con respecto al segundo índice e invirtiendo simultáneamente el orden de los elementos y transponiendo el resultado antes de almacenar de nuevo el resultado en las diversas x_stack.

[0166] En el segmento del código S460, la transformación del dominio de tiempo en el dominio frecuencial se realiza calculando una transformación de Fourier rápida (FFT) compleja del contenido multiplicado por elementos de la pila x_stack multiplicado por la función exponencial compleja a la que se proporciona el argumento (-i π n/128), con los índices y en el intervalo de 0 a -127 y la unidad imaginaria i.

[0167] En el segmento del código S470 se realiza un giro posterior definiendo la variable m = (64 + 1)/2 y calculando el bloque que comprende los valores de subbanda de audio como vector y según la ecuación

$$y(k) = \overline{2 \cdot temp(k) \cdot \exp\left(-2i \cdot \pi \cdot \left(\left(k - 1 + \tfrac{1}{2}\right) \cdot \tfrac{m}{128}\right)\right)}, \quad (26)$$

[0168] El índice k abarca el intervalo de números enteros de 1-64 en la implementación representada en la figura 9a. A continuación, se emite el vector y como vector o bloque que comprende los valores de subbanda de audio 180 de la figura 1. La barra que se encuentra encima de la segunda ecuación de factorización (26) así como la función conj() codifican el segmento S417 de la figura 9a y se refieren al complejo conjugado del argumento del número complejo correspondiente.

[0169] En un segmento del código final S480, el vector de estado se desplaza 64 elementos. A continuación, se puede proporcionar el vector de estado en su forma desplazada a la función LDFB80 como entrada de nuevo en un bucle adicional de la función.

[0170] La figura 9b muestra una implementación MATLAB de un procedimiento que corresponde a un banco de filtros de análisis de valores complejos para 32 subbandas. Por consiguiente, la función definida se denomina LDFB80_32, lo que indica que la implementación representa un banco de filtros de bajo retardo para 32 subbandas

basándose en una superposición adicional de 8 bloques en el pasado y 0 bloques en el futuro.

[0171] La implementación de la figura 9b difiere de la implementación mostrada en la figura 9a, únicamente con respecto a algunas secuencias del código, tal como se indicará en la descripción siguiente. Las secuencias de código S400, S430, S460, S470 y S480 se sustituyen por las secuencias de código correspondientes, teniendo en cuenta principalmente el hecho de que el número de subbandas o el número de valores de subbanda que emite la función LDFB80_32 se reduce en un factor de 2. Por consiguiente, la etapa S400' se refiere al vector state que se actualiza con respecto a las 32 últimas entradas que corresponden a los índices 289 a 320 con las correspondientes 32 muestras de entrada de audio del dominio de tiempo del bloque reciente 220 tal como se muestra en la figura 1.

[0172] Sin embargo, la diferencia principal entre las implementaciones, tal como se muestra en las figuras 9a y 9b, aparecen en la secuencia del código S410 de la figura 9a, que se sustituye por una secuencia del código S412 en la implementación representada en la figura 9b. La secuencia del código para S412 de la figura 9b comprende en primer lugar una copia de los 640 coeficientes de ventana que comprenden ventanas almacenadas en el vector LDFB80_win para el vector local win_ana. A continuación, se realiza una interpolación según la ecuación (15), donde se añaden dos coeficientes de ventana consecutivos representados por los elementos vectoriales del vector win_ana y se dividen por 2 y, a continuación, se almacenan de nuevo en el vector win_ana.

[0173] La siguiente secuencia de código S420 es idéntica a la secuencia de código S420 tal como se representa en la figura 9a que realiza la multiplicación real por elementos (.*) de la formación de ventanas de valores o elementos del vector state con los elementos del vector win_ana que comprenden los coeficientes de ventana interpolados de la función de ventana interpolada. La salida de esta operación se almacena en el vector x_win_orig. Sin embargo, la diferencia entre la secuencia del código S420 de la figura 9b y la correspondiente secuencia del código S420 de la figura 9a, es que en el caso de la figura 9b, no 640 sino que únicamente se realizan 320 multiplicaciones y no 640 en el marco de la formación de ventanas.

[0174] En la secuencia del código S430' que reemplaza la secuencia de código S430, se prepara la pila x_stack remodelando el vector x_win_orig. Sin embargo, puesto que el vector X_win_orig comprende únicamente 320 elementos, en comparación con el vector correspondiente de la figura 9a que comprende 640 elementos, la matriz x_stack es solamente una matriz de $64 \cdot 5$ elementos.

[0175] Las secuencias del código S440 del cambio de signo y la secuencia del código S450 de colapso de la pila son idénticas en ambas implementaciones según las figuras 9a y 9b, además del número inferior de elementos (320 en comparación con 640).

[0176] En la secuencia del código S460' que sustituye a la secuencia del código S460 se realiza una transformada rápida de Fourier (FFT) compleja impar de datos de ventana, que resulta bastante similar a la transformada de la secuencia de código S460 de la figura 9a. Sin embargo, una vez más, debido al número reducido de valores de subbanda de audio de salida, se proporciona el vector temp obteniéndose una transformada rápida de Fourier, la multiplicación por elementos de la pila x_stack y la función exponencial compleja del argumento $(-i \cdot \pi \cdot n/64)$, encontrándose el índice n en el intervalo entre 0 y 63.

[0177] Posteriormente, en la secuencia del código modificada S470', se efectúa el giro posterior definiendo la variable m=(32+1)/2 y generando el vector de salida y según la ecuación (26), donde el índice k únicamente abarca el intervalo de 1 a 32 y donde el número 128 que aparece en el argumento de la función exponencial compleja se sustituye por el número 64.

[0178] En la secuencia del código final S480', el estado del almacenamiento intermedio se desplaza 32 elementos en el caso de la implementación representada en la figura 9b, donde en la secuencia del código correspondiente S480, el almacenamiento intermedio se desplaza 64 elementos.

[0179] La figura 10a muestra una secuencia MATLAB que ilustra una implementación según una realización de la presente invención en forma de procedimiento que comprende un banco de filtros síntesis de análisis de valores complejos para 64 subbandas. La secuencia mostrada en la figura 10a define la función ILDFB80 a la que el vector x que representa el bloque 320 de valores de subbandas de audio de la figura 2a y un vector de estado "state" se proporciona como parámetros de entrada. La denominación ILDFB80 indica que la función definida es un filtro inverso de bajo retardo, que corresponde a 8 bloques de datos de audio del pasado y a 0 bloques del futuro. La función proporciona un vector y, y un vector de estado "state" nuevo o redefinido como salida, donde el vector y corresponde al bloque 410 de muestras de audio de dominio de tiempo de la figura 2a.

[0180] En una secuencia de código S500, se realiza un giro previo, donde se define una variable m=(64+1)/2 así como un vector temp. Los elementos temp(n) del vector temp se definen según la ecuación

$$temp(n) = \frac{1}{2} \cdot \overline{x(n)} \cdot \exp\left(2i \cdot \pi\left(n - 1 + \frac{1}{2}\right) \cdot \frac{n}{128}\right) , \qquad (27)$$

donde la barra que se encuentra encima del elemento del vector x(n) y la función conj( ) representan el conjugado complejo, exp( ) representa la función exponencial compleja, i representa la unidad imaginaria y n es un índice en el intervalo de 1 - a 64.

[0181] En la secuencia del código S510, se invierte el vector temp en una matriz que comprende en la primera columna los elementos del vector temp y en la segunda columna, el complejo conjugado del vector temp invertido con respecto al orden de los elementos tal como se define mediante el índice del vector. De este modo, en la secuencia del código S510 se establece una simetría impar de la matriz temp basándose en el vector temp.

[0182] En una secuencia del código S520 se realiza una transformada rápida de Fourier impar (FFT) basándose en la matriz temp. En esta secuencia del código, se realiza la parte real de la multiplicación por elementos del resultado de la transformada inversa de Fourier de la matriz temp con la función exponencial que presenta el argumento de ($i \cdot \pi/128$) y se envía a un vector y_knl, donde el índice n se encuentra en el intervalo de 0 a 127.

[0183] En la secuencia del código S530, se forma una extensión de los datos y un cambio alternante de signos. Para alcanzar esto, se invierte el orden de los elementos del vector y_knl y, al mismo tiempo, se realiza un cambio de signo. A continuación, se define una matriz tmp, que comprende las columnas primera, tercera y quinta del vector y_knl, donde las columnas segunda y cuarta comprenden el vector con el signo cambiado y_knl.

[0184] En la secuencia del código S540, los coeficientes de ventana almacenados en el vector LDFB80_win se copian en primer lugar al vector win_ana. A continuación, los coeficientes de ventana de síntesis se determinan basándose en los coeficientes de ventana de análisis almacenados en el vector win_ana generando una versión invertida temporal de la función de ventana de análisis según

$$win_syn(n) = win_ana(N \cdot T - n) , \qquad (28)$$

donde N · T es el número total de coeficientes de ventana y n es el índice de los coeficientes de ventana.

[0185] En una secuencia del código S550, la ventana de síntesis se aplica al vector tmp mediante una multiplicación por elementos del vector con la función de ventana de síntesis. En una secuencia de código S560, el búfer se actualiza ajustando los elementos del vector "state" con los índices 577 a 640 a 0 y añadiendo el contenido del vector en ventanas tmp al vector de estado state.

[0186] En una secuencia del código S570, el vector de salida y que comprende las muestras de audio del dominio de tiempo se extrae del vector de estado obteniendo los elementos del vector de estado extrayendo los elementos del vector de estado con los índices 1 a 64.

[0187] En una secuencia del código S580, la secuencia del código final de la función tal como se representa en la figura 10a, el vector de estado state se desplaza por 64 elementos de manera que los elementos con índices de 65 a 640 se copian a los primeros 576 elementos del vector state.

[0188] La figura 10b muestra una secuencia MATLAB de una implementación según una realización de la presente invención en forma de banco de filtros síntesis de valores complejos para 32 valores de subbanda. La denominación de la función definida mediante la secuencia mostrada en la figura 10b lo ilustra ya que la función definida se denomina ILDFB80_32, lo que indica que la función definida es un banco de filtro inverso de bajo retardo para 32 bandas con 8 bloques que se superponen del pasado y 0 bloques se superponen desde el futuro.

[0189] Tal como ya se ha comentado con respecto a la comparación de la implementación representada en las figuras 9a y 9b, la implementación según la secuencia de la figura 10b se encuentra asimismo estrechamente relacionada con la implementación del banco de filtros de síntesis de 64-subbandas según la figura 10a. Como consecuencia de ello, se proporcionan los mismos vectores a la función y se emiten mediante la función que, sin embargo, comprenden únicamente la mitad del número de elementos en comparación con la implementación de la figura 10a. La implementación de un banco de filtros de síntesis de 32 bandas para 32 bandas difiere de la versión de 64 subbandas representada en la figura 10a en particular con respecto a dos aspectos. Las secuencias del código S500, S510, S520, S53ß, S560, S570 y S580 se sustituyen por secuencias del código donde el número de elementos por tratar y el número adicional de parámetros relacionados con los elementos se dividen por 2. Además, la secuencia del código S540 de la generación de la función de ventana de síntesis se sustituye por una secuencia del código S542, donde la función de ventana de síntesis se genera como función de ventana de síntesis linealmente interpolada

según la ecuación (15).

[0190] En la secuencia de código S500' que sustituye a la secuencia de código S500, la variable m se define como igual a m = (32+1)/2 y el vector temp se define según la ecuación (27), donde el índice n abarca únicamente el intervalo de 1 a 32 y donde el factor de 1/128 se sustituye por el factor 1/64 en el argumento de la función exponencial.

[0191] Por consiguiente, en la secuencia del código S510' que sustituye la secuencia del código S510, el intervalo del índice abarca únicamente los índices del elemento 32 que comprende el vector temp. Es decir, el índice abarca solamente los valores de 1 a 32. Por consiguiente, en la secuencia del código S520' que sustituye la secuencia del código S520, el argumento de la función exponencial se sustituye por $(i \cdot \pi \cdot n/64)$, donde el índice n se encuentra en el intervalo de 0 a 63. En el marco de la secuencia del código S530', el intervalo del índice se reduce también en un factor de 2 en comparación con la secuencia del código S530.

[0192] La secuencia de código S542 que sustituye la secuencia del código S540 de la figura 10a copia asimismo la función de ventana almacenada en el vector LDFB80_win al vector win_ana y genera una versión invertida en el tiempo win_syn según la ecuación (28). Sin embargo, la secuencia del código S542 de la implementación mostrada en la figura 10b comprende además una etapa de interpolación según la ecuación (15), donde para cada elemento del vector redefinido win_syn que comprende los coeficientes de ventana de la función de ventana de síntesis, una interpolación lineal de dos coeficientes de ventana consecutivos de la función de ventana de síntesis original.

[0193] La secuencia del código S550 de aplicar la ventana al vector tmp y sustituir los elementos tmp con la versión en ventanas del mismo es idéntica en lo que se refiere al código que una comparación directa de las secuencias de códigos correspondientes en las figuras 10a y 10b. Sin embargo, debido al tamaño inferior del vector tmp en la implementación de la figura 10b, durante una implementación, se realiza solamente la mitad del número de multiplicaciones.

[0194] Asimismo, en el marco de las secuencias del código S560', S570' y S580' que sustituyen las secuencias del código S560, S570 y S580, respectivamente, los índices 640 y 64 se sustituyen por 320 y 32, respectivamente. Por lo tanto, estas tres secuencias del código finales solamente difieren de las secuencias del código de la implementación representadas en la figura 10a con respecto al tamaño de los vectores de estado tmp e y.

[0195] Tal como han ilustrado las realizaciones descritas hasta el momento, el formador de ventanas de análisis, así como el formador de ventanas de síntesis son aptos para generar ventanas con las muestras correspondientes en el dominio de tiempo comprendido en las tramas respectivas multiplicando las mismas por elementos con coeficientes de ventana de una función de ventana.

[0196] Antes de describir una función de ventana, que se puede utilizar por ejemplo como función de ventana de síntesis y como función de ventana de análisis en su versión invertida en el tiempo, se describirán más detalladamente las ventajas de las realizaciones según la presente invención, en particular considerando una implementación en el marco de una herramienta o sistema SBR tal como se representa en las figuras 5 y 6.

[0197] Entre las ventajas, las realizaciones según la presente invención y los sistemas que comprenden más de una realización según la presente invención pueden proporcionar una reducción significativa del retardo según otros bancos de filtros. Sin embargo, esta propiedad de bajo retardo se describirá más detalladamente haciendo referencia a las figuras 13 y 14. Un aspecto importante en este contexto es observar que la longitud de la función de ventana, es decir, el número de coeficientes de ventana que se aplicarán a una trama o a un bloque de muestras del dominio de tiempo, es independiente del retardo.

[0198] Además, tal como se describirá en relación con las figuras 17 y 18 más detalladamente, en lo que se refiere a la psicoacústica, las realizaciones según la presente invención utilizan a menudo las propiedades de enmascaramiento temporal del oído humano mejor que muchos otros bancos de filtros. Además, tal como se describirá más detalladamente en relación con las figuras 15, 16 y 19, las realizaciones según la presente invención proporcionan una excelente respuesta frecuencial.

[0199] Asimismo, en muchos bancos de filtros según una realización de la presente invención, se puede alcanzar una reconstrucción perfecta si se interconectan un banco de filtros de análisis y el banco de filtros de síntesis. Es decir, las realizaciones según la presente invención no ofrecen únicamente una salida audible indistinguible en comparación con la entrada de dicho conjunto interconectado de un banco de filtros de análisis y un banco de filtros de síntesis, sino (aparte de errores de cuantificación, los efectos de redondeo computacional y los efectos adicionales provocados por la discretización necesaria) una salida idéntica en comparación con la entrada.

[0200] Se puede alcanzar fácilmente una integración en el módulo SBR de bancos de filtros según la presente

invención. Aunque normalmente los módulos SBR funcionan en el modo de velocidad dual, los bancos de filtros de bajo retardo de valores complejos según las realizaciones de la presente invención pueden proporcionar una reconstrucción perfecta en el modo de velocidad única, mientras que los bancos de filtros SBR QMF originales pueden únicamente proporcionar una reconstrucción casi perfecta. En el modo de velocidad dual, la versión de 32 bandas de la respuesta del impulso se obtiene mediante interpolación lineal, denominada asimismo reducción de la muestra, de dos coeficientes adyacentes o coeficientes de ventana de la respuesta del impulso de 64 bandas o función de ventana tal como se describe en relación con la figura 3.

[0201] En el caso de una implementación de valores complejos de un banco de filtros, se puede alcanzar un retardo de análisis (o síntesis) reducido significativo para bancos de filtros sometidos a una obtención de muestras crítica, donde la frecuencia de muestreo o procesamiento corresponda a la frecuencia de frontera según la Teoría de Nyquist-Shannon. En el caso de una implementación de valores reales de un banco de filtros, se puede alcanzar una implementación eficaz utilizando algoritmos optimizados, tal como por ejemplo se ilustra en relación con la implementación MATLAB representada en las figuras 9 y 10. Estas implementaciones se pueden utilizar, por ejemplo, en el modo de baja potencia de la herramienta SBR tal como se describe en relación con las figuras 5 y 6.

[0202] Tal como se indica en relación con las figuras 5 y 6, se puede conseguir una reducción adicional con respecto al retardo en el caso de un sistema SBR utilizando un banco de filtros de bajo retardo de valores complejos según una realización de la presente invención. Tal como se ha indicado anteriormente, en el decodificador SBR 610, tal como se muestra en la figura 5, el banco de filtros de análisis QMF 620 se sustituye por un banco de filtros complejos de bajo retardo (CLDFB) según una realización de la presente invención. Esta sustitución se puede realizar de un modo calculable manteniendo el número de bandas (64), la longitud de la respuesta de impulso (640) y utilizando una modulación compleja. El retardo alcanzado por esta herramienta se minimiza hasta tal punto que se logra un retardo global suficientemente bajo para una comunicación bidireccional sin sacrificar un nivel de calidad alcanzable.

[0203] En comparación, por ejemplo, con un sistema que comprende una MDCT y una MDST para formar un sistema de tipo MDCT de valores complejos, una realización según la presente invención proporciona una respuesta frecuencial mucho mejor. En comparación con el banco de filtros QMF, por ejemplo, utilizado en el SBR MPEG-4 actual, un sistema que comprenda uno o más bancos de filtros según las realizaciones de la presente invención proporciona un retardo significativamente inferior.

[0204] Incluso en comparación con un banco de filtros QMF de bajo retardo, las realizaciones según la presente invención proporcionan la ventaja de una reconstrucción perfecta combinada con el retardo más bajo. Las ventajas derivadas de la propiedad de una reconstrucción perfecta a diferencia de la reconstrucción casi perfecta de los bancos de filtros QMF son las siguientes. Para una reconstrucción casi perfecta, hace falta una atenuación de banda de bloqueo alta para atenuar la generación de alias a un nivel suficientemente bajo. Ello limita la posibilidad de alcanzar un retardo muy bajo en el diseño del filtro. Por el contrario, la utilización de una realización según la presente invención actualmente supone la posibilidad de diseñar independientemente el filtro de tal modo que no haga falta una atenuación de la banda de bloqueo alta para atenuar la generación de alias a unos niveles suficientemente bajos. La atenuación de la banda de bloqueo tiene que ser lo suficientemente baja como para permitir una generación reducida de alias suficiente para la aplicación del procesamiento de la señal pretendido. Por lo tanto, en el diseño del filtro se puede alcanzar un mejor equilibrio hacia un retardo más bajo.

[0205] La figura 11 muestra una comparación de una función de ventana 700 tal como se puede utilizar, por ejemplo, en una realización según la presente invención junto con la función de ventana sinusoidal 710. La función de ventana 700, que se denomina asimismo ventana CMLDFB de "síntesis" (CMLDFB = banco de filtros de bajo retardo modulado complejo), comprende 640 coeficientes de ventana basados en los valores proporcionados en la tabla en el Anexo 1. Con respecto a la magnitud de las funciones de ventana, se debe observar que los factores generales de amplificación o los factores de amortiguación destinados a ajustar una amplitud de la señal con ventana no se considerarán en lo sucesivo. Las funciones de ventana se pueden normalizar, por ejemplo, con respecto a un valor correspondiente al centro de retardo, tal como se indica en relación con la figura 13 o con respecto a un valor n = N, n = N - 1 o n = N + 1, siendo N la longitud del bloque y n el índice de los coeficientes de ventana. En comparación, la función de ventana sinusoidal 710 se define únicamente sobre 128 muestras y se utiliza, por ejemplo, en el caso de un módulo MDCT o MDST.

[0206] Sin embargo, dependiendo de los detalles de la implementación, para obtener los coeficientes de ventana basados en los valores proporcionados en las tablas de los Anexos 1 y 3, se deben tener en cuenta los cambios de signo adicionales con respecto a los coeficientes de ventana correspondientes a los índices 128 a 255 y 384 a 511 (multiplicación con factor (-1)) según la ecuación (16a) y (16b).

[0207] Antes de describir las diferencias de las dos funciones de ventana 700, 710, se debe tener en cuenta que ambas funciones de ventana comprenden únicamente coeficientes de ventana de valores reales. Además, en ambos casos, un valor absoluto del coeficiente de ventana correspondiente a un índice n = 0 es inferior a 0,1. En el caso de una ventana CMLDFB 700, el valor correspondiente es incluso inferior a 0,02.

[0208] Teniendo en cuenta las dos funciones de ventana 700, 710 con respecto a sus conjuntos de definición, resultan evidentes diversas diferencias significativas. Aunque la función de ventana sinusoidal 710 es simétrica, la función de ventana 700 presenta un comportamiento asimétrico. Para definir esto con mayor claridad, la función ventana sinusoidal es simétrica ya que como valor real no existe con respecto a todos los números reales n, de tal modo que la función de ventana 710 se define para (n_0+n) y (n_0-n), la relación

$$|w(n_0 - n)| = |w(n_0 + n)| \qquad (29)$$

se cumple hasta un margen conveniente ($\varepsilon \geq 0$; el valor absoluto de la diferencia de los términos en los dos lados de la ecuación (29) es inferior o igual a ε), representando w(n) el coeficiente de ventana correspondiente al índice n. En el caso de la ventana sinusoidal, el índice correspondiente n_0 se encuentra exactamente en el centro de los dos coeficientes de ventana superiores. Es decir, en el caso de la ventana sinusoidal 710 el índice es $n_0 = 63{,}5$. La función de ventana sinusoidal se encuentra definida para los índices n = 0, ..., 127.

[0209] En cambio, la función de ventana 700 se define en el conjunto de índices n = 0, ..., 639. La función de ventana 700 es claramente asimétrica en el sentido de que para todos los números de valores reales n_0 existe al menos un número real, de tal modo que (n_0+n) y (n_0-n) pertenecen al conjunto de definiciones de la función de ventana, para la que la desigualdad

$$|w(n_0 - n)| \neq |w(n_0 + n)| \qquad (30)$$

mantiene un margen (casi deliberadamente) definible ($\varepsilon \geq 0$, el valor absoluto de la diferencia de los términos en los dos lados de la ecuación (29) es superior o igual a ε), siendo una vez más w(n) el valor del coeficiente de ventana correspondiente al índice n.

[0210] Otras diferencias entre las dos funciones de ventana, que se refieren tanto a los tamaños de bloque de N = 64 muestras, es que el valor máximo de la función de ventana 700 es superior a 1 y se adquiere para índices en el intervalo de

$$N \leq n \leq 2N \qquad (31)$$

para la ventana de síntesis. En el caso de la función de ventana 700 mostrada en la figura 11, el valor máximo adquirido es superior a 1,04 adquirido en el índice de muestra n = 77. En cambio, los valores máximos de la ventana sinusoidal 710 son inferiores o iguales a 1, y se captan en n = 63 y n = 64.

[0211] Sin embargo, asimismo la función de ventana 700 adquiere un valor de aproximadamente 1 en índices de muestra de aproximadamente n = N. Con mayor exactitud, el valor absoluto o el propio valor del coeficiente de ventana w(N-1) correspondiente al índice n = N-1 es inferior a 1, mientras que el valor absoluto o el propio valor del coeficiente de ventana w(N) correspondiente al índice n = N es superior a 1. En algunas realizaciones según la presente invención, ambos coeficientes de ventana cumplen con las relaciones

$$\begin{aligned} 0.99 < w(N-1) < 1.0 \\ 1.0 < w(N) < 1.01 \end{aligned} \qquad (32)$$

lo que es el resultado de la optimización de la calidad del audio de los bancos de filtros según las realizaciones de la presente invención. En muchos casos se pretende disponer de un coeficiente de ventana w(0) que comprenda un valor absoluto tan pequeño como sea posible. En este caso, un determinante de los coeficientes de ventana

$$|w(0) \cdot w(2N-1) - w(N-1) \cdot w(N)| \approx 1 \qquad (33)$$

se debe aproximar lo máximo posible a 1 para alcanzar una calidad de audio que se optimice con respecto a los

posibles parámetros. Sin embargo, el signo del determinante proporcionado por la ecuación (33) se puede elegir libremente. Como consecuencia de que el coeficiente de ventana w(0) inferior o aproximadamente 0, el producto de w(N-1) · w(N) o sus valores absolutos debe ser lo más próximo posible a +/-1. En este caso, el coeficiente de ventana w(2N-1) se puede elegir casi libremente. La ecuación (33) es el resultado de utilizar la técnica de matrices de retardo cero tal como se describe en *New Framework for Modulated Perfect Reconstruction Filter Banks* ("Nuevo marco para bancos de filtros de reconstrucción perfecta modulada") de G.D.T. Schuller t M.J.T. Smith, IEEE Transactions on Signal Processing, Vol. 44, N. º 8, agosto de 1996.

[0212] Además, tal como se describirá más detalladamente en relación con la figura 13, los coeficientes de ventana correspondientes a los índices N-1 y N se encuentran comprendidos en el centro del núcleo de modulación y por lo tanto corresponden a la muestra que presenta un valor de aproximadamente 1,0 y coincide con el retardo del banco de filtros definido por el prototipo de función de filtro o de función de ventana.

[0213] La función de ventana de síntesis 700 tal como se representa en la figura 11 presenta además un comportamiento oscilante con coeficientes de ventana estrictamente monótono creciente a partir del coeficiente de ventana de la secuencia de coeficientes de ventana correspondiente al índice (n = 0) utilizado para la ventana de la última muestra de audio de dominio de tiempo hasta el coeficiente de ventana que comprende el valor absoluto más elevado de todos los coeficientes de ventana de la función de ventana de síntesis 700. Naturalmente, en el caso de la función de ventana de análisis invertida en el tiempo, el comportamiento de oscilación comprende una disminución monótona estricta de los coeficientes de ventana desde el coeficiente de ventana que comprende el valor absoluto más alto de todos los coeficientes de ventana de una función de ventana de análisis hasta los coeficientes de ventana de la secuencia de coeficientes de ventana correspondientes a un índice (n = 639) utilizados para la formación de ventana de la última muestra de audio del dominio de tiempo.

[0214] Como consecuencia del comportamiento de oscilación, el desarrollo de la función de ventana de síntesis 700 se inicia con un coeficiente de ventana correspondiente al índice n = 0 que tiene un valor absoluto inferior a 0,02 y un valor absoluto del coeficiente de ventana correspondiente al índice n = 1 inferior a 0,03, adquiriendo un valor de aproximadamente 1 en un índice n = N, adquiriendo un valor máximo superior a 1,04 en un índice según la ecuación (31), adquiriendo un valor adicional de aproximadamente 1 en un índice n = 90 y 91, un primer cambio de signo en los valores de índice de n = 162 y n = 163, adquiriendo un valor mínimo inferior a -0,1 o -0,12755 en un índice de aproximadamente n = 3N y otro cambio de signo en valores de índice n = 284 y n = 285. Sin embargo, la función de ventana de síntesis 700 puede comprender además cambios en los signos de otros valores de índice n. Cuando se comparan los coeficientes de ventana con los valores dados en las tablas de los Anexos 1 y 3, se deben tener en cuenta los cambios de signos adicionales con respecto a los coeficientes de ventana correspondientes a los índices 128 a 255 y 384 a 511 (multiplicación por factor (-1)) según las ecuaciones (16a) y (16b).

[0215] El comportamiento oscilante de la función de ventana de síntesis 700 es similar al de una oscilación muy amortiguada, que se ilustra mediante el valor máximo de aproximadamente 1,04 y el valor mínimo de aproximadamente -0,12. Como consecuencia de ello, más del 50 % de todos los coeficientes de ventana comprenden valores absolutos inferiores o iguales a 0,1. Tal como se ha indicado en relación con las realizaciones descritas en las figuras 1 y 2a, el desarrollo de la función de ventana comprende un primer grupo 420 (o 200) y un segundo grupo 430 (o 210), comprendiendo el primer grupo 420 una primera parte consecutiva de coeficientes de ventana y comprendiendo el segundo grupo 430 una segunda parte consecutiva de coeficientes de ventana. Tal como ya se ha indicado anteriormente, la secuencia de coeficientes de ventana de la ventana comprende únicamente el primer grupo 420 de coeficientes de ventana y el segundo grupo de funciones de ventana 430, comprendiendo el primer grupo 420 de coeficientes de ventana exactamente la primera secuencia consecutiva de coeficientes de ventana y comprendiendo el segundo grupo 430 exactamente la segunda parte consecutiva de coeficientes de ventana. Por lo tanto, los términos primer grupo 420 y primera parte de los coeficientes de ventana, así como los términos segundo grupo 430 y segunda parte de los coeficientes de ventana se pueden utilizar como sinónimos.

[0216] Más del 50 % de todos los coeficientes de ventana que presentan unos valores absolutos inferiores o iguales a 0,1 se encuentran comprendidos en el segundo grupo o segunda parte 430 de coeficientes de ventana como consecuencia del comportamiento oscilante muy amortiguado de la función de ventana 700. Además, asimismo más del 50 % de todos los coeficientes de ventana comprendidos en el segundo grupo o segunda parte 430 de coeficientes de ventana comprenden unos valores absolutos inferiores o iguales a 0,01.

[0217] La primera parte 420 de coeficientes de ventana comprende menos de un tercio de todos los coeficientes de ventana de la secuencia de coeficientes de ventana. Por consiguiente, la segunda parte 430 de coeficientes de ventana comprende más de dos tercios de coeficientes de ventana. En el caso de un número total de bloques T por procesar en una de las tramas 120, 150, 330, 380 de más de cuatro bloques, la primera parte comprende normalmente 3/2 · N coeficientes de ventana, siendo N el número de muestras del dominio de tiempo de un bloque. Por consiguiente, la segunda parte comprende el resto de los coeficientes de ventana o, con mayor exactitud, (T-3/2)N coeficientes de ventana. En el caso de T = 10 bloques por trama tal como se representa en la figura 11, la primera parte comprende 3/2 · N coeficientes de ventana, mientras que la segunda parte 210 comprende 8,5 · N coeficientes de ventana. En el caso de un tamaño de bloque de N = 64 muestras de audio en el dominio de

tiempo por bloque, la primera parte comprende 96 coeficientes de ventana, mientras que la segunda parte comprende 544 coeficientes de ventana. La función de ventana de síntesis 700 tal como se muestra en la figura 11 adquiere un valor de aproximadamente 0,96 en el borde de la primera parte y la segunda parte en un índice de aproximadamente n = 95 o 96.

[0218] A pesar del número de coeficientes de ventana comprendidos en la primera parte 420 y la segunda parte 430, un valor de energía o un valor de energía total de los coeficientes de ventana correspondientes difieren significativamente entre sí. El valor de energía viene definido por

$$E = \sum_{n} |w(n)|^2 \quad , \qquad (34)$$

donde w(n) es un coeficiente de ventana y el índice n sobre el que se calcula la suma de la ecuación (34) corresponde a los índices de las partes correspondientes 420, 430, todo el conjunto de coeficientes de ventana o cualquier otro conjunto de coeficientes de ventana a los que corresponden los valores de energía E correspondientes. A pesar de la diferencia significativa de coeficientes de ventana, el valor de energía de la primera parte 420 es igual o superior a 2/3 del valor de energía total de todos los coeficientes de ventana. Por consiguiente, el valor de energía de la segunda parte 430 es inferior o igual a 1/3 del valor de energía total de todos los coeficientes de ventana.

[0219] Para ilustrar esto, el valor de energía de la primera parte 420 de los coeficientes de ventana de la función de ventana 700 es de aproximadamente 55,85, mientras que el valor de energía de los coeficientes de ventana de la segunda parte 430 es de aproximadamente 22,81. El valor de energía global de todos los coeficientes de ventana de la función de ventana 700 es de aproximadamente 78,03, de tal modo que el valor de energía de la primera parte 420 es de aproximadamente el 71,6 % del valor de energía total, mientras que el valor de energía de la segunda parte 430 es de aproximadamente el 28,4 % del valor de energía total de todos los coeficientes de ventana.

[0220] Naturalmente, la ecuación (34) se puede expresar en una versión normalizada dividiendo el valor de energía E por un factor de normalización E0, que en principio puede ser cualquier valor de energía. El factor de normalización E0 puede ser, por ejemplo, el valor de energía global de todos los coeficientes de ventana de la secuencia de coeficientes de ventana calculados según la ecuación (34).

[0221] Basándose en los valores absolutos de los coeficientes de ventana o en los valores de energía de los coeficientes de ventana correspondientes, se puede determinar asimismo un punto central o un "centro de gravedad" de la secuencia de coeficientes de ventana. El centro de gravedad o punto central de la secuencia de coeficientes de ventana es un número real y se encuentra normalmente comprendido en el intervalo de índices de la primera parte 420 de los coeficientes de ventana. En el caso de las tramas correspondientes que comprenden más de cuatro bloques de muestras de audio en el dominio de tiempo (T> 4), el centro de gravedad n_{ca} basado en los valores absolutos de los coeficientes de ventana o el centro de gravedad n_{ce} basado en los valores de energía de los coeficientes de ventana es inferior a 3/2 · N. Es decir, en el caso de T = 10 bloques por trama, el centro de gravedad se encuentra dentro de la región de índices de la primera parte 200.

[0222] El centro de gravedad n_{ca} basado en los valores absolutos de los coeficientes de ventana w(n) se define según

$$n_{ca} = \frac{\sum_{n=0}^{N \cdot T-1} n \cdot |w(n)|}{\sum_{n=0}^{N \cdot T-1} |w(n)|} \qquad (35)$$

y el centro de gravedad n_{ce} considerando los valores de energía de los coeficientes de ventana w(n) se define según

$$n_{ce} = \frac{\sum_{n=0}^{N \cdot T-1} n \cdot |w(n)|^2}{\sum_{n=0}^{N \cdot T-1} |w(n)|^2} \quad , \qquad (36)$$

donde N y T son enteros positivos que indican el número de muestras de audio en el dominio de tiempo por bloque y el número de bloques por trama, respectivamente. Naturalmente, los puntos centrales según las ecuaciones (35) y (36) se pueden calcular asimismo con respecto a un conjunto limitado de coeficientes de ventana sustituyendo los límites de las sumas anteriores según ello.

[0223] En el caso de la función de ventana 700 tal como se muestra en la figura 1, el centro de gravedad n_{ca} basado en los valores absolutos de los coeficientes de ventana w(n) es igual al valor de $n_{ca} \approx 87{,}75$ y el punto central o centro de gravedad n_{ce} con respecto a los valores de energía de los coeficientes de ventana w(n) es $n_{ce} \approx 80{,}04$. Puesto que la primera parte 200 de coeficientes de ventana de la función de ventana 700 comprende 96 (= 3/2 N; N = 64) coeficientes de ventana, ambos puntos centrales se encuentran dentro de la primera parte 200 de los coeficientes de ventana, tal como se ha indicado anteriormente.

[0224] Los coeficientes de ventana w(n) de la función de ventana 700 se basan en los valores indicados en la tabla del Anexo 1. Sin embargo, para alcanzar, por ejemplo, la propiedad de bajo retardo del banco de filtros, tal como se ha indicado anteriormente, no es necesario implementar la función de ventana con tanta precisión como se da mediante los coeficientes de ventana en la tabla del Anexo 1. En muchos casos, resulta más que suficiente que los coeficientes de ventana de una función de ventana que incluya 640 coeficientes de ventana cumplan cualquiera de las relaciones o ecuaciones que figuran en las tablas de los Anexos 2 a 4. Los coeficientes de las ventanas o coeficientes de filtro que figuran en la tabla del Anexo 1 representan los valores preferidos, que podrían adaptarse según las ecuaciones (16a) y (16b) en algunas implementaciones. Sin embargo, tal como se indica, por ejemplo, mediante las tablas adicionales que figuran en los Anexos adicionales, se pueden variar los valores preferidos del segundo, tercer, cuarto, quinto dígito tras el punto decimal de tal modo que los filtros o funciones de ventanas resultantes presenten todavía las ventajas de las realizaciones según la presente invención. Sin embargo, dependiendo de los detalles de la implementación, para obtener los coeficientes de ventana basados en los valores dados en las tablas de los Anexos 1 y 3, se deben tener en cuenta los cambios de signos adicionales con respecto a los coeficientes de ventana correspondientes a los índices 128 a 255 y 384 a 511 (multiplicación por factor (-1)) según las ecuaciones (16a) y (16b).

[0225] Naturalmente, se pueden definir y utilizar igualmente otras funciones de ventana que comprendan un número diferente de coeficientes de ventana. En este contexto, debe tenerse en cuenta que tanto el número de muestras de audio en el dominio de tiempo por bloque como el número de bloques por trama, así como la distribución de los bloques con respecto a muestras pasadas y futuras muestras, se pueden variar en un amplio intervalo de parámetros. El número de bloques por trama es un número entero mayor que 4.

[0226] La figura 12 representa una comparación de una ventana de banco de filtros de bajo retardo modulado por complejos (ventana CMLDFB) 700 tal como se representa en la figura 11 y el filtro prototipo SBR QMF original 720 tal como se utiliza, por ejemplo, en la herramienta SBR según los estándares MPEG. Tal como se muestra en la figura 11, la ventana 700 CMLDFB es de nuevo la ventana de síntesis según una realización de la presente invención.

[0227] Aunque la función de ventana 700 según una realización de la presente invención es claramente asimétrica tal como se define en relación con la ecuación (30), el filtro prototipo SBR QMF original 720 es simétrico con respecto a los índices n = 319 y 320, cuando la ventana de función 700 así como el filtro prototipo SBR QMF 720 se define cada uno con respecto a cada uno de los 640 índices. Es decir, con respecto a la ecuación (29), el "valor de índice" que no representa el índice del centro de simetría viene dado por n0 = 319,5 en el caso del filtro prototipo SBR QMF 720.

[0228] Además, debido a la simetría del filtro prototipo SBR QMF 720, asimismo el punto central n_{ca} y n_{ce} según las ecuaciones (35) y (36), respectivamente, son idénticos al centro de simetría no. El valor de energía del filtro prototipo SBR QMF 720 es de 64,00 ya que el filtro prototipo es un filtro ortogonal. En cambio, la función de ventana claramente asimétrica 700 comprende un valor de energía de 78,0327 tal como se ha indicado anteriormente.

[0229] En las secciones siguientes de la descripción, los sistemas SBR tal como se ha descrito en relación con las figuras 5 y 6, donde el decodificador SBR 610 comprende las realizaciones según la presente invención en forma de banco de filtros de análisis tal como el banco de filtros 620 y una realización según la presente invención en forma de banco de filtros de síntesis para el banco de filtros de síntesis 640. Tal como se describirá más detalladamente, el retardo global de un banco de filtros de análisis según la presente invención que utiliza la función de ventana 700 tal como se representa en las figuras 11 y 12 comprende un retardo global de 127 muestras, mientras

que la herramienta SBR basada en filtro SBR QMF original proporciona un retardo global de 640 muestras.

[0230] La sustitución de los bancos de filtros QMF en el módulo SBR, por ejemplo, en el decodificador SBR 610, por un banco de filtros de bajo retardo de valores complejos (CLDFB) proporciona una reducción de retardo de 42 ms a 31,3 ms sin introducir degradación alguna en la calidad del audio o complejidad computacional adicional alguna. Con el nuevo banco de filtros, se soportan el modo SBR estándar (modo de alta calidad) y el modo de baja potencia que utilizan únicamente bancos de filtros de valores reales, tal como se ha mostrado en la descripción de las realizaciones según la presente invención con respecto a las figuras 7 a 10.

[0231] En particular en el campo de las telecomunicaciones y de la comunicación bidireccional, un bajo retardo resulta de gran importancia. Aunque el AAC de bajo retardo mejorado ya puede alcanzar un retardo suficientemente bajo para aplicaciones de comunicaciones de 42 ms, su retardo algorítmico es aún superior al del corecodec AAC de bajo retardo, que puede alcanzar retardos de hasta 20 ms y el de otros códecs de telecomunicaciones. En el decodificador SBR 610, las etapas de análisis y síntesis de QMF provocan todavía un retardo de reconstrucción de 12 ms. Un enfoque prometedor para reducir ese retardo comprende utilizar una técnica de banco de filtros de bajo retardo según una realización de la presente invención y sustituir los bancos de filtro QMF actuales por una versión correspondiente de bajo retardo según las realizaciones de la presente invención. Es decir, se alcanza una reducción del retardo adicional sustituyendo simplemente los bancos de filtros ordinarios utilizados en el módulo SBR 610 por un banco de filtros complejos de bajo retardo según las realizaciones de la presente invención.

[0232] Para su utilización en el módulo SBR 610, los nuevos bancos de filtros según las realizaciones de la presente invención, que se denominan asimismo CLDFB, se han diseñado para que sean tan similares a los bancos de filtros QMF utilizados originalmente como sea posible. Ello comprende, por ejemplo, la utilización de 64 subbandas o bandas, una longitud igual de las respuestas de impulso y una compatibilidad con los modos de velocidad dual igual a la que se utiliza en los sistemas SBR.

[0233] La figura 13 representa la comparación de la forma de ventana CLDFB 700 según una realización de la presente invención y el filtro prototipo SBR QMF original 720. Además, ilustra el retardo de los bancos de filtros modulados, que se puede determinar analizando el retardo de superposición introducido por el filtro prototipo o función de ventana además del retardo de trama del núcleo de modulación que presenta una longitud de N muestras en el caso de un sistema basado en una DCT-IV. La situación representada en la figura 13 se refiere de nuevo al caso de un banco de filtros de síntesis. La función de ventana 700 y la función de filtro prototipo 720 también representan las respuestas de impulso de los filtros prototipo de síntesis de los dos bancos de filtros implicados.

[0234] En lo que se refiere al análisis del retardo tanto para el banco de filtros SBR QMF como para el CLDFB propuesto según una realización de la presente invención, en el análisis y la síntesis únicamente la superposición en el lado derecho y en el lado izquierdo del núcleo de modulación, respectivamente, añade retardo.

[0235] En ambos bancos de filtros, el núcleo de modulación se basa en una DCT-IV que introduce un retardo de 64 muestras, lo que se indica en la figura 13 como retardo 750. En el caso del filtro prototipo SBR QMF 720 debido a la simetría, el retardo de núcleo de modulación 750 se dispone simétricamente con respecto al centro de gravedad o al centro de la función de filtro prototipo 720 correspondiente, tal como se indica en la figura 13. El motivo de este comportamiento es que el almacenamiento temporal del banco de filtros SBR QMF necesita llenarse hasta un punto donde la función de filtro prototipo 720 que supone la contribución más significativa en lo que se refiere a los valores de energía correspondientes de los valores de filtro prototipo se considerará en el procesamiento. Debido a la forma de la función del filtro prototipo 720, esto requiere que el almacenamiento temporal se llene al menos hasta el punto central o centro de gravedad de la función de filtro prototipo correspondiente.

[0236] Para continuar ilustrándolo, partiendo de un almacenamiento temporal completamente inicializado del banco de filtros SBR QMF correspondiente, resulta necesario llenar el almacenamiento temporal hasta un punto donde un procesamiento de datos dará como resultado un procesamiento de datos significativos, lo que requiere la función de ventana o filtro prototipo correspondiente para disponer de una contribución significativa. En el caso de la función de filtro de prototipo SBR QMF, la forma simétrica del filtro prototipo 720 produce un retardo, que es del orden del centro de gravedad o punto central de la función de filtro prototipo.

[0237] Sin embargo, puesto que el retardo introducido por el núcleo de modulación del sistema basado en una DCT-IV de N = 64 para muestras se encuentra siempre presente y el sistema comprende asimismo un retardo de un bloque, se puede observar que el prototipo de síntesis para el SBR QMF introduce un retardo de superposición de 288 muestras.

[0238] Tal como se ha indicado anteriormente, en el caso de los bancos de filtros de síntesis a los que hace referencia la figura 13, esta superposición de la parte izquierda adicional 760 provoca el retardo, mientras que la superposición de la parte derecha 770 se refiere a muestras pasadas y por lo tanto no introduce un retardo adicional en el caso de un banco de filtros de síntesis.

[0239] Por el contrario, si se empieza con una memoria inicializada del CLDFB, conforme a una realización según la presente invención, tanto el banco de filtros de síntesis como el banco de filtros de análisis son capaces de proporcionar en menos tiempo unos datos "significativos" en comparación con el banco de filtros SBR QMF, a causa de la forma que presenta la función de ventana. En otras palabras, debido a la forma presentada por la función de ventana de análisis o síntesis 700, el procesado de muestras por parte de las funciones de ventana indicativas de una contribución significante es posible en menos tiempo. Como consecuencia, el prototipo de síntesis o la función de ventana de síntesis del CLDFB introduce únicamente un retardo de superposición de 32 muestras, teniendo en cuenta el retardo ya introducido por parte del núcleo de modulación 750. La primera parte 420 o el primer grupo 420 de coeficientes de ventana de la función de ventana 700 conforme a una realización según la presente invención comprenden, en una realización preferida según la presente invención, los 96 coeficientes de ventana correspondientes al retardo ocasionado por la superposición de la parte izquierda 760 conjuntamente con el retardo del núcleo de modulación 750.

[0240] La función prototipo de análisis o el banco de filtros de análisis introduce el mismo valor de retardo. El motivo se debe a que el banco de filtros de análisis se basa en la versión invertida en el tiempo de la función de ventana de síntesis o función prototipo. Por este motivo, el retardo de superposición se introduce en la parte derecha que comprende el mismo valor de retardo superpuesto que en el caso del banco de filtros de síntesis. En consecuencia, en el caso de un banco de filtros prototipo QMF original, asimismo se introduce un retardo de 288 muestras, mientras que, para un banco de filtros de análisis conforme a una realización según la presente invención, se introduce un retardo únicamente de 32 muestras.

[0241] La tabla que se muestra en la figura 14a proporciona un resumen de los valores de retardo con distintas etapas de modificación, asumiendo que la longitud de trama es de 480 muestras y la frecuencia de muestreo es de 48 kHz. En una configuración estándar que comprenda un códec AAC-LD junto con una herramienta estándar SBR, los bancos de filtros MDCT e IMDCT en el modo dual ocasionan un retardo de 40 ms. Asimismo, la propia herramienta QMF ya introduce un retardo de 12 ms. Por otra parte, debido a una superposición SBR, se genera un retardo adicional de 8 ms, de modo que el retardo total de ese códec se encuentra en el intervalo de 60 ms.

[0242] En comparación, un códec AAC-ELD que comprenda versiones de bajo retardo de los MDCT e IMDCT introduce en el enfoque dual un retardo de 30 ms. En comparación con el banco de filtros original QMF de una herramienta SBR, la utilización de un banco de filtros de bajo retardo y valores complejos conforme a una realización según la presente invención, conlleva un valor de retardo de únicamente 1 ms en comparación con los 12 ms de la herramienta original QMF. Previniendo que se produzca la superposición SBR, se puede evitar totalmente que se produzca la superposición adicional de 8 ms de una sencilla combinación de un AAC-LD y una herramienta SBR. Por este motivo, el códec AAC de bajo retardo y mayores prestaciones es capaz de introducir en el algoritmo un retardo total de 31 ms, y no los 60 ms introducidos por la combinación sencilla descrita anteriormente. Por este motivo, se puede apreciar que la combinación de los procedimientos para reducir el valor de retardo descritos proporciona efectivamente un ahorro en el valor total de retardo de 29 ms.

[0243] La tabla que se muestra en la figura 14b proporciona una vista general adicional del valor total de retardo del códec ocasionado por los bancos de filtros originales y los propuestos en un sistema como el representado en las figuras 5 y 6. Los datos y valores indicados en la figura 14b se basan en una frecuencia de muestreo de 48 kHz y en un tamaño de trama del codificador de núcleo de 480 muestras. Debido al enfoque dual de un sistema SBR, tal como se representa y sobre el que se trata en las figuras 5 y 6, el codificador de núcleo se ejecuta efectivamente a una frecuencia de muestreo de 24 kHz. Dado que el codificador de núcleo ya introduce un retardo de trama de 64 muestras en el núcleo de modulación, se puede restar de los valores de retardo independientes de los dos bancos de filtros, tal como se describe en el contexto de la figura 13.

[0244] La tabla de la figura 14b enfatiza el hecho de que es posible reducir el retardo global del códec AAC de bajo retardo con mayores prestaciones que comprende las versiones de bajo retardo de la MDCT y de la IMDCT (LD MDCT y LD IMDCT). Mientras que únicamente puede obtenerse un retardo algorítmico total de 42 ms utilizando las versiones de bajo retardo de la MDCT y la IMDCT, así como los bancos de filtros QMF originales, utilizando bancos de filtros de bajo retardo y valores complejos conforme a las realizaciones según la presente invención en lugar de los bancos de filtros QMF convencionales, el retardo total en el algoritmo puede reducirse de un modo significativo a únicamente 31,3 ms.

[0245] Para evaluar la calidad de los bancos de filtros conforme a las realizaciones según la presente invención y los sistemas que comprenden uno o más bancos de filtros, se han llevado a cabo pruebas de audio, a partir de las cuales puede concluirse que mediante los bancos de filtros conforme a las realizaciones según la presente invención, se mantiene la calidad de audio de AAC-ELD al mismo nivel y no se degrada la señal, ni para el modo SBR complejo, ni para el modo SBR de baja potencia y valor real. Así, los bancos de filtros de retardo optimizado conforme a las realizaciones según la presente invención no degradan la calidad de la señal de audio, aunque sean capaces de reducir el retardo en un valor superior a más de 10 ms. En relación con períodos transitorios, incluso se observa que pueden obtenerse ligeras mejoras, aunque no significativas estadísticamente. Las mejoras mencionadas anteriormente se han observado durante las pruebas de audio realizadas con castañuelas y carillones.

[0246] Con el objetivo de verificar adicionalmente que, en el caso de un banco de filtros de 32 bandas conforme a un ejemplo según la presente invención, el muestreo funcione correctamente del mismo modo para los bancos de filtros según la presente invención en comparación con los bancos de filtros QMF, se llevó a cabo la evaluación siguiente. En primer lugar, se analizó un barrido sinusoidal logarítmico con un banco de filtros muestreado de 32 bandas, añadiendo las 32 bandas superiores inicializadas al valor cero. A continuación, un banco de filtros de 64 bandas sintetizó el resultado, efectuó de nuevo un muestreo y realizó la comparación con la señal original. Empleando un filtro prototipo SBR QMF convencional, se obtiene una relación de señal a ruido (SNR) de 59,5 dB. Sin embargo, mediante un banco de filtros según la presente invención, se obtiene un valor SNR de 78,5 dB, lo cual es indicativo de que los bancos de filtros conforme a las realizaciones según la presente invención presentan al menos el mismo rendimiento en la versión muestreada en comparación con los bancos de filtros QMF originales.

[0247] Con el objetivo de mostrar que este enfoque basado en bancos de filtros no simétricos y de retardo optimizado, que se emplean en realizaciones según la presente invención, proporciona un valor añadido en comparación con un banco de filtros clásico con un prototipo simétrico, a continuación, se compararán prototipos asimétricos con prototipos simétricos que presenten el mismo valor de retardo.

[0248] En la figura 15a se muestra la respuesta frecuencial en una ilustración de campo lejano de un banco de filtros según la presente invención empleándose una ventana de bajo retardo (gráfico 800), en comparación con la respuesta frecuencial de un banco de filtros empleándose una ventana sinusoidal que presente una longitud de 128 coeficientes (gráfico 810). En la figura 15b se muestra una vista aumentada de la respuesta frecuencial en campo cercano de los mismos bancos de filtros empleándose las mismas funciones de ventana que se han descrito anteriormente.

[0249] Efectuando una comparación directa de los dos gráficos 800 y 810, se aprecia que la respuesta frecuencial del banco de filtros de bajo retardo conforme a una realización según la presente invención es notablemente mejor que la respuesta frecuencial correspondiente de un banco de filtros que utilice una ventana sinusoidal de 128 coeficientes y el mismo retardo.

[0250] Asimismo, en la figura 16a se muestra una comparativa de distintas funciones de ventana con un retardo total de 127 muestras. El banco de filtros (CLDFB) con 64 bandas presenta un retardo total de 127 muestras, incluyéndose el retardo de trama y el retardo de superposición. Un banco de filtros modulado con un prototipo simétrico y el mismo retardo presentaría, por lo tanto, un prototipo de longitud 128, tal como ya se ha ilustrado en el contexto de las figuras 15a y 15b. El motivo es que estos bancos de filtros con superposición del 50 %, por ejemplo, la MDCT, las ventanas sinusoidales, o las ventanas derivadas de Kaiser-Bessel generalmente constituyen una buena elección para prototipos. Consecuentemente, en la figura 16a se muestra una vista de la respuesta frecuencial de un banco de filtros que emplea una ventana de bajo retardo como prototipo conforme a una realización según la presente invención y se compara con las respuestas frecuenciales de prototipos simétricos alternativos que presentan el mismo valor de retardo. En la figura 16a, además de la respuesta frecuencial del banco de filtros según la presente invención (gráfico 800) y la respuesta frecuencial de un banco de filtros que emplee una ventana sinusoidal (gráfico 810), tal como ya se ha mostrado en las figuras 15a y 15b, se representan adicionalmente dos ventanas KBD que se basan en los parámetros $\alpha = 4$ (gráfico 820) y $\alpha = 6$ (gráfico 830). En ambas figuras, en la figura 16a y en la vista aumentada de la figura 16a mostrada en la figura 16b, se aprecia claramente que se puede obtener una respuesta frecuencial mucho mejor con un banco de filtros conforme a una realización según la presente invención que presente una función de ventana no simétrica o una función de filtrado prototipo con el mismo retardo.

[0251] Con el fin de ilustrar esta ventaja de modo más genérico, en la figura 17 se comparan dos prototipos de bancos de filtros con valores de retardo distintos a los bancos de filtros descritos anteriormente. Mientras que el banco de filtros considerado en las figuras 15 y 16 presenta un retardo total de 127 muestras, que se corresponde con una superposición de 8 bloques en el pasado y 0 bloques en el futuro (CLDFB 80), en la figura 17 se representa una comparativa de las respuestas frecuenciales de dos prototipos de bancos de filtros distintos con un mismo valor de retardo de 383 muestras. Más concretamente, en la figura 17 se representa la respuesta frecuencial de un banco de filtros prototipo no simétrico (gráfico 840), que se basa en una superposición de 6 bloques de muestras en el dominio de tiempo en el pasado y 2 bloques de muestras en el dominio de tiempo en el futuro (CLDFB 62). Por otra parte, en la figura 17 se representa también la respuesta frecuencial (gráfico 850) de una función de filtrado prototipo simétrico correspondiente que presenta asimismo un retardo de 383 muestras. Se puede apreciar que, para el mismo valor de retardo, mediante una función de ventana o prototipo no simétrico se obtiene una respuesta frecuencial mejorada en comparación con un banco de filtros que comprenda una función de ventana o filtro prototipo simétrico. De este modo, se demuestra la posibilidad de obtener un mejor equilibrio entre retardo y calidad, tal como se ha indicado anteriormente. En la figura 18, se representa el efecto de enmascaramiento temporal del oído humano. Cuando se genera un sonido o un tono en el instante indicado mediante una línea 860 en la figura 18, se genera un efecto de enmascaramiento relacionado con la frecuencia del tono o del sonido y las frecuencias cercanas aproximadamente 20 ms antes de que el sonido empiece efectivamente. Este efecto se denomina enmascaramiento previo y constituye uno de los aspectos de las propiedades psicoacústicas del oído humano.

[0252] En la situación ilustrada en la figura 18, el sonido se mantiene audible durante aproximadamente 200 ms hasta el instante indicado mediante la línea 870. Durante dicho periodo, está activo un enmascarador de sonido del oído humano, que asimismo se denomina enmascaramiento simultáneo. Tras la finalización del sonido (indicado mediante la línea 870), el enmascaramiento en la frecuencia cercana del tono decae lentamente durante un intervalo de tiempo de aproximadamente 150 ms, tal como se ilustra en la figura 18. Este efecto psicoacústico se denomina asimismo enmascaramiento posterior.

[0253] En la figura 19 se ilustra la comparativa del comportamiento pre-eco de una señal codificada HE-AAC convencional y una señal codificada HE-AAC que se basa en un banco de filtros de bajo retardo (CMLDFB) conforme a una realización según la presente invención. En la figura 19a se ilustra la señal temporal original de unas castañuelas, que se ha procesado con un sistema que comprende un códec HE-AAC (HE-AAC = códec de audio avanzado de elevada eficacia). La salida del sistema basada en el códec HE-AAC convencional se ilustra en la figura 19b. Una comparación directa entre ambas señales, la señal temporal original y la señal de salida del códec HE-AAC muestra que antes del inicio del sonido de las castañuelas, en la zona ilustrada mediante una flecha 880 la señal de salida del códec HE-AAC comprende efectos pre-eco evidentes.

[0254] En la figura 19c se ilustra la señal de salida de un sistema que comprende un códec HE-AAC basado en bancos de filtros que contienen ventanas CMLDFB conforme a una realización según la presente invención. Las mismas señales temporales originales indicadas en la figura 19a y procesadas utilizando bancos de filtros conforme a una realización según la presente invención ponen de manifiesto una reducción significativa de la aparición de efectos pre-eco justo antes del inicio de la señal de las castañuelas, tal como se indica mediante la flecha 890 en la figura 19c. Debido al efecto de enmascaramiento previo, tal como se describe en el contexto de la figura 18, el efecto pre-eco indicado mediante la flecha 890 de la figura 19c queda mucho más enmascarado que el efecto pre-eco indicado mediante la flecha 880 en el caso de un códec HE-AAC convencional. Por este motivo, el comportamiento pre-eco de los bancos de filtros según la presente invención, que asimismo constituye un resultado de la reducción significante del valor de retardo en comparación con los bancos de filtros convencionales, conlleva que la salida se adapte mucho mejor a las propiedades de enmascaramiento temporales y a la psicoacústica del oído humano. Consecuentemente, tal como ya se ha indicado al describir los tests de audio, el empleo de bancos de filtros conforme a una realización según la presente invención incluso puede conllevar una mejora en relación con la calidad por motivo de la reducción del valor de retardo.

[0255] Las realizaciones según la presente invención no incrementan la complejidad computacional en comparación con los bancos de filtros convencionales. Los bancos de filtros de bajo retardo utilizan la misma longitud de filtrado y el mismo modo de modulación que, por ejemplo, los bancos de filtros QMF en el caso de sistemas SBR, de modo que la complejidad computacional no se ve incrementada. En términos de requisitos de memoria, debido a la naturaleza asimétrica de los filtros prototipo, los requisitos de memoria ROM (memoria de solo lectura) para un banco de filtros de síntesis se incrementan aproximadamente en 320 palabras en el caso de un banco de filtros basado en N = 64 muestras por bloque y T = 10 bloques por trama. Por otra parte, en el caso de un sistema relacionado con la SBR, los requisitos de memoria se incrementan adicionalmente en otras 320 palabras si el filtro de análisis se almacena separadamente.

[0256] Sin embargo, dado que los requisitos actuales de memoria ROM para un núcleo AAC-ELD son aproximadamente 2,5 kilo palabras y para la implementación SBR otras 2,5 kilo palabras, los requisitos de memoria ROM solo sufren un incremento moderado de un 10 %. Como un posible equilibrio entre la memoria y la complejidad, si un reducido consumo de memoria resulta primordial, se puede utilizar una interpolación lineal a fin de generar el filtro de análisis a partir del filtro de síntesis, tal como se ha descrito en el contexto de la figura 3 y la ecuación (15). Esta operación de interpolación incrementa el número de instrucciones necesarias únicamente aproximadamente un 3,6 %.

[0257] Por este motivo, reemplazando los bancos de filtros QMF convencionales en el sistema de módulos SBR por bancos de filtros de bajo retardo conforme a las realizaciones según la presente invención, en algunas realizaciones el valor de retardo se puede reducir más de 10 ms sin que se degrade la calidad de audio ni se incremente notablemente la complejidad.

[0258] Por este motivo, las realizaciones según la presente invención se refieren por tanto a un procedimiento para el procesamiento de señal de audio.

[0259] Naturalmente, asimismo se describe el programa informático que implemente uno de los procedimientos anteriores.

[0260] Para poner en práctica las realizaciones según la presente invención se puede efectuar una implementación hardware, una implementación software, o bien una combinación de ambas. Los datos, los vectores y las variables que se generen o se reciban o de lo contrario se almacenen para su procesado posterior, se pueden almacenar en distintos tipos de memorias, por ejemplo, memorias de acceso directo, memorias de almacenamiento intermedio, memorias de solo lectura, memorias no volátiles (por ejemplo, memorias EEPROM, memorias flash) o

bien otro tipo de memorias, por ejemplo, memorias magnéticas u ópticas. Una posición de almacenamiento podría constituir, por ejemplo, una o más unidades de memoria requeridas para almacenar o guardar los datos respectivos, por ejemplo, variables, parámetros, vectores, matrices, coeficientes de ventana u otras unidades de información y datos.

[0261] Las implementaciones de software se pueden ejecutar en distintos tipos de ordenadores, sistemas similares a ordenadores, procesadores, circuitos ASIC (circuitos integrados de aplicaciones específicas) o bien en otros circuitos integrados (IC).

[0262] Según ciertos requisitos de implementación de algunas realizaciones de los procedimientos según la presente invención, las realizaciones de los procedimientos según la presente invención se pueden implementar como hardware, como software o bien como una combinación. La implementación se puede llevar a cabo utilizando un medio digital de almacenamiento, en particular un disco CD, un disco DVD o bien otro disco que presente una señal de control que pueda leerse electrónicamente, y que a este respecto coopere con un sistema informático, un procesador o un circuito integrado programable, de modo que se implemente a la práctica una realización del procedimiento según la presente invención. Generalmente, por este motivo, una realización según la presente invención es un programa informático con un cierto código de programación almacenado en un soporte accesible para una máquina, ejecutando dicho código de modo que se implemente una realización del procedimiento según la presente invención si el programa informático se ejecuta en un ordenador, en un procesador o en un circuito integrado. En otras palabras, unas realizaciones de los procedimientos según la presente invención constituyen, por este motivo, un programa informático que presenta un código de programación para implementar al menos una realización de los procedimientos según la presente invención si el programa informático se ejecuta en un ordenador, en un procesador o en un circuito integrado.

[0263] En un aparato destinado a generar muestras de audio en el dominio del tiempo, el aparato (300) está adaptado para generar un bloque (410) de muestras de audio en el dominio del tiempo, comprendiendo el bloque (410) de muestras de audio en el dominio del tiempo N muestras de audio en el dominio del tiempo, donde N es un número entero positivo.

[0264] En un aparato para generar muestras de audio en el dominio del tiempo, el aparato (300) está adaptado para generar el bloque (410) de muestras de audio en el dominio del tiempo, basándose en un bloque (320) de valores de subbanda de audio que comprende N valores de subbanda de audio y donde la calculadora (310) está adaptada para calcular la secuencia (330) de muestras de audio intermedias en el dominio del tiempo que comprenden T • N muestras de audio intermedias en el dominio del tiempo, donde T es un número entero positivo.

[0265] En un aparato para generar muestras de audio en el dominio del tiempo, el formador de ventana de síntesis (360) está adaptado de manera que la función de la ventana de síntesis sea asimétrica con respecto al coeficiente de la ventana de secuencia.

[0266] En un aparato para generar muestras de audio en el dominio del tiempo, el formador de ventana de síntesis (360) está adaptado de manera que la primera parte comprende un valor máximo de todos los coeficientes de ventana de la función de ventana de síntesis que tiene un valor absoluto mayor que 1.

[0267] En un aparato destinado a generar muestras de audio en el dominio del tiempo, el formador de ventana de síntesis (360) está adaptado de manera que la función de ventana de síntesis (370) comprende un comportamiento oscilante.

[0268] En un aparato destinado a generar muestras de audio en el dominio del tiempo, el formador de ventana de síntesis (360) está adaptado de manera que la primera parte comprende coeficientes de ventana de 3/2-N y la segunda parte de coeficientes de ventana comprende coeficientes de ventana (T-3/2)-N, donde T es un índice mayor o igual a 4 que indica un número de bloques 340 comprendidos en la trama (330) de muestras intermedias en el dominio del tiempo.

[0269] En un aparato destinado a generar muestras de audio en el dominio del tiempo, el formador de ventanas de síntesis (360) está adaptado de manera que la ventana de la secuencia de muestras en el dominio del tiempo intermedias comprende una multiplicación por elementos de las muestras en el dominio del tiempo intermedias con un coeficiente de ventana.

[0270] En un aparato destinado a generar muestras de audio en el dominio del tiempo, el formador de ventanas de síntesis (360) está adaptado de manera que cada muestra intermedia en el dominio del tiempo se multiplica por elementos con el coeficiente de ventana de la función de ventana de síntesis (370) según la secuencia de muestras en el dominio del tiempo intermedias y la secuencia de coeficientes de ventana.

[0271] En un aparato destinado a generar muestras de audio en el dominio del tiempo, la ventana de síntesis (360) está adaptada de manera que los coeficientes de ventana de la función de ventana de síntesis (370) sean

valores de valor real.

[0272] En un aparato destinado a generar muestras de audio en el dominio del tiempo, el formador de ventanas de síntesis (360) está adaptado de manera que el coeficiente de ventana c (n) cumpla las relaciones que figuran en la tabla del Anexo 3.

[0273] En un aparato destinado a generar muestras de audio en el dominio del tiempo, el formador de ventana de síntesis (360) está adaptado de manera que los coeficientes de ventana c(n) cumplan las relaciones dadas en la tabla del Anexo 2.

[0274] En un aparato destinado a generar muestras de audio en el dominio del tiempo, el formador de ventana de síntesis (360) está adaptado de manera que los coeficientes de ventana c(n) comprendan los valores dados en la tabla del Anexo 1.

[0275] En un aparato destinado a generar muestras de audio en el dominio del tiempo, el formador de ventana de síntesis (360) o el aparato (300) está adaptado de tal manera que la función de ventana de síntesis comprende un primer número de coeficientes de ventana derivados de una función de ventana más grande que comprende una secuencia de un segundo número mayor de coeficientes de ventana, donde los coeficientes de ventana de la función de ventana se derivan mediante una interpolación de coeficientes de ventana de la función de ventana más grande y donde el segundo número es par.

[0276] En un aparato destinado a generar muestras de audio en el dominio del tiempo, el formador de ventana de síntesis (360) o el aparato (300) está adaptado de manera que los coeficientes de ventana de la función de ventana de síntesis (370) se interpolan linealmente.

[0277] En un aparato destinado a generar muestras de audio en el dominio del tiempo, el formador de ventana de síntesis (360) o el aparato (300) está adaptado de manera que los coeficientes de ventana de la función de ventana de síntesis (370) se interpolan basándose en dos coeficientes de ventana consecutivos de la función de ventana más grande según la secuencia de coeficientes de ventana de la función de ventana más grande para obtener un coeficiente de ventana de la función de ventana.

[0278] En un aparato destinado a generar muestras de audio en el dominio del tiempo, el formador de ventana de síntesis (360) o el aparato (300) está adaptado para obtener los coeficientes de ventana c(n) de la función de ventana de síntesis basándose en la ecuación

$$c(n) = \frac{1}{2}\left(c_2(2n) + c_2(2n+1)\right)$$

donde n es un número entero que indica un índice de los coeficientes de ventana c(n), y c2(n) es un coeficiente de ventana de la función de ventana más grande.

[0279] En un aparato destinado a generar muestras de audio en el dominio del tiempo, la calculadora (310) está adaptada para calcular las muestras en el dominio del tiempo intermedias de la secuencia de muestras en el dominio del tiempo intermedias basándose en multiplicar los valores de la subbanda de audio con una función de oscilación armónica y sumar los valores de subbanda de audio multiplicados, donde la frecuencia de la función de oscilación armónica se basa en una frecuencia central de la subbanda correspondiente.

[0280] En un aparato destinado a generar muestras de audio en el dominio del tiempo, la calculadora (310) está adaptada de manera que la función de oscilación armónica sea una función exponencial compleja, una función seno o una función coseno.

[0281] En un aparato destinado a generar muestras de audio en el dominio del tiempo, la calculadora (310) está adaptada para calcular muestras intermedias en el dominio del tiempo de valor real basándose en los valores de subbanda de audio de valor complejo o de valor real.

[0282] En un aparato destinado a generar muestras de audio en el dominio del tiempo, la calculadora (310) está adaptada para calcular la secuencia de muestras intermedias en el dominio del tiempo de valor real z(i,n) basándose en la ecuación

$$z_{i,n} = -\frac{1}{N}\sum_{k=0}^{N-1} \mathrm{Re}\left(X_{i,k} \cdot f_{osc}\left(\frac{\pi}{N}\left(n+\frac{1}{2}-\frac{N}{2}\right)\cdot\left(k+\frac{1}{2}\right)\right)\right)$$

para un número entero n en el intervalo de 0 a N · T-1, donde Re(x) es la parte real del número de valor complejo x, □ = 3.14... es el número circular y f_{osc} (x) es una función de oscilación armónica, donde

$$f_{exp}(x) = \exp(i \cdot x)$$

cuando los valores de subbanda de audio proporcionados a la calculadora son valores complejos, donde I es la unidad imaginaria, y donde

$$f_{cos}(x) = \cos(x)$$

cuando los valores de subbanda de audio proporcionados a la calculadora (310) son valores reales.

[0283] En un aparato destinado a generar muestras de audio en el dominio del tiempo, la calculadora (310) comprende un conversor de frecuencia/tiempo adaptado para generar la secuencia de muestras intermedias en el dominio del tiempo, de modo que los valores de subbanda de audio proporcionados a la calculadora (310) representan una representación espectral de la secuencia de muestras intermedias en el dominio del tiempo.

[0284] En un aparato destinado a generar muestras de audio en el dominio del tiempo, el convertidor de frecuencia/tiempo está adaptado para generar la secuencia de muestras intermedias en el dominio del tiempo basándose en valores de subbanda de audio de valor complejo o de valor real.

[0285] En un aparato destinado a generar muestras de audio en el dominio del tiempo, la calculadora (310) está adaptada para calcular la secuencia de muestras intermedias en el dominio del tiempo g(n) a partir de los valores de subbanda de audio X(k) basándose en la ecuación

$$v(n) = v_{prev}(n - 2N)$$

para un número entero n en el intervalo de 20N - 1 y 2N,

$$v(n) = \sum_{k=0}^{N-1} \mathrm{Re}\left(X(k) \cdot \frac{1}{64} \cdot \exp\left(i \frac{\pi}{2N} \left(k + \tfrac{1}{2}\right) \cdot \left(2n - (N - 1)\right)\right)\right)$$

para el número entero n en el intervalo de 0 y 2N-1 y

$$g(2N \cdot j + k) = v(4Nj + k)$$
$$g(2N \cdot j + N + k) = v(4Nj + 3N + k)$$

para un número entero j en el intervalo de 0 y 4 y para un número entero k en el intervalo de 0 y N-1, donde N es un número entero que indica el número de valores de subbanda de audio y el número de muestras de audio en el dominio del tiempo, donde v es un vector de valor real, donde v_{prev} es un vector de valor real v de la generación directamente anterior de muestras de audio en el dominio del tiempo, donde i es la unidad imaginaria y % es el número circular.

[0286] En un aparato destinado a generar muestras de audio en el dominio del tiempo, la calculadora (310) está adaptada para calcular la secuencia de muestras intermedias en el dominio del tiempo g(n) a partir de los valores de subbanda de audio X(k) basándose en la ecuación

$$v(n) = v_{prev}(n - 2N)$$

para un número entero n en el intervalo de 20N - 1 y 2N,

$$v(n) = \sum_{k=0}^{N-1} X(k) \cdot \frac{1}{32} \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2N} \left(k + \tfrac{1}{2}\right) \cdot \left(2n - (N - 1)\right)\right)$$

para el número entero n en el intervalo de 0 y 2N-1 y

$$g(2N \cdot j + k) = v(4Nj + k)$$
$$g(2N \cdot j + N + k) = v(4Nj + 3N + k)$$

para un número entero j en el intervalo de 0 y 4 y para un número entero k en el intervalo de 0 y N-1, donde N es un número entero que indica el número de valores de subbanda de audio y el número de muestras de audio en el dominio del tiempo, donde v es un vector de valor real, donde v_{prev} es un vector de valor real v de la generación directamente anterior de muestras de audio en el dominio del tiempo y donde π es el número circular.

[0287] En un aparato destinado a generar muestras de audio en el dominio del tiempo, la etapa de salida de superposición y adición (400) está adaptada para procesar las muestras intermedias en el dominio del tiempo formadas en ventanas de manera superpuesta, basándose en T bloques (320) proporcionados consecutivamente de valores de subbanda de audio.

[0288] En un aparato destinado a generar muestras de audio en el dominio del tiempo, la etapa de salida de suma y superposición (400) está adaptada para proporcionar las muestras en el dominio del tiempo $out_1(n)$, donde n es un número entero que indica un índice de muestra basado en la ecuación

$$out_1(n) = \sum_{k=0}^{T-1} z_{(1-k),n+k\cdot N}$$

donde $z_{i,n}$ es una muestra intermedia formada en ventana en el dominio del tiempo correspondiente a un índice de muestra n y un índice de trama o secuencia 1 en el intervalo de 0 a T - 1, donde 1 = 0 corresponde a la última trama o secuencia y valores más pequeños de 1 a tramas o secuencias previamente generadas.

[0289] En un aparato destinado a generar muestras de audio en el dominio del tiempo, la etapa de salida de adición y superposición (400) está adaptada para proporcionar las muestras en el dominio del tiempo out(k) basándose en la ecuación

$$out(k) = \sum_{n=0}^{2} w(N \cdot n + k)$$

donde w es un vector que comprende las muestras intermedias en el dominio del tiempo en ventanas y k es un número entero que indica un índice en el intervalo entre 0 y (N-1).

[0290] En un aparato destinado a generar muestras de audio en el dominio del tiempo, el aparato (300) está adaptado para recibir una señal indicativa de la función de ventana de análisis (190) utilizada para generar los valores de subbanda de audio, o indicativo de la función de ventana de síntesis (370) que se utilizará para generar las muestras de audio en el dominio del tiempo.

[0291] Según un ejemplo, un decodificador (580) comprende un aparato (600) para generar muestras de audio en el dominio del tiempo.

[0292] Según un ejemplo, un decodificador (580) comprende además un decodificador y un descuantificador (590) adaptado para recibir valores de subbanda de audio codificados y cuantificados, acoplado al aparato (600) para generar muestras de audio en el dominio del tiempo y adaptado para proporcionar los valores decodificados y valores de subbanda de audio descuantificados como valores de subbanda de audio al aparato (600).

[0293] Según un ejemplo, un sistema (610) comprende un aparato (620) para generar valores de subbanda de audio a partir de una trama de muestras de entrada de audio en el dominio del tiempo proporcionadas al sistema (610); y un aparato (640) para generar muestras de audio en el dominio del tiempo basándose en los valores de subbanda de audio generados por el aparato (640) para generar valores de subbanda de audio.

[0294] Según un ejemplo, un sistema (610) es un decodificador SBR.

[0295] Según un ejemplo, un sistema comprende además un generador de HF (630) interconectado entre el aparato (620) para generar valores de subbanda de audio y el aparato (640) para generar muestras de audio en el dominio del tiempo y adaptado para recibir datos SBR adaptados para modificar o agregar valores de subbanda de audio basándose en los datos SBR y los valores de subbanda de audio del aparato (620) para generar valores de subbanda de audio.

[0296] Con respecto a todos los aparatos y procedimientos, dependiendo de los detalles de implementación, para obtener los coeficientes de ventana basados en los valores dados en las tablas de los Anexos 1 y 3, un signo adicional cambia con respecto a los coeficientes de ventana correspondientes a los índices 128 a 255 y 384 a 511 (multiplicación con factor (-1)) se pueden implementar según las ecuaciones (16a) y (16b). En otras palabras, los coeficientes de ventana de la función de ventana se basan en los coeficientes de ventana que figuran en la tabla del Anexo 1. Para obtener los coeficientes de ventana de la función de ventana que se muestran en las figuras, los coeficientes de ventana en la tabla correspondientes a los índices 0 a 127, 256 a 383 y 512 a 639 deben multiplicarse

por (+1) (es decir, sin cambio de signo) y los coeficientes de ventana correspondientes a los índices 128 a 255 y 384 a 511 deben multiplicarse por (-1) (es decir, un cambio de signo) para obtener los coeficientes de ventana de la función de ventana que se muestra. En consecuencia, las relaciones que figuran en la tabla del Anexo 3 deben tratarse en consecuencia. En otras palabras, los coeficientes de ventana que figuran en las tablas de los Anexos 1 a 4 pueden modificarse según las ecuaciones (16a) y (16b).

[0297] Cabe señalar que, en el marco de la presente solicitud, por una ecuación que se basa en una ecuación se entiende una introducción de retardos adicionales, factores, coeficientes adicionales y una introducción de otra función simple. Además, se pueden eliminar constantes simples, sumandos constantes, etc. Además, también se incluyen transformaciones algebraicas, transformaciones de equivalencia y aproximaciones (por ejemplo, una aproximación de Taylor) que no cambian el resultado de la ecuación en absoluto o de manera significativa. En otras palabras, tanto las ligeras modificaciones como las transformaciones que conducen esencialmente a un resultado idéntico se incluyen en el caso de que una ecuación o expresión se base en una ecuación o expresión.

[0298] En un ejemplo, un aparato 300 para generar muestras de audio en el dominio del tiempo comprende una calculadora 310 para calcular una secuencia 330 de muestras intermedias en el dominio del tiempo a partir de valores de subbanda de audio en canales de subbanda de audio, comprendiendo la secuencia muestras intermedias anteriores en el dominio del tiempo y muestras posteriores en el dominio del tiempo, y un formador de ventanas de síntesis 360 para formar en ventanas la secuencia 330 de muestras de dominio de tiempo intermedias usando una función de ventana de síntesis 370 que comprende una secuencia de coeficientes de ventana para obtener muestras de dominio de tiempo intermedias formadas en ventanas. La función de ventana de síntesis 370 comprende un primer grupo 420 de coeficientes de ventana que comprende una primera porción de la secuencia de coeficientes de ventana y un segundo grupo 430 de coeficientes de ventana que comprende una segunda parte de la secuencia de coeficientes de ventana, comprendiendo la primera parte menos coeficientes de ventana que la segunda parte. Un valor de energía de los coeficientes de ventana en la primera parte es mayor que un valor de energía de los coeficientes de ventana de la segunda parte, donde el primer grupo de coeficientes de ventana se usa para formar en ventanas en muestras intermedias posteriores en el dominio del tiempo y el segundo grupo de coeficientes de ventana se utiliza para formar en ventanas muestras anteriores en el dominio del tiempo intermedias. El aparato comprende además una etapa de salida sumadora de superposición 400 para procesar las muestras en el dominio del tiempo intermedias formadas en ventanas para obtener las muestras en el dominio del tiempo.

[0299] En un aparato 300, el formador de ventana de síntesis 360 puede adaptarse de manera que un punto central de los coeficientes de ventana de la función de ventana de síntesis 370 corresponda a un valor real en un intervalo de índice de la primera parte de los coeficientes de ventana.

[0300] En un aparato 300, el formador de ventana de síntesis 360 está adaptado de tal manera que la función de ventana de síntesis comprende un aumento estrictamente monótono desde el coeficiente de ventana de la secuencia de coeficientes de ventana usados para la formación de ventana de la última muestra intermedia en el dominio del tiempo hasta el coeficiente de ventana que comprende el valor absoluto más alto de todos los coeficientes de ventana de la función de ventana de síntesis.

[0301] Opcionalmente, dicho aparato 300 puede adaptarse además de manera que el formador de ventana de síntesis 360 esté adaptado de modo que el coeficiente de ventana correspondiente al índice n=0 comprenda un valor absoluto menor o igual a 0,02.

[0302] En un aparato 300, el formador de ventana de síntesis 360 puede adaptarse de modo que el coeficiente de ventana correspondiente a un índice n = 3N sea menor que -0,1, donde el aparato 300 está adaptado para generar un bloque 410 de muestras de audio en el dominio del tiempo, comprendiendo el bloque 410 de muestras de audio en el dominio del tiempo N muestras de audio en el dominio del tiempo, donde N es un número entero positivo.

[0303] El aparato 300 puede adaptarse utilizando la función de ventana de síntesis 370, que es una versión de tiempo inverso o de índice invertido de una función de ventana de análisis 190 utilizada para generar los valores de subbanda de audio.

[0304]

Anexo 1

w[0] = 1.129580193872797e-002
w[1] = 2.353059744904218e-002
w[2] = 3.450718748721251e-002
w[3] = 4.634695977000525e-002
w[4] = 5.918677345174197e-002
w[5] = 7.325978412117062e-002
w[6] = 8.829745229234007e-002
w[7] = 1.042033024802571e-001
w[8] = 1.206924277410051e-001
w[9] = 1.376149808913910e-001
w[10] = 1.547461142258783e-001
w[11] = 1.719726384566089e-001
w[12] = 1.891590407342011e-001
w[13] = 2.062605107774960e-001
w[14] = 2.232276864673650e-001
w[15] = 2.400768261284114e-001
w[16] = 2.568176309566753e-001
w[17] = 2.734977190313227e-001
w[18] = 2.901491317310591e-001
w[19] = 3.068186515423912e-001
w[20] = 3.235298682841570e-001
w[21] = 3.403074146062977e-001
w[22] = 3.571527896130669e-001
w[23] = 3.740643974275026e-001
w[24] = 3.910243970160607e-001
w[25] = 4.080154903861317e-001
w[26] = 4.250144186334534e-001
w[27] = 4.420013942269341e-001
w[28] = 4.589582896478246e-001
w[29] = 4.758753745532750e-001
w[30] = 4.927463828072591e-001
w[31] = 5.095720854151864e-001
w[32] = 5.263554446856779e-001
w[33] = 5.430990601899994e-001
w[34] = 5.598052330684253e-001
w[35] = 5.764734796907189e-001
w[36] = 5.930981800982896e-001
w[37] = 6.096690552916387e-001
w[38] = 6.261725236758639e-001
w[39] = 6.425939632009995e-001
w[40] = 6.589148753746076e-001
w[41] = 6.751199626157149e-001
w[42] = 6.911981575264606e-001
w[43] = 7.071447728928043e-001
w[44] = 7.229599104052475e-001
w[45] = 7.386515025302785e-001
w[46] = 7.542294504292890e-001
w[47] = 7.697093346240386e-001
w[48] = 7.851012620144958e-001
w[49] = 8.004165237845137e-001
w[50] = 8.156523162880560e-001
w[51] = 8.308039608112368e-001
w[52] = 8.458450064727010e-001
w[53] = 8.607492455327098e-001
w[54] = 8.754640719350776e-001
w[55] = 8.899474405744183e-001
w[56] = 9.041286138017367e-001
w[57] = 9.179666107725365e-001
w[58] = 9.313874086278087e-001
w[59] = 9.443802853939540e-001
w[60] = 9.568885413848645e-001
w[61] = 9.690016637782843e-001
w[62] = 9.807691702375303e-001
w[63] = 9.927543720639498e-001
w[64] = 1.001463112557766e+000
w[65] = 1.006893331637123e+000
w[66] = 1.012508393574432e+000
w[67] = 1.017729040219375e+000
w[68] = 1.022470190536100e+000
w[69] = 1.026615653698808e+000
w[70] = 1.030198648769593e+000
w[71] = 1.033205850580933e+000

w[72] = 1.035694432087486e+000
w[73] = 1.037683165297586e+000
w[74] = 1.039227995800217e+000
w[75] = 1.040349586463588e+000
w[76] = 1.041086497214721e+000
w[77] = 1.041443375950143e+000
w[78] = 1.041434355650865e+000
w[79] = 1.041043184216171e+000
w[80] = 1.040262316588456e+000
w[81] = 1.039061496136853e+000
w[82] = 1.037422300157921e+000
w[83] = 1.035311720204252e+000
w[84] = 1.032712952177121e+000
w[85] = 1.029600494883906e+000
w[86] = 1.025966756910904e+000
w[87] = 1.021798805583990e+000
w[88] = 1.017100128250049e+000
w[89] = 1.011867706519706e+000
w[90] = 1.006109248754940e+000
w[91] = 9.998285752401580e-001
w[92] = 9.930379854679836e-001
w[93] = 9.857387823493258e-001
w[94] = 9.779405164766706e-001
w[95] = 9.696426101291272e-001
w[96] = 9.608519516143015e-001
w[97] = 9.515674613550604e-001
w[98] = 9.417975696327747e-001
w[99] = 9.315442093447622e-001
w[100] = 9.208194746232827e-001
w[101] = 9.096310803629866e-001
w[102] = 8.979959173503500e-001
w[103] = 8.859232320517536e-001
w[104] = 8.734366852542127e-001
w[105] = 8.605542791988831e-001
w[106] = 8.472987145504696e-001
w[107] = 8.336863467961255e-001
w[108] = 8.197387292306723e-001
w[109] = 8.054701312929008e-001
w[110] = 7.908995350037713e-001
w[111] = 7.760385598209244e-001
w[112] = 7.609051036128973e-001
w[113] = 7.455111681431031e-001
w[114] = 7.298745530879272e-001
w[115] = 7.140087729493950e-001
w[116] = 6.979336851549095e-001
w[117] = 6.816667882498023e-001
w[118] = 6.652304141388827e-001
w[119] = 6.486437667370537e-001
w[120] = 6.319284031798550e-001
w[121] = 6.151031151692835e-001
w[122] = 5.981877665956570e-001
w[123] = 5.811992722116214e-001
w[124] = 5.641522833259215e-001
w[125] = 5.470652177576862e-001
w[126] = 5.299509559653194e-001
w[127] = 5.128557121424191e-001
w[128] = -4.956175421414453e-001
w[129] = -4.782650346610896e-001
w[130] = -4.609828932783459e-001
w[131] = -4.437530233023859e-001
w[132] = -4.265950246465440e-001
w[133] = -4.095160467543179e-001
w[134] = -3.925409172155113e-001
w[135] = -3.756821671788237e-001
w[136] = -3.589626517817934e-001
w[137] = -3.423942311297658e-001
w[138] = -3.259993851088293e-001
w[139] = -3.097861805973821e-001
w[140] = -2.937724988593393e-001
w[141] = -2.779637821990255e-001
w[142] = -2.623749159488041e-001
w[143] = -2.470098299603623e-001
w[144] = -2.318815478758375e-001
w[145] = -2.169925682529340e-001
w[146] = -2.023548005388463e-001
w[147] = -1.879711746686855e-001

w[148] = -1.738542127021508e-001
w[149] = -1.600061812296078e-001
w[150] = -1.464389150679625e-001
w[151] = -1.331544923127771e-001
w[152] = -1.201628679722633e-001
w[153] = -1.074630704470568e-001
w[154] = -9.506966959632511e-002
w[155] = -8.298103104739203e-002
w[156] = -7.120356992726613e-002
w[157] = -5.973741829536090e-002
w[158] = -4.859005767016811e-002
w[159] = -3.775928110298274e-002
w[160] = -2.726484300186575e-002
w[161] = -1.711323992709580e-002
w[162] = -7.298197371320593e-003
w[163] = 2.184256929356781e-003
w[164] = 1.132324047372148e-002
w[165] = 2.012236990754980e-002
w[166] = 2.857528272530154e-002
w[167] = 3.666942822678171e-002
w[168] = 4.439683978044157e-002
w[169] = 5.177964768870787e-002
w[170] = 5.881296711410786e-002
w[171] = 6.550209046893848e-002
w[172] = 7.184073822817207e-002
w[173] = 7.783299328224960e-002
w[174] = 8.347150698567406e-002
w[175] = 8.875756217893037e-002
w[176] = 9.368651761350569e-002
w[177] = 9.826251129465624e-002
w[178] = 1.024804711677230e-001
w[179] = 1.063454554357498e-001
w[180] = 1.098551252869576e-001
w[181] = 1.130180022553412e-001
w[182] = 1.158358935177899e-001
w[183] = 1.183233335449968e-001
w[184] = 1.204854506722672e-001
w[185] = 1.223371395264402e-001
w[186] = 1.238868653862843e-001
w[187] = 1.251477258491527e-001
w[188] = 1.261262023246478e-001
w[189] = 1.268280540744526e-001
w[190] = 1.272498700590511e-001
w[191] = 1.273590703506806e-001
w[192] = 1.274567595465545e-001
w[193] = 1.275561350483646e-001
w[194] = 1.273648326872248e-001
w[195] = 1.269415772180714e-001
w[196] = 1.262995646340671e-001
w[197] = 1.254605188749804e-001
w[198] = 1.244269583009826e-001
w[199] = 1.232131583108813e-001
w[200] = 1.218183974842866e-001
w[201] = 1.202545652840080e-001
w[202] = 1.185243106889108e-001
w[203] = 1.166399102636992e-001
w[204] = 1.146042249339280e-001
w[205] = 1.124296184976912e-001
w[206] = 1.101215600923314e-001
w[207] = 1.076972053405737e-001
w[208] = 1.051641975499523e-001
w[209] = 1.025397604985405e-001
w[210] = 9.982957934346254e-002
w[211] = 9.705239536075722e-002
w[212] = 9.421624116597689e-002
w[213] = 9.133590931873967e-002
w[214] = 8.841813387276727e-002
w[215] = 8.547715661443602e-002
w[216] = 8.251962055343706e-002
w[217] = 7.955570759229536e-002
w[218] = 7.657649751612349e-002
w[219] = 7.360559211914287e-002
w[220] = 7.064948295960993e-002
w[221] = 6.771675107480543e-002
w[222] = 6.480448458935215e-002
w[223] = 6.192692754258131e-002

w[224] = 5.91136324965831le-002
w[225] = 5.637219228757212e-002
w[226] = 5.368313072045600e-002
w[227] = 5.105620793438655e-002
w[228] = 4.849284995895640e-002
w[229] = 4.599068181839981e-002
w[230] = 4.355568588898841e-002
w[231] = 4.125570251909672e-002
w[232] = 3.907137550527191e-002
w[233] = 3.696342556744636e-002
w[234] = 3.493300140502248e-002
w[235] = 3.298151059524886e-002
w[236] = 3.110861245410919e-002
w[237] = 2.931525594774175e-002
w[238] = 2.760090729801069e-002
w[239] = 2.597956638848436e-002
w[240] = 2.443433592149451e-002
w[241] = 2.296470793543091e-002
w[242] = 2.156304510969632e-002
w[243] = 2.023524610221679e-002
w[244] = 1.897505817503749e-002
w[245] = 1.778248750467421e-002
w[246] = 1.665187994388476e-002
w[247] = 1.557759513377242e-002
w[248] = 1.456208586604537e-002
w[249] = 1.361072086117313e-002
w[250] = 1.270747042064656e-002
w[251] = 1.186210743261470e-002
w[252] = 1.106958962776399e-002
w[253] = 1.033126278863177e-002
w[254] = 9.640298325700842e-003
w[255] = 8.996371481700806e-003
w[256] = -8.407748878436545e-003
w[257] = -7.876393114319395e-003
w[258] = -7.380543918629573e-003
w[259] = -6.925141135202262e-003
w[260] = -6.500502521462604e-003
w[261] = -6.109178606718115e-003
w[262] = -5.741103163221257e-003
w[263] = -5.394569608919965e-003
w[264] = -5.063851046064050e-003
w[265] = -4.754191853611012e-003
w[266] = -4.448993249380505e-003
w[267] = -4.133639756278191e-003
w[268] = -3.811612348723333e-003
w[269] = -3.505531318950422e-003
w[270] = -3.209092846617964e-003
w[271] = -2.927159436740159e-003
w[272] = -2.653818578698405e-003
w[273] = -2.396404013961463e-003
w[274] = -2.152379960589273e-003
w[275] = -1.924844672908215e-003
w[276] = -1.699160580023900e-003
w[277] = -1.480542563288228e-003
w[278] = -1.283280633901446e-003
w[279] = -1.131859661378862e-003
w[280] = -9.730460256556873e-004
w[281] = -7.677634115875747e-004
w[282] = -5.599347984905645e-004
w[283] = -3.337966579125254e-004
w[284] = -9.099722643476421e-005
w[285] = 1.498231621816041e-004
w[286] = 4.366447012116811e-004
w[287] = 6.307841647560053e-004
w[288] = 6.150316826138937e-004
w[289] = 8.990255827053560e-004
w[290] = 1.232134364570107e-003
w[291] = 1.471167206249042e-003
w[292] = 1.697652664777771e-003
w[293] = 1.985825255428654e-003
w[294] = 2.172866052963961e-003
w[295] = 1.812176023993582e-003
w[296] = 1.344657262814793e-003
w[297] = 9.373975348172919e-004
w[298] = 5.621720998949145e-004
w[299] = 2.048498552413189e-004

w[300] = -2.004822830002534e-004
w[301] = -6.169854804735951e-004
w[302] = -1.061498982103114e-003
w[303] = -1.594860949611097e-003
w[304] = -2.124647831574725e-003
w[305] = -2.621537051750861e-003
w[306] = -3.064311083207632e-003
w[307] = -3.460362845825662e-003
w[308] = -3.794425324215804e-003
w[309] = -4.091032597247918e-003
w[310] = -4.369553676668050e-003
w[311] = -4.554811297024067e-003
w[312] = -4.663276675479689e-003
w[313] = -4.722567636185647e-003
w[314] = -4.704321497976561e-003
w[315] = -4.636227793039124e-003
w[316] = -4.517190210387324e-003
w[317] = -4.351667566540186e-003
w[318] = -4.135130493071822e-003
w[319] = -3.870851645947402e-003
w[320] = -3.597475533950260e-003
w[321] = -3.318857985461042e-003
w[322] = -3.000422543655664e-003
w[323] = -2.658042081080524e-003
w[324] = -2.292813563887493e-003
w[325] = -1.914114740669928e-003
w[326] = -1.525818616748839e-003
w[327] = -1.156680209049319e-003
w[328] = -7.804546272743493e-004
w[329] = -4.268574601396473e-004
w[330] = -1.324291707264515e-004
w[331] = 1.218226450050751e-004
w[332] = 3.189336138130849e-004
w[333] = 4.749931197951235e-004
w[334] = 5.970696819774243e-004
w[335] = 6.673250213055329e-004
w[336] = 6.887783835812338e-004
w[337] = 6.766320515830324e-004
w[338] = 6.944123176012471e-004
w[339] = 7.139919634325070e-004
w[340] = 7.154123487609100e-004
w[341] = 7.376101027486600e-004
w[342] = 6.976561203768226e-004
w[343] = 5.721223454434728e-004
w[344] = 2.934875643581191e-004
w[345] = 1.092526149391273e-004
w[346] = 6.415402443848103e-004
w[347] = 1.194730618383423e-003
w[348] = 1.557112059887280e-003
w[349] = 1.891971801393744e-003
w[350] = 2.225524159129023e-003
w[351] = 2.530906981099261e-003
w[352] = 2.719749515067397e-003
w[353] = 2.729136737522100e-003
w[354] = 2.703019498899013e-003
w[355] = 2.630471852319136e-003
w[356] = 2.470456304276468e-003
w[357] = 2.239142906871446e-003
w[358] = 2.033465291493264e-003
w[359] = 1.948069005335563e-003
w[360] = 1.725029670030533e-003
w[361] = 1.417366709895927e-003
w[362] = 1.127141815310061e-003
w[363] = 8.089811988213151e-004
w[364] = 4.708009521678285e-004
w[365] = 7.882620739833088e-005
w[366] = -2.998739993995956e-004
w[367] = -4.733148292475610e-004
w[368] = -5.791145447913150e-004
w[369] = -6.754935404082003e-004
w[370] = -8.029620210721900e-004
w[371] = -9.726698841994444e-004
w[372] = -1.196637962311630e-003
w[373] = -1.292865844760059e-003
w[374] = -1.146268465739874e-003
w[375] = -1.040598055074471e-003

w[376] = -9.767709065548874e-004
w[377] = -9.294665200453614e-004
w[378] = -9.862027119530482e-004
w[379] = -1.047654674829846e-003
w[380] = -1.099000599887377e-003
w[381] = -1.151795860160292e-003
w[382] = -1.194743370333155e-003
w[383] = -1.250742797799558e-003
w[384] = 1.287819050086379e-003
w[385] = 1.263569296641556e-003
w[386] = 1.226113111394085e-003
w[387] = 1.177515087338257e-003
w[388] = 1.122503050159859e-003
w[389] = 1.089428846944533e-003
w[390] = 1.054963366189962e-003
w[391] = 9.019128558297515e-004
w[392] = 7.847839620863715e-004
w[393] = 6.205675927856794e-004
w[394] = 3.157663628445906e-004
w[395] = 2.556449844935384e-004
w[396] = 2.520606580606257e-004
w[397] = 2.346980949474655e-004
w[398] = 2.060394037017961e-004
w[399] = 1.635905995590986e-004
w[400] = 1.176237128375623e-004
w[401] = 6.193369904730005e-005
w[402] = 3.568554800150508e-005
w[403] = 2.443161189273522e-005
w[404] = 1.334090914042349e-005
w[405] = 2.853437194757816e-006
w[406] = -1.039263591111469e-004
w[407] = 5.144969377044875e-005
w[408] = 9.711681816385056e-005
w[409] = 2.472023910553232e-005
w[410] = 5.397064424090302e-005
w[411] = 6.487880719449901e-005
w[412] = -5.192444140699947e-005
w[413] = -9.204876089551197e-005
w[414] = -1.815837353167847e-004
w[415] = -3.595054179561440e-004
w[416] = -5.901617707607606e-007
w[417] = 1.831121301698088e-004
w[418] = 9.755685190624611e-005
w[419] = 6.606461762989423e-005
w[420] = 3.799971890923797e-005
w[421] = 4.150075391929448e-005
w[422] = 5.021905476506264e-005
w[423] = 5.861800137434713e-005
w[424] = 2.126364641291926e-005
w[425] = 1.181077582797280e-004
w[426] = 9.990757789944374e-005
w[427] = 1.035782617124906e-004
w[428] = 8.870181845310037e-005
w[429] = 5.533953373249822e-005
w[430] = 1.580188994455254e-005
w[431] = 1.277184430250593e-006
w[432] = 5.009913312943629e-006
w[433] = 1.499170392246774e-005
w[434] = 2.241545750231630e-005
w[435] = 3.628511258723260e-005
w[436] = 2.406516798531014e-005
w[437] = 2.515118233957011e-005
w[438] = 3.759629789955498e-005
w[439] = 5.408154543124121e-005
w[440] = 4.493916063285122e-005
w[441] = 2.806963579578946e-005
w[442] = 2.364518513682831e-005
w[443] = 1.260639764582286e-005
w[444] = -2.599467772603631e-008
w[445] = -1.774108392496017e-005
w[446] = -5.889276659458115e-006
w[447] = -4.663777919108619e-005
w[448] = -2.078886359425321e-004
w[449] = -2.131405580107761e-004
w[450] = -1.784192600231068e-004
w[451] = -1.744841754193053e-004

w[452] = -1.728672507238372e-004
w[453] = -1.885286127508226e-004
w[454] = -2.078299015661617e-004
w[455] = -2.123671573189573e-004
w[456] = -2.415166002501312e-004
w[457] = -2.217025456251449e-004
w[458] = -9.907630821710970e-005
w[459] = -8.039231481768845e-005
w[460] = -7.934509417722400e-005
w[461] = -5.874199358780108e-005
w[462] = -5.449816072329412e-005
w[463] = -4.489491034408147e-005
w[464] = -3.498285982359981e-005
w[465] = -1.748284921486958e-005
w[466] = -9.075430772832575e-006
w[467] = -1.052707430241351e-005
w[468] = -6.538878366985722e-006
w[469] = 2.206341308073472e-005
w[470] = 1.769261935287328e-004
w[471] = 6.418658561385058e-005
w[472] = -8.882305312548962e-005
w[473] = -1.721347222211949e-005
w[474] = -6.093372716385583e-005
w[475] = -7.679955330373515e-005
w[476] = 7.194151087015007e-005
w[477] = 7.245095937243279e-005
w[478] = 7.870354371072524e-005
w[479] = 5.822201682995846e-004
w[480] = 2.666444630171025e-004
w[481] = 7.872592352725688e-005
w[482] = 7.095886893185526e-005
w[483] = 5.643103068471008e-005
w[484] = 6.904415362098980e-005
w[485] = 4.694251739991356e-005
w[486] = 3.367998338617662e-005
w[487] = 6.481921021601837e-005
w[488] = 6.582328030188790e-005
w[489] = -4.256442530773449e-005
w[490] = 4.939392400898679e-005
w[491] = 5.272982009116034e-005
w[492] = 4.005269212731273e-005
w[493] = 2.461876679726978e-005
w[494] = 4.469729032194765e-006
w[495] = 3.798519731621893e-007
w[496] = 1.374896222030490e-006
w[497] = 3.965363805500215e-006
w[498] = 7.300588863934780e-006
w[499] = 1.168894474770061e-005
w[500] = 8.563819899447630e-006
w[501] = 8.975977837330335e-006
w[502] = 2.800455533708622e-005
w[503] = 2.015445311139832e-005
w[504] = 1.125134651175812e-005
w[505] = 5.869707265615299e-006
w[506] = 1.013259758329981e-005
w[507] = 1.088325131492173e-005
w[508] = 7.167101260771279e-006
w[509] = 4.840577540089826e-006
w[510] = -1.469933448634890e-005
w[511] = -8.010079089953001e-006
w[512] = -3.299004046633323e-005
w[513] = -4.373302115187172e-005
w[514] = -3.177468256997963e-005
w[515] = -2.976824036182567e-005
w[516] = -2.464228015326852e-005
w[517] = -1.606050838620834e-005
w[518] = -6.261944255489322e-006
w[519] = 4.591009581217994e-007
w[520] = 1.395220723090848e-005
w[521] = 1.622786214398703e-005
w[522] = -2.043464113212971e-006
w[523] = -1.653463907257247e-006
w[524] = -1.551250801467300e-008
w[525] = -1.907927361317977e-006
w[526] = -9.607068622268791e-007
w[527] = -4.636105364510011e-007

w[528] = -2.765649762593200e-007
w[529] = -1.922074581855119e-006
w[530] = -9.897194091136331e-007
w[531] = -7.873304717454037e-008
w[532] = 2.945239208477290e-008
w[533] = -2.757610624807679e-006
w[534] = -1.402925247695813e-005
w[535] = -9.388962780643742e-006
w[536] = 2.068297421740023e-005
w[537] = 1.496435902895210e-007
w[538] = 6.757014945674924e-009
w[539] = -2.778618354859861e-007
w[540] = -1.569003268449803e-006
w[541] = -1.089500601234349e-006
w[542] = -9.870547653835426e-007
w[543] = 3.867483283567218e-005
w[544] = -1.232693496472088e-005
w[545] = 9.464782951082177e-007
w[546] = 8.254429452094225e-007
w[547] = 4.883304950437536e-007
w[548] = -2.066961713890010e-007
w[549] = 5.158212471036245e-009
w[550] = 2.267731106642486e-007
w[551] = -4.880844550713951e-008
w[552] = 3.361682183852576e-006
w[553] = 4.677015459111491e-006
w[554] = 2.820292122791583e-008
w[555] = 5.143614846654519e-007
w[556] = 3.818588614859347e-009
w[557] = 1.737276553950212e-007
w[558] = 1.876022048145804e-007
w[559] = -2.986488593070417e-009
w[560] = -1.409927495646886e-008
w[561] = -6.977078748707401e-008
w[562] = -1.280675520205100e-008
w[563] = -2.222072007942510e-009
w[564] = -1.775191290895584e-009
w[565] = -1.686136654621906e-009
w[566] = 5.818594642226675e-006
w[567] = 2.150883991167946e-006
w[568] = 2.714879009950152e-007
w[569] = -2.567964804401197e-008
w[570] = 2.041128570435378e-006
w[571] = 3.262753594084781e-006
w[572] = 3.567581483749161e-006
w[573] = 4.083718802566134e-006
w[574] = 5.364807253588177e-006
w[575] = 4.178050149840223e-006
w[576] = 5.189086332701670e-006
w[577] = 3.357218747491756e-006
w[578] = 6.310207878018869e-006
w[579] = 5.924001540927652e-006
w[580] = 5.161606640348293e-006
w[581] = 3.377814811745950e-006
w[582] = 1.323267689777069e-006
w[583] = -1.074716688428712e-007
w[584] = -3.561585382456484e-006
w[585] = -4.518603099564185e-006
w[586] = 7.301956971603966e-007
w[587] = 5.891904775161025e-007
w[588] = 2.801882088134371e-008
w[589] = 6.322770332405526e-007
w[590] = 2.542598385847351e-007
w[591] = 1.272704908592385e-007
w[592] = 8.226599990523664e-008
w[593] = 5.433718768789140e-007
w[594] = 4.211177232106135e-007
w[595] = 3.552991527555180e-008
w[596] = -1.398913109540774e-008
w[597] = 1.356727552196146e-006
w[598] = -1.706941020342299e-005
w[599] = 1.013575160981381e-005
w[600] = -2.285562946018590e-005
w[601] = -8.908041185396514e-008
w[602] = -9.597515277415496e-009
w[603] = -3.225913527455964e-007

w[604] = 1.070242712585309e-006
w[605] = 6.293002327021578e-007
w[606] = 3.575650976036433e-007
w[607] = 2.722295965060517e-005
w[608] = 8.676848186676888e-006
w[609] = 3.428660858940255e-007
w[610] = 4.767793949944890e-007
w[611] = 3.330981930777764e-007
w[612] = 2.399696144635756e-007
w[613] = 7.326611439066549e-009
w[614] = 1.349943693297681e-007
w[615] = -5.393555749348494e-008
w[616] = 3.629067065524143e-006
w[617] = -5.690530948134642e-006
w[618] = 1.387566465624550e-008
w[619] = 2.443085172403935e-007
w[620] = 1.723217058490933e-009
w[621] = 7.391973323448250e-008
w[622] = 5.303527922331415e-008
w[623] = -8.883499047404846e-010
w[624] = -3.870536804891648e-009
w[625] = -1.846547564287500e-008
w[626] = -4.244090917065736e-009
w[627] = -4.013524925634108e-009
w[628] = -6.325664562585882e-010
w[629] = -6.025110605409611e-010
w[630] = 1.620171502086309e-006
w[631] = 5.490569954646963e-007
w[632] = 6.355303179925355e-008
w[633] = -5.426597100684762e-009
w[634] = 4.292861814894369e-007
w[635] = 6.834209542421138e-007
w[636] = 7.099633014995863e-007
w[637] = 8.109951846981774e-007
w[638] = 4.118359768898598e-007
w[639] = 6.571760029213382e-007

[0305]

Anexo 2

| w[0] | = 1.129580193872797e-002
| w[1] | = 2.353059744904218e-002
| w[2] | = 3.450718748721251e-002
| w[3] | = 4.634695977000525e-002
| w[4] | = 5.918677345174197e-002
| w[5] | = 7.325978412117062e-002
| w[6] | = 8.829745229234007e-002
| w[7] | = 1.042033024802571e-001
| w[8] | = 1.206924277410051e-001
| w[9] | = 1.376149808913910e-001
| w[10] | = 1.547461142258783e-001
| w[11] | = 1.719726384566089e-001
| w[12] | = 1.891590407342011e-001
| w[13] | = 2.062605107774960e-001
| w[14] | = 2.232276864673650e-001
| w[15] | = 2.400768261284114e-001
| w[16] | = 2.568176309566753e-001
| w[17] | = 2.734977190313227e-001
| w[18] | = 2.901491317310591e-001
| w[19] | = 3.068186515423912e-001
| w[20] | = 3.235298682841570e-001
| w[21] | = 3.403074146062977e-001
| w[22] | = 3.571527896130669e-001
| w[23] | = 3.740643974275026e-001
| w[24] | = 3.910243970160607e-001
| w[25] | = 4.080154903861317e-001
| w[26] | = 4.250144186334534e-001
| w[27] | = 4.420013942269341e-001
| w[28] | = 4.589582896478246e-001
| w[29] | = 4.758753745532750e-001
| w[30] | = 4.927463828072591e-001
| w[31] | = 5.095720854151864e-001
| w[32] | = 5.263554446856779e-001
| w[33] | = 5.430990601899994e-001
| w[34] | = 5.598052330684253e-001
| w[35] | = 5.764734796907189e-001
| w[36] | = 5.930981800982896e-001
| w[37] | = 6.096690552916387e-001
| w[38] | = 6.261725236758639e-001
| w[39] | = 6.425939632009995e-001
| w[40] | = 6.589148753746076e-001
| w[41] | = 6.751199626157149e-001
| w[42] | = 6.911981575264606e-001
| w[43] | = 7.071447728928043e-001
| w[44] | = 7.229599104052475e-001
| w[45] | = 7.386515025302785e-001
| w[46] | = 7.542294504292890e-001
| w[47] | = 7.697093346240386e-001
| w[48] | = 7.851012620144958e-001
| w[49] | = 8.004165237845137e-001
| w[50] | = 8.156523162880560e-001
| w[51] | = 8.308039608112368e-001
| w[52] | = 8.458450064727010e-001
| w[53] | = 8.607492455327098e-001
| w[54] | = 8.754640719350776e-001
| w[55] | = 8.899474405744183e-001
| w[56] | = 9.041286138017367e-001
| w[57] | = 9.179666107725365e-001
| w[58] | = 9.313874086278087e-001
| w[59] | = 9.443802853939540e-001
| w[60] | = 9.568885413848645e-001
| w[61] | = 9.690016637782843e-001
| w[62] | = 9.807691702375303e-001
| w[63] | = 9.927543720639498e-001
| w[64] | = 1.001463112557766e+000
| w[65] | = 1.006893331637123e+000
| w[66] | = 1.012508393574432e+000
| w[67] | = 1.017729040219375e+000
| w[68] | = 1.022470190536100e+000
| w[69] | = 1.026615653698808e+000
| w[70] | = 1.030198648769593e+000
| w[71] | = 1.033205850580933e+000
| w[72] | = 1.035694432087486e+000
| w[73] | = 1.037683165297586e+000

| w[74] | = 1.039227995800217e+000 | w[112] | = 7.609051036128973e-001
| w[75] | = 1.040349586463588e+000 | w[113] | = 7.455111681431031e-001
| w[76] | = 1.041086497214721e+000 | w[114] | = 7.298745530879272e-001
| w[77] | = 1.041443375950143e+000 | w[115] | = 7.140087729493950e-001
| w[78] | = 1.041434355650865e+000 | w[116] | = 6.979336851549095e-001
| w[79] | = 1.041043184216171e+000 | w[117] | = 6.816667882498023e-001
| w[80] | = 1.040262316588456e+000 | w[118] | = 6.652304141388827e-001
| w[81] | = 1.039061496136853e+000 | w[119] | = 6.486437667370537e-001
| w[82] | = 1.037422300157921e+000 | w[120] | = 6.319284031798550e-001
| w[83] | = 1.035311720204252e+000 | w[121] | = 6.151031151692835e-001
| w[84] | = 1.032712952177121e+000 | w[122] | = 5.981877665956570e-001
| w[85] | = 1.029600494883906e+000 | w[123] | = 5.811992722116214e-001
| w[86] | = 1.025966756910904e+000 | w[124] | = 5.641522833259215e-001
| w[87] | = 1.021798805583990e+000 | w[125] | = 5.470652177576862e-001
| w[88] | = 1.017100128250049e+000 | w[126] | = 5.299509559653194e-001
| w[89] | = 1.011867706519706e+000 | w[127] | = 5.128557121424191e-001
| w[90] | = 1.006109248754940e+000 | w[128] | = 4.956175421414453e-001
| w[91] | = 9.998285752401580e-001 | w[129] | = 4.782650346610896e-001
| w[92] | = 9.930379854679836e-001 | w[130] | = 4.609828932783459e-001
| w[93] | = 9.857387823493258e-001 | w[131] | = 4.437530233023859e-001
| w[94] | = 9.779405164766706e-001 | w[132] | = 4.265950246465440e-001
| w[95] | = 9.696426101291272e-001 | w[133] | = 4.095160467543179e-001
| w[96] | = 9.608519516143015e-001 | w[134] | = 3.925409172155113e-001
| w[97] | = 9.515674613550604e-001 | w[135] | = 3.756821671788237e-001
| w[98] | = 9.417975696327747e-001 | w[136] | = 3.589626517817934e-001
| w[99] | = 9.315442093447622e-001 | w[137] | = 3.423942311297658e-001
| w[100] | = 9.208194746232827e-001 | w[138] | = 3.259993851088293e-001
| w[101] | = 9.096310803629866e-001 | w[139] | = 3.097861805973821e-001
| w[102] | = 8.979959173503500e-001 | w[140] | = 2.937724988593393e-001
| w[103] | = 8.859232320517536e-001 | w[141] | = 2.779637821990255e-001
| w[104] | = 8.734366852542127e-001 | w[142] | = 2.623749159488041e-001
| w[105] | = 8.605542791988831e-001 | w[143] | = 2.470098299603623e-001
| w[106] | = 8.472987145504696e-001 | w[144] | = 2.318815478758375e-001
| w[107] | = 8.336863467961255e-001 | w[145] | = 2.169925682529340e-001
| w[108] | = 8.197387292306723e-001 | w[146] | = 2.023548005388463e-001
| w[109] | = 8.054701312929008e-001 | w[147] | = 1.879711746686855e-001
| w[110] | = 7.908995350037713e-001 | w[148] | = 1.738542127021508e-001
| w[111] | = 7.760385598209244e-001 | w[149] | = 1.600061812296078e-001

| w[150] | = 1.464389150679625e-001 | w[188] | = 1.261262023246478e-001
| w[151] | = 1.331544923127771e-001 | w[189] | = 1.268280540744526e-001
| w[152] | = 1.201628679722633e-001 | w[190] | = 1.272498700590511e-001
| w[153] | = 1.074630704470568e-001 | w[191] | = 1.273590703506806e-001
| w[154] | = 9.506966959632511e-002 | w[192] | = 1.274567595465545e-001
| w[155] | = 8.298103104739203e-002 | w[193] | = 1.275561350483646e-001
| w[156] | = 7.120356992726613e-002 | w[194] | = 1.273648326872248e-001
| w[157] | = 5.973741829536090e-002 | w[195] | = 1.269415772180714e-001
| w[158] | = 4.859005767016811e-002 | w[196] | = 1.262995646340671e-001
| w[159] | = 3.775928110298274e-002 | w[197] | = 1.254605188749804e-001
| w[160] | = 2.726484300186575e-002 | w[198] | = 1.244269583009826e-001
| w[161] | = 1.711323992709580e-002 | w[199] | = 1.232131583108813e-001
| w[162] | = 7.298197371320593e-003 | w[200] | = 1.218183974842866e-001
| w[163] | = 2.184256929356781e-003 | w[201] | = 1.202545652840080e-001
| w[164] | = 1.132324047372148e-002 | w[202] | = 1.185243106889108e-001
| w[165] | = 2.012236990754980e-002 | w[203] | = 1.166399102636992e-001
| w[166] | = 2.857528272530154e-002 | w[204] | = 1.146042249339280e-001
| w[167] | = 3.666942822678171e-002 | w[205] | = 1.124296184976912e-001
| w[168] | = 4.439683978044157e-002 | w[206] | = 1.101215600923314e-001
| w[169] | = 5.177964768870787e-002 | w[207] | = 1.076972053405737e-001
| w[170] | = 5.881296711410786e-002 | w[208] | = 1.051641975499523e-001
| w[171] | = 6.550209046893848e-002 | w[209] | = 1.025397604985405e-001
| w[172] | = 7.184073822817207e-002 | w[210] | = 9.982957934346254e-002
| w[173] | = 7.783299328224960e-002 | w[211] | = 9.705239536075722e-002
| w[174] | = 8.347150698567406e-002 | w[212] | = 9.421624116597689e-002
| w[175] | = 8.875756217893037e-002 | w[213] | = 9.133590931873967e-002
| w[176] | = 9.368651761350569e-002 | w[214] | = 8.841813387276727e-002
| w[177] | = 9.826251129465624e-002 | w[215] | = 8.547715661443602e-002
| w[178] | = 1.024804711677230e-001 | w[216] | = 8.251962055343706e-002
| w[179] | = 1.063454554357498e-001 | w[217] | = 7.955570759229536e-002
| w[180] | = 1.098551252869576e-001 | w[218] | = 7.657649751612349e-002
| w[181] | = 1.130180022553412e-001 | w[219] | = 7.360559211914287e-002
| w[182] | = 1.158358935177899e-001 | w[220] | = 7.064948295960993e-002
| w[183] | = 1.183233335449968e-001 | w[221] | = 6.771675107480543e-002
| w[184] | = 1.204854506722672e-001 | w[222] | = 6.480448458935215e-002
| w[185] | = 1.223371395264402e-001 | w[223] | = 6.192692754258131e-002
| w[186] | = 1.238868653862843e-001 | w[224] | = 5.911363249658311e-002
| w[187] | = 1.251477258491527e-001 | w[225] | = 5.637219228757212e-002

| w[226] | = 5.368313072045600e-002 | w[264] | = 5.063851046064050e-003
| w[227] | = 5.105620793438655e-002 | w[265] | = 4.754191853611012e-003
| w[228] | = 4.849284995895640e-002 | w[266] | = 4.448993249380505e-003
| w[229] | = 4.599068181839981e-002 | w[267] | = 4.133639756278191e-003
| w[230] | = 4.355568588898841e-002 | w[268] | = 3.811612348723333e-003
| w[231] | = 4.125570251909672e-002 | w[269] | = 3.505531318950422e-003
| w[232] | = 3.907137550527191e-002 | w[270] | = 3.209092846617964e-003
| w[233] | = 3.696342556744636e-002 | w[271] | = 2.927159436740159e-003
| w[234] | = 3.493300140502248e-002 | w[272] | = 2.653818578698405e-003
| w[235] | = 3.298151059524886e-002 | w[273] | = 2.396404013961463e-003
| w[236] | = 3.110861245410919e-002 | w[274] | = 2.152379960589273e-003
| w[237] | = 2.931525594774179e-002 | w[275] | = 1.924844672908215e-003
| w[238] | = 2.760090729801069e-002 | w[276] | = 1.699160580023900e-003
| w[239] | = 2.597956638848436e-002 | w[277] | = 1.480542563288228e-003
| w[240] | = 2.443433592149451e-002 | w[278] | = 1.283280633901446e-003
| w[241] | = 2.296470793543091e-002 | w[279] | = 1.131859661378862e-003
| w[242] | = 2.156304510969632e-002 | w[280] | = 9.730460256556873e-004
| w[243] | = 2.023524610221679e-002 | w[281] | = 7.677634115875747e-004
| w[244] | = 1.897505817503749e-002 | w[282] | = 5.599347984905645e-004
| w[245] | = 1.778248750467421e-002 | w[283] | = 3.337966579125254e-004
| w[246] | = 1.665187994388476e-002 | w[284] | = 9.099722643476421e-005
| w[247] | = 1.557759513377242e-002 | w[285] | = 1.498231621816041e-004
| w[248] | = 1.456208586604537e-002 | w[286] | = 4.366447012116811e-004
| w[249] | = 1.361072086117313e-002 | w[287] | = 6.307841647560053e-004
| w[250] | = 1.270747042064656e-002 | w[288] | = 6.150316826138937e-004
| w[251] | = 1.186210743261470e-002 | w[289] | = 8.990255827053560e-004
| w[252] | = 1.106958962776399e-002 | w[290] | = 1.232134364570107e-003
| w[253] | = 1.033126278863177e-002 | w[291] | = 1.471167206249042e-003
| w[254] | = 9.640298325700842e-003 | w[292] | = 1.697652664777771e-003
| w[255] | = 8.996371481700806e-003 | w[293] | = 1.985825255428654e-003
| w[256] | = 8.407748878436545e-003 | w[294] | = 2.172866052963961e-003
| w[257] | = 7.876393114319395e-003 | w[295] | = 1.812176023993582e-003
| w[258] | = 7.380543918629573e-003 | w[296] | = 1.344657262814793e-003
| w[259] | = 6.925141135202262e-003 | w[297] | = 9.373975348172919e-004
| w[260] | = 6.500502521462604e-003 | w[298] | = 5.621720998949145e-004
| w[261] | = 6.109178606718115e-003 | w[299] | = 2.048498552413189e-004
| w[262] | = 5.741103163221257e-003 | w[300] | = 2.004822830002534e-004
| w[263] | = 5.394569608919965e-003 | w[301] | = 6.169854804735951e-004

| w[302] | = 1.061498982103114e-003 | w[340] | = 7.15412348760910Oe-004
| w[303] | = 1.594860949611097e-003 | w[341] | = 7.376101027486600e-004
| w[304] | = 2.124647831574725e-003 | w[342] | = 6.976561203768226e-004
| w[305] | = 2.621537051750861e-003 | w[343] | = 5.721223454434728e-004
| w[306] | = 3.064311083207632e-003 | w[344] | = 2.934875643581191e-004
| w[307] | = 3.460362845825662e-003 | w[345] | = 1.092526149391273e-004
| w[308] | = 3.794425324215804e-003 | w[346] | = 6.415402443848103e-004
| w[309] | = 4.091032597247918e-003 | w[347] | = 1.194730618383423e-003
| w[310] | = 4.369553676668050e-003 | w[348] | = 1.557112059887280e-003
| w[311] | = 4.554811297024067e-003 | w[349] | = 1.891971801393744e-003
| w[312] | = 4.663276675479689e-003 | w[350] | = 2.225524159129023e-003
| w[313] | = 4.722567636185647e-003 | w[351] | = 2.530906981099261e-003
| w[314] | = 4.704321497976561e-003 | w[352] | = 2.719749515067397e-003
| w[315] | = 4.636227793039124e-003 | w[353] | = 2.729136737522100e-003
| w[316] | = 4.517190210387324e-003 | w[354] | = 2.703019498899013e-003
| w[317] | = 4.351667566540186e-003 | w[355] | = 2.630471852319136e-003
| w[318] | = 4.135130493071822e-003 | w[356] | = 2.470456304276468e-003
| w[319] | = 3.870851645947402e-003 | w[357] | = 2.239142906871446e-003
| w[320] | = 3.597475533950260e-003 | w[358] | = 2.033465291493264e-003
| w[321] | = 3.318857985461042e-003 | w[359] | = 1.948069005335563e-003
| w[322] | = 3.000422543655664e-003 | w[360] | = 1.725029670030533e-003
| w[323] | = 2.658042081080524e-003 | w[361] | = 1.417366709895927e-003
| w[324] | = 2.292813563887493e-003 | w[362] | = 1.127141815310061e-003
| w[325] | = 1.914114740669928e-003 | w[363] | = 8.089811988213151e-004
| w[326] | = 1.525818616748839e-003 | w[364] | = 4.708009521678285e-004
| w[327] | = 1.156680209049319e-003 | w[365] | = 7.882620739833088e-005
| w[328] | = 7.804546272743493e-004 | w[366] | = 2.998739993995956e-004
| w[329] | = 4.268574601396473e-004 | w[367] | = 4.733148292475610e-004
| w[330] | = 1.324291707264515e-004 | w[368] | = 5.791145447913150e-004
| w[331] | = 1.218226450050751e-004 | w[369] | = 6.754935404082003e-004
| w[332] | = 3.189336138130849e-004 | w[370] | = 8.029620210721900e-004
| w[333] | = 4.749931197951235e-004 | w[371] | = 9.726698841994444e-004
| w[334] | = 5.970696819774243e-004 | w[372] | = 1.196637962311630e-003
| w[335] | = 6.673250213055329e-004 | w[373] | = 1.292865844760059e-003
| w[336] | = 6.887783835812338e-004 | w[374] | = 1.146268465739874e-003
| w[337] | = 6.766320515830324e-004 | w[375] | = 1.040598055074471e-003
| w[338] | = 6.944123176012471e-004 | w[376] | = 9.767709065548874e-004
| w[339] | = 7.139919634325070e-004 | w[377] | = 9.294665200453614e-004

| w[378] | = 9.862027119530482e-004 | w[416] | = 5.901617707607606e-007
| w[379] | = 1.047654674829846e-003 | w[417] | = 1.831121301698088e-004
| w[380] | = 1.099000599887377e-003 | w[418] | = 9.755685190624611e-005
| w[381] | = 1.151795860160292e-003 | w[419] | = 6.606461762989423e-005
| w[382] | = 1.194743370333155e-003 | w[420] | = 3.799971890923797e-005
| w[383] | = 1.250742797799558e-003 | w[421] | = 4.150075391929448e-005
| w[384] | = 1.287819050086379e-003 | w[422] | = 5.021905476506264e-005
| w[385] | = 1.263569296641556e-003 | w[423] | = 5.861800137434713e-005
| w[386] | = 1.226113111394085e-003 | w[424] | = 2.126364641291926e-005
| w[387] | = 1.177515087338257e-003 | w[425] | = 1.181077582797280e-004
| w[388] | = 1.122503050159859e-003 | w[426] | = 9.990757789944374e-005
| w[389] | = 1.089428846944533e-003 | w[427] | = 1.035782617124906e-004
| w[390] | = 1.054963366189962e-003 | w[428] | = 8.870181845310037e-005
| w[391] | = 9.019128558297515e-004 | w[429] | = 5.533953373249822e-005
| w[392] | = 7.847839620863715e-004 | w[430] | = 1.580188994455254e-005
| w[393] | = 6.205675927856794e-004 | w[431] | = 1.277184430250593e-006
| w[394] | = 3.157663628445906e-004 | w[432] | = 5.009913312943629e-006
| w[395] | = 2.556449844935384e-004 | w[433] | = 1.499170392246774e-005
| w[396] | = 2.520606580606257e-004 | w[434] | = 2.241545750231630e-005
| w[397] | = 2.346980949474655e-004 | w[435] | = 3.628511258723260e-005
| w[398] | = 2.060394037017961e-004 | w[436] | = 2.406516798531014e-005
| w[399] | = 1.635905995590986e-004 | w[437] | = 2.515118233957011e-005
| w[400] | = 1.176237128375623e-004 | w[438] | = 3.759629789955498e-005
| w[401] | = 6.193369904730005e-005 | w[439] | = 5.408154543124121e-005
| w[402] | = 3.568554800150508e-005 | w[440] | = 4.493916063285122e-005
| w[403] | = 2.443161189273522e-005 | w[441] | = 2.806963579578946e-005
| w[404] | = 1.334090914042349e-005 | w[442] | = 2.364518513682831e-005
| w[405] | = 2.853437194757816e-006 | w[443] | = 1.260639764582286e-005
| w[406] | = 1.039263591111469e-004 | w[444] | = 2.599467772603631e-008
| w[407] | = 5.144969377044875e-005 | w[445] | = 1.774108392496017e-005
| w[408] | = 9.711681816385056e-005 | w[446] | = 5.889276659458115e-006
| w[409] | = 2.472023910553232e-005 | w[447] | = 4.663777919108619e-005
| w[410] | = 5.397064424090302e-005 | w[448] | = 2.078886359425321e-004
| w[411] | = 6.487880719449901e-005 | w[449] | = 2.131405580107761e-004
| w[412] | = 5.192444140699947e-005 | w[450] | = 1.784192600231068e-004
| w[413] | = 9.204876089551197e-005 | w[451] | = 1.744841754193053e-004
| w[414] | = 1.815837353167847e-004 | w[452] | = 1.728672507238372e-004
| w[415] | = 3.595054179561440e-004 | w[453] | = 1.885286127508226e-004

| w[454] | = 2.078299015661617e-004 | w[492] | = 4.005269212731273e-005
| w[455] | = 2.123671573189573e-004 | w[493] | = 2.461876679726978e-005
| w[456] | = 2.415166002501312e-004 | w[494] | = 4.469729032194765e-006
| w[457] | = 2.217025456251449e-004 | w[495] | = 3.798519731621893e-007
| w[458] | = 9.907630821710970e-005 | w[496] | = 1.374896222030490e-006
| w[459] | = 8.039231481768845e-005 | w[497] | = 3.965363805500215e-006
| w[460] | = 7.934509417722400e-005 | w[498] | = 7.300588863934780e-006
| w[461] | = 5.874199358780108e-005 | w[499] | = 1.168894474770061e-005
| w[462] | = 5.449816072329412e-005 | w[500] | = 8.563819899447630e-006
| w[463] | = 4.489491034408147e-005 | w[501] | = 8.975977837330335e-006
| w[464] | = 3.498285982359981e-005 | w[502] | = 2.800455533708622e-005
| w[465] | = 1.748284921486958e-005 | w[503] | = 2.015445311139832e-005
| w[466] | = 9.075430772832575e-006 | w[504] | = 1.125134651175812e-005
| w[467] | = 1.052707430241351e-005 | w[505] | = 5.869707265615299e-006
| w[468] | = 6.538878366985722e-006 | w[506] | = 1.013259758329981e-005
| w[469] | = 2.206341308073472e-005 | w[507] | = 1.088325131492173e-005
| w[470] | = 1.769261935287328e-004 | w[508] | = 7.167101260771279e-006
| w[471] | = 6.418658561385058e-005 | w[509] | = 4.840577540089826e-006
| w[472] | = 8.882305312548962e-005 | w[510] | = 1.469933448634890e-005
| w[473] | = 1.721347222211949e-005 | w[511] | = 8.010079089953001e-006
| w[474] | = 6.093372716385583e-005 | w[512] | = 3.299004046633323e-005
| w[475] | = 7.679955330373515e-005 | w[513] | = 4.373302115187172e-005
| w[476] | = 7.194151087015007e-005 | w[514] | = 3.177468256997963e-005
| w[477] | = 7.245095937243279e-005 | w[515] | = 2.976824036182567e-005
| w[478] | = 7.870354371072524e-005 | w[516] | = 2.464228015326852e-005
| w[479] | = 5.822201682995846e-004 | w[517] | = 1.606050838620834e-005
| w[480] | = 2.666444630171025e-004 | w[518] | = 6.261944255489322e-006
| w[481] | = 7.872592352725688e-005 | w[519] | = 4.591009581217994e-007
| w[482] | = 7.095886893185526e-005 | w[520] | = 1.395220723090848e-005
| w[483] | = 5.643103068471008e-005 | w[521] | = 1.622786214398703e-005
| w[484] | = 6.904415362098980e-005 | w[522] | = 2.043464113212971e-006
| w[485] | = 4.694251739991356e-005 | w[523] | = 1.653463907257247e-006
| w[486] | = 3.367998338617662e-005 | w[524] | = 1.551250801467300e-008
| w[487] | = 6.481921021601837e-005 | w[525] | = 1.907927361317977e-006
| w[488] | = 6.582328030188790e-005 | w[526] | = 9.607068622268791e-007
| w[489] | = 4.256442530773449e-005 | w[527] | = 4.636105364510011e-007
| w[490] | = 4.939392400898679e-005 | w[528] | = 2.765649762593200e-007
| w[491] | = 5.272982009116034e-005 | w[529] | = 1.922074581855119e-006

| w[530] | = 9.897194091136331e-007 | w[568] | = 2.714879009950152e-007
| w[531] | = 7.873304717454037e-008 | w[569] | = 2.567964804401197e-008
| w[532] | = 2.945239208477290e-008 | w[570] | = 2.041128570435378e-006
| w[533] | = 2.757610624807679e-006 | w[571] | = 3.262753594084781e-006
| w[534] | = 1.402925247695813e-005 | w[572] | = 3.567581483749161e-006
| w[535] | = 9.388962780643742e-006 | w[573] | = 4.083718802566134e-006
| w[536] | = 2.068297421740023e-005 | w[574] | = 5.364807253588177e-006
| w[537] | = 1.496435902895210e-007 | w[575] | = 4.178050149840223e-006
| w[538] | = 6.757014945674924e-009 | w[576] | = 5.189086332701670e-006
| w[539] | = 2.778618354859861e-007 | w[577] | = 3.357218747491756e-006
| w[540] | = 1.569003268449803e-006 | w[578] | = 6.310207878018869e-006
| w[541] | = 1.089500601234349e-006 | w[579] | = 5.924001540927652e-006
| w[542] | = 9.870547653835426e-007 | w[580] | = 5.161606640348293e-006
| w[543] | = 3.867483283567218e-005 | w[581] | = 3.377814811745950e-006
| w[544] | = 1.232693496472088e-005 | w[582] | = 1.323267689777069e-006
| w[545] | = 9.464782951082177e-007 | w[583] | = 1.074716688428712e-007
| w[546] | = 8.254429452094225e-007 | w[584] | = 3.561585382456484e-006
| w[547] | = 4.883304950437536e-007 | w[585] | = 4.518603099564185e-006
| w[548] | = 2.066961713890010e-007 | w[586] | = 7.301956971603966e-007
| w[549] | = 5.158212471036245e-009 | w[587] | = 5.891904775161025e-007
| w[550] | = 2.267731106642486e-007 | w[588] | = 2.801882088134371e-008
| w[551] | = 4.880844550713951e-008 | w[589] | = 6.322770332405526e-007
| w[552] | = 3.361682183852576e-006 | w[590] | = 2.542598385847351e-007
| w[553] | = 4.677015459111491e-006 | w[591] | = 1.272704908592385e-007
| w[554] | = 2.820292122791583e-008 | w[592] | = 8.226599990523664e-008
| w[555] | = 5.143614846654519e-007 | w[593] | = 5.433718768789140e-007
| w[556] | = 3.818588614859347e-009 | w[594] | = 4.211177232106135e-007
| w[557] | = 1.737276553950212e-007 | w[595] | = 3.552991527555180e-008
| w[558] | = 1.876022048145804e-007 | w[596] | = 1.398913109540774e-008
| w[559] | = 2.986488593070417e-009 | w[597] | = 1.356727552196146e-006
| w[560] | = 1.409927495646886e-008 | w[598] | = 1.706941020342299e-005
| w[561] | = 6.977078748707401e-008 | w[599] | = 1.013575160981381e-005
| w[562] | = 1.280675520205100e-008 | w[600] | = 2.285562946018590e-005
| w[563] | = 2.222072007942510e-009 | w[601] | = 8.908041185396514e-008
| w[564] | = 1.775191290895584e-009 | w[602] | = 9.597515277415496e-009
| w[565] | = 1.686136654621906e-009 | w[603] | = 3.225913527455964e-007
| w[566] | = 5.818594642226675e-006 | w[604] | = 1.070242712585309e-006
| w[567] | = 2.150883991167946e-006 | w[605] | = 6.293002327021578e-007

| w[606] | = 3.575650976036433e-007
| w[607] | = 2.722295965060517e-005
| w[608] | = 8.676848186676888e-006
| w[609] | = 3.428660858940255e-007
| w[610] | = 4.767793949944890e-007
| w[611] | = 3.330981930777764e-007
| w[612] | = 2.399696144635756e-007
| w[613] | = 7.326611439066549e-009
| w[614] | = 1.349943693297681e-007
| w[615] | = 5.393555749348494e-008
| w[616] | = 3.629067065524143e-006
| w[617] | = 5.690530948134642e-006
| w[618] | = 1.387566465624550e-008
| w[619] | = 2.443085172403935e-007
| w[620] | = 1.723217058490933e-009
| w[621] | = 7.391973323448250e-008
| w[622] | = 5.303527922331415e-008
| w[623] | = 8.883499047404846e-010
| w[624] | = 3.870536804891648e-009
| w[625] | = 1.846547564287500e-008
| w[626] | = 4.244090917065736e-009
| w[627] | = 4.013524925634108e-009
| w[628] | = 6.325664562585882e-010
| w[629] | = 6.025110605409611e-010
| w[630] | = 1.620171502086309e-006
| w[631] | = 5.490569954646963e-007
| w[632] | = 6.355303179925355e-008
| w[633] | = 5.426597100684762e-009
| w[634] | = 4.292861814894369e-007
| w[635] | = 6.834209542421138e-007
| w[636] | = 7.099633014995863e-007
| w[637] | = 8.109951846981774e-007
| w[638] | = 4.118359768898598e-007
| w[639] | = 6.571760029213382e-007

[0306]

Anexo 3

0.010 < w[0] < 0.012
0.023 < w[1] < 0.025
0.034 < w[2] < 0.036
0.045 < w[3] < 0.047
0.058 < w[4] < 0.060
0.072 < w[5] < 0.074
0.087 < w[6] < 0.089
0.103 < w[7] < 0.105
0.120 < w[8] < 0.122
0.137 < w[9] < 0.139
0.154 < w[10] < 0.156
0.171 < w[11] < 0.173
0.188 < w[12] < 0.190
0.205 < w[13] < 0.207
0.222 < w[14] < 0.224
0.239 < w[15] < 0.241
0.256 < w[16] < 0.258
0.272 < w[17] < 0.274
0.289 < w[18] < 0.291
0.306 < w[19] < 0.308
0.323 < w[20] < 0.325
0.339 < w[21] < 0.341
0.356 < w[22] < 0.358
0.373 < w[23] < 0.375
0.390 < w[24] < 0.392
0.407 < w[25] < 0.409
0.424 < w[26] < 0.426
0.441 < w[27] < 0.443
0.458 < w[28] < 0.460
0.475 < w[29] < 0.477
0.492 < w[30] < 0.494
0.509 < w[31] < 0.511
0.525 < w[32] < 0.527
0.542 < w[33] < 0.544
0.559 < w[34] < 0.561
0.575 < w[35] < 0.577
0.592 < w[36] < 0.594
0.609 < w[37] < 0.611
0.625 < w[38] < 0.627
0.642 < w[39] < 0.644
0.658 < w[40] < 0.660
0.674 < w[41] < 0.676
0.690 < w[42] < 0.692
0.706 < w[43] < 0.708
0.722 < w[44] < 0.724
0.738 < w[45] < 0.740
0.753 < w[46] < 0.755
0.769 < w[47] < 0.771
0.784 < w[48] < 0.786
0.799 < w[49] < 0.801
0.815 < w[50] < 0.817
0.830 < w[51] < 0.832
0.845 < w[52] < 0.847
0.860 < w[53] < 0.862
0.874 < w[54] < 0.876
0.889 < w[55] < 0.891
0.903 < w[56] < 0.905
0.917 < w[57] < 0.919
0.930 < w[58] < 0.932
0.943 < w[59] < 0.945
0.956 < w[60] < 0.958
0.968 < w[61] < 0.970
0.980 < w[62] < 0.982
0.992 < w[63] < 0.994
1.000 < w[64] < 1.002
1.006 < w[65] < 1.008
1.012 < w[66] < 1.014
1.017 < w[67] < 1.019
1.021 < w[68] < 1.023
1.026 < w[69] < 1.028
1.029 < w[70] < 1.031
1.032 < w[71] < 1.034
1.035 < w[72] < 1.037
1.037 < w[73] < 1.039

1.038 < w[74] < 1.040
1.039 < w[75] < 1.041
1.040 < w[76] < 1.042
1.040 < w[77] < 1.042
1.040 < w[78] < 1.042
1.040 < w[79] < 1.042
1.039 < w[80] < 1.041
1.038 < w[81] < 1.040
1.036 < w[82] < 1.038
1.034 < w[83] < 1.036
1.032 < w[84] < 1.034
1.029 < w[85] < 1.031
1.025 < w[86] < 1.027
1.021 < w[87] < 1.023
1.016 < w[88] < 1.018
1.011 < w[89] < 1.013
1.005 < w[90] < 1.007
0.999 < w[91] < 1.001
0.992 < w[92] < 0.994
0.985 < w[93] < 0.987
0.977 < w[94] < 0.979
0.969 < w[95] < 0.971
0.960 < w[96] < 0.962
0.951 < w[97] < 0.953
0.941 < w[98] < 0.943
0.931 < w[99] < 0.933
0.920 < w[100] < 0.922
0.909 < w[101] < 0.911
0.897 < w[102] < 0.899
0.885 < w[103] < 0.887
0.872 < w[104] < 0.874
0.860 < w[105] < 0.862
0.846 < w[106] < 0.848
0.833 < w[107] < 0.835
0.819 < w[108] < 0.821
0.804 < w[109] < 0.806
0.790 < w[110] < 0.792
0.775 < w[111] < 0.777
0.760 < w[112] < 0.762
0.745 < w[113] < 0.747
0.729 < w[114] < 0.731
0.713 < w[115] < 0.715
0.697 < w[116] < 0.699
0.681 < w[117] < 0.683
0.664 < w[118] < 0.666
0.648 < w[119] < 0.650
0.631 < w[120] < 0.633
0.614 < w[121] < 0.616
0.597 < w[122] < 0.599
0.580 < w[123] < 0.582
0.563 < w[124] < 0.565
0.546 < w[125] < 0.548
0.529 < w[126] < 0.531
0.512 < w[127] < 0.514
-0.497 < w[128] < -0.495
-0.479 < w[129] < -0.477
-0.462 < w[130] < -0.460
-0.445 < w[131] < -0.443
-0.428 < w[132] < -0.426
-0.411 < w[133] < -0.409
-0.394 < w[134] < -0.392
-0.377 < w[135] < -0.375
-0.360 < w[136] < -0.358
-0.343 < w[137] < -0.341
-0.327 < w[138] < -0.325
-0.311 < w[139] < -0.309
-0.295 < w[140] < -0.293
-0.279 < w[141] < -0.277
-0.263 < w[142] < -0.261
-0.248 < w[143] < -0.246
-0.233 < w[144] < -0.231
-0.218 < w[145] < -0.216
-0.203 < w[146] < -0.201
-0.189 < w[147] < -0.187
-0.175 < w[148] < -0.173
-0.161 < w[149] < -0.159

-0.147 < w[150] < -0.145
-0.134 < w[151] < -0.132
-0.121 < w[152] < -0.119
-0.108 < w[153] < -0.106
-0.096 < w[154] < -0.094
-0.084 < w[155] < -0.082
-0.072 < w[156] < -0.070
-0.061 < w[157] < -0.059
-0.050 < w[158] < -0.048
-0.039 < w[159] < -0.037
-0.028 < w[160] < -0.026
-0.018 < w[161] < -0.016
-0.008 < w[162] < -0.006
0.001 < w[163] < 0.003
0.010 < w[164] < 0.012
0.019 < w[165] < 0.021
0.028 < w[166] < 0.030
0.036 < w[167] < 0.038
0.043 < w[168] < 0.045
0.051 < w[169] < 0.053
0.058 < w[170] < 0.060
0.065 < w[171] < 0.067
0.071 < w[172] < 0.073
0.077 < w[173] < 0.079
0.082 < w[174] < 0.084
0.088 < w[175] < 0.090
0.093 < w[176] < 0.095
0.097 < w[177] < 0.099
0.101 < w[178] < 0.103
0.105 < w[179] < 0.107
0.109 < w[180] < 0.111
0.112 < w[181] < 0.114
0.115 < w[182] < 0.117
0.117 < w[183] < 0.119
0.119 < w[184] < 0.121
0.121 < w[185] < 0.123
0.123 < w[186] < 0.125
0.124 < w[187] < 0.126
0.125 < w[188] < 0.127
0.126 < w[189] < 0.128
0.126 < w[190] < 0.128
0.126 < w[191] < 0.128
0.126 < w[192] < 0.128
0.127 < w[193] < 0.129
0.126 < w[194] < 0.128
0.126 < w[195] < 0.128
0.125 < w[196] < 0.127
0.124 < w[197] < 0.126
0.123 < w[198] < 0.125
0.122 < w[199] < 0.124
0.121 < w[200] < 0.123
0.119 < w[201] < 0.121
0.118 < w[202] < 0.120
0.116 < w[203] < 0.118
0.114 < w[204] < 0.116
0.111 < w[205] < 0.113
0.109 < w[206] < 0.111
0.107 < w[207] < 0.109
0.104 < w[208] < 0.106
0.102 < w[209] < 0.104
0.099 < w[210] < 0.101
0.096 < w[211] < 0.098
0.093 < w[212] < 0.095
0.090 < w[213] < 0.092
0.087 < w[214] < 0.089
0.084 < w[215] < 0.086
0.082 < w[216] < 0.084
0.079 < w[217] < 0.081
0.076 < w[218] < 0.078
0.073 < w[219] < 0.075
0.070 < w[220] < 0.072
0.067 < w[221] < 0.069
0.064 < w[222] < 0.066
0.061 < w[223] < 0.063
0.058 < w[224] < 0.060
0.055 < w[225] < 0.057

0.053 < w[226] < 0.055
0.050 < w[227] < 0.052
0.047 < w[228] < 0.049
0.045 < w[229] < 0.047
0.043 < w[230] < 0.045
0.040 < w[231] < 0.042
0.038 < w[232] < 0.040
0.036 < w[233] < 0.038
0.034 < w[234] < 0.036
0.032 < w[235] < 0.034
0.030 < w[236] < 0.032
0.028 < w[237] < 0.030
0.027 < w[238] < 0.029
0.025 < w[239] < 0.027
0.023 < w[240] < 0.025
0.022 < w[241] < 0.024
0.021 < w[242] < 0.023
0.019 < w[243] < 0.021
0.018 < w[244] < 0.020
0.017 < w[245] < 0.019
0.016 < w[246] < 0.018
0.015 < w[247] < 0.017
0.014 < w[248] < 0.016
0.013 < w[249] < 0.015
0.012 < w[250] < 0.014
0.011 < w[251] < 0.013
0.010 < w[252] < 0.012
0.009 < w[253] < 0.011
0.009 < w[254] < 0.011
0.008 < w[255] < 0.010
-0.009 < w[256] < -0.007
-0.009 < w[257] < -0.007
-0.008 < w[258] < -0.006
-0.008 < w[259] < -0.006
-0.008 < w[260] < -0.006
-0.007 < w[261] < -0.005
-0.007 < w[262] < -0.005
-0.006 < w[263] < -0.004
-0.006 < w[264] < -0.004
-0.006 < w[265] < -0.004
-0.005 < w[266] < -0.003
-0.005 < w[267] < -0.003
-0.005 < w[268] < -0.003
-0.005 < w[269] < -0.003
-0.004 < w[270] < -0.002
-0.004 < w[271] < -0.002
-0.004 < w[272] < -0.002
-0.003 < w[273] < -0.001
-0.003 < w[274] < -0.001
-0.003 < w[275] < -0.001
-0.003 < w[276] < -0.001
-0.002 < w[277] < 0.000
-0.002 < w[278] < 0.000
-0.002 < w[279] < 0.000
-0.002 < w[280] < 0.000
-0.002 < w[281] < 0.000
-0.002 < w[282] < 0.000
-0.001 < w[283] < 0.001
-0.001 < w[284] < 0.001
-0.001 < w[285] < 0.001
-0.001 < w[286] < 0.001
0.000 < w[287] < 0.002
0.000 < w[288] < 0.002
0.000 < w[289] < 0.002
0.000 < w[290] < 0.002
0.000 < w[291] < 0.002
0.001 < w[292] < 0.003
0.001 < w[293] < 0.003
0.001 < w[294] < 0.003
0.001 < w[295] < 0.003
0.000 < w[296] < 0.002
0.000 < w[297] < 0.002
0.000 < w[298] < 0.002
-0.001 < w[299] < 0.001
-0.001 < w[300] < 0.001
-0.002 < w[301] < 0.000

-0.002 < w[302] < 0.000
-0.003 < w[303] < -0.001
-0.003 < w[304] < -0.001
-0.004 < w[305] < -0.002
-0.004 < w[306] < -0.002
-0.004 < w[307] < -0.002
-0.005 < w[308] < -0.003
-0.005 < w[309] < -0.003
-0.005 < w[310] < -0.003
-0.006 < w[311] < -0.004
-0.006 < w[312] < -0.004
-0.006 < w[313] < -0.004
-0.006 < w[314] < -0.004
-0.006 < w[315] < -0.004
-0.006 < w[316] < -0.004
-0.005 < w[317] < -0.003
-0.005 < w[318] < -0.003
-0.005 < w[319] < -0.003
-0.005 < w[320] < -0.003
-0.004 < w[321] < -0.002
-0.004 < w[322] < -0.002
-0.004 < w[323] < -0.002
-0.003 < w[324] < -0.001
-0.003 < w[325] < -0.001
-0.003 < w[326] < -0.001
-0.002 < w[327] < 0.000
-0.002 < w[328] < 0.000
-0.001 < w[329] < 0.001
-0.001 < w[330] < 0.001
-0.001 < w[331] < 0.001
-0.001 < w[332] < 0.001
-0.001 < w[333] < 0.001
0.000 < w[334] < 0.002
0.000 < w[335] < 0.002
0.000 < w[336] < 0.002
0.000 < w[337] < 0.002
0.000 < w[338] < 0.002
0.000 < w[339] < 0.002
0.000 < w[340] < 0.002
0.000 < w[341] < 0.002
0.000 < w[342] < 0.002
0.000 < w[343] < 0.002
-0.001 < w[344] < 0.001
-0.001 < w[345] < 0.001
0.000 < w[346] < 0.002
0.000 < w[347] < 0.002
0.001 < w[348] < 0.003
0.001 < w[349] < 0.003
0.001 < w[350] < 0.003
0.002 < w[351] < 0.004
0.002 < w[352] < 0.004
0.002 < w[353] < 0.004
0.002 < w[354] < 0.004
0.002 < w[355] < 0.004
0.001 < w[356] < 0.003
0.001 < w[357] < 0.003
0.001 < w[358] < 0.003
0.001 < w[359] < 0.003
0.001 < w[360] < 0.003
0.000 < w[361] < 0.002
0.000 < w[362] < 0.002
0.000 < w[363] < 0.002
-0.001 < w[364] < 0.001
-0.001 < w[365] < 0.001
-0.001 < w[366] < 0.001
-0.001 < w[367] < 0.001
-0.002 < w[368] < 0.000
-0.002 < w[369] < 0.000
-0.002 < w[370] < 0.000
-0.002 < w[371] < 0.000
-0.002 < w[372] < 0.000
-0.002 < w[373] < 0.000
-0.002 < w[374] < 0.000
-0.002 < w[375] < 0.000
-0.002 < w[376] < 0.000
-0.002 < w[377] < 0.000

-0.002 < w[378] < 0.000
-0.002 < w[379] < 0.000
-0.002 < w[380] < 0.000
-0.002 < w[381] < 0.000
-0.002 < w[382] < 0.000
-0.002 < w[383] < 0.000
0.000 < w[384] < 0.002
0.000 < w[385] < 0.002
0.000 < w[386] < 0.002
0.000 < w[387] < 0.002
0.000 < w[388] < 0.002
0.000 < w[389] < 0.002
0.000 < w[390] < 0.002
0.000 < w[391] < 0.002
0.000 < w[392] < 0.002
0.000 < w[393] < 0.002
-0.001 < w[394] < 0.001
-0.001 < w[395] < 0.001
-0.001 < w[396] < 0.001
-0.001 < w[397] < 0.001
-0.001 < w[398] < 0.001
-0.001 < w[399] < 0.001
-0.001 < w[400] < 0.001
-0.001 < w[401] < 0.001
-0.001 < w[402] < 0.001
-0.001 < w[403] < 0.001
-0.001 < w[404] < 0.001
-0.001 < w[405] < 0.001
-0.001 < w[406] < 0.001
-0.001 < w[407] < 0.001
-0.001 < w[408] < 0.001
-0.001 < w[409] < 0.001
-0.001 < w[410] < 0.001
-0.001 < w[411] < 0.001
-0.001 < w[412] < 0.001
-0.001 < w[413] < 0.001
-0.001 < w[414] < 0.001
-0.001 < w[415] < 0.001
-0.001 < w[416] < 0.001
-0.001 < w[417] < 0.001
-0.001 < w[418] < 0.001
-0.001 < w[419] < 0.001
-0.001 < w[420] < 0.001
-0.001 < w[421] < 0.001
-0.001 < w[422] < 0.001
-0.001 < w[423] < 0.001
-0.001 < w[424] < 0.001
-0.001 < w[425] < 0.001
-0.001 < w[426] < 0.001
-0.001 < w[427] < 0.001
-0.001 < w[428] < 0.001
-0.001 < w[429] < 0.001
-0.001 < w[430] < 0.001
-0.001 < w[431] < 0.001
-0.001 < w[432] < 0.001
-0.001 < w[433] < 0.001
-0.001 < w[434] < 0.001
-0.001 < w[435] < 0.001
-0.001 < w[436] < 0.001
-0.001 < w[437] < 0.001
-0.001 < w[438] < 0.001
-0.001 < w[439] < 0.001
-0.001 < w[440] < 0.001
-0.001 < w[441] < 0.001
-0.001 < w[442] < 0.001
-0.001 < w[443] < 0.001
-0.001 < w[444] < 0.001
-0.001 < w[445] < 0.001
-0.001 < w[446] < 0.001
-0.001 < w[447] < 0.001
-0.001 < w[448] < 0.001
-0.001 < w[449] < 0.001
-0.001 < w[450] < 0.001
-0.001 < w[451] < 0.001
-0.001 < w[452] < 0.001
-0.001 < w[453] < 0.001

-0.001 < w[454] < 0.001
-0.001 < w[455] < 0.001
-0.001 < w[456] < 0.001
-0.001 < w[457] < 0.001
-0.001 < w[458] < 0.001
-0.001 < w[459] < 0.001
-0.001 < w[460] < 0.001
-0.001 < w[461] < 0.001
-0.001 < w[462] < 0.001
-0.001 < w[463] < 0.001
-0.001 < w[464] < 0.001
-0.001 < w[465] < 0.001
-0.001 < w[466] < 0.001
-0.001 < w[467] < 0.001
-0.001 < w[468] < 0.001
-0.001 < w[469] < 0.001
-0.001 < w[470] < 0.001
-0.001 < w[471] < 0.001
-0.001 < w[472] < 0.001
-0.001 < w[473] < 0.001
-0.001 < w[474] < 0.001
-0.001 < w[475] < 0.001
-0.001 < w[476] < 0.001
-0.001 < w[477] < 0.001
-0.001 < w[478] < 0.001
0.000 < w[479] < 0.002
-0.001 < w[480] < 0.001
-0.001 < w[481] < 0.001
-0.001 < w[482] < 0.001
-0.001 < w[483] < 0.001
-0.001 < w[484] < 0.001
-0.001 < w[485] < 0.001
-0.001 < w[486] < 0.001
-0.001 < w[487] < 0.001
-0.001 < w[488] < 0.001
-0.001 < w[489] < 0.001
-0.001 < w[490] < 0.001
-0.001 < w[491] < 0.001
-0.001 < w[492] < 0.001
-0.001 < w[493] < 0.001
-0.001 < w[494] < 0.001
-0.001 < w[495] < 0.001
-0.001 < w[496] < 0.001
-0.001 < w[497] < 0.001
-0.001 < w[498] < 0.001
-0.001 < w[499] < 0.001
-0.001 < w[500] < 0.001
-0.001 < w[501] < 0.001
-0.001 < w[502] < 0.001
-0.001 < w[503] < 0.001
-0.001 < w[504] < 0.001
-0.001 < w[505] < 0.001
-0.001 < w[506] < 0.001
-0.001 < w[507] < 0.001
-0.001 < w[508] < 0.001
-0.001 < w[509] < 0.001
-0.001 < w[510] < 0.001
-0.001 < w[511] < 0.001
-0.001 < w[512] < 0.001
-0.001 < w[513] < 0.001
-0.001 < w[514] < 0.001
-0.001 < w[515] < 0.001
-0.001 < w[516] < 0.001
-0.001 < w[517] < 0.001
-0.001 < w[518] < 0.001
-0.001 < w[519] < 0.001
-0.001 < w[520] < 0.001
-0.001 < w[521] < 0.001
-0.001 < w[522] < 0.001
-0.001 < w[523] < 0.001
-0.001 < w[524] < 0.001
-0.001 < w[525] < 0.001
-0.001 < w[526] < 0.001
-0.001 < w[527] < 0.001
-0.001 < w[528] < 0.001
-0.001 < w[529] < 0.001

$$-0.001 < w[530] < 0.001$$
$$-0.001 < w[531] < 0.001$$
$$-0.001 < w[532] < 0.001$$
$$-0.001 < w[533] < 0.001$$
$$-0.001 < w[534] < 0.001$$
$$-0.001 < w[535] < 0.001$$
$$-0.001 < w[536] < 0.001$$
$$-0.001 < w[537] < 0.001$$
$$-0.001 < w[538] < 0.001$$
$$-0.001 < w[539] < 0.001$$
$$-0.001 < w[540] < 0.001$$
$$-0.001 < w[541] < 0.001$$
$$-0.001 < w[542] < 0.001$$
$$-0.001 < w[543] < 0.001$$
$$-0.001 < w[544] < 0.001$$
$$-0.001 < w[545] < 0.001$$
$$-0.001 < w[546] < 0.001$$
$$-0.001 < w[547] < 0.001$$
$$-0.001 < w[548] < 0.001$$
$$-0.001 < w[549] < 0.001$$
$$-0.001 < w[550] < 0.001$$
$$-0.001 < w[551] < 0.001$$
$$-0.001 < w[552] < 0.001$$
$$-0.001 < w[553] < 0.001$$
$$-0.001 < w[554] < 0.001$$
$$-0.001 < w[555] < 0.001$$
$$-0.001 < w[556] < 0.001$$
$$-0.001 < w[557] < 0.001$$
$$-0.001 < w[558] < 0.001$$
$$-0.001 < w[559] < 0.001$$
$$-0.001 < w[560] < 0.001$$
$$-0.001 < w[561] < 0.001$$
$$-0.001 < w[562] < 0.001$$
$$-0.001 < w[563] < 0.001$$
$$-0.001 < w[564] < 0.001$$
$$-0.001 < w[565] < 0.001$$
$$-0.001 < w[566] < 0.001$$
$$-0.001 < w[567] < 0.001$$
$$-0.001 < w[568] < 0.001$$
$$-0.001 < w[569] < 0.001$$
$$-0.001 < w[570] < 0.001$$
$$-0.001 < w[571] < 0.001$$
$$-0.001 < w[572] < 0.001$$
$$-0.001 < w[573] < 0.001$$
$$-0.001 < w[574] < 0.001$$
$$-0.001 < w[575] < 0.001$$
$$-0.001 < w[576] < 0.001$$
$$-0.001 < w[577] < 0.001$$
$$-0.001 < w[578] < 0.001$$
$$-0.001 < w[579] < 0.001$$
$$-0.001 < w[580] < 0.001$$
$$-0.001 < w[581] < 0.001$$
$$-0.001 < w[582] < 0.001$$
$$-0.001 < w[583] < 0.001$$
$$-0.001 < w[584] < 0.001$$
$$-0.001 < w[585] < 0.001$$
$$-0.001 < w[586] < 0.001$$
$$-0.001 < w[587] < 0.001$$
$$-0.001 < w[588] < 0.001$$
$$-0.001 < w[589] < 0.001$$
$$-0.001 < w[590] < 0.001$$
$$-0.001 < w[591] < 0.001$$
$$-0.001 < w[592] < 0.001$$
$$-0.001 < w[593] < 0.001$$
$$-0.001 < w[594] < 0.001$$
$$-0.001 < w[595] < 0.001$$
$$-0.001 < w[596] < 0.001$$
$$-0.001 < w[597] < 0.001$$
$$-0.001 < w[598] < 0.001$$
$$-0.001 < w[599] < 0.001$$
$$-0.001 < w[600] < 0.001$$
$$-0.001 < w[601] < 0.001$$
$$-0.001 < w[602] < 0.001$$
$$-0.001 < w[603] < 0.001$$
$$-0.001 < w[604] < 0.001$$
$$-0.001 < w[605] < 0.001$$

$$-0.001 < w[606] < 0.001$$
$$-0.001 < w[607] < 0.001$$
$$-0.001 < w[608] < 0.001$$
$$-0.001 < w[609] < 0.001$$
$$-0.001 < w[610] < 0.001$$
$$-0.001 < w[611] < 0.001$$
$$-0.001 < w[612] < 0.001$$
$$-0.001 < w[613] < 0.001$$
$$-0.001 < w[614] < 0.001$$
$$-0.001 < w[615] < 0.001$$
$$-0.001 < w[616] < 0.001$$
$$-0.001 < w[617] < 0.001$$
$$-0.001 < w[618] < 0.001$$
$$-0.001 < w[619] < 0.001$$
$$-0.001 < w[620] < 0.001$$
$$-0.001 < w[621] < 0.001$$
$$-0.001 < w[622] < 0.001$$
$$-0.001 < w[623] < 0.001$$
$$-0.001 < w[624] < 0.001$$
$$-0.001 < w[625] < 0.001$$
$$-0.001 < w[626] < 0.001$$
$$-0.001 < w[627] < 0.001$$
$$-0.001 < w[628] < 0.001$$
$$-0.001 < w[629] < 0.001$$
$$-0.001 < w[630] < 0.001$$
$$-0.001 < w[631] < 0.001$$
$$-0.001 < w[632] < 0.001$$
$$-0.001 < w[633] < 0.001$$
$$-0.001 < w[634] < 0.001$$
$$-0.001 < w[635] < 0.001$$
$$-0.001 < w[636] < 0.001$$
$$-0.001 < w[637] < 0.001$$
$$-0.001 < w[638] < 0.001$$
$$-0.001 < w[639] < 0.001$$

[0307]

Anexo 4

$0.010 < |w[0]| < 0.012$
$0.023 < |w[1]| < 0.025$
$0.034 < |w[2]| < 0.036$
$0.045 < |w[3]| < 0.047$
$0.058 < |w[4]| < 0.060$
$0.072 < |w[5]| < 0.074$
$0.087 < |w[6]| < 0.089$
$0.103 < |w[7]| < 0.105$
$0.120 < |w[8]| < 0.122$
$0.137 < |w[9]| < 0.139$
$0.154 < |w[10]| < 0.156$
$0.171 < |w[11]| < 0.173$
$0.188 < |w[12]| < 0.190$
$0.205 < |w[13]| < 0.207$
$0.222 < |w[14]| < 0.224$
$0.239 < |w[15]| < 0.241$
$0.256 < |w[16]| < 0.258$
$0.272 < |w[17]| < 0.274$
$0.289 < |w[18]| < 0.291$
$0.306 < |w[19]| < 0.308$
$0.323 < |w[20]| < 0.325$
$0.339 < |w[21]| < 0.341$
$0.356 < |w[22]| < 0.358$
$0.373 < |w[23]| < 0.375$
$0.390 < |w[24]| < 0.392$
$0.407 < |w[25]| < 0.409$
$0.424 < |w[26]| < 0.426$
$0.441 < |w[27]| < 0.443$
$0.458 < |w[28]| < 0.460$
$0.475 < |w[29]| < 0.477$
$0.492 < |w[30]| < 0.494$
$0.509 < |w[31]| < 0.511$
$0.525 < |w[32]| < 0.527$
$0.542 < |w[33]| < 0.544$
$0.559 < |w[34]| < 0.561$
$0.575 < |w[35]| < 0.577$
$0.592 < |w[36]| < 0.594$
$0.609 < |w[37]| < 0.611$
$0.625 < |w[38]| < 0.627$
$0.642 < |w[39]| < 0.644$
$0.658 < |w[40]| < 0.660$
$0.674 < |w[41]| < 0.676$
$0.690 < |w[42]| < 0.692$
$0.706 < |w[43]| < 0.708$
$0.722 < |w[44]| < 0.724$
$0.738 < |w[45]| < 0.740$
$0.753 < |w[46]| < 0.755$
$0.769 < |w[47]| < 0.771$
$0.784 < |w[48]| < 0.786$
$0.799 < |w[49]| < 0.801$
$0.815 < |w[50]| < 0.817$
$0.830 < |w[51]| < 0.832$
$0.845 < |w[52]| < 0.847$
$0.860 < |w[53]| < 0.862$
$0.874 < |w[54]| < 0.876$
$0.889 < |w[55]| < 0.891$
$0.903 < |w[56]| < 0.905$
$0.917 < |w[57]| < 0.919$
$0.930 < |w[58]| < 0.932$
$0.943 < |w[59]| < 0.945$
$0.956 < |w[60]| < 0.958$
$0.968 < |w[61]| < 0.970$
$0.980 < |w[62]| < 0.982$
$0.992 < |w[63]| < 0.994$
$1.000 < |w[64]| < 1.002$
$1.006 < |w[65]| < 1.008$
$1.012 < |w[66]| < 1.014$
$1.017 < |w[67]| < 1.019$
$1.021 < |w[68]| < 1.023$
$1.026 < |w[69]| < 1.028$
$1.029 < |w[70]| < 1.031$
$1.032 < |w[71]| < 1.034$
$1.035 < |w[72]| < 1.037$
$1.037 < |w[73]| < 1.039$

$1.038 < |w[74]| < 1.040$
$1.039 < |w[75]| < 1.041$
$1.040 < |w[76]| < 1.042$
$1.040 < |w[77]| < 1.042$
$1.040 < |w[78]| < 1.042$
$1.040 < |w[79]| < 1.042$
$1.039 < |w[80]| < 1.041$
$1.038 < |w[81]| < 1.040$
$1.036 < |w[82]| < 1.038$
$1.034 < |w[83]| < 1.036$
$1.032 < |w[84]| < 1.034$
$1.029 < |w[85]| < 1.031$
$1.025 < |w[86]| < 1.027$
$1.021 < |w[87]| < 1.023$
$1.016 < |w[88]| < 1.018$
$1.011 < |w[89]| < 1.013$
$1.005 < |w[90]| < 1.007$
$0.999 < |w[91]| < 1.001$
$0.992 < |w[92]| < 0.994$
$0.985 < |w[93]| < 0.987$
$0.977 < |w[94]| < 0.979$
$0.969 < |w[95]| < 0.971$
$0.960 < |w[96]| < 0.962$
$0.951 < |w[97]| < 0.953$
$0.941 < |w[98]| < 0.943$
$0.931 < |w[99]| < 0.933$
$0.920 < |w[100]| < 0.922$
$0.909 < |w[101]| < 0.911$
$0.897 < |w[102]| < 0.899$
$0.885 < |w[103]| < 0.887$
$0.872 < |w[104]| < 0.874$
$0.860 < |w[105]| < 0.862$
$0.846 < |w[106]| < 0.848$
$0.833 < |w[107]| < 0.835$
$0.819 < |w[108]| < 0.821$
$0.804 < |w[109]| < 0.806$
$0.790 < |w[110]| < 0.792$
$0.775 < |w[111]| < 0.777$

$0.760 < |w[112]| < 0.762$
$0.745 < |w[113]| < 0.747$
$0.729 < |w[114]| < 0.731$
$0.713 < |w[115]| < 0.715$
$0.697 < |w[116]| < 0.699$
$0.681 < |w[117]| < 0.683$
$0.664 < |w[118]| < 0.666$
$0.648 < |w[119]| < 0.650$
$0.631 < |w[120]| < 0.633$
$0.614 < |w[121]| < 0.616$
$0.597 < |w[122]| < 0.599$
$0.580 < |w[123]| < 0.582$
$0.563 < |w[124]| < 0.565$
$0.546 < |w[125]| < 0.548$
$0.529 < |w[126]| < 0.531$
$0.512 < |w[127]| < 0.514$
$0.495 < |w[128]| < 0.497$
$0.477 < |w[129]| < 0.479$
$0.460 < |w[130]| < 0.462$
$0.443 < |w[131]| < 0.445$
$0.426 < |w[132]| < 0.428$
$0.409 < |w[133]| < 0.411$
$0.392 < |w[134]| < 0.394$
$0.375 < |w[135]| < 0.377$
$0.358 < |w[136]| < 0.360$
$0.341 < |w[137]| < 0.343$
$0.325 < |w[138]| < 0.327$
$0.309 < |w[139]| < 0.311$
$0.293 < |w[140]| < 0.295$
$0.277 < |w[141]| < 0.279$
$0.261 < |w[142]| < 0.263$
$0.246 < |w[143]| < 0.248$
$0.231 < |w[144]| < 0.233$
$0.216 < |w[145]| < 0.218$
$0.201 < |w[146]| < 0.203$
$0.187 < |w[147]| < 0.189$
$0.173 < |w[148]| < 0.175$
$0.159 < |w[149]| < 0.161$

$0.145 < |w[150]| < 0.147$
$0.132 < |w[151]| < 0.134$
$0.119 < |w[152]| < 0.121$
$0.106 < |w[153]| < 0.108$
$0.094 < |w[154]| < 0.096$
$0.082 < |w[155]| < 0.084$
$0.070 < |w[156]| < 0.072$
$0.059 < |w[157]| < 0.061$
$0.048 < |w[158]| < 0.050$
$0.037 < |w[159]| < 0.039$
$0.026 < |w[160]| < 0.028$
$0.016 < |w[161]| < 0.018$
$0.006 < |w[162]| < 0.008$
$0.001 < |w[163]| < 0.003$
$0.010 < |w[164]| < 0.012$
$0.019 < |w[165]| < 0.021$
$0.028 < |w[166]| < 0.030$
$0.036 < |w[167]| < 0.038$
$0.043 < |w[168]| < 0.045$
$0.051 < |w[169]| < 0.053$
$0.058 < |w[170]| < 0.060$
$0.065 < |w[171]| < 0.067$
$0.071 < |w[172]| < 0.073$
$0.077 < |w[173]| < 0.079$
$0.082 < |w[174]| < 0.084$
$0.088 < |w[175]| < 0.090$
$0.093 < |w[176]| < 0.095$
$0.097 < |w[177]| < 0.099$
$0.101 < |w[178]| < 0.103$
$0.105 < |w[179]| < 0.107$
$0.109 < |w[180]| < 0.111$
$0.112 < |w[181]| < 0.114$
$0.115 < |w[182]| < 0.117$
$0.117 < |w[183]| < 0.119$
$0.119 < |w[184]| < 0.121$
$0.121 < |w[185]| < 0.123$
$0.123 < |w[186]| < 0.125$
$0.124 < |w[187]| < 0.126$
$0.125 < |w[188]| < 0.127$
$0.126 < |w[189]| < 0.128$
$0.126 < |w[190]| < 0.128$
$0.126 < |w[191]| < 0.128$
$0.126 < |w[192]| < 0.128$
$0.127 < |w[193]| < 0.129$
$0.126 < |w[194]| < 0.128$
$0.126 < |w[195]| < 0.128$
$0.125 < |w[196]| < 0.127$
$0.124 < |w[197]| < 0.126$
$0.123 < |w[198]| < 0.125$
$0.122 < |w[199]| < 0.124$
$0.121 < |w[200]| < 0.123$
$0.119 < |w[201]| < 0.121$
$0.118 < |w[202]| < 0.120$
$0.116 < |w[203]| < 0.118$
$0.114 < |w[204]| < 0.116$
$0.111 < |w[205]| < 0.113$
$0.109 < |w[206]| < 0.111$
$0.107 < |w[207]| < 0.109$
$0.104 < |w[208]| < 0.106$
$0.102 < |w[209]| < 0.104$
$0.099 < |w[210]| < 0.101$
$0.096 < |w[211]| < 0.098$
$0.093 < |w[212]| < 0.095$
$0.090 < |w[213]| < 0.092$
$0.087 < |w[214]| < 0.089$
$0.084 < |w[215]| < 0.086$
$0.082 < |w[216]| < 0.084$
$0.079 < |w[217]| < 0.081$
$0.076 < |w[218]| < 0.078$
$0.073 < |w[219]| < 0.075$
$0.070 < |w[220]| < 0.072$
$0.067 < |w[221]| < 0.069$
$0.064 < |w[222]| < 0.066$
$0.061 < |w[223]| < 0.063$
$0.058 < |w[224]| < 0.060$
$0.055 < |w[225]| < 0.057$

0.053 < | w[226] | < 0.055
0.050 < | w[227] | < 0.052
0.047 < | w[228] | < 0.049
0.045 < | w[229] | < 0.047
0.043 < | w[230] | < 0.045
0.040 < | w[231] | < 0.042
0.038 < | w[232] | < 0.040
0.036 < | w[233] | < 0.038
0.034 < | w[234] | < 0.036
0.032 < | w[235] | < 0.034
0.030 < | w[236] | < 0.032
0.028 < | w[237] | < 0.030
0.027 < | w[238] | < 0.029
0.025 < | w[239] | < 0.027
0.023 < | w[240] | < 0.025
0.022 < | w[241] | < 0.024
0.021 < | w[242] | < 0.023
0.019 < | w[243] | < 0.021
0.018 < | w[244] | < 0.020
0.017 < | w[245] | < 0.019
0.016 < | w[246] | < 0.018
0.015 < | w[247] | < 0.017
0.014 < | w[248] | < 0.016
0.013 < | w[249] | < 0.015
0.012 < | w[250] | < 0.014
0.011 < | w[251] | < 0.013
0.010 < | w[252] | < 0.012
0.009 < | w[253] | < 0.011
0.009 < | w[254] | < 0.011
0.008 < | w[255] | < 0.010
0.007 < | w[256] | < 0.009
0.007 < | w[257] | < 0.009
0.006 < | w[258] | < 0.008
0.006 < | w[259] | < 0.008
0.006 < | w[260] | < 0.008
0.005 < | w[261] | < 0.007
0.005 < | w[262] | < 0.007
0.004 < | w[263] | < 0.006
0.004 < | w[264] | < 0.006
0.004 < | w[265] | < 0.006
0.003 < | w[266] | < 0.005
0.003 < | w[267] | < 0.005
0.003 < | w[268] | < 0.005
0.003 < | w[269] | < 0.005
0.002 < | w[270] | < 0.004
0.002 < | w[271] | < 0.004
0.002 < | w[272] | < 0.004
0.001 < | w[273] | < 0.003
0.001 < | w[274] | < 0.003
0.001 < | w[275] | < 0.003
0.001 < | w[276] | < 0.003
0.000 < | w[277] | < 0.002
0.000 < | w[278] | < 0.002
0.000 < | w[279] | < 0.002
0.000 < | w[280] | < 0.002
0.000 < | w[281] | < 0.002
0.000 < | w[282] | < 0.002
-0.001 < | w[283] | < 0.001
-0.001 < | w[284] | < 0.001
-0.001 < | w[285] | < 0.001
-0.001 < | w[286] | < 0.001
0.000 < | w[287] | < 0.002
0.000 < | w[288] | < 0.002
0.000 < | w[289] | < 0.002
0.000 < | w[290] | < 0.002
0.000 < | w[291] | < 0.002
0.001 < | w[292] | < 0.003
0.001 < | w[293] | < 0.003
0.001 < | w[294] | < 0.003
0.001 < | w[295] | < 0.003
0.000 < | w[296] | < 0.002
0.000 < | w[297] | < 0.002
0.000 < | w[298] | < 0.002
-0.001 < | w[299] | < 0.001
-0.001 < | w[300] | < 0.001
0.000 < | w[301] | < 0.002

$0.000 < |\, w[302] \,| < 0.002$
$0.001 < |\, w[303] \,| < 0.003$
$0.001 < |\, w[304] \,| < 0.003$
$0.002 < |\, w[305] \,| < 0.004$
$0.002 < |\, w[306] \,| < 0.004$
$0.002 < |\, w[307] \,| < 0.004$
$0.003 < |\, w[308] \,| < 0.005$
$0.003 < |\, w[309] \,| < 0.005$
$0.003 < |\, w[310] \,| < 0.005$
$0.004 < |\, w[311] \,| < 0.006$
$0.004 < |\, w[312] \,| < 0.006$
$0.004 < |\, w[313] \,| < 0.006$
$0.004 < |\, w[314] \,| < 0.006$
$0.004 < |\, w[315] \,| < 0.006$
$0.004 < |\, w[316] \,| < 0.006$
$0.003 < |\, w[317] \,| < 0.005$
$0.003 < |\, w[318] \,| < 0.005$
$0.003 < |\, w[319] \,| < 0.005$
$0.003 < |\, w[320] \,| < 0.005$
$0.002 < |\, w[321] \,| < 0.004$
$0.002 < |\, w[322] \,| < 0.004$
$0.002 < |\, w[323] \,| < 0.004$
$0.001 < |\, w[324] \,| < 0.003$
$0.001 < |\, w[325] \,| < 0.003$
$0.001 < |\, w[326] \,| < 0.003$
$0.000 < |\, w[327] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[328] \,| < 0.002$
$-0.001 < |\, w[329] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[330] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[331] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[332] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[333] \,| < 0.001$
$0.000 < |\, w[334] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[335] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[336] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[337] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[338] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[339] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[340] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[341] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[342] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[343] \,| < 0.002$
$-0.001 < |\, w[344] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[345] \,| < 0.001$
$0.000 < |\, w[346] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[347] \,| < 0.002$
$0.001 < |\, w[348] \,| < 0.003$
$0.001 < |\, w[349] \,| < 0.003$
$0.001 < |\, w[350] \,| < 0.003$
$0.002 < |\, w[351] \,| < 0.004$
$0.002 < |\, w[352] \,| < 0.004$
$0.002 < |\, w[353] \,| < 0.004$
$0.002 < |\, w[354] \,| < 0.004$
$0.002 < |\, w[355] \,| < 0.004$
$0.001 < |\, w[356] \,| < 0.003$
$0.001 < |\, w[357] \,| < 0.003$
$0.001 < |\, w[358] \,| < 0.003$
$0.001 < |\, w[359] \,| < 0.003$
$0.001 < |\, w[360] \,| < 0.003$
$0.000 < |\, w[361] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[362] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[363] \,| < 0.002$
$-0.001 < |\, w[364] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[365] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[366] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[367] \,| < 0.001$
$0.000 < |\, w[368] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[369] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[370] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[371] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[372] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[373] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[374] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[375] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[376] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[377] \,| < 0.002$

$0.000 < |\, w[378] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[379] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[380] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[381] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[382] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[383] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[384] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[385] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[386] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[387] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[388] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[389] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[390] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[391] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[392] \,| < 0.002$
$0.000 < |\, w[393] \,| < 0.002$
$-0.001 < |\, w[394] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[395] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[396] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[397] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[398] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[399] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[400] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[401] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[402] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[403] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[404] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[405] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[406] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[407] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[408] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[409] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[410] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[411] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[412] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[413] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[414] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[415] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[416] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[417] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[418] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[419] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[420] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[421] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[422] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[423] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[424] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[425] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[426] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[427] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[428] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[429] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[430] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[431] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[432] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[433] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[434] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[435] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[436] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[437] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[438] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[439] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[440] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[441] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[442] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[443] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[444] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[445] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[446] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[447] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[448] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[449] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[450] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[451] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[452] \,| < 0.001$
$-0.001 < |\, w[453] \,| < 0.001$

-0.001 < | w[454] | < 0.001	-0.001 < | w[492] | < 0.001
-0.001 < | w[455] | < 0.001	-0.001 < | w[493] | < 0.001
-0.001 < | w[456] | < 0.001	-0.001 < | w[494] | < 0.001
-0.001 < | w[457] | < 0.001	-0.001 < | w[495] | < 0.001
-0.001 < | w[458] | < 0.001	-0.001 < | w[496] | < 0.001
-0.001 < | w[459] | < 0.001	-0.001 < | w[497] | < 0.001
-0.001 < | w[460] | < 0.001	-0.001 < | w[498] | < 0.001
-0.001 < | w[461] | < 0.001	-0.001 < | w[499] | < 0.001
-0.001 < | w[462] | < 0.001	-0.001 < | w[500] | < 0.001
-0.001 < | w[463] | < 0.001	-0.001 < | w[501] | < 0.001
-0.001 < | w[464] | < 0.001	-0.001 < | w[502] | < 0.001
-0.001 < | w[465] | < 0.001	-0.001 < | w[503] | < 0.001
-0.001 < | w[466] | < 0.001	-0.001 < | w[504] | < 0.001
-0.001 < | w[467] | < 0.001	-0.001 < | w[505] | < 0.001
-0.001 < | w[468] | < 0.001	-0.001 < | w[506] | < 0.001
-0.001 < | w[469] | < 0.001	-0.001 < | w[507] | < 0.001
-0.001 < | w[470] | < 0.001	-0.001 < | w[508] | < 0.001
-0.001 < | w[471] | < 0.001	-0.001 < | w[509] | < 0.001
-0.001 < | w[472] | < 0.001	-0.001 < | w[510] | < 0.001
-0.001 < | w[473] | < 0.001	-0.001 < | w[511] | < 0.001
-0.001 < | w[474] | < 0.001	-0.001 < | w[512] | < 0.001
-0.001 < | w[475] | < 0.001	-0.001 < | w[513] | < 0.001
-0.001 < | w[476] | < 0.001	-0.001 < | w[514] | < 0.001
-0.001 < | w[477] | < 0.001	-0.001 < | w[515] | < 0.001
-0.001 < | w[478] | < 0.001	-0.001 < | w[516] | < 0.001
0.000 < | w[479] | < 0.002	-0.001 < | w[517] | < 0.001
-0.001 < | w[480] | < 0.001	-0.001 < | w[518] | < 0.001
-0.001 < | w[481] | < 0.001	-0.001 < | w[519] | < 0.001
-0.001 < | w[482] | < 0.001	-0.001 < | w[520] | < 0.001
-0.001 < | w[483] | < 0.001	-0.001 < | w[521] | < 0.001
-0.001 < | w[484] | < 0.001	-0.001 < | w[522] | < 0.001
-0.001 < | w[485] | < 0.001	-0.001 < | w[523] | < 0.001
-0.001 < | w[486] | < 0.001	-0.001 < | w[524] | < 0.001
-0.001 < | w[487] | < 0.001	-0.001 < | w[525] | < 0.001
-0.001 < | w[488] | < 0.001	-0.001 < | w[526] | < 0.001
-0.001 < | w[489] | < 0.001	-0.001 < | w[527] | < 0.001
-0.001 < | w[490] | < 0.001	-0.001 < | w[528] | < 0.001
-0.001 < | w[491] | < 0.001	-0.001 < | w[529] | < 0.001

-0.001 < | w[530] | < 0.001	-0.001 < | w[568] | < 0.001
-0.001 < | w[531] | < 0.001	-0.001 < | w[569] | < 0.001
-0.001 < | w[532] | < 0.001	-0.001 < | w[570] | < 0.001
-0.001 < | w[533] | < 0.001	-0.001 < | w[571] | < 0.001
-0.001 < | w[534] | < 0.001	-0.001 < | w[572] | < 0.001
-0.001 < | w[535] | < 0.001	-0.001 < | w[573] | < 0.001
-0.001 < | w[536] | < 0.001	-0.001 < | w[574] | < 0.001
-0.001 < | w[537] | < 0.001	-0.001 < | w[575] | < 0.001
-0.001 < | w[538] | < 0.001	-0.001 < | w[576] | < 0.001
-0.001 < | w[539] | < 0.001	-0.001 < | w[577] | < 0.001
-0.001 < | w[540] | < 0.001	-0.001 < | w[578] | < 0.001
-0.001 < | w[541] | < 0.001	-0.001 < | w[579] | < 0.001
-0.001 < | w[542] | < 0.001	-0.001 < | w[580] | < 0.001
-0.001 < | w[543] | < 0.001	-0.001 < | w[581] | < 0.001
-0.001 < | w[544] | < 0.001	-0.001 < | w[582] | < 0.001
-0.001 < | w[545] | < 0.001	-0.001 < | w[583] | < 0.001
-0.001 < | w[546] | < 0.001	-0.001 < | w[584] | < 0.001
-0.001 < | w[547] | < 0.001	-0.001 < | w[585] | < 0.001
-0.001 < | w[548] | < 0.001	-0.001 < | w[586] | < 0.001
-0.001 < | w[549] | < 0.001	-0.001 < | w[587] | < 0.001
-0.001 < | w[550] | < 0.001	-0.001 < | w[588] | < 0.001
-0.001 < | w[551] | < 0.001	-0.001 < | w[589] | < 0.001
-0.001 < | w[552] | < 0.001	-0.001 < | w[590] | < 0.001
-0.001 < | w[553] | < 0.001	-0.001 < | w[591] | < 0.001
-0.001 < | w[554] | < 0.001	-0.001 < | w[592] | < 0.001
-0.001 < | w[555] | < 0.001	-0.001 < | w[593] | < 0.001
-0.001 < | w[556] | < 0.001	-0.001 < | w[594] | < 0.001
-0.001 < | w[557] | < 0.001	-0.001 < | w[595] | < 0.001
-0.001 < | w[558] | < 0.001	-0.001 < | w[596] | < 0.001
-0.001 < | w[559] | < 0.001	-0.001 < | w[597] | < 0.001
-0.001 < | w[560] | < 0.001	-0.001 < | w[598] | < 0.001
-0.001 < | w[561] | < 0.001	-0.001 < | w[599] | < 0.001
-0.001 < | w[562] | < 0.001	-0.001 < | w[600] | < 0.001
-0.001 < | w[563] | < 0.001	-0.001 < | w[601] | < 0.001
-0.001 < | w[564] | < 0.001	-0.001 < | w[602] | < 0.001
-0.001 < | w[565] | < 0.001	-0.001 < | w[603] | < 0.001
-0.001 < | w[566] | < 0.001	-0.001 < | w[604] | < 0.001
-0.001 < | w[567] | < 0.001	-0.001 < | w[605] | < 0.001

$-0.001 < | w[606] | < 0.001$
$-0.001 < | w[607] | < 0.001$
$-0.001 < | w[608] | < 0.001$
$-0.001 < | w[609] | < 0.001$
$-0.001 < | w[610] | < 0.001$
$-0.001 < | w[611] | < 0.001$
$-0.001 < | w[612] | < 0.001$
$-0.001 < | w[613] | < 0.001$
$-0.001 < | w[614] | < 0.001$
$-0.001 < | w[615] | < 0.001$
$-0.001 < | w[616] | < 0.001$
$-0.001 < | w[617] | < 0.001$
$-0.001 < | w[618] | < 0.001$
$-0.001 < | w[619] | < 0.001$
$-0.001 < | w[620] | < 0.001$
$-0.001 < | w[621] | < 0.001$
$-0.001 < | w[622] | < 0.001$
$-0.001 < | w[623] | < 0.001$
$-0.001 < | w[624] | < 0.001$
$-0.001 < | w[625] | < 0.001$
$-0.001 < | w[626] | < 0.001$
$-0.001 < | w[627] | < 0.001$
$-0.001 < | w[628] | < 0.001$
$-0.001 < | w[629] | < 0.001$
$-0.001 < | w[630] | < 0.001$
$-0.001 < | w[631] | < 0.001$
$-0.001 < | w[632] | < 0.001$
$-0.001 < | w[633] | < 0.001$
$-0.001 < | w[634] | < 0.001$
$-0.001 < | w[635] | < 0.001$
$-0.001 < | w[636] | < 0.001$
$-0.001 < | w[637] | < 0.001$
$-0.001 < | w[638] | < 0.001$
$-0.001 < | w[639] | < 0.001$

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para el procesamiento de señal de audio, comprendiendo el procedimiento para el procesamiento de señal de audio:
un procedimiento para generar valores de subbanda de audio de valor complejo en canales de subbanda de audio, comprendiendo el procedimiento para generar valores de subbanda de audio de valor complejo:

la formación en ventana de una trama (120) de muestras de entrada de audio del dominio del tiempo, que utiliza una función de ventana de análisis, donde la formación de ventana comprende el cálculo de muestras formadas en ventana $z_{i,n}$ de forma que:

$$z_{i,n} = w(10N - 1 - n) \cdot x_{i,n} \text{ para } 0 \leq n < 10 \cdot N,$$

donde $z_{i,n}$ es una muestra formada en ventana de valor real correspondiente a un índice de bloque i y un índice de muestra n de la trama (120), donde $x_{i,n}$ es una muestra de entrada de audio del dominio del tiempo de valor real correspondiente al índice de bloque i y el índice de muestra n, donde w contiene coeficientes de ventana de valor real de la función de ventana de análisis, donde w(10N-1-n) representa la función de ventana de análisis (190), y donde N es un parámetro que indica un número de muestras en un bloque,
el cálculo de los valores de subbanda de audio mediante el uso de las muestras formadas en ventana, donde el cálculo se basa en las ecuaciones:

$$X_{Real,i,k} = 2 \cdot \sum_{n=-8N}^{2N-1} z_{i,n+8N} \cos\left(\frac{\pi}{N}\left(n + n_0\right)\left(k + \frac{1}{2}\right)\right)$$

$$X_{Imag,i,k} = 2 \cdot \sum_{n=-8N}^{2N-1} z_{i,n+8N} \operatorname{sen}\left(\frac{\pi}{N}\left(n + n_0\right)\left(k + \frac{1}{2}\right)\right),$$

donde un índice de coeficiente espectral o índice de banda k es un entero en el intervalo de $0 \leq k < N$, donde $X_{real,\,i,\,k}$ y $X_{imag,\,i,\,k}$ representan una parte real y una parte imaginaria de un valor de subbanda de audio de valor complejo correspondiente al índice de bloque i y al índice de coeficiente espectral k, y donde n0 es un parámetro que representa una opción de índice, y
un procedimiento para generar muestras de audio del dominio del tiempo de valor real, comprendiendo el procedimiento para generar muestras de audio del dominio del tiempo de valor real:

el cálculo de una secuencia de muestras del dominio del tiempo intermedias a partir de valores de subbanda de audio en canales de subbanda de audio,
donde el cálculo comprende convertir por tiempo/frecuencia las muestras del dominio del tiempo intermedias de tal forma que los valores de subbanda de audio representen una representación espectral de la secuencia de muestras del dominio del tiempo intermedias,
donde el cálculo se basa en la ecuación:

$$x'_{i,n} = \frac{1}{N} \cdot \left[\sum_{k=0}^{N-1} X_{Real,i,k} \cos\left(\frac{\pi}{N}\left(n + n_0\right)\left(k + \frac{1}{2}\right)\right) + \sum_{k=0}^{N-1} X_{Imag,i,k} \operatorname{sen}\left(\frac{\pi}{N}\left(n + n_0\right)\left(k + \frac{1}{2}\right)\right)\right]$$

para $0 \leq n < 10\ N,$

donde $x'_{i,n}$ es una muestra del dominio del tiempo intermedia de una trama que corresponde a un índice de muestra n y un índice de bloque i, donde N es un entero que indica una longitud de un bloque, donde $X_{Real,\,i,\,k}$ y $X_{imag,\,i,\,k}$ representan una parte real y una parte imaginaria de un valor de subbanda de audio de valor complejo correspondiente al índice de bloque i y al índice de coeficiente espectral k, y donde n_0 es un parámetro que representa una opción de índice, y donde N es un parámetro que indica un número de muestras en un bloque,
la formación de ventana de la secuencia de muestras del dominio del tiempo intermedias mediante el uso de una función de ventana de síntesis que comprende una secuencia de coeficientes formados en ventana para obtener una trama (380) de muestras del dominio del tiempo intermedias formadas en ventana, comprendiendo la trama (380) T bloques (390-1 … 390-T), donde la formación en ventana se basa en la ecuación:

$$z'_{i,n} = w(n) \cdot x'_{i,n} \quad para \quad 0 \leq n < 10 \cdot N,$$

donde $z'_{i,n}$, n es un valor de una muestra del dominio del tiempo intermedia formada en ventana correspondiente al índice de muestra n y el índice de bloque i de una trama, y donde w(n) son coeficientes de ventana de valor real de la función de ventana de síntesis; y

la adición por solapamiento de muestras del dominio del tiempo formadas en ventana de T tramas diferentes (380-1, ... 380-T) para obtener las muestras del dominio del tiempo, donde la adición por solapamiento se basa en la ecuación:

$$out_{i,n} = z'_{i,n} + z'_{i-1,n+N} + z'_{i-2,n+2N} + z'_{i-3,n+3N} + z'_{i-4,n+4N} + z'_{i-5,n+5N} + z'_{i-6,n+6N} + z'_{i-7,n+7N} + z'_{i-8,n+8N} + z'_{i-9,n+9N},$$

para $0 \leq n < N$

donde $out_{i,n}$ representa una muestra del dominio del tiempo de valor real correspondiente al índice de muestra n y al índice de bloque i,

donde T es igual a 10,

donde los coeficientes de ventana w(n), a partir de los cuales se deriva la función de ventana de análisis w(10N-1-n), y donde los coeficientes de ventana w(n) de la función de ventana de síntesis se proporcionan como sigue, donde los signos de los coeficientes de ventana correspondientes a los índices 128 a 255 y 384 a 511 se modifican:

$$
\begin{aligned}
0.018 &< w[0] < 0.012 \\
0.023 &< w[1] < 0.025 \\
0.034 &< w[2] < 0.036 \\
0.045 &< w[3] < 0.047 \\
0.058 &< w[4] < 0.060 \\
0.072 &< w[5] < 0.074 \\
0.087 &< w[6] < 0.089 \\
0.103 &< w[7] < 0.105 \\
0.120 &< w[8] < 0.122 \\
0.137 &< w[9] < 0.139 \\
0.154 &< w[10] < 0.156 \\
0.171 &< w[11] < 0.173 \\
0.188 &< w[12] < 0.190 \\
0.205 &< w[13] < 0.207 \\
0.222 &< w[14] < 0.224 \\
0.239 &< w[15] < 0.241 \\
0.256 &< w[16] < 0.258 \\
0.272 &< w[17] < 0.274 \\
0.289 &< w[18] < 0.291 \\
0.306 &< w[19] < 0.308 \\
0.323 &< w[20] < 0.325 \\
0.339 &< w[21] < 0.341 \\
0.356 &< w[22] < 0.358 \\
0.373 &< w[23] < 0.375 \\
0.389 &< w[24] < 0.392 \\
0.407 &< w[25] < 0.409 \\
0.424 &< w[26] < 0.426 \\
0.441 &< w[27] < 0.443 \\
0.458 &< w[28] < 0.460 \\
0.475 &< w[29] < 0.477 \\
0.492 &< w[30] < 0.494 \\
0.509 &< w[31] < 0.511
\end{aligned}
$$

0,525 < w[32] < 0,527
0,542 < w[33] < 0,544
0,559 < w[34] < 0,561
0,575 < w[35] < 0,577
0,592 < w[36] < 0,594
0,608 < w[37] < 0,611
0,625 < w[38] < 0,627
0,642 < w[39] < 0,644
0,658 < w[40] < 0,660
0,674 < w[41] < 0,676
0,690 < w[42] < 0,692
0,706 < w[43] < 0,708
0,722 < w[44] < 0,724
0,738 < w[45] < 0,740
0,753 < w[46] < 0,755
0,769 < w[47] < 0,771
0,784 < w[48] < 0,786
0,799 < w[49] < 0,801
0,815 < w[50] < 0,817
0,830 < w[51] < 0,832
0,845 < w[52] < 0,847
0,860 < w[53] < 0,862
0,874 < w[54] < 0,876
0,889 < w[55] < 0,891
0,903 < w[56] < 0,905
0,917 < w[57] < 0,919
0,930 < w[58] < 0,932
0,943 < w[59] < 0,945
0,956 < w[60] < 0,958
0,968 < w[61] < 0,970
0,980 < w[62] < 0,982
0,992 < w[63] < 0,994
1,000 < w[64] < 1,002
1,006 < w[65] < 1,008
1,012 < w[66] < 1,014
1,017 < w[67] < 1,019
1,021 < w[68] < 1,023
1,026 < w[69] < 1,028

1.029 < w[70] < 1.031
1.032 < w[71] < 1.034
1.035 < w[72] < 1.037
1.037 < w[73] < 1.039
1.038 < w[74] < 1.040
1.039 < w[75] < 1.041
1.040 < w[76] < 1.042
1.040 < w[77] < 1.042
1.040 < w[78] < 1.042
1.040 < w[79] < 1.042
1.039 < w[80] < 1.041
1.038 < w[81] < 1.040
1.036 < w[82] < 1.039
1.034 < w[83] < 1.036
1.032 < w[84] < 1.034
1.029 < w[85] < 1.031
1.025 < w[86] < 1.027
1.021 < w[87] < 1.023
1.016 < w[88] < 1.018
1.011 < w[89] < 1.013
1.005 < w[90] < 1.007
0.999 < w[91] < 1.001
0.992 < w[92] < 0.994
0.985 < w[93] < 0.987
0.977 < w[94] < 0.979
0.969 < w[95] < 0.971
0.960 < w[96] < 0.962
0.951 < w[97] < 0.953
0.941 < w[98] < 0.943
0.931 < w[99] < 0.933
0.920 < w[100] < 0.922
0.909 < w[101] < 0.911
0.897 < w[102] < 0.899
0.885 < w[103] < 0.887
0.872 < w[104] < 0.874
0.859 < w[105] < 0.862
0.846 < w[106] < 0.848
0.833 < w[107] < 0.835

$$0.819 < w[108] < 0.821$$
$$0.804 < w[109] < 0.806$$
$$0.790 < w[110] < 0.792$$
$$0.775 < w[111] < 0.777$$
$$0.760 < w[112] < 0.762$$
$$0.745 < w[113] < 0.747$$
$$0.729 < w[114] < 0.731$$
$$0.713 < w[115] < 0.715$$
$$0.697 < w[116] < 0.699$$
$$0.681 < w[117] < 0.683$$
$$0.664 < w[118] < 0.666$$
$$0.648 < w[119] < 0.650$$
$$0.631 < w[120] < 0.633$$
$$0.614 < w[121] < 0.616$$
$$0.597 < w[122] < 0.599$$
$$0.580 < w[123] < 0.582$$
$$0.563 < w[124] < 0.565$$
$$0.546 < w[125] < 0.548$$
$$0.529 < w[126] < 0.531$$
$$0.512 < w[127] < 0.514$$
$$-0.497 < w[128] < -0.495$$
$$-0.479 < w[129] < -0.477$$
$$-0.462 < w[130] < -0.460$$
$$-0.445 < w[131] < -0.443$$
$$-0.428 < w[132] < -0.426$$
$$-0.411 < w[133] < -0.409$$
$$-0.394 < w[134] < -0.392$$
$$-0.377 < w[135] < -0.375$$
$$-0.360 < w[136] < -0.358$$
$$-0.343 < w[137] < -0.341$$
$$-0.327 < w[138] < -0.325$$
$$-0.311 < w[139] < -0.309$$
$$-0.295 < w[140] < -0.293$$
$$-0.279 < w[141] < -0.277$$
$$-0.263 < w[142] < -0.261$$
$$-0.248 < w[143] < -0.246$$
$$-0.233 < w[144] < -0.231$$
$$-0.218 < w[145] < -0.216$$

$$-0.203 < w[146] < -0.201$$
$$-0.189 < w[147] < -0.187$$
$$-0.175 < w[148] < -0.173$$
$$-0.161 < w[149] < -0.159$$
$$-0.147 < w[150] < -0.145$$
$$-0.134 < w[151] < -0.132$$
$$-0.121 < w[152] < -0.119$$
$$-0.108 < w[153] < -0.106$$
$$-0.096 < w[154] < -0.094$$
$$-0.084 < w[155] < -0.082$$
$$-0.072 < w[156] < -0.070$$
$$-0.061 < w[157] < -0.059$$
$$-0.050 < w[158] < -0.048$$
$$-0.039 < w[159] < -0.037$$
$$-0.028 < w[160] < -0.026$$
$$-0.018 < w[161] < -0.016$$
$$-0.008 < w[162] < -0.006$$
$$0.001 < w[163] < 0.003$$
$$0.010 < w[164] < 0.012$$
$$0.019 < w[165] < 0.021$$
$$0.028 < w[166] < 0.030$$
$$0.036 < w[167] < 0.038$$
$$0.043 < w[168] < 0.045$$
$$0.051 < w[169] < 0.053$$
$$0.058 < w[170] < 0.060$$
$$0.065 < w[171] < 0.067$$
$$0.071 < w[172] < 0.073$$
$$0.077 < w[173] < 0.079$$
$$0.082 < w[174] < 0.084$$
$$0.088 < w[175] < 0.090$$
$$0.093 < w[176] < 0.095$$
$$0.097 < w[177] < 0.099$$
$$0.101 < w[178] < 0.103$$
$$0.105 < w[179] < 0.107$$
$$0.109 < w[180] < 0.111$$
$$0.112 < w[181] < 0.114$$
$$0.115 < w[182] < 0.117$$
$$0.117 < w[183] < 0.119$$

$$0.119 < w[184] < 0.121$$
$$0.121 < w[185] < 0.123$$
$$0.123 < w[186] < 0.125$$
$$0.124 < w[187] < 0.126$$
$$0.125 < w[188] < 0.127$$
$$0.126 < w[189] < 0.128$$
$$0.126 < w[190] < 0.128$$
$$0.126 < w[191] < 0.128$$
$$0.126 < w[192] < 0.128$$
$$0.127 < w[193] < 0.129$$
$$0.126 < w[194] < 0.128$$
$$0.126 < w[195] < 0.128$$
$$0.125 < w[196] < 0.127$$
$$0.124 < w[197] < 0.126$$
$$0.123 < w[198] < 0.125$$
$$0.122 < w[199] < 0.124$$
$$0.121 < w[200] < 0.123$$
$$0.119 < w[201] < 0.121$$
$$0.118 < w[202] < 0.120$$
$$0.116 < w[203] < 0.118$$
$$0.114 < w[204] < 0.116$$
$$0.111 < w[205] < 0.113$$
$$0.109 < w[206] < 0.111$$
$$0.107 < w[207] < 0.109$$
$$0.104 < w[208] < 0.106$$
$$0.102 < w[209] < 0.104$$
$$0.099 < w[210] < 0.101$$
$$0.096 < w[211] < 0.098$$
$$0.093 < w[212] < 0.095$$
$$0.090 < w[213] < 0.092$$
$$0.087 < w[214] < 0.089$$
$$0.084 < w[215] < 0.086$$
$$0.082 < w[216] < 0.084$$
$$0.079 < w[217] < 0.081$$
$$0.076 < w[218] < 0.078$$
$$0.073 < w[219] < 0.075$$
$$0.070 < w[220] < 0.072$$
$$0.067 < w[221] < 0.069$$

$$0.064 < w[222] < 0.066$$
$$0.061 < w[223] < 0.063$$
$$0.058 < w[224] < 0.060$$
$$0.055 < w[225] < 0.057$$
$$0.053 < w[226] < 0.055$$
$$0.050 < w[227] < 0.052$$
$$0.047 < w[228] < 0.049$$
$$0.045 < w[229] < 0.047$$
$$0.043 < w[230] < 0.045$$
$$0.040 < w[231] < 0.042$$
$$0.038 < w[232] < 0.040$$
$$0.036 < w[233] < 0.038$$
$$0.034 < w[234] < 0.036$$
$$0.032 < w[235] < 0.034$$
$$0.030 < w[236] < 0.032$$
$$0.028 < w[237] < 0.030$$
$$0.027 < w[238] < 0.029$$
$$0.025 < w[239] < 0.027$$
$$0.023 < w[240] < 0.025$$
$$0.022 < w[241] < 0.024$$
$$0.021 < w[242] < 0.023$$
$$0.019 < w[243] < 0.021$$
$$0.018 < w[244] < 0.020$$
$$0.017 < w[245] < 0.019$$
$$0.016 < w[246] < 0.018$$
$$0.015 < w[247] < 0.017$$
$$0.014 < w[248] < 0.016$$
$$0.013 < w[249] < 0.015$$
$$0.012 < w[250] < 0.014$$
$$0.011 < w[251] < 0.013$$
$$0.010 < w[252] < 0.012$$
$$0.009 < w[253] < 0.011$$
$$0.009 < w[254] < 0.011$$
$$0.008 < w[255] < 0.010$$
$$-0.009 < w[256] < -0.007$$
$$-0.009 < w[257] < -0.007$$
$$-0.008 < w[258] < -0.006$$
$$-0.008 < w[259] < -0.006$$

$$-0.008 < w[260] < -0.006$$
$$-0.007 < w[261] < -0.005$$
$$-0.007 < w[262] < -0.005$$
$$-0.006 < w[263] < -0.004$$
$$-0.006 < w[264] < -0.004$$
$$-0.006 < w[265] < -0.004$$
$$-0.005 < w[266] < -0.003$$
$$-0.005 < w[267] < -0.003$$
$$-0.005 < w[268] < -0.003$$
$$-0.005 < w[269] < -0.003$$
$$-0.004 < w[270] < -0.002$$
$$-0.004 < w[271] < -0.002$$
$$-0.004 < w[272] < -0.002$$
$$-0.003 < w[273] < -0.001$$
$$-0.003 < w[274] < -0.001$$
$$-0.003 < w[275] < -0.001$$
$$-0.003 < w[276] < -0.001$$
$$-0.002 < w[277] < 0.000$$
$$-0.002 < w[278] < 0.000$$
$$-0.002 < w[279] < 0.000$$
$$-0.002 < w[280] < 0.000$$
$$-0.002 < w[281] < 0.000$$
$$-0.002 < w[282] < 0.000$$
$$-0.001 < w[283] < 0.001$$
$$-0.001 < w[284] < 0.001$$
$$-0.001 < w[285] < 0.001$$
$$-0.001 < w[286] < 0.001$$
$$0.000 < w[287] < 0.002$$
$$0.000 < w[288] < 0.002$$
$$0.000 < w[289] < 0.002$$
$$0.000 < w[290] < 0.002$$
$$0.000 < w[291] < 0.002$$
$$0.001 < w[292] < 0.003$$
$$0.001 < w[293] < 0.003$$
$$0.001 < w[294] < 0.003$$
$$0.001 < w[295] < 0.003$$
$$0.000 < w[296] < 0.002$$
$$0.000 < w[297] < 0.002$$

$$0.000 < w[298] < 0.002$$
$$-0.001 < w[299] < 0.001$$
$$-0.001 < w[300] < 0.001$$
$$-0.002 < w[301] < 0.000$$
$$-0.002 < w[302] < 0.000$$
$$-0.003 < w[303] < -0.001$$
$$-0.003 < w[304] < -0.001$$
$$-0.004 < w[305] < -0.002$$
$$-0.004 < w[306] < -0.002$$
$$-0.004 < w[307] < -0.002$$
$$-0.005 < w[308] < -0.003$$
$$-0.005 < w[309] < -0.003$$
$$-0.005 < w[310] < -0.003$$
$$-0.006 < w[311] < -0.004$$
$$-0.006 < w[312] < -0.004$$
$$-0.006 < w[313] < -0.004$$
$$-0.006 < w[314] < -0.004$$
$$-0.006 < w[315] < -0.004$$
$$-0.006 < w[316] < -0.004$$
$$-0.005 < w[317] < -0.003$$
$$-0.005 < w[318] < -0.003$$
$$-0.005 < w[319] < -0.003$$
$$-0.005 < w[320] < -0.003$$
$$-0.004 < w[321] < -0.002$$
$$-0.004 < w[322] < -0.002$$
$$-0.004 < w[323] < -0.002$$
$$-0.003 < w[324] < -0.001$$
$$-0.003 < w[325] < -0.001$$
$$-0.003 < w[326] < -0.001$$
$$-0.002 < w[327] < 0.000$$
$$-0.002 < w[328] < 0.000$$
$$-0.001 < w[329] < 0.001$$
$$-0.001 < w[330] < 0.001$$
$$-0.001 < w[331] < 0.001$$
$$-0.001 < w[332] < 0.001$$
$$-0.001 < w[333] < 0.001$$
$$0.000 < w[334] < 0.002$$
$$0.000 < w[335] < 0.002$$

$$0.000 < w[336] < 0.002$$
$$0.000 < w[337] < 0.002$$
$$0.000 < w[338] < 0.002$$
$$0.000 < w[339] < 0.002$$
$$0.000 < w[340] < 0.002$$
$$0.000 < w[341] < 0.002$$
$$0.000 < w[342] < 0.002$$
$$0.000 < w[343] < 0.002$$
$$-0.001 < w[344] < 0.001$$
$$-0.001 < w[345] < 0.001$$
$$0.000 < w[346] < 0.002$$
$$0.000 < w[347] < 0.002$$
$$0.001 < w[348] < 0.003$$
$$0.001 < w[349] < 0.003$$
$$0.001 < w[350] < 0.003$$
$$0.002 < w[351] < 0.004$$
$$0.002 < w[352] < 0.004$$
$$0.002 < w[353] < 0.004$$
$$0.002 < w[354] < 0.004$$
$$0.002 < w[355] < 0.004$$
$$0.001 < w[356] < 0.003$$
$$0.001 < w[357] < 0.003$$
$$0.001 < w[358] < 0.003$$
$$0.001 < w[359] < 0.003$$
$$0.001 < w[360] < 0.003$$
$$0.000 < w[361] < 0.002$$
$$0.000 < w[362] < 0.002$$
$$0.000 < w[363] < 0.002$$
$$-0.001 < w[364] < 0.001$$
$$-0.001 < w[365] < 0.001$$
$$-0.001 < w[366] < 0.001$$
$$-0.001 < w[367] < 0.001$$
$$-0.002 < w[368] < 0.000$$
$$-0.002 < w[369] < 0.000$$
$$-0.002 < w[370] < 0.000$$
$$-0.002 < w[371] < 0.000$$
$$-0.002 < w[372] < 0.000$$
$$-0.002 < w[373] < 0.000$$

$$-0.002 < w[374] < 0.000$$
$$-0.002 < w[375] < 0.000$$
$$-0.002 < w[376] < 0.000$$
$$-0.002 < w[377] < 0.000$$
$$-0.002 < w[378] < 0.000$$
$$-0.002 < w[379] < 0.000$$
$$-0.002 < w[380] < 0.000$$
$$-0.002 < w[381] < 0.000$$
$$-0.002 < w[382] < 0.000$$
$$-0.002 < w[383] < 0.000$$
$$0.000 < w[384] < 0.002$$
$$0.000 < w[385] < 0.002$$
$$0.000 < w[386] < 0.002$$
$$0.000 < w[387] < 0.002$$
$$0.000 < w[388] < 0.002$$
$$0.000 < w[389] < 0.002$$
$$0.000 < w[390] < 0.002$$
$$0.000 < w[391] < 0.002$$
$$0.000 < w[392] < 0.002$$
$$0.000 < w[393] < 0.002$$
$$-0.001 < w[394] < 0.001$$
$$-0.001 < w[395] < 0.001$$
$$-0.001 < w[396] < 0.001$$
$$-0.001 < w[397] < 0.001$$
$$-0.001 < w[398] < 0.001$$
$$-0.001 < w[399] < 0.001$$
$$-0.001 < w[400] < 0.001$$
$$-0.001 < w[401] < 0.001$$
$$-0.001 < w[402] < 0.001$$
$$-0.001 < w[403] < 0.001$$
$$-0.001 < w[404] < 0.001$$
$$-0.001 < w[405] < 0.001$$
$$-0.001 < w[406] < 0.001$$
$$-0.001 < w[407] < 0.001$$
$$-0.001 < w[408] < 0.001$$
$$-0.001 < w[409] < 0.001$$
$$-0.001 < w[410] < 0.001$$
$$-0.001 < w[411] < 0.001$$

$$-0.001 < w[412] < 0.001$$
$$-0.001 < w[413] < 0.001$$
$$-0.001 < w[414] < 0.001$$
$$-0.001 < w[415] < 0.001$$
$$-0.001 < w[416] < 0.001$$
$$-0.001 < w[417] < 0.001$$
$$-0.001 < w[418] < 0.001$$
$$-0.001 < w[419] < 0.001$$
$$-0.001 < w[420] < 0.001$$
$$-0.001 < w[421] < 0.001$$
$$-0.001 < w[422] < 0.001$$
$$-0.001 < w[423] < 0.001$$
$$-0.001 < w[424] < 0.001$$
$$-0.001 < w[425] < 0.001$$
$$-0.001 < w[426] < 0.001$$
$$-0.001 < w[427] < 0.001$$
$$-0.001 < w[428] < 0.001$$
$$-0.001 < w[429] < 0.001$$
$$-0.001 < w[430] < 0.001$$
$$-0.001 < w[431] < 0.001$$
$$-0.001 < w[432] < 0.001$$
$$-0.001 < w[433] < 0.001$$
$$-0.001 < w[434] < 0.001$$
$$-0.001 < w[435] < 0.001$$
$$-0.001 < w[436] < 0.001$$
$$-0.001 < w[437] < 0.001$$
$$-0.001 < w[438] < 0.001$$
$$-0.001 < w[439] < 0.001$$
$$-0.001 < w[440] < 0.001$$
$$-0.001 < w[441] < 0.001$$
$$-0.001 < w[442] < 0.001$$
$$-0.001 < w[443] < 0.001$$
$$-0.001 < w[444] < 0.001$$
$$-0.001 < w[445] < 0.001$$
$$-0.001 < w[446] < 0.001$$
$$-0.001 < w[447] < 0.001$$
$$-0.001 < w[448] < 0.001$$
$$-0.001 < w[449] < 0.001$$

$$-0.001 < w[450] < 0.001$$
$$-0.001 < w[451] < 0.001$$
$$-0.001 < w[452] < 0.001$$
$$-0.001 < w[453] < 0.001$$
$$-0.001 < w[454] < 0.001$$
$$-0.001 < w[455] < 0.001$$
$$-0.001 < w[456] < 0.001$$
$$-0.001 < w[457] < 0.001$$
$$-0.001 < w[458] < 0.001$$
$$-0.001 < w[459] < 0.001$$
$$-0.001 < w[460] < 0.001$$
$$-0.001 < w[461] < 0.001$$
$$-0.001 < w[462] < 0.001$$
$$-0.001 < w[463] < 0.001$$
$$-0.001 < w[464] < 0.001$$
$$-0.001 < w[465] < 0.001$$
$$-0.001 < w[466] < 0.001$$
$$-0.001 < w[467] < 0.001$$
$$-0.001 < w[468] < 0.001$$
$$-0.001 < w[469] < 0.001$$
$$-0.001 < w[470] < 0.001$$
$$-0.001 < w[471] < 0.001$$
$$-0.001 < w[472] < 0.001$$
$$-0.001 < w[473] < 0.001$$
$$-0.001 < w[474] < 0.001$$
$$-0.001 < w[475] < 0.001$$
$$-0.001 < w[476] < 0.001$$
$$-0.001 < w[477] < 0.001$$
$$-0.001 < w[478] < 0.001$$
$$0.000 < w[479] < 0.002$$
$$-0.001 < w[480] < 0.001$$
$$-0.001 < w[481] < 0.001$$
$$-0.001 < w[482] < 0.001$$
$$-0.001 < w[483] < 0.001$$
$$-0.001 < w[484] < 0.001$$
$$-0.001 < w[485] < 0.001$$
$$-0.001 < w[486] < 0.001$$
$$-0.001 < w[487] < 0.001$$

$$-0.001 < w[488] < 0.001$$
$$-0.001 < w[489] < 0.001$$
$$-0.001 < w[490] < 0.001$$
$$-0.001 < w[491] < 0.001$$
$$-0.001 < w[492] < 0.001$$
$$-0.001 < w[493] < 0.001$$
$$-0.001 < w[494] < 0.001$$
$$-0.001 < w[495] < 0.001$$
$$-0.001 < w[496] < 0.001$$
$$-0.001 < w[497] < 0.001$$
$$-0.001 < w[498] < 0.001$$
$$-0.001 < w[499] < 0.001$$
$$-0.001 < w[500] < 0.001$$
$$-0.001 < w[501] < 0.001$$
$$-0.001 < w[502] < 0.001$$
$$-0.001 < w[503] < 0.001$$
$$-0.001 < w[504] < 0.001$$
$$-0.001 < w[505] < 0.001$$
$$-0.001 < w[506] < 0.001$$
$$-0.001 < w[507] < 0.001$$
$$-0.001 < w[508] < 0.001$$
$$-0.001 < w[509] < 0.001$$
$$-0.001 < w[510] < 0.001$$
$$-0.001 < w[511] < 0.001$$
$$-0.001 < w[512] < 0.001$$
$$-0.001 < w[513] < 0.001$$
$$-0.001 < w[514] < 0.001$$
$$-0.001 < w[515] < 0.001$$
$$-0.001 < w[516] < 0.001$$
$$-0.001 < w[517] < 0.001$$
$$-0.001 < w[518] < 0.001$$
$$-0.001 < w[519] < 0.001$$
$$-0.001 < w[520] < 0.001$$
$$-0.001 < w[521] < 0.001$$
$$-0.001 < w[522] < 0.001$$
$$-0.001 < w[523] < 0.001$$
$$-0.001 < w[524] < 0.001$$
$$-0.001 < w[525] < 0.001$$

$$-0.001 < w[526] < 0.001$$
$$-0.001 < w[527] < 0.001$$
$$-0.001 < w[528] < 0.001$$
$$-0.001 < w[529] < 0.001$$
$$-0.001 < w[530] < 0.001$$
$$-0.001 < w[531] < 0.001$$
$$-0.001 < w[532] < 0.001$$
$$-0.001 < w[533] < 0.001$$
$$-0.001 < w[534] < 0.001$$
$$-0.001 < w[535] < 0.001$$
$$-0.001 < w[536] < 0.001$$
$$-0.001 < w[537] < 0.001$$
$$-0.001 < w[538] < 0.001$$
$$-0.001 < w[539] < 0.001$$
$$-0.001 < w[540] < 0.001$$
$$-0.001 < w[541] < 0.001$$
$$-0.001 < w[542] < 0.001$$
$$-0.001 < w[543] < 0.001$$
$$-0.001 < w[544] < 0.001$$
$$-0.001 < w[545] < 0.001$$
$$-0.001 < w[546] < 0.001$$
$$-0.001 < w[547] < 0.001$$
$$-0.001 < w[548] < 0.001$$
$$-0.001 < w[549] < 0.001$$
$$-0.001 < w[550] < 0.001$$
$$-0.001 < w[551] < 0.001$$
$$-0.001 < w[552] < 0.001$$
$$-0.001 < w[553] < 0.001$$
$$-0.001 < w[554] < 0.001$$
$$-0.001 < w[555] < 0.001$$
$$-0.001 < w[556] < 0.001$$
$$-0.001 < w[557] < 0.001$$
$$-0.001 < w[558] < 0.001$$
$$-0.001 < w[559] < 0.001$$
$$-0.001 < w[560] < 0.001$$
$$-0.001 < w[561] < 0.001$$
$$-0.001 < w[562] < 0.001$$
$$-0.001 < w[563] < 0.001$$

$$-0.001 < w[564] < 0.001$$
$$-0.001 < w[565] < 0.001$$
$$-0.001 < w[566] < 0.001$$
$$-0.001 < w[567] < 0.001$$
$$-0.001 < w[568] < 0.001$$
$$-0.001 < w[569] < 0.001$$
$$-0.001 < w[570] < 0.001$$
$$-0.001 < w[571] < 0.001$$
$$-0.001 < w[572] < 0.001$$
$$-0.001 < w[573] < 0.001$$
$$-0.001 < w[574] < 0.001$$
$$-0.001 < w[575] < 0.001$$
$$-0.001 < w[576] < 0.001$$
$$-0.001 < w[577] < 0.001$$
$$-0.001 < w[578] < 0.001$$
$$-0.001 < w[579] < 0.001$$
$$-0.001 < w[580] < 0.001$$
$$-0.001 < w[581] < 0.001$$
$$-0.001 < w[582] < 0.001$$
$$-0.001 < w[583] < 0.001$$
$$-0.001 < w[584] < 0.001$$
$$-0.001 < w[585] < 0.001$$
$$-0.001 < w[586] < 0.001$$
$$-0.001 < w[587] < 0.001$$
$$-0.001 < w[588] < 0.001$$
$$-0.001 < w[589] < 0.001$$
$$-0.001 < w[590] < 0.001$$
$$-0.001 < w[591] < 0.001$$
$$-0.001 < w[592] < 0.001$$
$$-0.001 < w[593] < 0.001$$
$$-0.001 < w[594] < 0.001$$
$$-0.001 < w[595] < 0.001$$
$$-0.001 < w[596] < 0.001$$
$$-0.001 < w[597] < 0.001$$
$$-0.001 < w[598] < 0.001$$
$$-0.001 < w[599] < 0.001$$
$$-0.001 < w[600] < 0.001$$
$$-0.001 < w[601] < 0.001$$

$$-0.001 < w[602] < 0.001$$
$$-0.001 < w[603] < 0.001$$
$$-0.001 < w[604] < 0.001$$
$$-0.001 < w[605] < 0.001$$
$$-0.001 < w[606] < 0.001$$
$$-0.001 < w[607] < 0.001$$
$$-0.001 < w[608] < 0.001$$
$$-0.001 < w[609] < 0.001$$
$$-0.001 < w[610] < 0.001$$
$$-0.001 < w[611] < 0.001$$
$$-0.001 < w[612] < 0.001$$
$$-0.001 < w[613] < 0.001$$
$$-0.001 < w[614] < 0.001$$
$$-0.001 < w[615] < 0.001$$
$$-0.001 < w[616] < 0.001$$
$$-0.001 < w[617] < 0.001$$
$$-0.001 < w[618] < 0.001$$
$$-0.001 < w[619] < 0.001$$
$$-0.001 < w[620] < 0.001$$
$$-0.001 < w[621] < 0.001$$
$$-0.001 < w[622] < 0.001$$
$$-0.001 < w[623] < 0.001$$
$$-0.001 < w[624] < 0.001$$
$$-0.001 < w[625] < 0.001$$
$$-0.001 < w[626] < 0.001$$
$$-0.001 < w[627] < 0.001$$
$$-0.001 < w[628] < 0.001$$
$$-0.001 < w[629] < 0.001$$
$$-0.001 < w[630] < 0.001$$
$$-0.001 < w[631] < 0.001$$
$$-0.001 < w[632] < 0.001$$
$$-0.001 < w[633] < 0.001$$
$$-0.001 < w[634] < 0.001$$
$$-0.001 < w[635] < 0.001$$
$$-0.001 < w[636] < 0.001$$
$$-0.001 < w[637] < 0.001$$
$$-0.001 < w[638] < 0.001$$
$$-0.001 < w[639] < 0.001$$

2. Programa con un código de programa para ejecutar, cuando se ejecuta en un procesador, un procedimiento según la reivindicación 1.

FIG 1

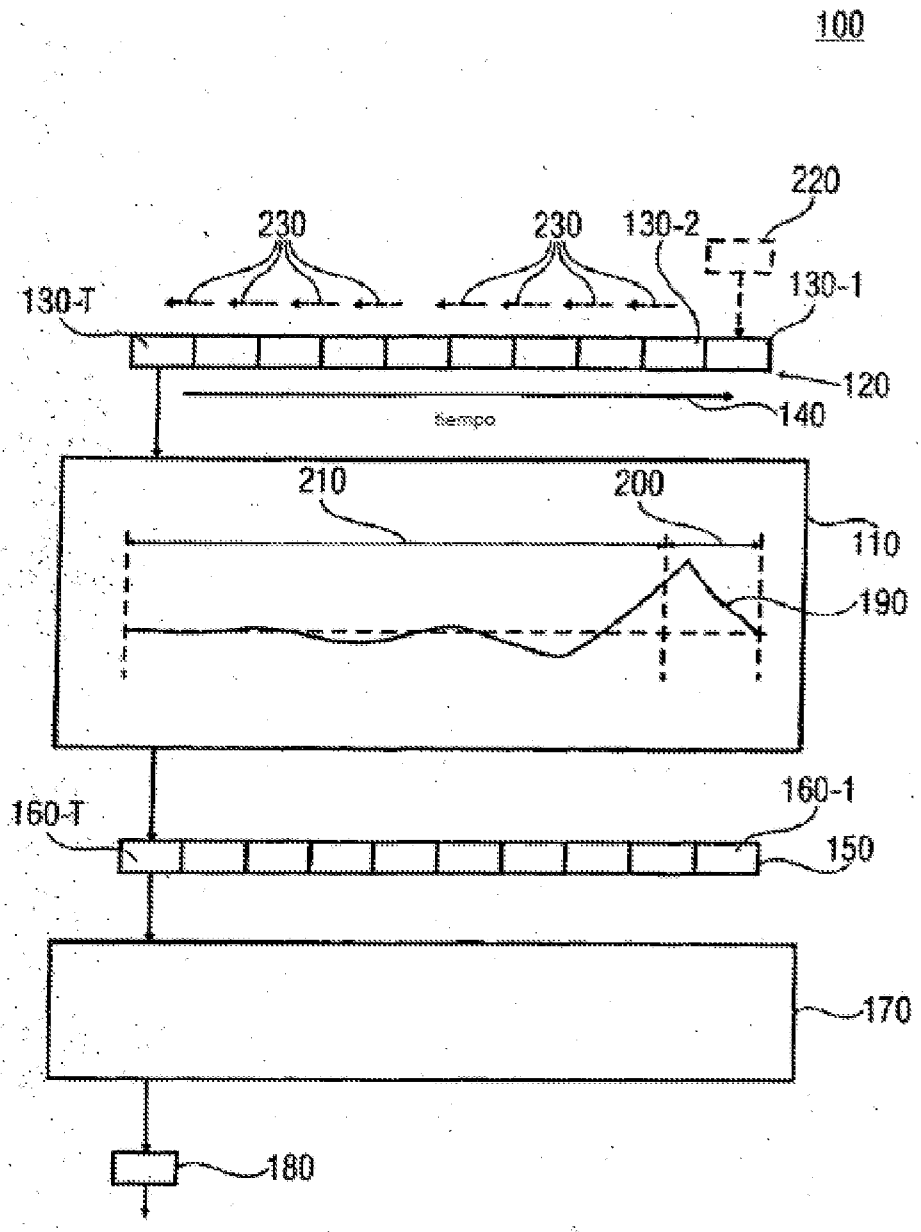

100
220
230
230
130-2
130-1
130-T
120
140
tiempo
210
200
110
190
160-1
160-T
150
170
180

FIG 2A

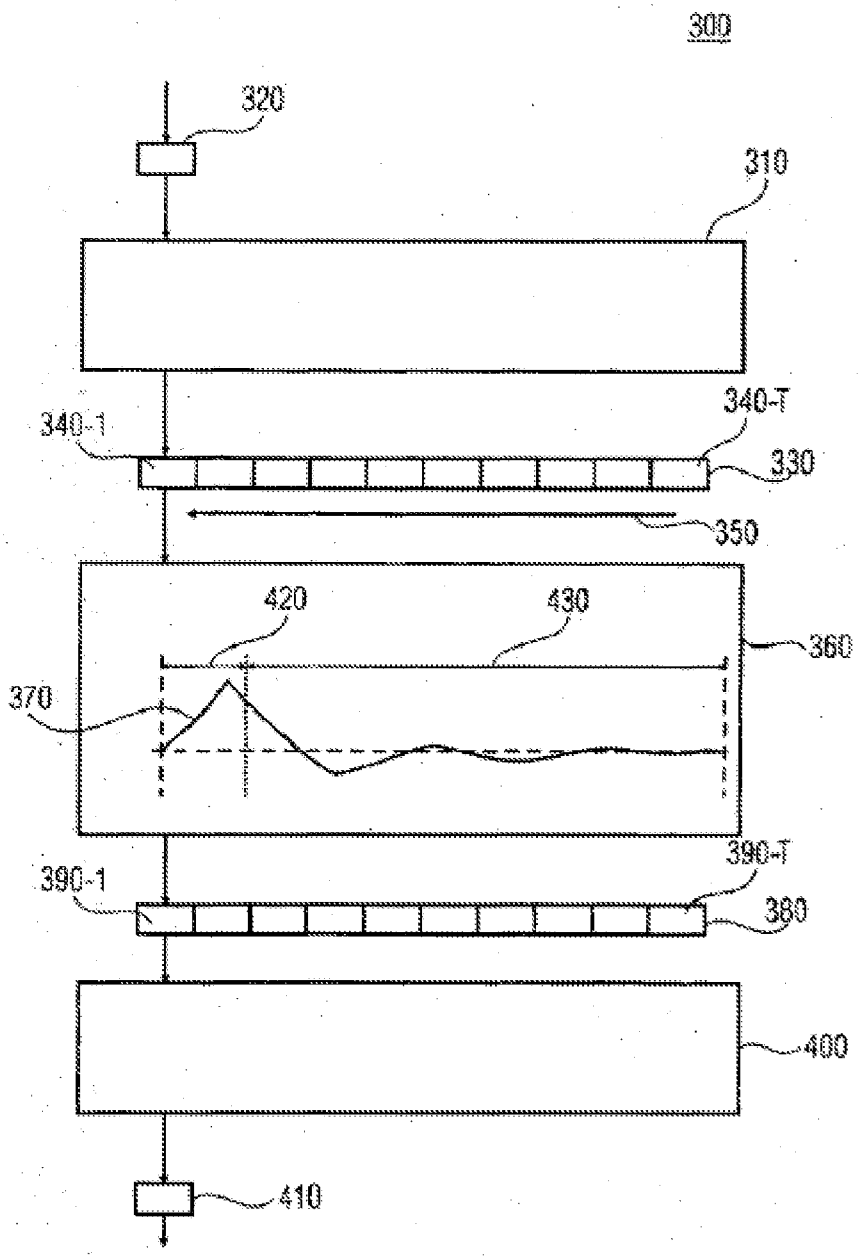

300
320
310
340-T
340-1
330
350
420
430
360
370
390-T
390-1
380
400
410

FIG 2B

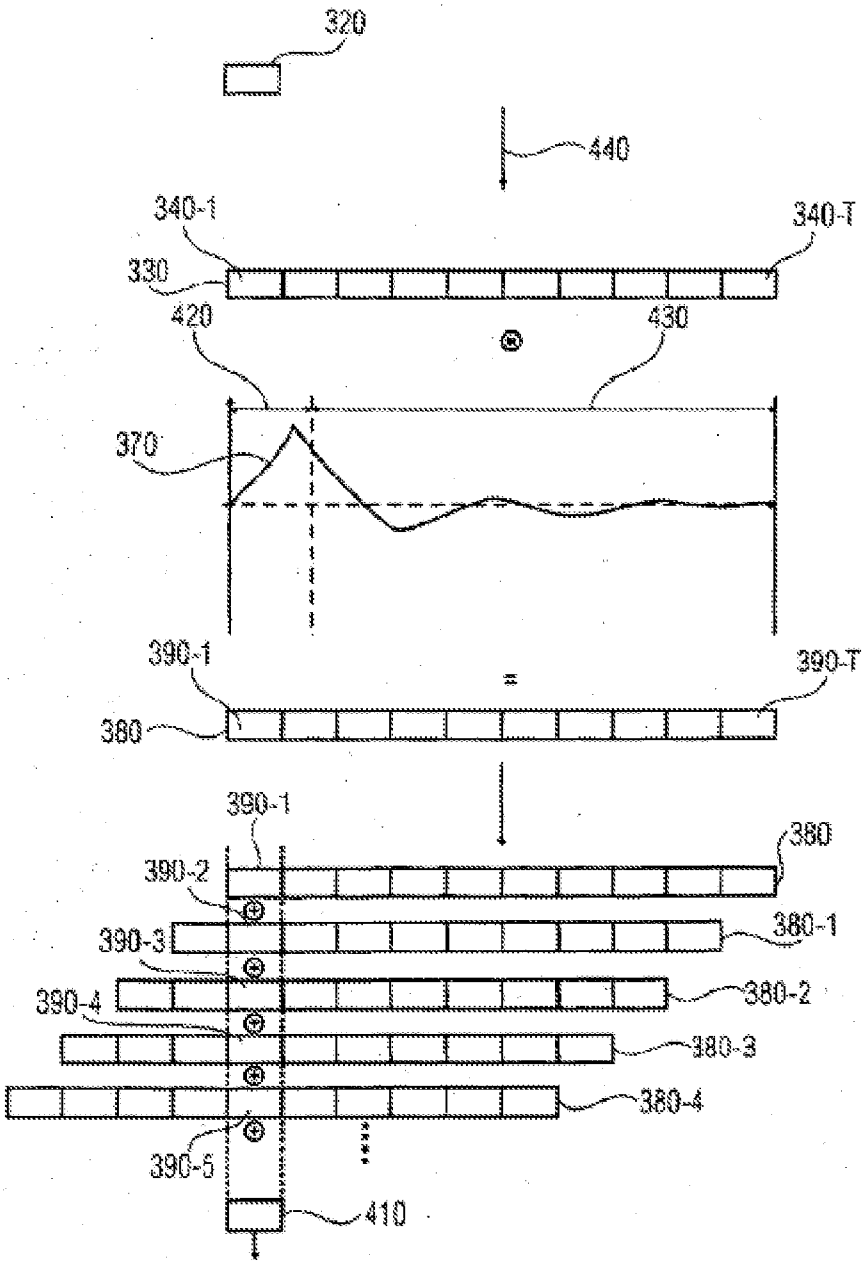

320
440
340-1
340-T
330
420
430
370
390-1
390-T
380
390-1
380
390-2
380-1
390-3
380-2
390-4
380-3
380-4
390-5
410

FIG 3

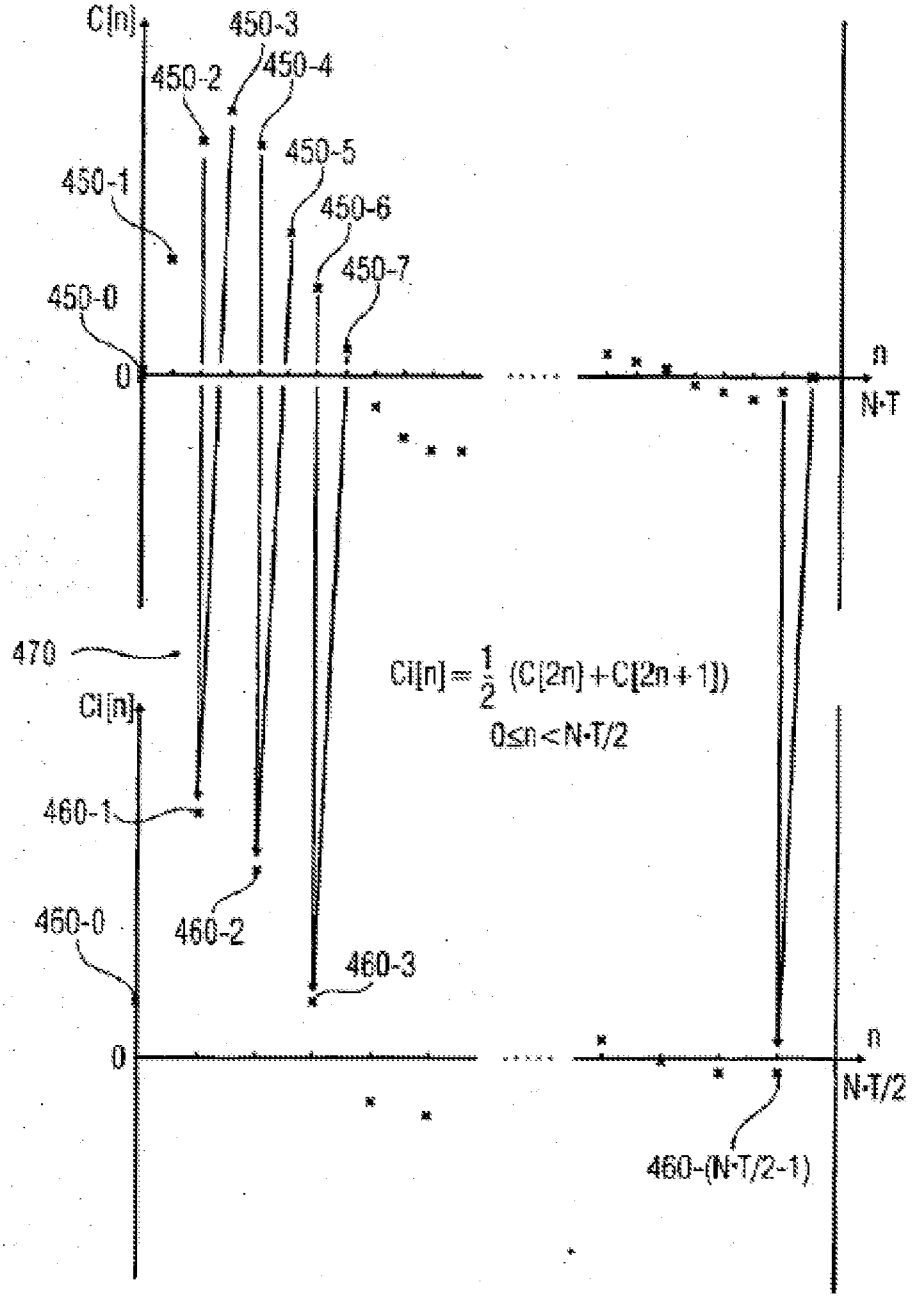

C[n]
450-3
450-2
450-4
450-5
450-1
450-6
450-7
450-0
0
n
N·T
470
Ci[n] = 1/2 (C[2n] + C[2n+1])
0≤n<N·T/2
Ci[n]
460-1
460-0
460-2
460-3
0
n
N·T/2
460-(N·T/2-1)

FIG 4

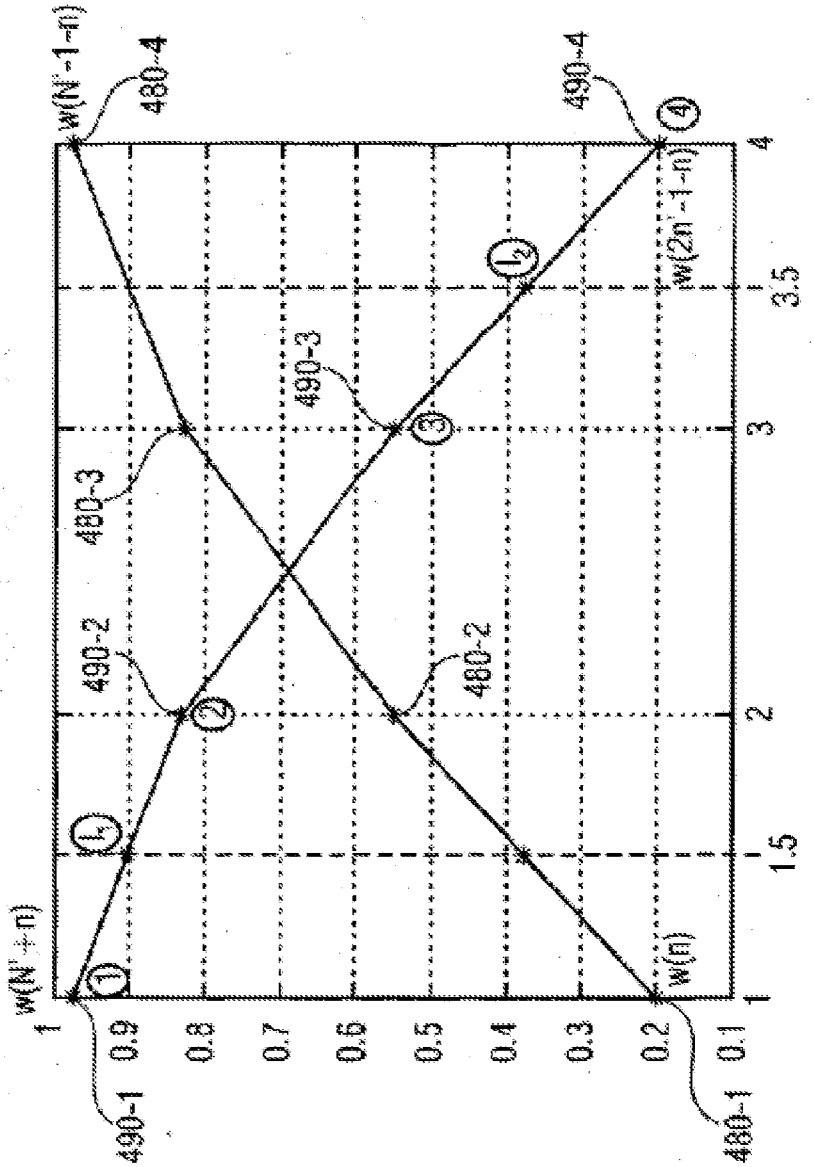

w(N'-1-n)
480-4
490-4
490-3
480-3
490-2
480-2
w(N'+n)
w(n)
w(2n'-1-n)
490-1
480-1
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
1.5
2
3
3.5
4

FIG 5

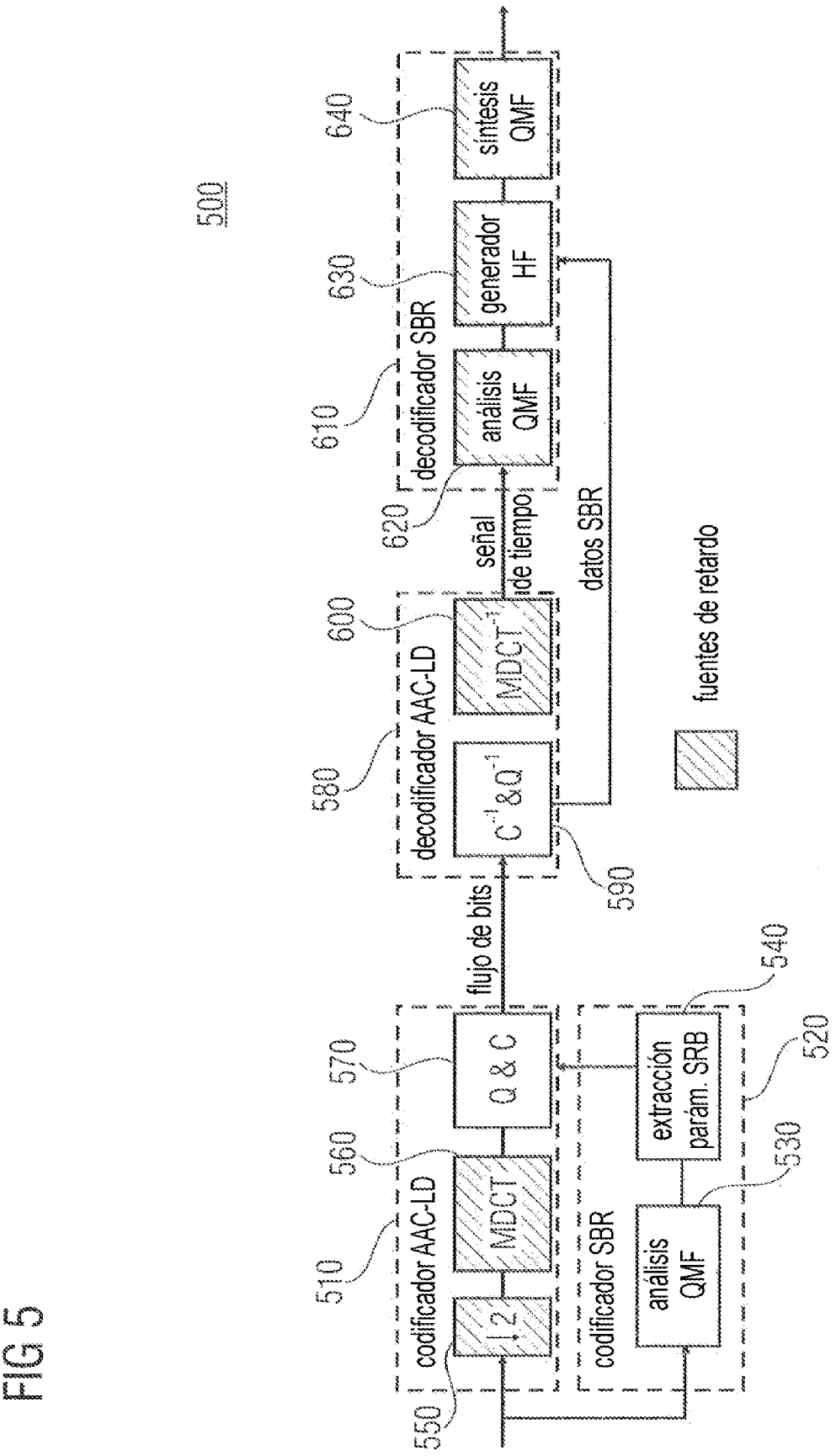

500
codificador AAC-LD
codificador SBR
decodificador AAC-LD
decodificador SBR
MDCT
Q & C
análisis QMF
extracción parám. SRB
flujo de bits
señal de tiempo
datos SBR
MDCT⁻¹
C⁻¹ & Q⁻¹
análisis QMF
generador HF
síntesis QMF
fuentes de retardo
510
520
530
540
550
560
570
580
590
600
610
620
630
640

FIG 6

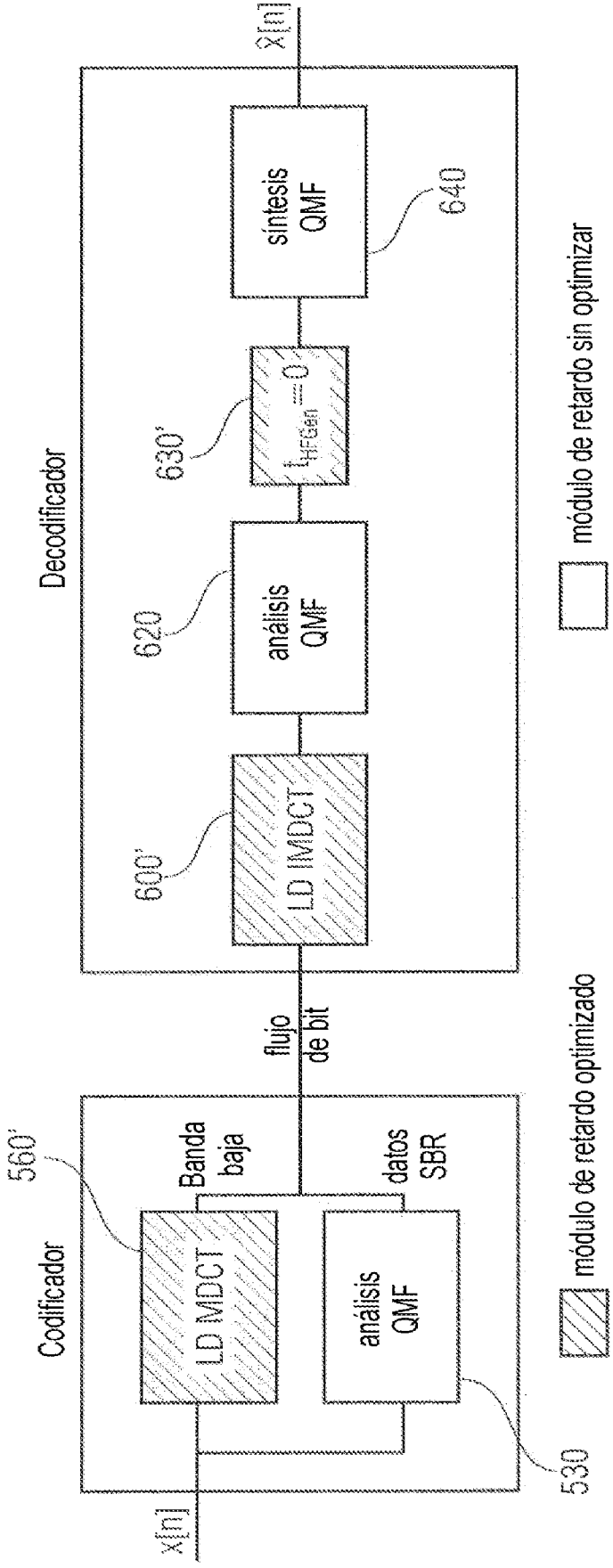

x[n]
Codificador
560'
LD MDCT
Banda baja
datos SBR
análisis QMF
530
flujo de bit
Decodificador
600'
LD IMDCT
620
análisis QMF
630'
t_{HFGen} = 0
640
síntesis QMF
x̂[n]
módulo de retardo optimizado
módulo de retardo sin optimizar

FIG 7A

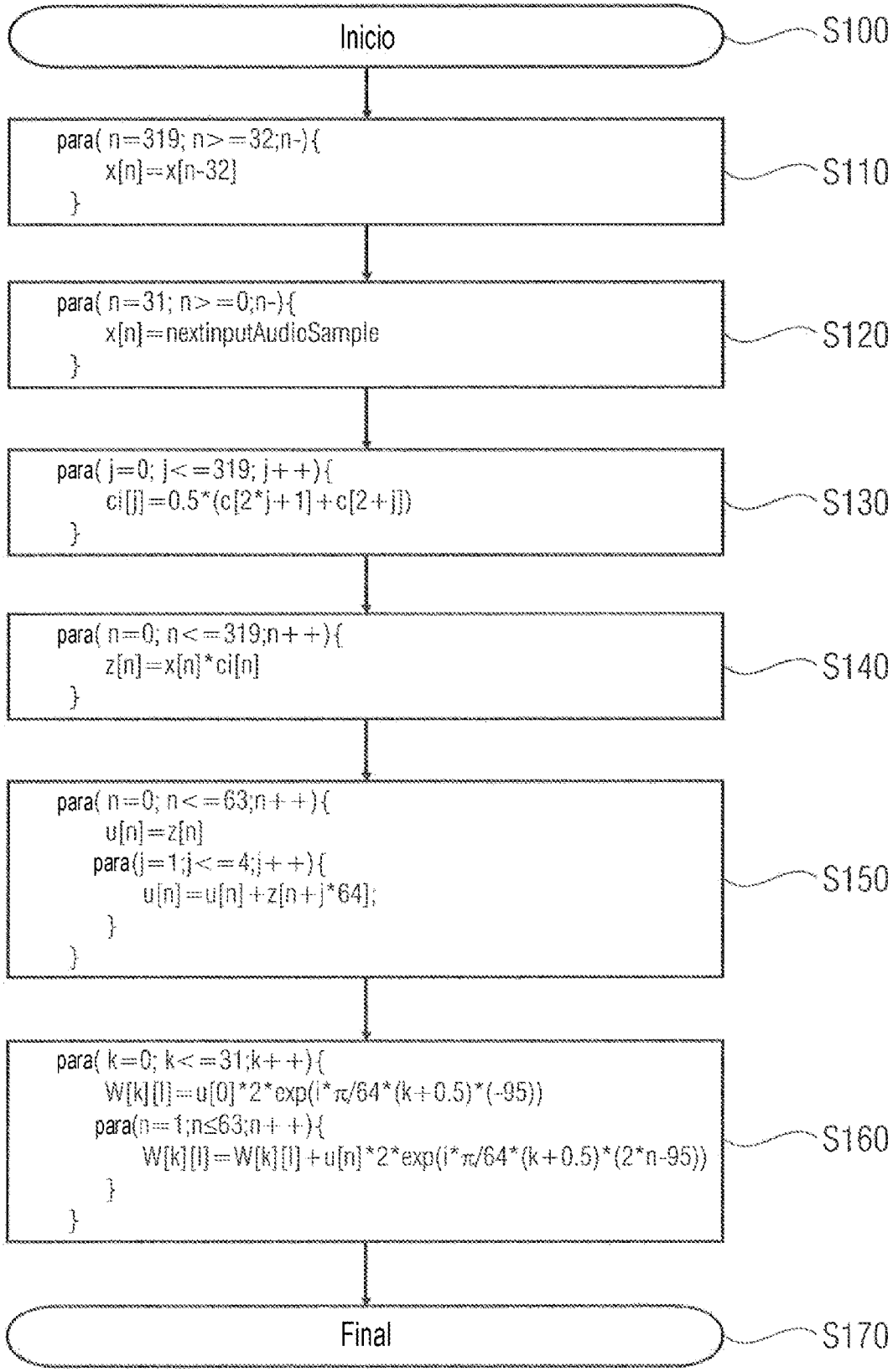

Inicio
S100
para(n=319; n>=32;n-){
x[n]=x[n-32]
}
S110
para(n=31; n>=0;n-){
x[n]=nextinputAudioSample
}
S120
para(j=0; j<=319; j++){
ci[j]=0.5*(c[2*j+1]+c[2+j])
}
S130
para(n=0; n<=319;n++){
z[n]=x[n]*ci[n]
}
S140
para(n=0; n<=63;n++){
u[n]=z[n]
para(j=1;j<=4;j++){
u[n]=u[n]+z[n+j*64];
}
}
S150
para(k=0; k<=31;k++){
W[k][l]=u[0]*2*exp(i*π/64*(k+0.5)*(-95))
para(n=1;n≤63;n++){
W[k][l]=W[k][l]+u[n]*2*exp(i*π/64*(k+0.5)*(2*n-95))
}
}
S160
Final
S170

FIG 7B

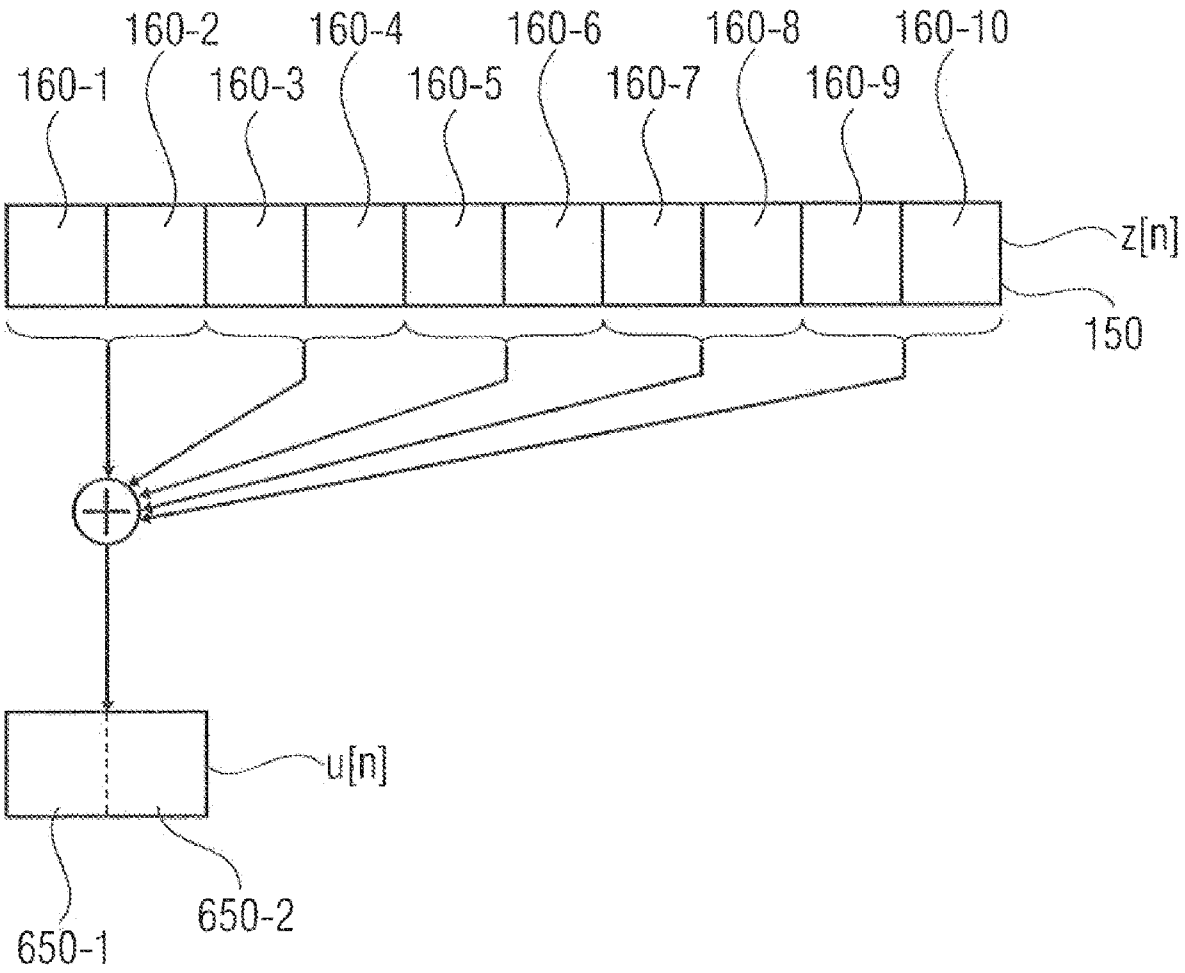

160-1
160-2
160-3
160-4
160-5
160-6
160-7
160-8
160-9
160-10
z[n]
150
u[n]
650-1
650-2

FIG 7C

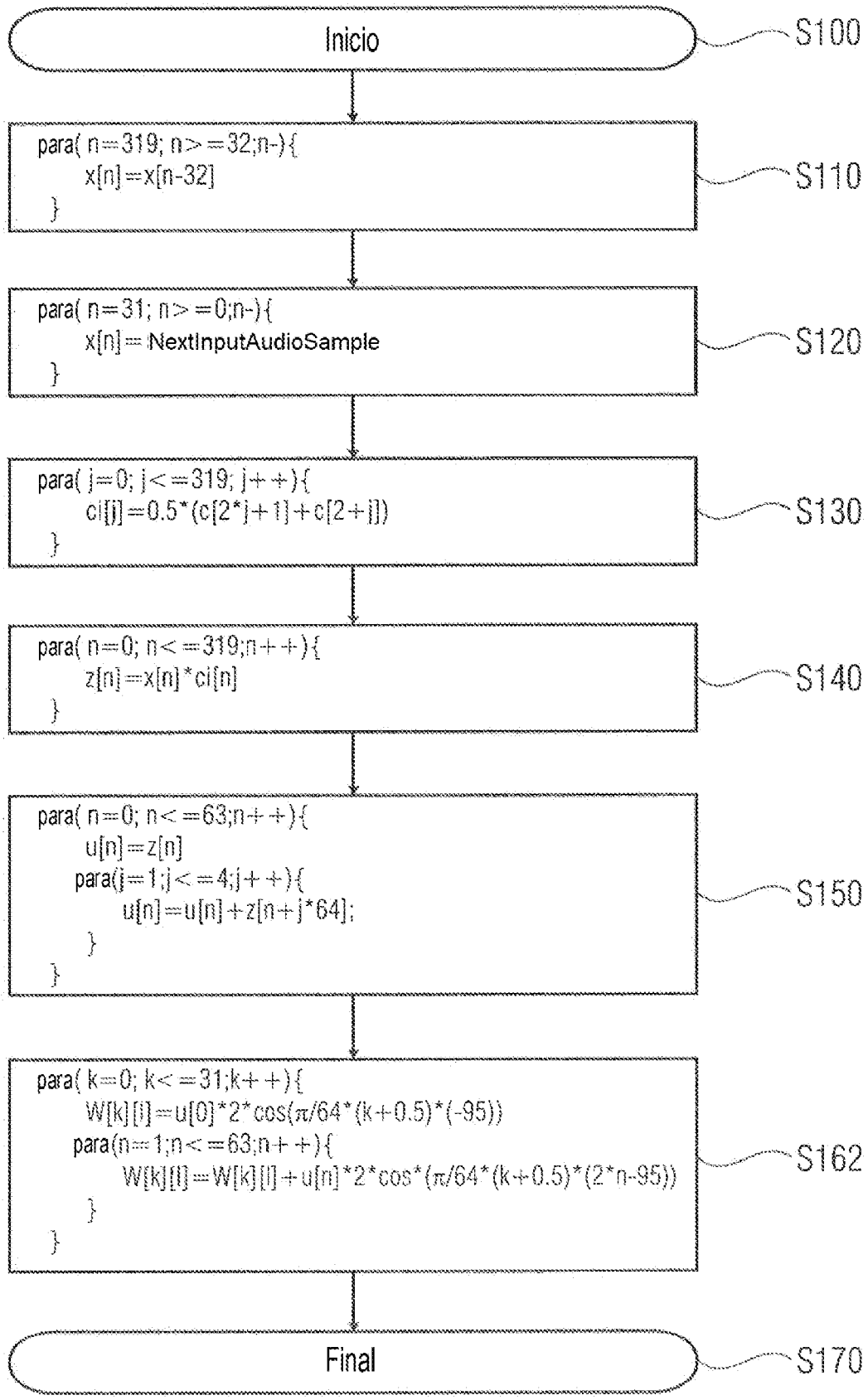

Inicio
S100
para(n=319; n>=32;n-){
x[n]=x[n-32]
}
S110
para(n=31; n>=0;n-){
x[n]= NextInputAudioSample
}
S120
para(j=0; j<=319; j++){
ci[j]=0.5*(c[2*j+1]+c[2+j])
}
S130
para(n=0; n<=319;n++){
z[n]=x[n]*ci[n]
}
S140
para(n=0; n<=63;n++){
u[n]=z[n]
para(j=1;j<=4;j++){
u[n]=u[n]+z[n+j*64];
}
}
S150
para(k=0; k<=31;k++){
W[k][i]=u[0]*2*cos(π/64*(k+0.5)*(-95))
para(n=1;n<=63;n++){
W[k][i]=W[k][i]+u[n]*2*cos*(π/64*(k+0.5)*(2*n-95))
}
}
S162
Final
S170

FIG 8A

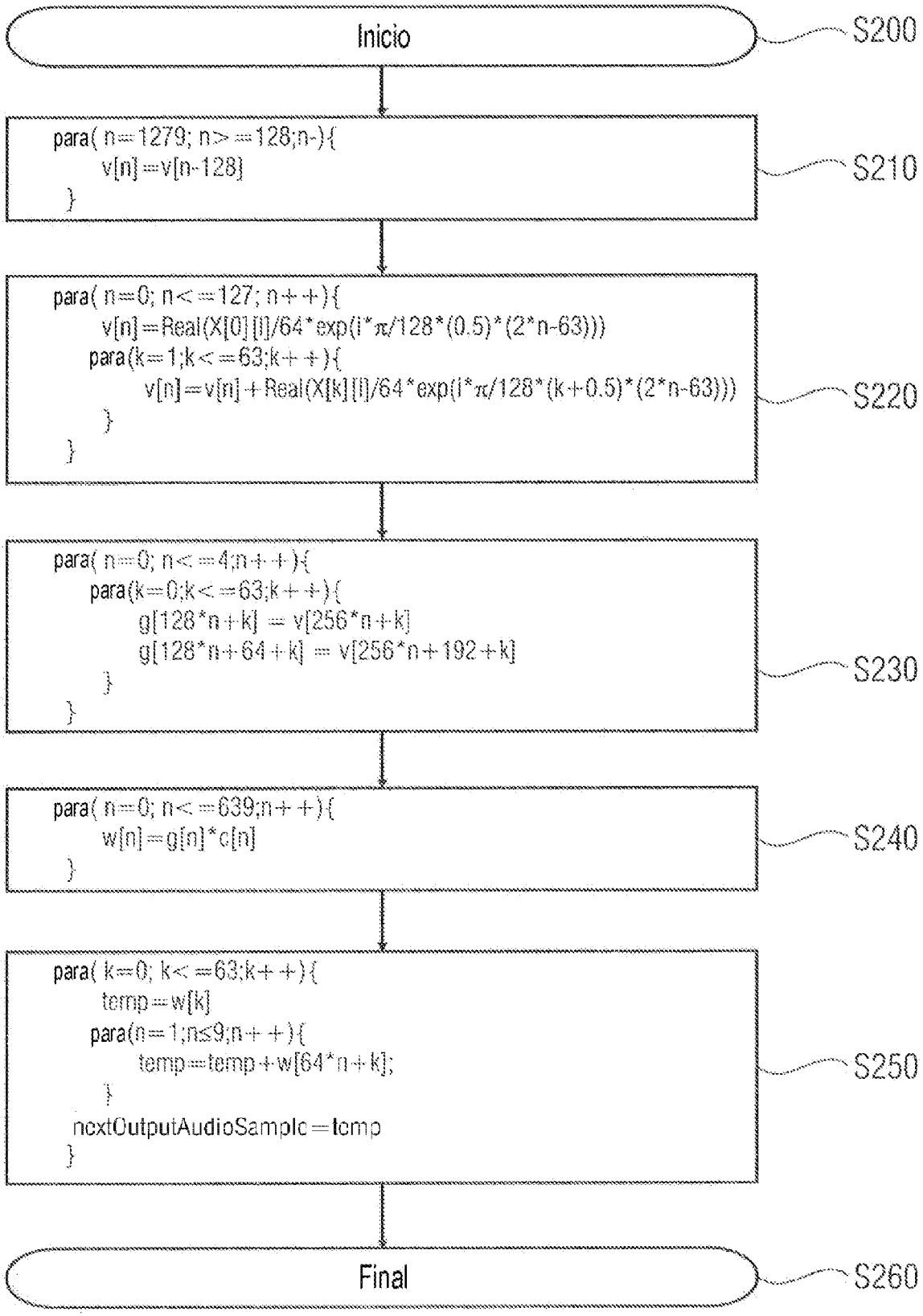

Inicio
S200
para(n=1279; n>=128;n-){
v[n]=v[n-128]
}
S210
para(n=0; n<=127; n++){
v[n]=Real(X[0][i]/64*exp(i*π/128*(0.5)*(2*n-63)))
para(k=1;k<=63;k++){
v[n]=v[n]+Real(X[k][i]/64*exp(i*π/128*(k+0.5)*(2*n-63)))
}
}
S220
para(n=0; n<=4;n++){
para(k=0;k<=63;k++){
g[128*n+k] = v[256*n+k]
g[128*n+64+k] = v[256*n+192+k]
}
}
S230
para(n=0; n<=639;n++){
w[n]=g[n]*c[n]
}
S240
para(k=0; k<=63;k++){
temp=w[k]
para(n=1;n≤9;n++){
temp=temp+w[64*n+k];
}
nextOutputAudioSample=temp
}
S250
Final
S260

FIG 8B

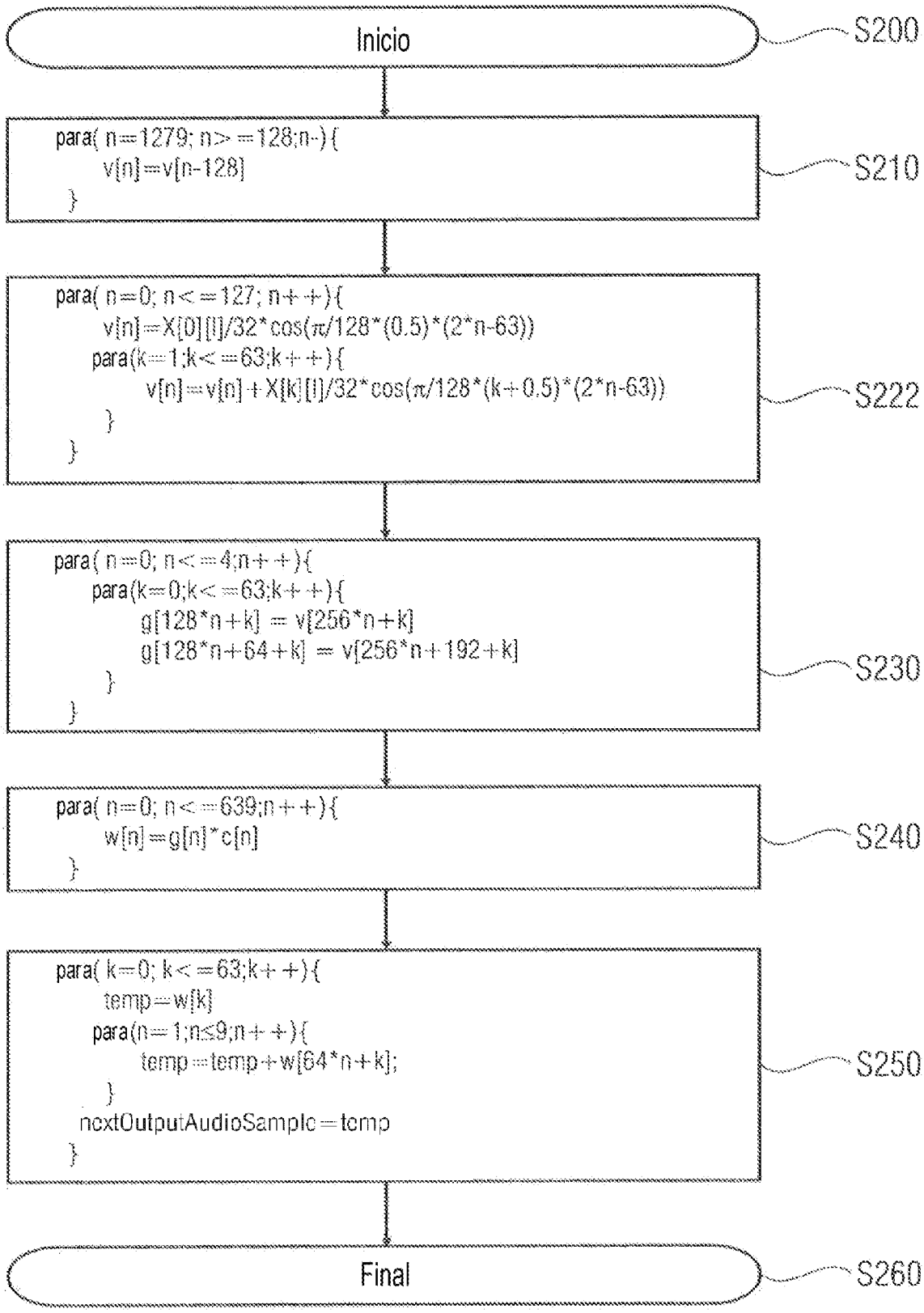

Inicio
S200
para(n=1279; n>=128;n-){
v[n]=v[n-128]
}
S210
para(n=0; n<=127; n++){
v[n]=X[0][l]/32*cos(π/128*(0.5)*(2*n-63))
para(k=1;k<=63;k++){
v[n]=v[n]+X[k][l]/32*cos(π/128*(k+0.5)*(2*n-63))
}
}
S222
para(n=0; n<=4;n++){
para(k=0;k<=63;k++){
g[128*n+k] = v[256*n+k]
g[128*n+64+k] = v[256*n+192+k]
}
}
S230
para(n=0; n<=639;n++){
w[n]=g[n]*c[n]
}
S240
para(k=0; k<=63;k++){
temp=w[k]
para(n=1;n≤9;n++){
temp=temp+w[64*n+k];
}
nextOutputAudioSample=temp
}
S250
Final
S260

FIG 8C

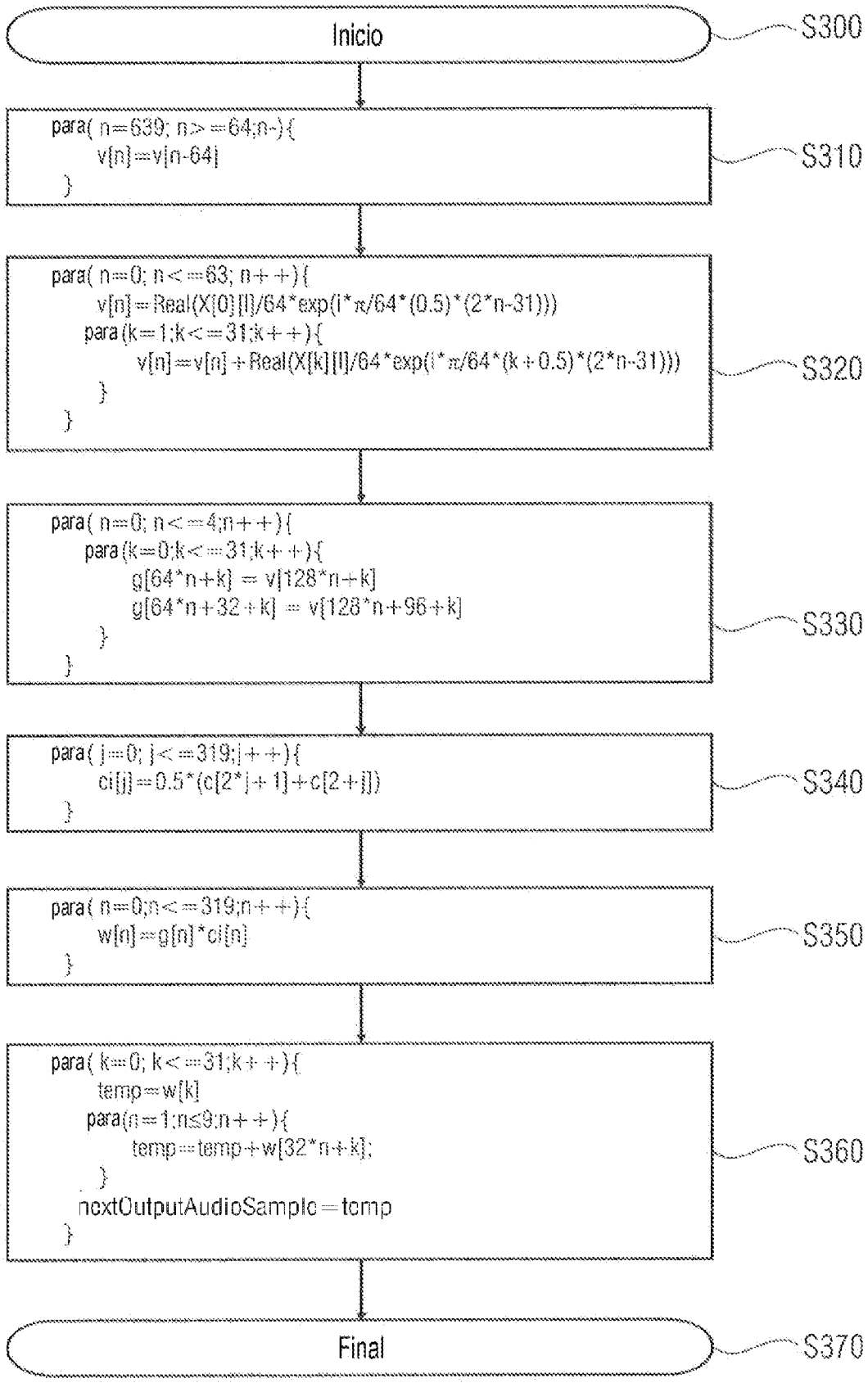

Inicio
S300
para(n=639; n>=64;n-){
v[n]=v[n-64]
}
S310
para(n=0; n<=63; n++){
v[n]=Real(X[0][l])/64*exp(i*π/64*(0.5)*(2*n-31)))
para(k=1;k<=31;k++){
v[n]=v[n]+Real(X[k][l]/64*exp(i*π/64*(k+0.5)*(2*n-31)))
}
}
S320
para(n=0; n<=4;n++){
para(k=0;k<=31;k++){
g[64*n+k] = v[128*n+k]
g[64*n+32+k] = v[128*n+96+k]
}
}
S330
para(j=0; j<=319;j++){
ci[j]=0.5*(c[2*j+1]+c[2+j])
}
S340
para(n=0;n<=319;n++){
w[n]=g[n]*ci[n]
}
S350
para(k=0; k<=31;k++){
temp=w[k]
para(n=1;n≤9;n++){
temp=temp+w[32*n+k];
}
nextOutputAudioSample=temp
}
S360
Final
S370

FIG 8D

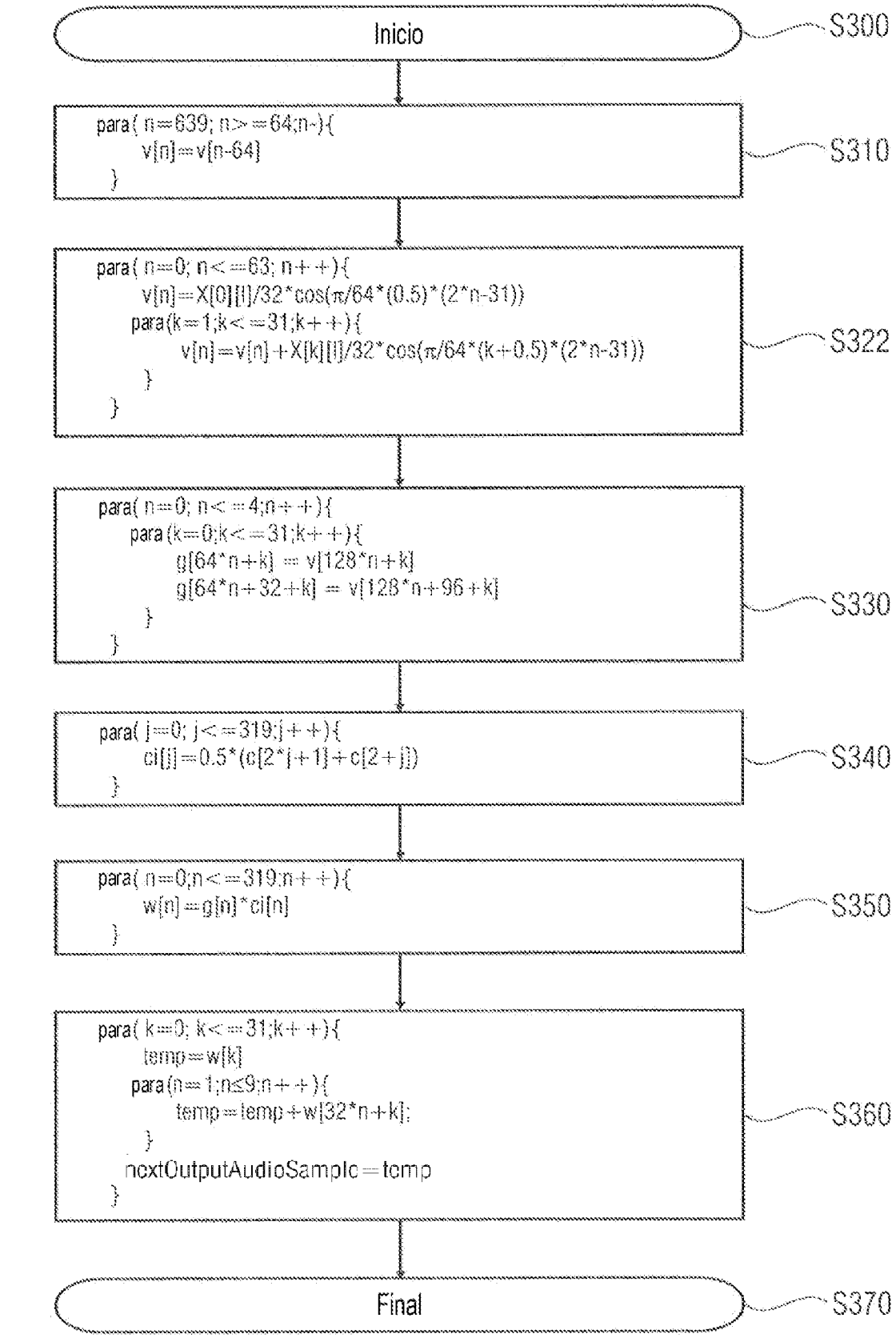

Inicio
S300
para(n=639; n>=64;n-){
v[n]=v[n-64]
}
S310
para(n=0; n<=63; n++){
v[n]=X[0][i]/32*cos(π/64*(0.5)*(2*n-31))
para(k=1;k<=31;k++){
v[n]=v[n]+X[k][i]/32*cos(π/64*(k+0.5)*(2*n-31))
}
}
S322
para(n=0; n<=4;n++){
para(k=0;k<=31;k++){
g[64*n+k] = v[128*n+k]
g[64*n+32+k] = v[128*n+96+k]
}
}
S330
para(j=0; j<=319;j++){
ci[j]=0.5*(c[2*j+1]+c[2+j])
}
S340
para(n=0;n<=319;n++){
w[n]=g[n]*ci[n]
}
S350
para(k=0; k<=31;k++){
temp=w[k]
para(n=1;n≤9;n++){
temp=temp+w[32*n+k];
}
nextOutputAudioSample=temp
}
S360
Final
S370

FIG 9A

```
            función [y, estado] = ldfb80 (x, estado)
S400
            % búfer actualización
            estado(640-64+(1:64)) = x;
S410
            % ventana aplicación
            win_ana = ldfb80_win;
S420
            % asume las últimas muestras alineadas a la derecha del búfer
            x_win_orig = estado.*win_ana;
S430
            % preparar bloque de memoria
            x_stack = igualar        (x_win_orig,128,5);
S440
            % cambio de signo
            x_stack(:,2:2:4)) = -x_stack(:,(2:2:4));
S450
            % colapsar bloque de memoria
            x_stack = sum(-x_stack(end:-1:1,:),2)';
S460
            % FFT impar de datos con ventanas
            temp = fft( x_stack.*exp(-1i*pi*(0:128-1)/128));

            % posterior giro
S470
            m = (64+1) /2
            y = 2*conj (temp (1:64) .*exp(-2i*pi*((0:64-1)+0.5)*m/128));
S480
            % búfer de desplazamiento
            estado (1:640-64) = estado(64+(1:640-64));
```

FIG 9B

```
                función [y, estado] = ldfb80 (x, estado)
S400'
                % búfer actualización
                estado(320-32+(1:32)) = x;
S412
                % ventana aplicación
                win_ana = ldfb80_win();
S420            win_ana = (win_ana (1:2:end) + win_ana (2:2:end))/2;
                % asume las últimas muestras alineadas a la derecha del búfer
S430'           x_win_orig =estado.*win_ana;
                % preparar bloque de memoria
S440            x_stack = igualar       (x_win_orig,64,5);
                % cambio de signo
S450            x_stack(:,(2:2:4)) = -x_stack(:,(2:2:4));
                % colapsar bloque de memoria
S460'           x_stack = sum(-x_stack(end:-1:1,:),2)';
                % FFT impar de datos con ventanas
                temp = fft( x_stack.*exp(-1i*pi*(0:64-1)/64));
S470'
                % posterior giro
                m = (32+1) /2
S480'           y = 2*conj (temp (1:32) .*exp(-2i*pi*((0:32-1)+0.5)*m/64));
                % búfer de desplazamiento
                estado(1:320-32) = estado(32+(1:320-32));
```

FIG 10A

```
                función [y, estado] = ldfb80 (x, estado)
S500
                % previo giro
                m = (64+1) / 2;
                temp = 0.5*conj (x).*exp( (2i*pi*((0:64-1)+0.5)*m/128) );

S510            % simetría impar
                temp = [temp conj (temp (64:-1:1))];

S520            % FFT impar
                y_knl = real (ifft ( temp ) .* exp(i*pi*(0:128-1)/128));

                % expandir dato; alternar cambio de signo
S530            y_knl = -y_knl (128:-1:1);
                tmp = [y_knl -y_knl y_knl -y_knl y_knl]';

S540            % ventana síntesis
                win_ana = ldfb80_win;
                win_syn = win_ana(end:-1:1);

S550            % ventana aplicación
                tmp = tmp.*win_sys;

S560            % búfer actualización
                estado(640-64+(1:64)) = 0;
                estado=estado + tmp;

S570            % obtener salida
                y =estado(1:64);

S580            % búfer de desplazamiento
                estado(1:640-64) = estado (64+1:640);
```

FIG 10B

```
                función [y, estado] = ldfb80 (x, estado)
S500'
                % previo giro
                m = (32+1) / 2;
                temp = 0.5*conj (x).*exp( (2i*pi*((0:32-1)+0.5)*m/64) );

S510'           % simetría impar
                temp = [temp conj (temp (32:-1:1))];

S520'           % FFT impar
                y_knl = real (ifft ( temp ) .* exp(i*pi*(0:64-1)/64));

                % expandir dato; alternar cambio de signo
S530'           y_knl = -y_knl (64:-1:1);
                tmp = [y_knl -y_knl y_knl -y_knl y_knl]';

S542            % ventana síntesis
                win_ana = ldfb80_win;
                win_syn = win_ana(end:-1:1);
                win_syn = (win_syn(1:2:end)+win_syn(2:2:end))/2;
S550
                % ventana aplicación
                tmp = tmp.*win_sys;
S560'
                % búfer actualización
                estado(320-32+(1:32)) = 0;
S570'           estado= estado + tmp;
                % obtener salida
S580'           y =estado(1:32);
                % búfer de desplazamiento
                estado(1:320-64) = estado(32+1:320);
```

FIG 11

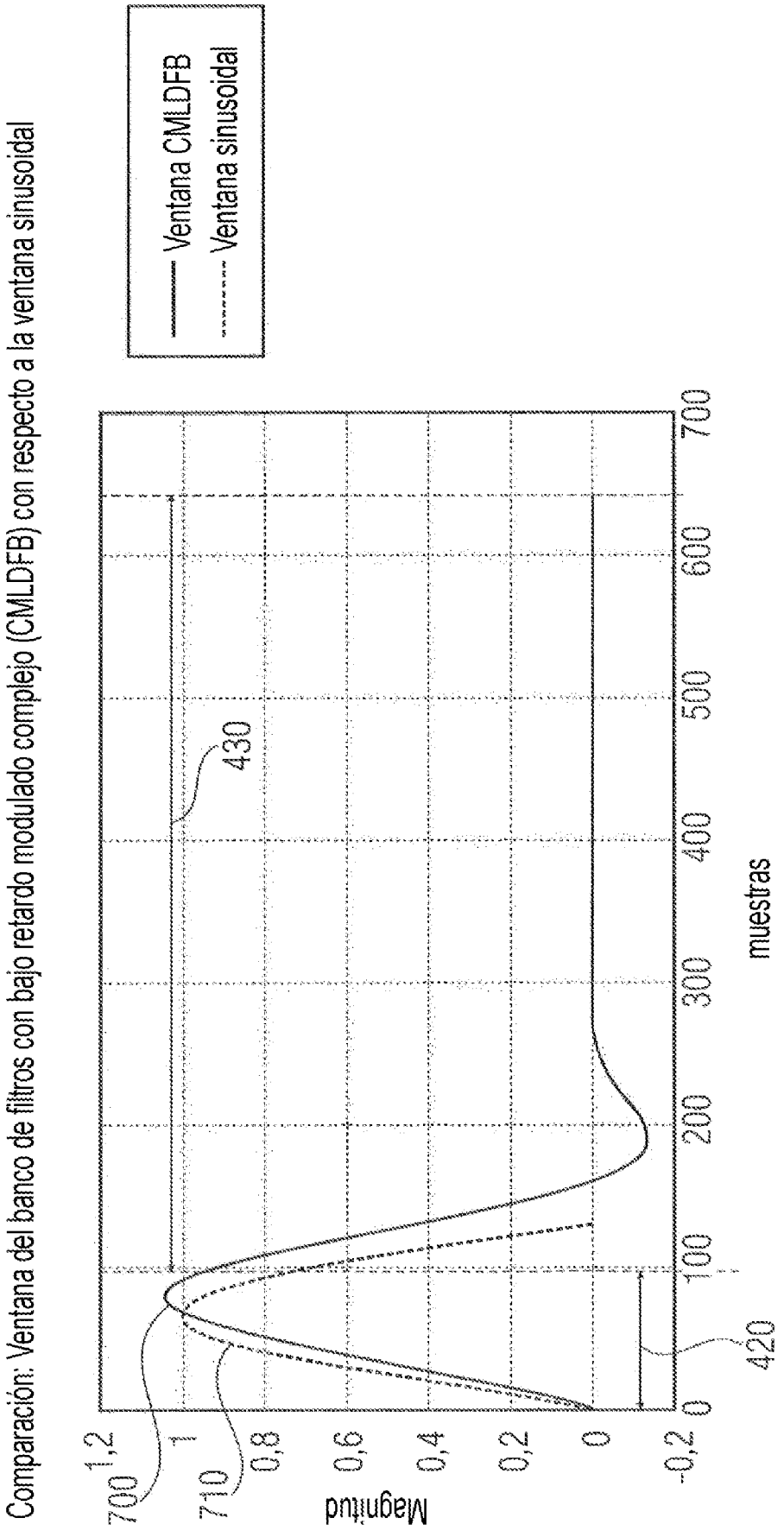

Comparación: Ventana del banco de filtros con bajo retardo modulado complejo (CMLDFB) con respecto a la ventana sinusoidal
Ventana CMLDFB
Ventana sinusoidal
Magnitud
muestras
1,2
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
-0,2
0
100
200
300
400
500
600
700
700
710
430
420

FIG 12

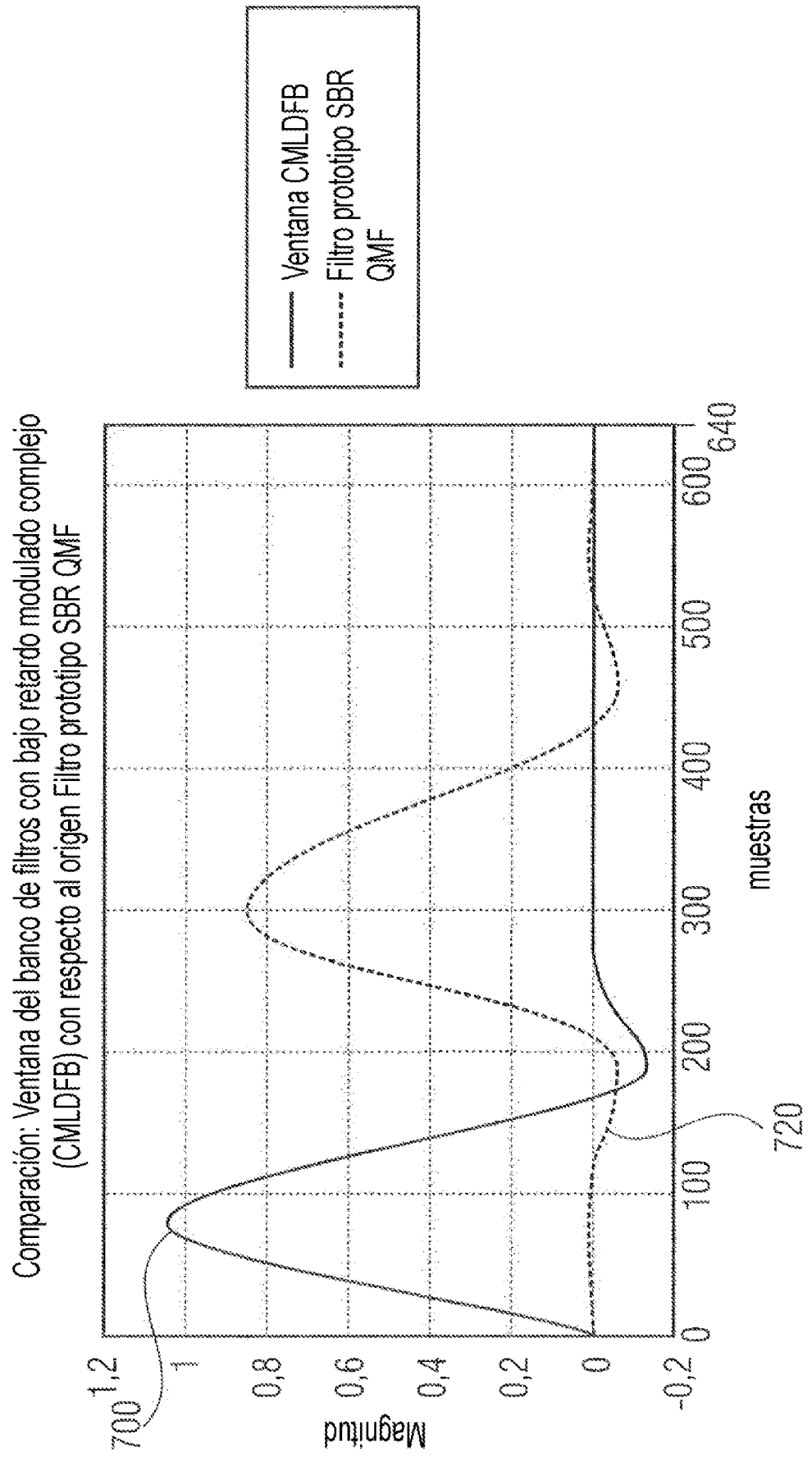

Comparación: Ventana del banco de filtros con bajo retardo modulado complejo (CMLDFB) con respecto al origen Filtro prototipo SBR QMF
Ventana CMLDFB
Filtro prototipo SBR QMF
Magnitud
1,2
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
-0,2
0
100
200
300
400
500
600
640
muestras
700
720

FIG 13

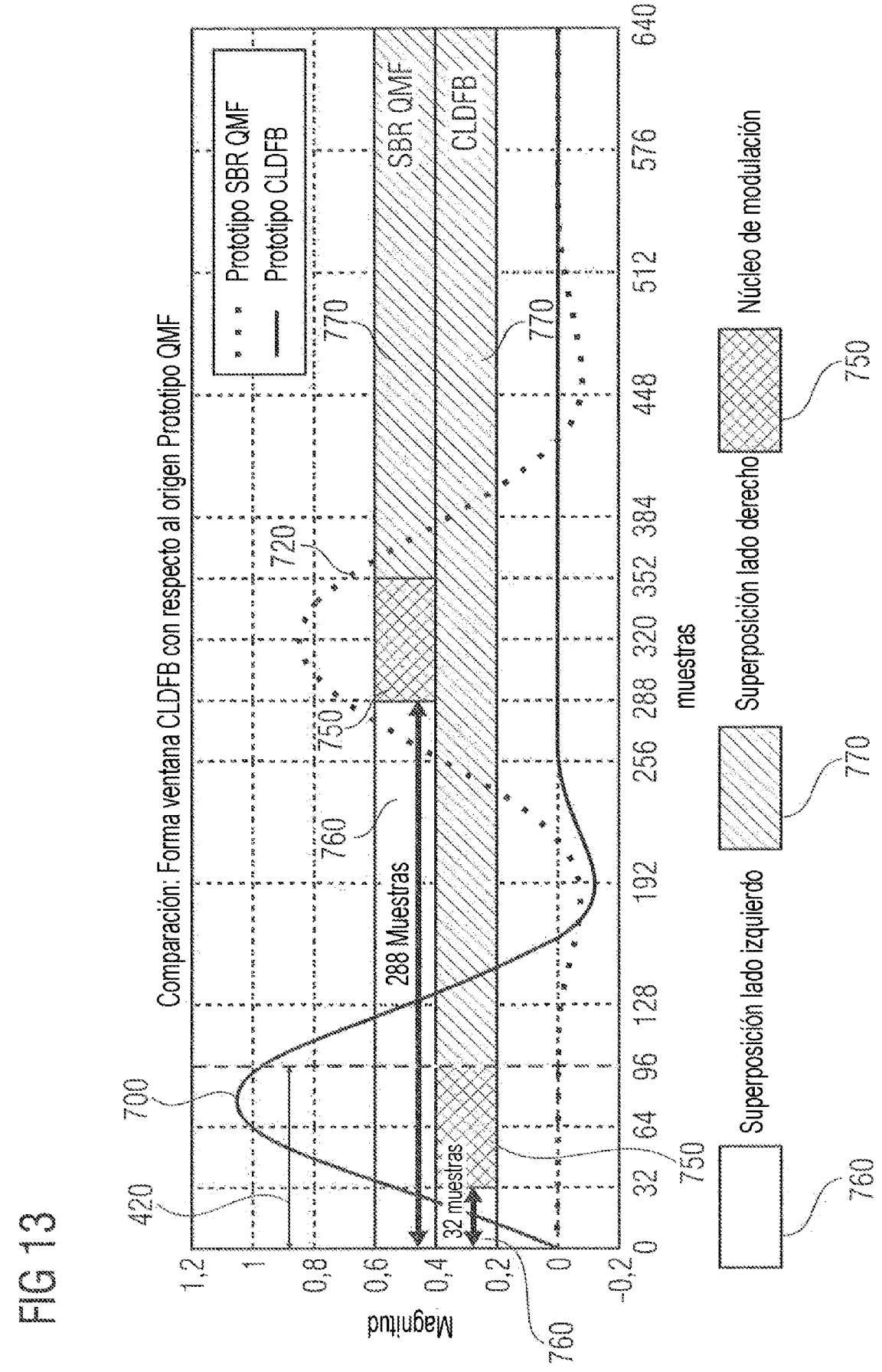

Comparación: Forma ventana CLDFB con respecto al origen Prototipo QMF
Prototipo SBR QMF
Prototipo CLDFB
SBR QMF
CLDFB
288 Muestras
32 muestras
Magnitud
muestras
0
32
64
96
128
192
256
288
320
352
384
448
512
576
640
1,2
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
-0,2
420
700
720
750
760
770
Superposición lado izquierdo
Superposición lado derecho
Núcleo de modulación

FIG 14A

Códec	Fuente de retardo	retardo [muestras]	retardo [ms]
AAC-LD +SBR	MDCT/IMDCT/ superposición QMF SBR doble frecuencia	960,2 577 384	40 12 8
		2881	60
AAC-ELD	LD-MDCT/LD-IMDCT/ superposición CLDFB SBR doble frecuencia	720,2 64 0	30 1 -
		1504	31

FIG 14B

	retardo [muestras]	retardo [ms]	Retardo global [ms]
LD-MDCT + LD-IMDCT	720*2 muestras	30 ms	
QMF	2*288= 576 muestras	12 ms	42 ms
CLDFB	2*32= 64 muestras	1,3 ms	31,3 ms

FIG 15A

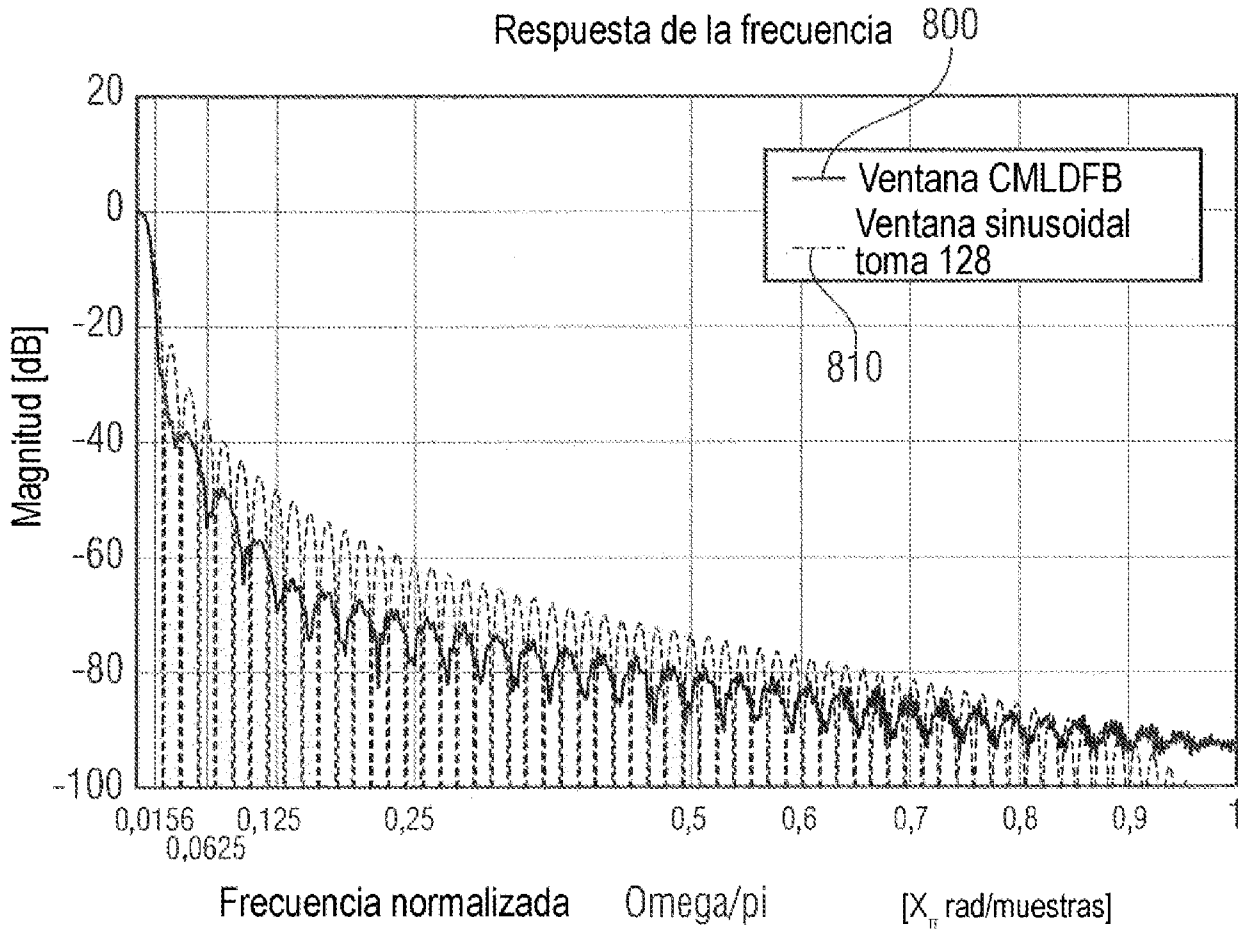

Respuesta de la frecuencia
800
Ventana CMLDFB
Ventana sinusoidal
toma 128
810
Magnitud [dB]
20
0
-20
-40
-60
-80
-100
0,0156
0,0625
0,125
0,25
0,5
0,6
0,7
0,8
0,9
Frecuencia normalizada Omega/pi
[X rad/muestras]

FIG 15B

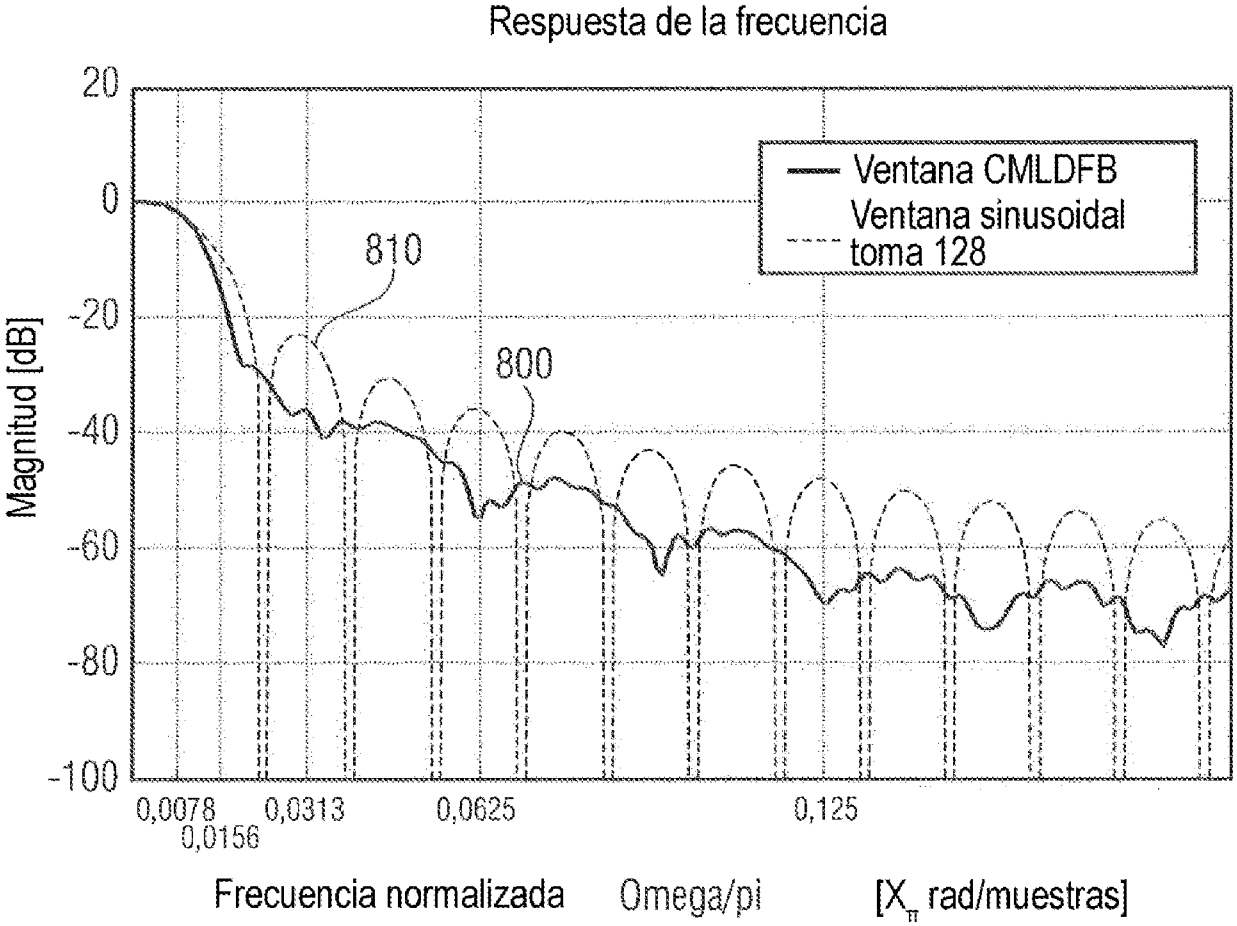

Respuesta de la frecuencia
20
0
-20
-40
-60
-80
-100
Magnitud [dB]
Ventana CMLDFB
Ventana sinusoidal toma 128
810
800
0,0078
0,0156
0,0313
0,0625
0,125
Frecuencia normalizada Omega/pi [X rad/muestras]

FIG 16A

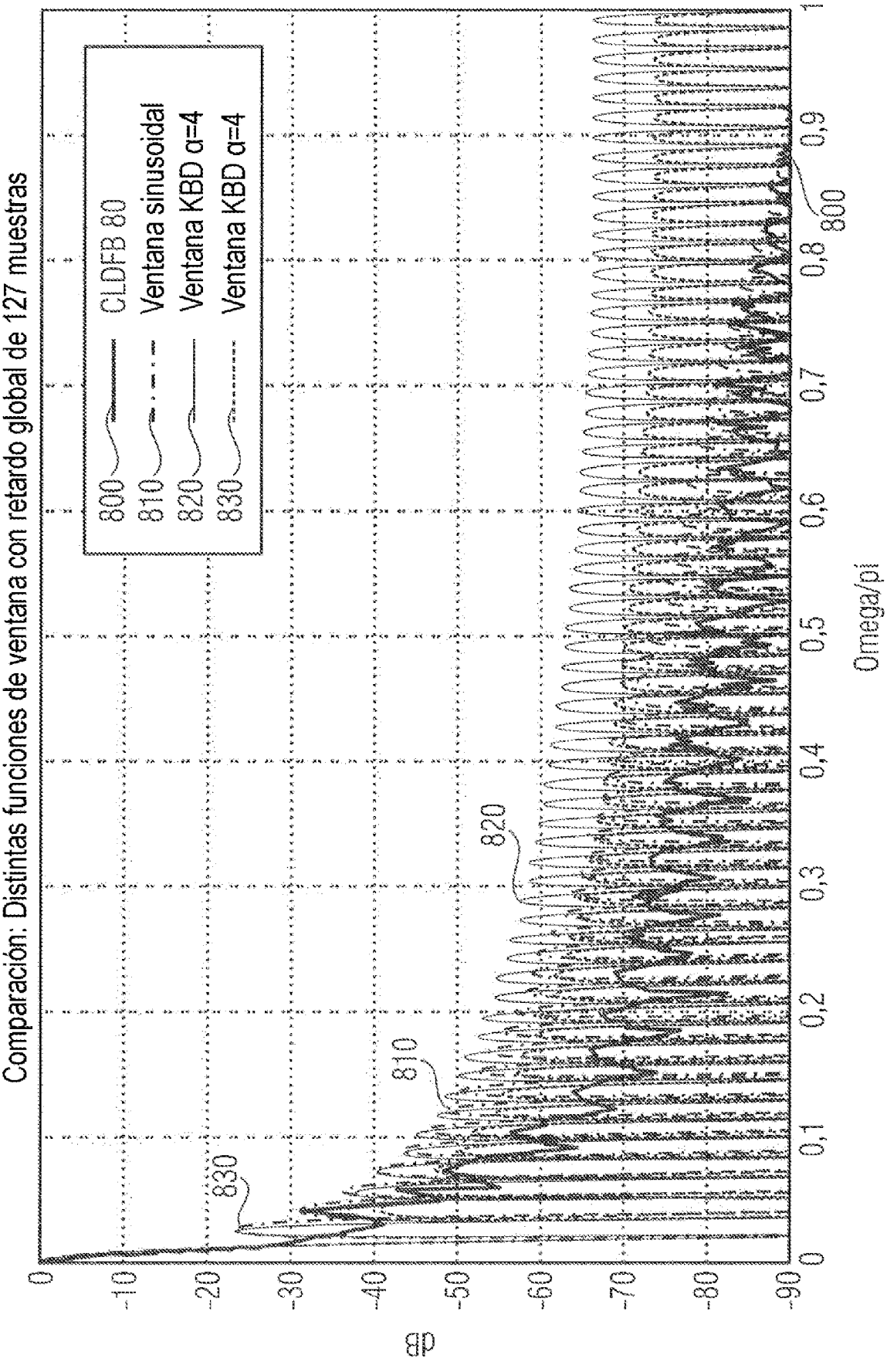

Comparación: Distintas funciones de ventana con retardo global de 127 muestras
800 CLDFB 80
810 Ventana sinusoidal
820 Ventana KBD α=4
830 Ventana KBD α=4
dB
Omega/pi
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
-70
-80
-90
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7
0,8
0,9
1
830
810
820
800

FIG 16B

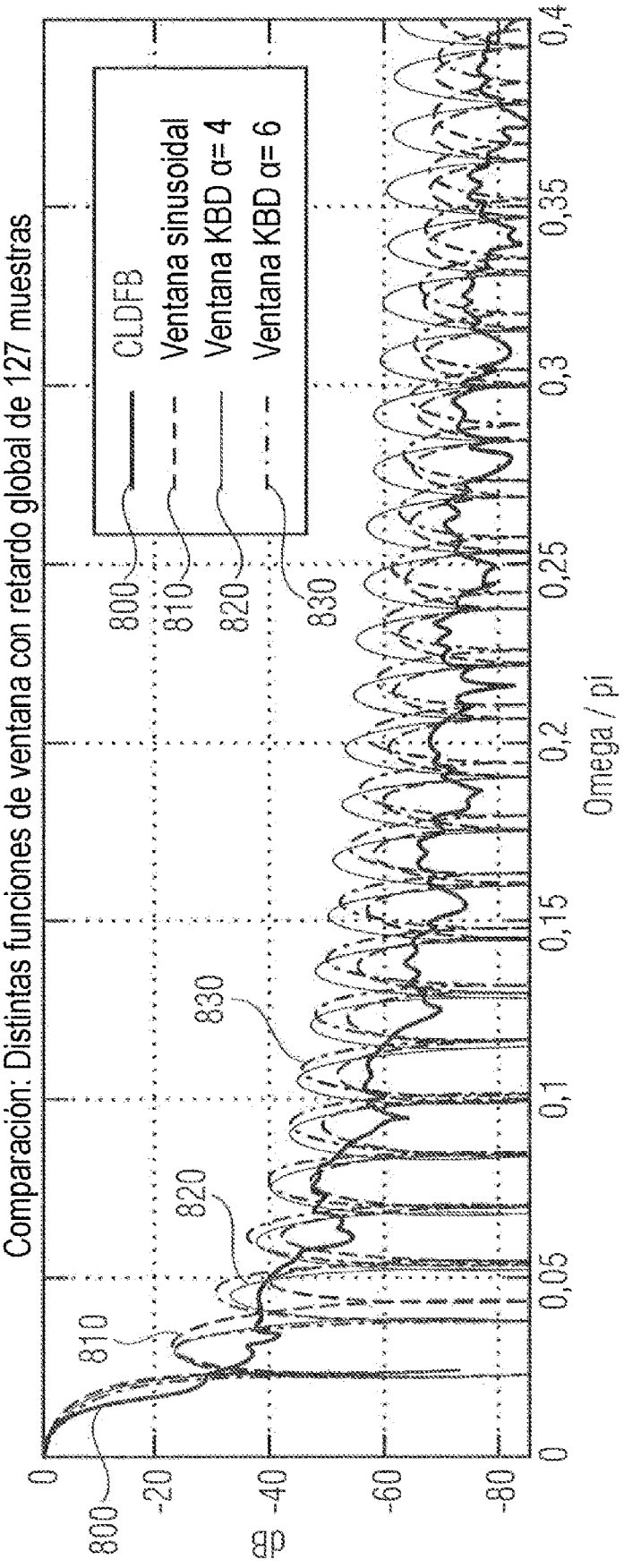

Comparación: Distintas funciones de ventana con retardo global de 127 muestras
CLDFB
Ventana sinusoidal
Ventana KBD α= 4
Ventana KBD α= 6
800
810
820
830
dB
0
-20
-40
-60
-80
0
0,05
0,1
0,15
0,2
0,25
0,3
0,35
0,4
Omega / pi

FIG 17

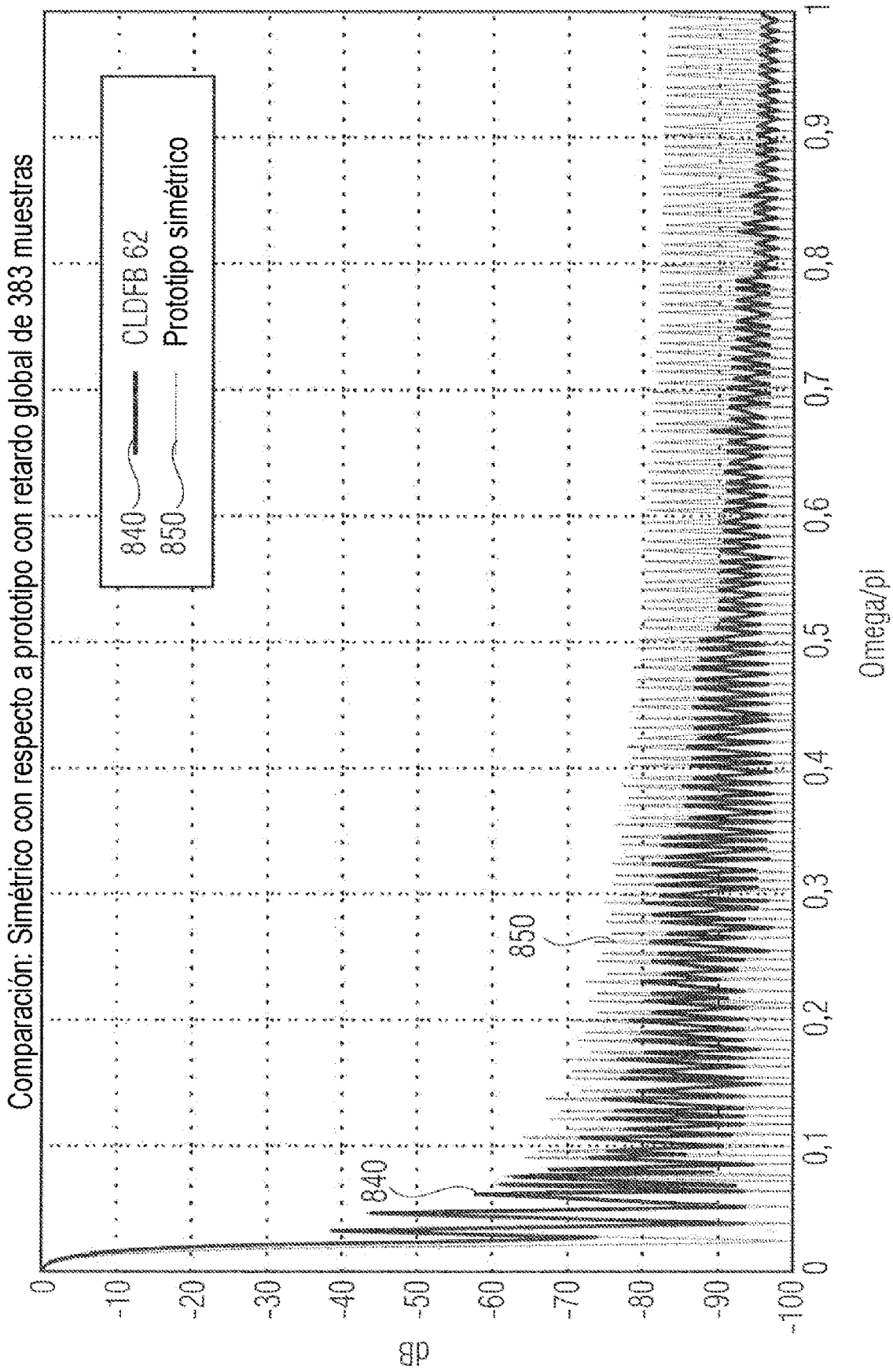

Comparación: Simétrico con respecto a prototipo con retardo global de 383 muestras
CLDFB 62
Prototipo simétrico
840
850
dB
Omega/pi
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
-70
-80
-90
-100
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7
0,8
0,9
1

FIG 18

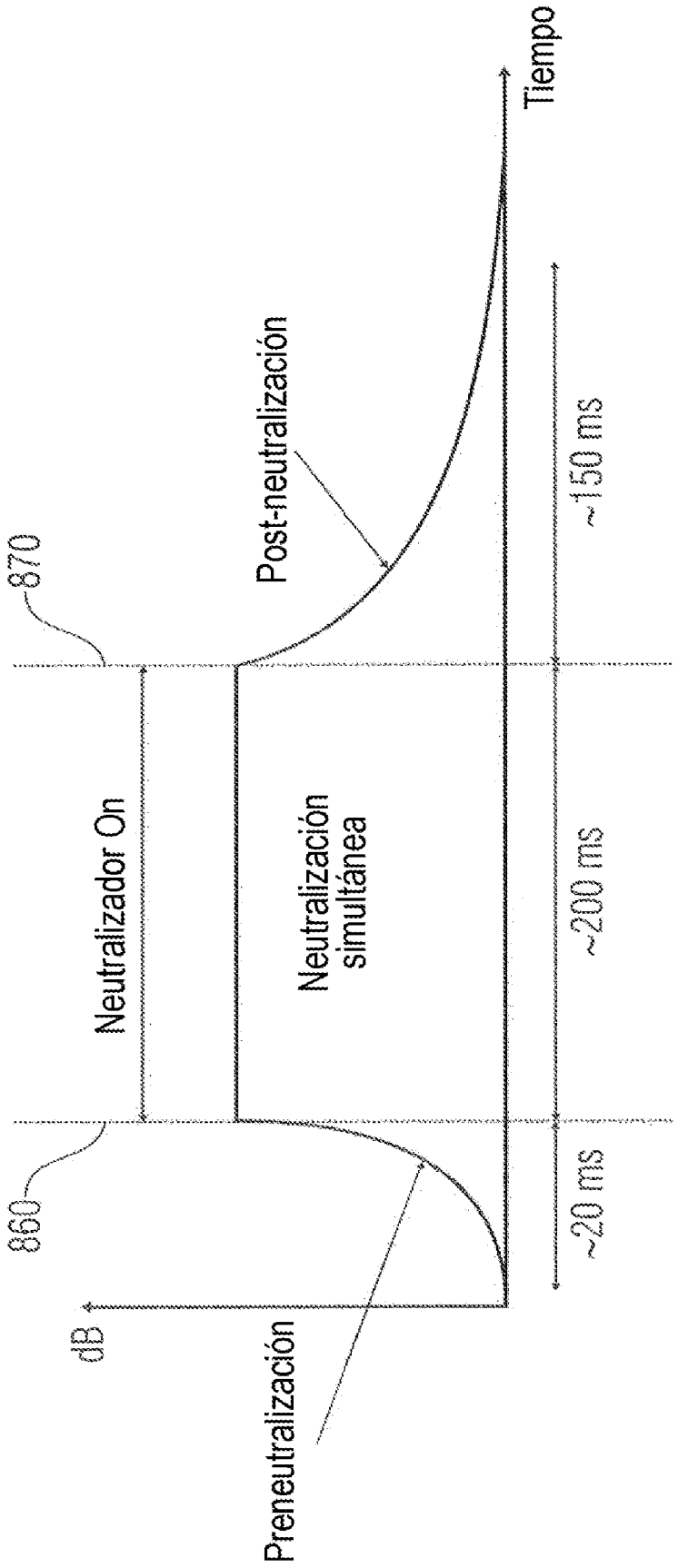

Tiempo
870
Post-neutralización
~150 ms
Neutralizador On
Neutralización simultánea
~200 ms
860
dB
~20 ms
Preneutralización

FIG 19A

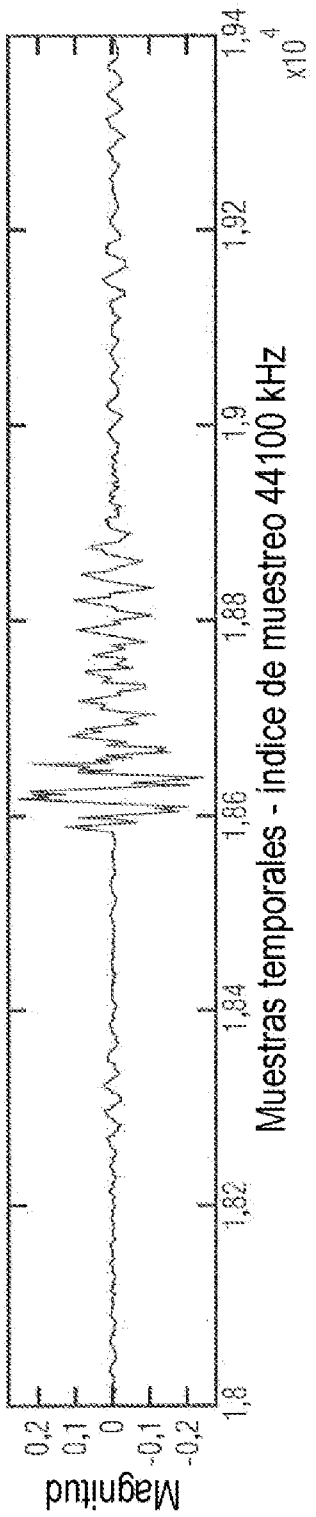


FIG 19B

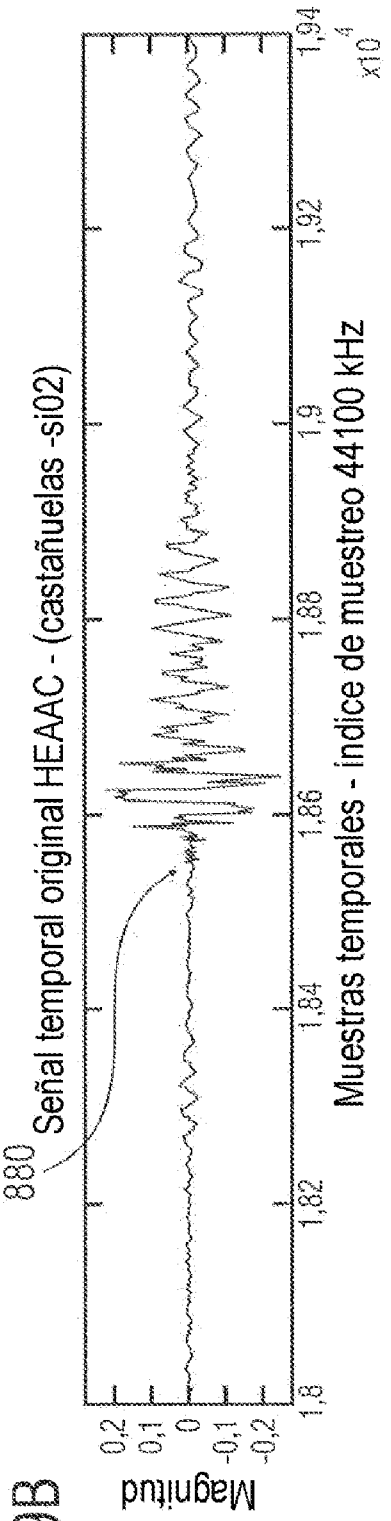


FIG 19C

