

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 657 337**

51 Int. Cl.:

<b>G10L 19/02</b>	(2013.01)
<b>G10L 19/028</b>	(2013.01)
<b>G10L 19/16</b>	(2013.01)
<b>G10L 21/038</b>	(2013.01)
<b>G10L 19/24</b>	(2013.01)
<b>G10L 19/03</b>	(2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.10.2014 PCT/EP2014/073375**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.05.2015 WO15063227**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.10.2014 E 14792794 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.11.2017 EP 3063761**

54 Título: **Extensión de ancho de banda de audio mediante inserción de ruido pre-formado temporal en el dominio de frecuencia**

30 Prioridad:

**31.10.2013 EP 13191127**

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

**02.03.2018**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**DISCH, SASCHA;  
MULTRUS, MARKUS;  
SCHUBERT, BENJAMIN y  
SCHNELL, MARKUS**

74 Agente/Representante:

**SALVA FERRER, Joan**

ES 2 657 337 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Extensión de ancho de banda de audio mediante inserción de ruido pre-formado temporal en el dominio de frecuencia

5

**[0001]** La invención se refiere a la codificación de voz y audio y, en particular, a la extensión de ancho de banda de audio (BWE).

**[0002]** Las técnicas de extensión de ancho de banda se centran en mejorar la calidad perceptible de un códec de audio al ampliar su ancho de banda de salida efectivo. En lugar de codificar todo el intervalo de ancho de banda con el codificador central fundamental, los códecs que utilizan una técnica de extensión de ancho de banda permiten menos consumo de bits en los intervalos de frecuencia más alta (HF) perceptualmente menos importantes. Así, hay más bits disponibles al procesamiento del codificador central al intervalo de frecuencia más baja más importante (LF) a una precisión más alta. Por esa razón, las técnicas de extensión de ancho de banda son usadas comúnmente en códecs, que necesitan realizar calidad perceptual apropiada a bajos flujos de bits.

**[0003]** En general, hay dos estrategias de extensión de ancho de banda básicas diferentes que necesitan ser distinguidas: extensión de ancho de banda a ciegas y extensión de ancho de banda guiada. En una extensión de ancho de banda a ciegas no se transmite información lateral adicional. Así, el contenido de HF que se va a insertar en el lado del decodificador es generado usando solamente información derivada de la señal LF decodificada del codificador central. Debido a que una transmisión lateral costosa no es necesaria, las técnicas de extensión de ancho de banda a ciegas son apropiadas para códecs que operan a las más bajas velocidades de bits o para procedimientos de post-procesamiento compatibles hacia atrás. Por otro lado, la carencia de capacidad de control sólo permite una extensión relativamente pequeña efectiva del ancho de banda utilizando una extensión de ancho de banda a ciegas (por ejemplo 6.4 a 7.0 kHz en [1]). En contraste a la estrategia a ciegas, en una extensión de ancho de banda guiada, el contenido de HF es reconstruido utilizando parámetros que son extraídos en el lado del codificador y transmitidos al decodificador como información lateral en el flujo de bits. De aquí, una extensión de ancho de banda guiada permite un mejor control de la reconstrucción de HF, produciendo anchos de banda efectivos más amplios. Debido al consumo de bits adicional, las técnicas de extensión de ancho de banda guiada son usadas comúnmente para códecs que operan a velocidades de bits más altas que los sistemas que incorporan una extensión de ancho de banda a ciegas.

**[0004]** Más específicamente, hay diferentes metodologías para realizar una extensión de ancho de banda:

En codificación de voz, usualmente se usan procedimientos de extensión de ancho de banda a base de modelo de fuente – filtro, que están estrechamente relacionados con sus codificadores centrales fundamentales, como por ejemplo, en G.722.2 (AMR-WB) [1]. En AMR-WB, el ancho de banda de salida de 6.4 KHz del codificador central ACELP (predicción lineal con excitación por código algebraico) es extendido a 7.0 KHz al inyectar ruido blanco al dominio de excitación. Subsecuentemente, la excitación extendida está formada por un filtro derivado del filtro de predicción lineal (LP) del codificador central. Dependiendo de la velocidad de bits, la ganancia para el escalado del ruido insertado es ya sea estimada usando solamente información del codificador central o es extraída en el codificador y transmitida. Este procedimiento de extensión de ancho de banda es fuertemente dependiente de su esquema de codificación fundamental, ya que está usando sus mecanismos de síntesis y así adicionalmente tiene que ser efectuado en el mismo dominio.

45

Otro ejemplo de un procedimiento de extensión de ancho de banda que incluye un formador de ruido y combinador de señal se describe en la solicitud de patente europea EP1451812, Jo Smeets et al., "Audio Signal Bandwidth Extension", 21.06.2006. Una técnica de extensión de ancho de banda independiente del codificador central bien conocida, en codificación de audio, es la replicación de banda espectral (SBR) [2]. En contraste con el ejemplo anterior, la replicación de banda espectral puede ser aplicada independientemente de su codificador central fundamental. Como primera etapa, la señal de entrada es dividida en una parte de LF y una parte de HF en el lado del codificador, por ejemplo, al utilizar un banco de filtros de análisis de filtro de espejo en cuadratura (QMF). La señal de LF es alimentada al codificador central mientras que la parte de HF es procesada mediante replicación de banda espectral. Por consiguiente, los parámetros que describen la envolvente de tiempo – frecuencia de la señal de HF, así como la tonalidad/ruido de la señal de HF, en relación con la señal de LF, son extraídos y transmitidos. Después de la decodificación, la señal es transformada usando el mismo tipo de banco de filtro de análisis como el usado en el codificador. Para reconstruir el contenido de HF, la señal decodificada es copiada, reflejada o transpuesta de porción en porción al intervalo de HF, post-procesada para coincidir con la tonalidad/ruido de la original y formada temporal así como espectralmente, considerando los parámetros transmitidos.

Subsecuentemente, la señal de salida de dominio de tiempo es generada mediante un banco de filtros de síntesis correspondiente.

**[0005]** En contraste con los procedimientos (semi-)paramétricos indicados anteriormente, hay también procedimientos de múltiples capas que usan múltiples capas selectivas de velocidad de bits para la extensión de ancho de banda. Este principio está también estrechamente relacionado con los esquemas de codificación escalables. Aquellas técnicas son frecuentemente usadas para extender sistemas de codificación existentes de manera inter-operable. En [3] se presenta una extensión de ancho de banda super-amplia (SWB) para G.711.1 y G.722, que procesa el ancho de banda adicional (8.0 a 14.4 kHz) con un esquema de codificación a base de transformada de coseno discreta modificada (MDCT) independiente del codificador central. Esta estrategia permite la reconstrucción exacta de partes HF, pero a expensas del alto consumo de bits adicional necesario.

**[0006]** Aunque las estrategias de extensión de ancho de banda mencionadas anteriormente están ampliamente esparcidas en los sistemas de codificación de voz y audio presentes, todas ellas revelan inconveniencias o desventajas específicas, respectivamente.

**[0007]** Es un objeto de la presente invención proporcionar un concepto mejorado para extensión de ancho de banda.

**[0008]** Este objeto es obtenido por un dispositivo decodificador para decodificar un flujo de bits, en el que el dispositivo decodificador de audio comprende:

un receptor de flujo de bits configurado para recibir el flujo de bits y para derivar una señal de audio codificada del flujo de bits;

un módulo decodificador central configurado para derivar una señal de audio decodificada en un dominio de tiempo a partir de la señal de audio codificada;

un generador de envolvente temporal configurado para determinar una envolvente temporal de la señal de audio decodificada;

un módulo de extensión de ancho de banda configurado para producir una señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia, en el que el módulo de extensión de ancho de banda comprende un generador de ruido, configurado para producir una señal de ruido en el dominio de tiempo, en el que el módulo de extensión de ancho de banda comprende un módulo de pre-formación, configurado para la formación temporal de la señal de ruido, dependiendo de la envolvente temporal, de la señal de audio decodificada, con el fin de producir una señal de ruido formada y en el que el módulo de extensión de ancho de banda comprende un convertidor de tiempo a frecuencia, configurado para transformar la señal de ruido formada en una señal de ruido de dominio de frecuencia, en el que la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia depende de la señal de ruido de dominio de frecuencia;

un convertidor de tiempo a frecuencia configurado para transformar la señal de audio decodificada a una señal de audio decodificada de dominio de frecuencia;

un combinador configurado para combinar la señal de audio de dominio de frecuencia y la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia, con el fin de producir una señal de audio de dominio de frecuencia de ancho de banda extendido y

un convertidor de frecuencia a tiempo, configurado para transformar la señal de audio de dominio de frecuencia de ancho de banda extendido en una señal de audio de dominio de tiempo de ancho de banda extendido.

**[0009]** La invención proporciona un concepto de extensión de ancho de banda, que puede ser básicamente aplicado independientemente de la técnica de codificación central fundamental. Además, ofrece una extensión de ancho de banda de hasta intervalos de banda super-amplia para puntos de operación de bajo flujo de bits, con alta calidad perceptual especialmente para señales de voz. Esto se obtiene al generar señales de ruido formadas temporalmente en dominio de tiempo, que son transformadas e insertadas a la señal de audio decodificada de dominio de frecuencia.

**[0010]** El término señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia se refiere a una señal que comprende frecuencias, que no están contenidas en la señal de audio decodificada.

**[0011]** En sistemas señal-adaptables, flexibles, que incorporan más de un codificador central, por ejemplo, como el contenido en codificación de voz y audio codificado (MPEG-D USAC), los artefactos de conmutación que ocurren en la transición entre diferentes codificadores centrales, podrían ser enfatizados ya que también la extensión de ancho de banda tiene que ser conmutada al mismo tiempo. Estos problemas pueden ser superados al aplicar una

técnica de extensión de ancho de banda independiente del codificador central según la invención.

**[0012]** La replicación de banda espectral introduce artefactos que podrían ser molestos, especialmente cuando se codifica voz, debido al parche de los componentes de LF a la parte de HF. Estos artefactos surgen debido a la correlación del contenido LF- y HF parcheado, por una parte. Por otra parte, el desajuste espectral posible entre la parte de LF y HF conduce a sonido agudo, distorsiones no armónicas. En contraste con esto, el dispositivo decodificador según la invención evita producir artefactos y sonido agudo.

**[0013]** Otra inconveniencia de la replicación de banda espectral es la posibilidad restringida para manipular la estructura temporal de la parte HF parcheada. Debido a la necesidad de una representación de tiempo – frecuencia paramétrica eficaz en flujo de bits del contenido, la resolución temporal es limitada. Esto podría ser desventajoso para, por ejemplo, procesamiento de voz femenina, en donde el tono de los impulsos glotales es alto y también exhibe una alta variabilidad temporal. El dispositivo decodificador según la invención es, en contraste con la replicación de banda espectral, apropiado para la reproducción de voz femenina.

**[0014]** Finalmente, una extensión de ancho de banda basada en múltiples capas es capaz de reconstruir contenido de HF tanto de una manera espectral como temporalmente exacta, pero por otra parte su consumo de bits necesario es significativamente más alto que para estrategias paramétricas. El dispositivo decodificador según la invención proporciona un consumo de bits más bajo impulsado a tales estrategias.

**[0015]** Así, la presente invención proporciona un nuevo concepto de extensión de ancho de banda, que combina los beneficios de las técnicas de extensión de ancho de banda descritas anteriormente bien conocidas, mientras que omite sus inconvenientes. Más específicamente, se proporciona un concepto que permite codificación de voz de banda super-amplia, de alta calidad, a bajos flujos de bits, mientras que es independiente del codificador central fundamental.

**[0016]** La invención proporciona, a alta calidad perceptual, especialmente para voz para anchos de banda de salida hasta el intervalo de banda super-amplia. La extensión de ancho de banda según la invención está basada en la inserción de ruido. Adicionalmente, la nueva extensión de ancho de banda es independiente de su códec central fundamental. Por consiguiente - en contraste con la extensión de ancho de banda de codificación de voz estándar – es apropiada para ser usada encima de un sistema conmutado, que incorpora esquemas de codificación fundamentalmente diferentes.

**[0017]** Ya que la mezcla de la extensión de ancho de banda y la señal del decodificador central recién propuesta es efectuada en una representación de tiempo – frecuencia comparable a la replicación de banda espectral, ambas técnicas podrían ser combinadas fácilmente en un sistema combinado, en donde sería posible la conmutación sin fisuras en una base de cuadro en cuadro o combinación dentro de un cuadro dado. Ya que la nueva extensión de ancho de banda se centra principalmente en voz, este procedimiento podría ser deseable para procesar señales que contienen música o contenido mezclado. La conmutación puede ser controlada ya sea por la información lateral transmitida o por parámetros derivados en el decodificador al analizar la señal central.

**[0018]** De acuerdo con la invención, la generación y subsecuente formación de ruido se hace en el dominio de tiempo, debido a que la resolución temporal de dominio de tiempo puede ser más alta que en soluciones en las cuales el ruido es generado y formado dentro de una representación de tiempo – frecuencia, similar al aplicado en el procesamiento de replicación de banda espectral, ya que los bancos de filtros limitan la resolución de tiempo, que es esencial para reproducir voz de tono alto (por ejemplo, voz femenina).

**[0019]** Para evitar los problemas mencionados anteriormente e incluso cumplir los requisitos, la nueva extensión de ancho de banda efectúa las siguientes etapas de procesamiento: en primer lugar, se genera una sola señal de ruido en el dominio del tiempo, en donde el número de muestras surge de la velocidad de cuadro del sistema, así como la velocidad de toma de muestras escogida y el ancho de banda de la señal de ruido. Subsecuentemente, la señal de ruido es pre-formada temporalmente, en base a la envolvente temporal de la señal del codificador central decodificada. Además, la señal representada en tiempo – frecuencia combinada es convertida a la señal de audio de dominio de tiempo de ancho de banda extendido por una transformación inversa.

**[0020]** Las técnicas de extensión de ancho de banda son usadas comúnmente en codificación de voz y audio para mejorar la calidad perceptual al ampliar el ancho de banda de salida efectivo. Así, la mayoría de bits disponibles pueden ser usados dentro del codificador central, permitiendo una precisión más alta en el intervalo de frecuencia más bajo importante. Aunque hay estrategias existentes, algunas de las cuales ganaron amplia

aceptación, todos ellos carecen de viabilidad para el procesamiento de voz por un sistema que incorpora múltiples codificadores centrales conmutables, en base a diferentes esquemas de codificación. Ya que la extensión de ancho de banda según la invención es independiente de la tecnología del decodificador central, la presente invención propone una técnica de extensión de ancho de banda, que es perfectamente apropiada a la aplicación mencionada  
5 anteriormente y otras.

**[0021]** Dentro de la extensión de ancho de banda según la invención, se pueden generar señales de extensión plenamente sintéticas que tienen una envolvente temporal que puede ser pre-formada y mediante esto adaptada a la señal del codificador central fundamental. La formación de la envolvente temporal de la señal de  
10 extensión se puede hacer en una resolución de tiempo significativamente más alta que la que está disponible en el banco de filtros genuino o dominio de transformada empleada en el proceso de post-formación de extensión de ancho de banda.

**[0022]** Según una realización preferida de la invención, la señal de extensión de ancho de banda de dominio  
15 de frecuencia es producida sin replicación de banda espectral. Mediante estos elementos, se puede minimizar el esfuerzo de cálculo necesario.

**[0023]** Según una realización preferida de la invención, el módulo de extensión de ancho de banda es configurado de tal manera que la formación temporal de la señal de ruido se hace de una manera sobre-enfaticada.  
20 En lugar de formar la señal de ruido en base a la envolvente temporal original de la señal de audio decodificada; también es posible efectuar esta formación de una manera sobre-enfaticada. Esto se puede realizar al esparcir la envolvente temporal en términos de amplitudes, en otras palabras, mediante expansión dinámica, en particular, al modificar la envolvente medida para representar impulsos mucho más agudos que han sido medidos, antes de derivar ganancias de pre-formación en su base. Aunque este sobre-énfasis no representa la envolvente original real,  
25 la inteligibilidad de algunas porciones de señal, como por ejemplo vocales, mejora para flujos de bits muy bajos.

**[0024]** Según la realización preferida de la invención, el módulo de extensión de ancho de banda está configurado de tal manera que la formación temporal de la señal de ruido se hace de sub-banda en sub-banda al dividir la señal de ruido en varias señales de ruido de sub-banda, mediante un banco de filtros de paso de banda y al  
30 efectuar una formación temporal específica sobre cada una de las señales de ruido de sub-banda.

**[0025]** En lugar de pre-formar la señal de ruido uniformemente, la formación se puede hacer más precisamente al dividir la señal de ruido en varias sub-bandas mediante un banco de filtros de paso de banda y al efectuar una formación específica en cada señal de sub-banda.  
35

**[0026]** Según una realización preferida de la invención, el módulo de extensión de ancho de banda comprende un selector de intervalo de frecuencia, configurado para establecer un intervalo de frecuencia de la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia. Después de la transformación de la señal de ruido formada a una representación de tiempo – frecuencia, el ancho de banda objetivo de la señal de audio de dominio  
40 de frecuencia de ancho de banda extendido puede ser seleccionada y si es necesario, desplazado a su posición espectral pretendida. Mediante estos elementos, el intervalo de frecuencia de la señal de audio de dominio de tiempo de ancho de banda extendido puede ser escogido de manera fácil.

**[0027]** Según una realización preferida de la invención que comprende el módulo de extensión de ancho de banda, un módulo de post-formación, configurado para la formación temporal y/o espectral en el dominio de frecuencia de la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia. Mediante estos elementos, la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia puede ser adaptada con respecto a una tendencia temporal adicional y/o una envolvente espectral para refinación.  
45

**[0028]** Según una realización preferida de la invención, el receptor de flujo de bits está configurado para derivar una señal de información lateral del flujo de bits, en el que el módulo de extensión de ancho de banda está configurado para producir la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia, dependiendo de la señal de información lateral. En otras palabras, la información lateral adicional, que fue extraída dentro del codificador y transmitida vía el flujo de bits, puede ser aplicada para refinación adicional de la señal de extensión de  
50 ancho de banda de dominio de frecuencia. Mediante estos elementos, la calidad percibida de la señal de audio de dominio de tiempo de ancho de banda extendido puede ser incrementada adicionalmente.

**[0029]** Según una realización preferida de la invención, el generador de ruido está configurado para producir la señal de ruido, dependiendo de la señal de información lateral. En esta realización, el generador de ruido puede

ser controlado de tal manera para obtener una señal de ruido con una inclinación espectral, en lugar de ruido blanco espectralmente plano, con el fin de mejorar adicionalmente la calidad percibida de la señal de audio de dominio de tiempo de ancho de banda extendido.

5 **[0030]** Según una realización preferida de la invención, el módulo de pre-formación está configurado para la formación temporal de la señal de ruido, dependiendo de la señal de información lateral. En la pre-formación, la información lateral puede ser usada para, por ejemplo, escoger un cierto ancho de banda objetivo de la señal del decodificador central, que es usado para la pre-formación.

10 **[0031]** Según una realización preferida de la invención, el módulo de post-formación está configurado para la formación temporal y/o espectral de la señal de ruido de salida de dominio de frecuencia, dependiendo de la señal de información lateral. El uso de la información en la post-formación puede asegurar que la envolvente de tiempo – frecuencia ordinaria de la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia siga la envolvente original.

15

**[0032]** Según una realización preferida de la invención, el módulo de extensión de ancho de banda comprende un generador de ruido configurado adicional para producir una señal de ruido adicional en un dominio del tiempo, un módulo de pre-formación adicional configurado para la formación temporal de la señal de ruido adicional, dependiendo de la envolvente temporal de la señal de audio decodificada, con el fin de producir una señal de ruido formada adicional y un convertidor de tiempo a frecuencia adicional configurado para transformar la señal de ruido formada adicional a una señal de ruido de dominio de frecuencia adicional; en donde la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia depende de la señal de ruido de dominio de frecuencia adicional. La producción de la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia mediante el uso de dos o más señales de ruido de dominio de frecuencia puede conducir a un incremento de la calidad percibida de la señal de audio de dominio de tiempo de ancho de banda extendido.

**[0033]** Según una realización preferida de la invención, el módulo de extensión de ancho de banda está configurado de tal manera que la formación temporal de la señal de ruido adicional se hace de una manera sobre-enfatizada. En lugar de formar la señal de ruido adicional en base a la envolvente temporal original de la señal de audio decodificada; es también posible efectuar esta formación de una manera sobre-enfatizada. Esto se puede realizar al dispersar la envolvente temporal en términos de amplitudes, antes de derivar ganancias de pre-formación en su base. Aunque este sobre-énfasis no representa la envolvente original real, la inteligibilidad de algunas porciones de señal, como por ejemplo vocales, mejora para flujos de bits muy bajos.

30 **[0034]** Según una realización preferida de la invención, el módulo de extensión de ancho de banda está configurado de tal manera que la formación temporal de la señal de ruido adicional se hace de sub-banda en sub-banda, al dividir la señal de ruido adicional en varias señales de ruido de sub-banda adicionales, mediante un banco de filtros de paso de banda y efectuar una formación temporal específica en cada una de las señales de ruido de sub-banda adicionales.

40

**[0035]** En lugar de pre-formación de la señal de ruido adicional uniformemente, la formación se puede hacer más precisamente al dividir la señal de ruido adicional en varias sub-bandas por un banco de filtros de paso de banda y efectuar una formación específica en cada señal de sub-banda.

45 **[0036]** Según una realización preferida de la invención, el módulo de extensión de ancho de banda comprende un generador de tonos configurado para producir una señal de tono en un dominio del tiempo, un módulo de pre-formación configurado para la formación temporal de la señal de tono, dependiendo de la envolvente temporal de la señal de audio decodificada, con el fin de producir una señal de tono formada y un convertidor de tiempo a frecuencia, configurado para transformar la señal de tono formada a una señal de tono de dominio de frecuencia, en donde la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia depende de la señal de tono de dominio de frecuencia.

50

**[0037]** Dicho generador de tonos puede ser funcional para producir todo tipo de tonos, por ejemplo, tonos sinusoidales, tonos de onda triangular y cuadrada, tonos de diente de sierra, impulsos que se asemejan a voz hablada artificial, etc. Adicional al procesamiento de señales de ruido sintéticas, también es posible generar componentes tonales sintéticos en el dominio del tiempo que son de forma temporal y subsecuentemente transformados a una representación de frecuencia. En este caso, la formación en dominio del tiempo es benéfica, por ejemplo para modelar de manera precisa las fases de ADSR (ataque, decaimiento, sostenimiento, liberación) de los tonos, lo cual no es posible en una representación de dominio de frecuencia común. El uso de forma adicional de

una señal de tono de dominio de frecuencia puede incrementar además la calidad de la señal de dominio de tiempo de ancho de banda extendido.

- [0038]** Según una realización preferida de la invención, el módulo decodificador central comprende un decodificador central de dominio de tiempo y un decodificador central de dominio de frecuencia, en el que o bien el decodificador central de dominio de tiempo o el decodificador central de dominio de frecuencia es usado para derivar la señal de audio decodificada a partir de la señal de audio codificada. Estos elementos permiten usar la invención en un medio ambiente de codificación de voz y audio unificado (MPEG-D USAC).
- 5
- 10 **[0039]** Según una realización preferida de la invención, un extractor de parámetros de control es configurado para extraer parámetros de control usados por el módulo decodificador central de la señal de audio decodificada y en el que el módulo de extensión de ancho de banda está configurado para producir la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia dependiendo de los parámetros de control. Aunque la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia puede ser producida a ciegas en base a la envolvente del codificador central o controlada por parámetros derivados de la señal del codificador central, puede ser producida también de una manera parcialmente guiada, por medio de parámetros extraídos y transmitidos del codificador.
- 15
- [0040]** Según una realización preferida de la invención, el módulo de extensión de ancho de banda comprende una calculadora de ganancias de formación configurada para establecer ganancias de formación para el módulo de pre-formación, dependiendo de la envolvente temporal de la señal de audio decodificada y en donde el módulo de pre-formación está configurado para la formación temporal de la señal de ruido, dependiendo de las ganancias de formación para el módulo de pre-formación. Estos elementos permiten implementar la invención de manera fácil.
- 20
- 25 **[0041]** Según una realización preferida de la invención, la calculadora de ganancias de formación, para establecer ganancias de formación para el módulo de pre-formación, está configurada para establecer ganancias de formación para el módulo de pre-formación, dependiendo de los parámetros de control. Estos elementos permiten implementar la invención de manera fácil.
- 30 **[0042]** Según una realización preferida de la invención, el módulo de extensión de ancho de banda comprende una calculadora de ganancias de formación configurada para establecer ganancias de formación para el módulo de pre-formación adicional, dependiendo de la envolvente temporal de la señal de audio decodificada y en donde el módulo de pre-formación adicional está configurado para la formación temporal de la señal de ruido adicional, dependiendo de las ganancias de formación para el módulo de pre-formación adicional.
- 35
- [0043]** Según una realización preferida de la invención, la calculadora de ganancias de formación, para establecer ganancias de formación para el módulo de pre-formación adicional, está configurada para establecer ganancias de formación para el módulo de pre-formación adicional, dependiendo de los parámetros de control.
- 40 **[0044]** Según una realización preferida de la invención, el módulo de extensión de ancho de banda comprende una calculadora de ganancias de formación, configurada para establecer ganancias de formación para el módulo de pre-formación de tonos, dependiendo de la envolvente temporal de la señal de audio decodificada y en la que el módulo de pre-formación de tonos está configurado para la formación temporal de la señal de tono, dependiendo de las ganancias de formación para el módulo de pre-formación de tono.
- 45
- [0045]** Según una realización preferida de la invención, la calculadora de ganancias de formación para establecer ganancias de formación para el módulo de pre-formación de tono está configurada para establecer ganancias de formación para el módulo de pre-formación adicional dependiendo de los parámetros de control.
- 50 **[0046]** En un aspecto adicional, el objeto es obtenido mediante un procedimiento para decodificar un flujo de bits, en el que el procedimiento comprende las etapas de:
- recepción del flujo de bits y derivación de una señal de audio codificada del flujo de bits mediante el uso de un receptor de flujo de bits;
- 55 derivación de una señal de audio decodificada en un dominio del tiempo desde la señal de audio codificada mediante el uso de un módulo decodificador central;
- determinación de una envolvente temporal de la señal de audio decodificada mediante el uso de un generador de envolvente temporal;
- producción de una señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia mediante el uso

de un módulo de extensión de ancho de banda que ejecuta las etapas de:

producción de una señal de ruido en el dominio del tiempo mediante el uso de un generador de ruido del módulo de extensión de ancho de banda,

5 decodificada, con el fin de producir una señal de ruido formada utilizando un módulo de pre-formación del módulo de extensión de ancho de banda,

transformación de la señal de ruido formada ruido en una señal de ruido de dominio de frecuencia; en la que la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia depende de la señal de ruido dominio de frecuencia, mediante el uso de un convertidor de tiempo a frecuencia del módulo de extensión de ancho de banda;

10 transformación de la señal de audio decodificada en una señal de audio decodificada de dominio de frecuencia mediante el uso de un convertidor de tiempo a frecuencia adicional;

combinación de la señal de audio decodificada de dominio de frecuencia y la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia, con el fin de producir una señal de audio de dominio de frecuencia de ancho de banda extendido mediante el uso de un combinador; y

15 transformación de la señal de audio de dominio de frecuencia de ancho de banda extendido en una señal de audio de dominio de tiempo de ancho de banda extendido con el uso de un convertidor de frecuencia a tiempo.

**[0047]** En un aspecto adicional, el objeto es obtenido mediante un programa informático que ejecuta el procedimiento de la invención, cuando se ejecuta en un procesador.

**[0048]** Realizaciones preferidas de la invención son discutidas subsecuentemente con respecto a los dibujos adjuntos, en los que:

25 La figura 1 ilustra una primera realización de un dispositivo decodificador de audio según la invención en una vista esquemática;

La figura 2 ilustra una segunda realización de un dispositivo decodificador de audio según la invención en una vista esquemática;

30 La figura 3 ilustra una tercera realización de un dispositivo decodificador de audio según la invención en una vista esquemática; y

La figura 4 ilustra una cuarta realización de un dispositivo decodificador de audio según la invención en una vista esquemática.

**[0049]** La figura 1 ilustra una primera realización de un dispositivo decodificador de audio según la invención en una vista esquemática.

**[0050]** El dispositivo decodificador de audio 1 comprende:

40 un receptor de flujo de bits 2 configurado para recibir el flujo de bits BS y para derivar una señal de audio codificada EAS del flujo de bits BS;

un módulo decodificador central 3 configurado para derivar una señal de audio decodificada DAS en el dominio del tiempo desde la señal de audio codificada EAS;

un generador de envolvente temporal 4 configurado para determinar una envolvente temporal TED de la señal de audio decodificada DAS;

45 un módulo de extensión de ancho de banda 5, configurado para producir una señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia BEF, en la que el módulo de extensión de ancho de banda 5 comprende un generador de ruido 6, configurado para producir una señal de ruido NOS en el dominio de tiempo, en la que el módulo de extensión de ancho de banda 5 comprende un módulo de pre-formación 7 configurado para la formación

50 DAS con el fin de producir un señal de ruido formada SNS y en la que el módulo de extensión de ancho de banda 5 comprende un convertidor de tiempo a frecuencia 8, configurado para transformar la señal de ruido formada SNS en una señal de ruido de dominio de frecuencia, en la que la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia BEF depende de la señal de ruido de dominio de frecuencia FNS;

un convertidor de tiempo a frecuencia 9 configurado para transformar la señal de audio decodificada

55 DAS en una señal de audio decodificada de dominio de frecuencia FDS;

un combinador 10 configurado para combinar la señal de audio de dominio de frecuencia FDS y la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia BEF, con el fin de producir una señal de audio de dominio de frecuencia de ancho de banda extendido BFS y

un convertidor de frecuencia a tiempo 11 configurado para transformar la señal de audio de dominio



de frecuencia de ancho de banda extendido BFS en una señal de audio de dominio de tiempo de ancho de banda extendido BAS.

5 **[0051]** La invención proporciona un concepto de extensión de ancho de banda, que puede ser básicamente aplicado de manera independiente de la técnica de codificación central fundamental. Además, ofrece una extensión de ancho de banda de hasta intervalos de frecuencia de banda ancha super-amplia para puntos de operación de bajo flujo de bits, con alta calidad perceptual especialmente para señales de voz. Esto se obtiene al generar señales de ruido formadas temporalmente SNS en dominio de tiempo, que son transformadas e insertadas a la señal de audio decodificada de dominio de frecuencia FDS.

10 **[0052]** En sistemas de señal-adaptables, flexibles, que incorporan más de un codificador central, por ejemplo, como el contenido en codificación de voz y audio codificado (MPEG-D USAC), los artefactos de conmutación que ocurren en la transición entre diferentes codificadores centrales, podrían ser enfatizados ya que también la extensión de ancho de banda tiene que ser conmutada al mismo tiempo. Estos problemas pueden ser superados al aplicar una técnica de extensión de ancho de banda independiente del codificador central de acuerdo con la invención.

20 **[0053]** La replicación de banda espectral introduce artefactos que podrían ser molestos, especialmente cuando se codifica voz, debido al parche de los componentes de LF a la parte de HF. Estos artefactos surgen debido a la correlación del contenido LF- y HF parcheado, por una parte. Por otra parte, el desajuste espectral posible entre la parte de LF y HF conduce a sonido agudo, distorsiones no armónicas. En contraste con esto, el dispositivo decodificador 1 según la invención evita producir artefactos y sonido agudo.

25 **[0054]** Otro inconveniente de la replicación de banda espectral es la carencia de posibilidad de manipular la estructura temporal de la parte HF-parcheada. Debido a la necesidad de una representación de tiempo – frecuencia paramétrica eficaz en flujo de bits del contenido, la resolución temporal es limitada. Esto podría ser desventajoso para, por ejemplo, procesamiento de voz femenina, en el que el tono de los impulsos glotales es alto y también exhibe una alta variabilidad temporal. El dispositivo decodificador 1 según la invención es, en contraste con la replicación de banda espectral, apropiado para la reproducción de voz femenina.

30 **[0055]** Finalmente, una extensión de ancho de banda basada en múltiples capas es capaz de reconstruir contenido de HF, tanto de una manera espectral como temporalmente exacta, pero por otra parte su consumo de bits necesario es significativamente más alto que para procedimientos paramétricos. El dispositivo decodificador 1 según la invención proporciona un consumo de bits más bajo orientado a tales procedimientos.

35 **[0056]** Así, la presente invención proporciona un nuevo concepto de extensión de ancho de banda, que combina los beneficios de las técnicas de extensión de ancho de banda descritas previamente, bien conocidas, mientras que omiten sus inconvenientes. Más específicamente, se proporciona un concepto que permite codificación de voz de banda super-amplia de alta calidad a bajos flujos de bits, mientras que es independiente del codificador central fundamental 3.

40 **[0057]** La invención proporciona a alta calidad perceptual, especialmente para voz para anchos de banda de salida de hasta el intervalo de banda super-amplia. La extensión de ancho de banda según la invención está basada en la inserción de ruido. Adicionalmente, la nueva extensión de ancho de banda es independiente de su códec central fundamental. Por consiguiente, es apropiada - en contraste con la extensión de ancho de banda de codificación de voz estándar - para ser usada encima de un sistema conmutado, que incorpora esquemas de codificación fundamentalmente diferentes.

50 **[0058]** Ya que la mezcla de la extensión de ancho de banda recién propuesta y la señal del decodificador central se efectúa en una representación de tiempo – frecuencia comparable a la replicación de banda espectral, ambas técnicas podrían ser fácilmente combinadas en un sistema combinado, donde la conmutación sin fisuras en una base de cuadro en cuadro o combinación dentro de un cuadro dado sería posible. Ya que la nueva extensión de ancho de banda se centra principalmente en voz, este procedimiento podría ser deseable para procesar señales que contienen música o contenido mezclado. La conmutación puede ser controlada ya sea por la información lateral transmitida o por parámetros derivados en el decodificador 3 al analizar la señal central DAS.

55 **[0059]** Según la invención, la generación y subsecuente formación de ruido se hace en dominio del tiempo, debido a que la resolución temporal de dominio de tiempo puede ser más alta que en soluciones en las que el ruido es generado y formado dentro de una representación de tiempo – frecuencia, similar al aplicado en procesamiento de replicación de banda espectral, ya que los bancos de filtros limitan la resolución de tiempo, que es esencial para

reproducir voz de tono alto (por ejemplo voz femenina).

**[0060]** Para evitar los problemas mencionados anteriormente e incluso cumplir los requisitos, la nueva extensión de ancho de banda efectúa las siguientes etapas de procesamiento: en primer lugar, una sola señal de ruido NOS es generada en el dominio del tiempo, en el que el número de muestras surge de la velocidad de cuadro del sistema, así como la velocidad de toma de muestras escogida y el ancho de banda de la señal de ruido. Subsecuentemente, la señal de ruido NOS es preformada temporalmente, en base a la envolvente temporal TED de la señal de codificador central decodificada DAS. Además, la señal representada en tiempo – frecuencia combinada BFS es convertida a la señal de audio de dominio de tiempo de ancho de banda extendido BAS mediante transformación inversa.

**[0061]** Las técnicas de extensión de ancho de banda son usadas comúnmente en codificación de habla y audio para mejorar la calidad perceptual al ampliar el ancho de banda de salida efectivo. Así, la mayoría de los bits disponibles pueden ser usados dentro del codificador central 3, permitiendo una precisión más alta en el intervalo de frecuencia inferior más importante. Aunque hay estrategias existentes, algunas de las cuales ganaron amplia aceptación, todas carecen de viabilidad para procesamiento de voz por un sistema que incorpora múltiples codificadores centrales conmutables, en base a diferentes esquemas de codificación. Ya que extensión de ancho de banda según la invención es independiente de la tecnología del decodificador central, la presente invención propone una técnica de extensión de ancho de banda, que es perfectamente apropiada a la mencionada anteriormente y otras.

**[0062]** Dentro de la extensión de ancho de banda según la invención, se pueden generar las señales de extensión plenamente sintéticas, que tienen una envolvente temporal que pueden ser pre-formadas y de este modo adaptadas a la señal de codificador central fundamental DAS. La formación de la envolvente temporal de la señal de la extensión SNS se puede hacer en una resolución de tiempo significativamente más alta que la que está disponible en el banco de filtros genuino o dominio de transformada empleado en el proceso de post-formación de extensión de ancho de banda.

**[0063]** Según la realización preferida de la invención, la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia BEF es producida sin replicación de banda espectral. Mediante estos elementos, se puede minimizar el esfuerzo computacional necesario.

**[0064]** Según una realización preferida de la invención, el módulo de extensión de ancho de banda 5 está configurado de tal manera que la formación temporal de la señal de ruido NOS se hace de una manera sobre-enfatizada. En lugar de formar la señal de ruido NOS en base a la envolvente temporal original TED de la señal de audio decodificada DAS; también es posible efectuar esta formación de una manera sobre-enfatizada. Esto se puede realizar al esparcir la envolvente temporal TED en términos de amplitudes, antes de derivar ganancias de pre-formación en su base. Aunque este sobre-énfasis no representa la envolvente original real TED, la inteligibilidad de algunas porciones de señal, por ejemplo vocales, mejora para velocidades de bits muy bajas.

**[0065]** Según una realización preferida de la invención, el módulo de extensión de ancho de banda 5 está configurado de tal manera que la formación temporal de la señal de ruido NOS se hace de sub-banda en sub-banda, mediante la división de la señal de ruido NOS en varias señales de ruido de sub-banda, mediante un banco de filtros de paso de banda y efectuar una formación temporal específica en cada una de las señales de ruido de sub-banda.

**[0066]** En lugar de pre-formar la señal de ruido NOS uniformemente, la formación se puede hacer más precisamente al dividir la señal de ruido NOS en varias sub-bandas mediante un banco de filtros de paso de banda y efectuar una formación específica en cada señal de sub-banda.

**[0067]** Además, la invención se refiere a un procedimiento para decodificar un flujo de bits BS, en el que el procedimiento comprende las etapas de:

recepción del flujo de bits BS y derivación de una señal de audio codificada EAS desde el flujo de bits BS mediante el uso de un receptor de flujo de bits 2;

derivación de una señal de audio decodificada DAS en un dominio de tiempo desde la señal de audio codificada EAS mediante el uso de un módulo decodificador central 3;

determinación de una envolvente temporal TED de la señal de audio decodificada DAS mediante el uso de un generador de envolvente temporal 4;

producción de una señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia BEF mediante el uso de un módulo de extensión de ancho de banda 5 que ejecuta las etapas de:

producción de una señal de ruido NOS en dominio del tiempo mediante el uso de un generador de ruido 6 del módulo de extensión de ancho de banda 5,

5 formación temporal de la señal de ruido NOS dependiendo de la envolvente temporal TED de la señal de audio decodificada DAS, con el fin de producir una señal de ruido formada SNS mediante el uso de un módulo de pre-formación 7 del módulo de extensión de ancho de banda 5,

transformación de la señal de ruido formada SNS en una señal de ruido de dominio de frecuencia FNS; en la que la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia BEF depende de la señal de ruido de dominio de frecuencia FNS, mediante el uso de un convertidor de tiempo a frecuencia 8 del módulo de extensión de ancho de banda 5;

transformación de la señal de audio decodificada DAS en una señal de audio decodificada de dominio de frecuencia FDS mediante el uso de un convertidor de tiempo a frecuencia adicional 9;

15 combinación de la señal de audio decodificada de dominio de frecuencia FDS y la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia BEF con el fin de producir una señal de audio de dominio de frecuencia de ancho de banda extendido BFS mediante el uso de un combinador 10; y

transformación de la señal de audio de dominio de frecuencia de ancho de banda extendido BFS en una señal de audio de dominio de tiempo de ancho de banda extendido BAS mediante el uso de un convertidor de frecuencia a tiempo 11.

20

**[0068]** Además, la invención se refiere al programa informático, cuando se ejecuta en un procesador, que ejecuta el procedimiento según la invención.

**[0069]** La figura 2 ilustra una segunda realización de un dispositivo decodificador de audio según la invención en una vista esquemática.

25

**[0070]** Según una realización preferida de la invención, el módulo de extensión de ancho de banda 5 comprende un selector de intervalo de frecuencias 12 configurado para ajustar un intervalo de frecuencia de la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia BEF. Después de transformar la señal de ruido formada SNS a una representación de tiempo-frecuencia FNS, el ancho de banda objetivo de la señal de audio de dominio de frecuencia extendido BEF puede ser seleccionado y si es necesario, desplazado a su posición espectral pretendida. Mediante estos elementos, el intervalo de frecuencia de la señal de audio de dominio de tiempo de ancho de banda extendido puede ser escogido de manera fácil.

30

**[0071]** Según una realización preferida de la invención, el módulo de extensión de ancho de banda 5 comprende un módulo de post-formación configurado para la formación temporal y/o espectral en el dominio de frecuencia de la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia BEF. Mediante estos elementos, la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia BEF puede ser adaptada con respecto a una tendencia temporal adicional y/o una envolvente espectral para refinación.

35

**[0072]** Según una realización preferida de la invención, el receptor de flujo de bits 2 está configurado para derivar una señal de información lateral SIS del flujo de bits BS, en la que el módulo de extensión de ancho de banda 5 está configurado para producir la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia BEF, dependiendo de la señal de información lateral SIS. En otras palabras, la información lateral adicional, que fue extraída del codificador y transmitida vía el flujo de bits BS, puede ser aplicada para la refinación adicional de la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia BEF. Mediante estos elementos, la calidad percibida de la señal de audio de dominio de tiempo de ancho de banda extendido BAS puede ser incrementada adicionalmente.

45

**[0073]** Según una realización preferida de la invención, el generador de ruido 6 está configurado para producir la señal de ruido NOS dependiendo de la señal de información lateral SIS. En esta realización, el generador de ruido 6 puede ser controlado de tal manera para obtener una señal de ruido con una inclinación espectral, en lugar de ruido blanco espectralmente plano, con el fin de mejorar adicionalmente la calidad percibida de la señal de audio de dominio de tiempo de ancho de banda extendido BAS.

50

**[0074]** Según una realización preferida de la invención, el módulo de pre-formación 7 está configurado para la formación temporal de la señal de ruido NOS dependiendo de la señal de información lateral SIS. Dentro de la pre-formación, la información lateral puede ser usada para, por ejemplo, escoger un cierto ancho de banda objetivo de la señal del decodificador central DAS, que es usado para la pre-formación.

55

**[0075]** Según una realización preferida de la invención, el módulo de post-formación 13 está configurado para la formación temporal y/o espectral de la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia BEF dependiendo de señal de información lateral SIS. El uso de información lateral en la post-formación puede asegurar que la envolvente de tiempo-frecuencia ordinaria de la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia BEF siga la envolvente original TED.

**[0076]** La figura 3 ilustra una tercera realización de un dispositivo decodificador de audio según la invención en una vista esquemática.

**[0077]** Según una realización preferida de la invención, el módulo de extensión de ancho de banda 5 comprende un generador de ruido adicional 14, configurado para producir una señal de ruido adicional NOSF en el dominio de tiempo, un módulo de pre-formación adicional 15, configurado para la formación temporal de la señal de ruido adicional NOSF, dependiendo de la envolvente temporal TED de la señal de audio decodificada DAS, con el fin de producir un señal de ruido formada adicional SNSF y un convertidor de tiempo a frecuencia adicional 16, configurado para transformar la señal de ruido formada adicional SNSF en un señal de ruido de dominio de frecuencia adicional FNSF, en donde la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia BEF depende de la señal de ruido de dominio de frecuencia adicional FNSF. La producción de la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia BEF, mediante el uso de dos señales de ruido de dominio de frecuencia FNS, FNSF puede conducir a un incremento de la calidad de audio percibida de la señal de audio de dominio de tiempo de ancho de banda extendido BAS.

**[0078]** Según una realización preferida de la invención, el módulo de extensión de ancho de banda 5 está configurado de tal manera que la formación temporal de la señal de ruido adicional NOSF se hace de una manera sobre-enfatizada. Esto se puede realizar al esparcir la envolvente temporal en términos de amplitudes, antes de derivar ganancias de pre-formación en su base. Aunque este sobre-énfasis no representa la envolvente original real, la inteligibilidad de algunas porciones de señal, como por ejemplo vocales, mejora los flujos de bits muy bajos.

**[0079]** Según una realización preferida de la invención, el módulo de extensión de ancho de banda 5 está configurado de tal manera que la formación temporal de la señal de ruido adicional NOSF se hace de sub-banda en sub-banda, al dividir la señal de ruido adicional NOSF en varias señales de ruido de sub-banda adicionales, por un banco de filtros de paso de banda y efectuando una formación temporal específica en cada una de las señales de ruido de sub-banda adicionales.

**[0080]** En lugar de pre-formar la señal de ruido adicional uniformemente, la formación se puede hacer más precisamente al dividir la señal de ruido adicional en varias sub-bandas por un banco de filtros de paso de banda y efectuando una formación específica en cada señal de sub-banda.

**[0081]** Según una realización preferida de la invención, el módulo de extensión de ancho de banda 5 comprende un generador de tonos 17, configurado para producir una señal de tono TOS en un dominio del tiempo, un módulo de pre-formación de tonos 18 configurado para la formación temporal de la señal de tono TOS dependiendo de la envolvente temporal TED de la señal de audio decodificada DAS con el fin de producir un señal de tono formada STS y un convertidor de tiempo a frecuencia 19, configurado para transformar la señal de tono formada STS en una señal de tono de dominio de frecuencia FTS, en donde la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia BEF depende de la señal de tono de dominio de frecuencia FTS. Adicional al procesamiento de señales de ruido sintéticas NOS, NOSF, también es posible generar componentes tonales sintéticos en el dominio del tiempo que son de forma temporal y posteriormente transformados en una representación de frecuencia FTS. En este caso, la formación en el dominio del tiempo es beneficiosa, por ejemplo para modelar de manera precisa las fases de ADSR (ataque, decaimiento, sostenimiento, liberación) de tonos, lo cual no es posible en una representación de dominio de frecuencia común. El uso adicionalmente de una señal de tono de dominio de frecuencia FTS puede incrementar adicionalmente la cantidad de la señal de dominio de tiempo de ancho de banda extendido BAS.

**[0082]** La señal de ruido de dominio de frecuencia FNS, la señal de dominio de frecuencia adicional FNSF y/o la señal de tono de dominio de frecuencia pueden ser combinadas por un combinador 20.

**[0083]** La figura 4 ilustra una cuarta realización de un dispositivo decodificador de audio según la invención en una vista esquemática.

**[0084]** Según una realización preferida de la invención, el módulo decodificador central 5 comprende un decodificador central de dominio de tiempo 21 y un decodificador central de dominio de frecuencia 22, en el que o bien el decodificador central de dominio de tiempo 21 o el decodificador central de dominio de frecuencia 22 es seleccionable para derivar la señal de audio decodificada DAS de la señal de audio codificada EAS. Estos elementos permiten usar la invención en un medio ambiente de codificación de voz y audio unificado (MPEG-D USAC).

**[0085]** Según una realización preferida de la invención, un extractor de parámetros de control 23 está configurado para extraer parámetros de control CP usados por el módulo de decodificador central 3 de la señal de audio decodificada DAS y en el que el módulo de extensión de ancho de banda 5 está configurado para producir la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia BEF dependiendo de los parámetros de control CP. Aunque la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia BEF puede ser producida a ciegas en base a la envolvente del codificador central o controlada por parámetros derivados de la señal de codificador central, también puede ser producida de manera parcialmente guiada, por medio de parámetros extraídos y transmitidos del codificador.

**[0086]** Según una realización preferida de la invención, el módulo de extensión de ancho de banda 5 comprende una calculadora de ganancias de formación 24, configurada para establecer ganancias de formación SG para el módulo de pre-formación 7, dependiendo de la envolvente temporal TED de la señal de audio decodificada DAS y en donde el módulo de pre-formación 7 está configurado para la formación temporal de la señal de ruido NOS dependiendo de las ganancias de formación SG para el módulo de pre-formación 7. Estos elementos permiten implementar la invención de manera fácil.

**[0087]** Según una realización preferida de la invención, la calculadora de ganancias de formación 24 para establecer ganancias de formación SG para el módulo de pre-formación 7 está configurada para establecer ganancias de formación SG para el módulo de pre-formación 7 dependiendo de los parámetros de control CP.

**[0088]** Según la realización preferida de la invención, el módulo de extensión de ancho de banda 5 comprende una calculadora de ganancias de formación configurada para establecer ganancias de formación adicionales para el módulo de pre-formación adicional 15, dependiendo de la envolvente temporal TED de la señal de audio decodificada DAS y en donde el módulo de pre-formación adicional 14 está configurado para la formación temporal de la señal de ruido adicional NOSF dependiendo de las ganancias de formación para el módulo de pre-formación adicional 14.

**[0089]** Según una realización preferida de la invención, la calculadora de ganancias de formación, para establecer ganancias de formación, para el módulo de pre-formación adicional 15 está configurada para establecer ganancias de formación para el módulo de pre-formación adicional 15 dependiendo de los parámetros de control CP.

**[0090]** Según una realización preferida de la invención, el módulo de extensión de ancho de banda 5 comprende una calculadora de ganancias de formación configurada para establecer las ganancias de formación para el módulo de pre-formación de tonos 18, dependiendo de la envolvente temporal TED de la señal de audio decodificada DAS y en donde el módulo de pre-formación de tono 18 está configurado para la formación temporal de la señal de tono TOS, dependiendo de las ganancias de formación para el módulo de pre-formación de tono 18.

**[0091]** Según una realización preferida de la invención, la calculadora de ganancias de formación para establecer ganancias de formación para el módulo de pre-formación de tonos 18 está configurada para establecer ganancias de formación para el módulo de pre-formación adicional 18 dependiendo de los parámetros de control CP.

**[0092]** La figura 4 ilustra una realización preferida de la nueva extensión de ancho de banda de paso a paso como una mejora de un sistema de codificación conmutado. El sistema ejemplar comprende un decodificador central de dominio de tiempo 21 y un codificador central de dominio de frecuencia 22, que se pone en operación a una velocidad de toma de muestras interna de 12.8 kHz y 20 ms de cuadro, cada uno. Este ajuste dado da como resultado 256 muestras de salida del decodificador por cuadro y un ancho de banda de salida de 6.4 KHz. Mediante la aplicación de la extensión de ancho de banda, se supone que el ancho de banda de salida efectivo del sistema se extiende hasta 14.4 kHz con una señal de ruido, a una velocidad de muestreo de 32.0 kHz. De aquí, las etapas siguientes pueden ser efectuadas para cada cuadro:

En la etapa de generación de ruido se puede obtener un cuadro de ruido de ancho de banda efectivo de 8.0 kHz (14.4 kHz – 6.4 kHz) al generar 20 ms de ruido blanco a una velocidad de toma de muestras de 16.0 kHz, dando

como resultado 320 muestras de ruido.

5 **[0093]** En la etapa de extracción del parámetro de control, los parámetros del decodificador central, por ejemplo, frecuencia fundamental y ganancia del predictor a largo plazo (LTP) del codificador de voz pueden ser reutilizados. Además, se pueden extraer parámetros de la señal de salida del decodificador central, por ejemplo centroide espectral y velocidad de cruce de cero. Además, la decisión en cuanto a la intensidad de pre-formación puede estar basada en parámetros de control, por ejemplo, formación fuerte de alta frecuencia fundamental y alta ganancia de predictor de largo tiempo (vocal de tono alto) y débil o ninguna formación para centroide espectral alto y velocidad de cruce de cero (sibilante).

10 **[0094]** En la etapa de generación de envolvente temporal, se puede usar un filtro de paso de altas frecuencias para eliminar la parte de CD y las frecuencias muy bajas de la señal de salida del decodificador central DAS, las muestras de tiempo pueden ser convertidas a energías y los coeficientes de codificación de predicción lineal (LPC) pueden ser calculados a partir de las energías.

15 **[0095]** En la etapa de cálculo de ganancias de formación, los coeficientes de codificación de predicción lineal pueden ser convertidos a respuesta de frecuencia de longitud de 320 muestras, que representa la envolvente temporal suavizada y las muestras de envolvente temporal suavizadas pueden ser convertidas a valores de ganancia que consideran la resistencia de formación objetivo.

20 **[0096]** En la etapa de pre-formación temporal, los valores de ganancia de pre-formación pueden ser aplicados a muestras de ruido.

25 **[0097]** En la etapa de conversión de tiempo a frecuencia, la señal de salida del decodificador central DAS puede ser procesada por un banco de filtros de espejo en cuadratura de análisis que incorpora filtros de ancho de banda de 400 Hz y tamaño de salto de 1,25 ms, que da como resultado una matriz de tiempo a frecuencia de 20 sub-bandas de filtro de espejo en cuadratura y 16 ranuras de tiempo. Además, el cuadro de ruido puede ser procesado por un banco de filtros de espejo en cuadratura adicional que incorpora los mismos ajustes como para la señal de salida del decodificador, que da como resultado una matriz de tiempo a frecuencia de 16 sub-bandas de filtro de espejo en cuadratura y 16 ranuras de tiempo.

30 **[0098]** En la etapa de transposición (selección de ancho de banda), el cuadro de ruido puede ser desplazado a un intervalo de frecuencia objetivo y apilado encima de la matriz de señal del decodificador a una matriz de salida T/F de 36 sub-bandas de filtro de espejo en cuadratura y 16 ranuras de tiempo.

35 **[0099]** En la etapa de post-formación temporal y espectral, se puede asegurar una tendencia temporal correcta para porciones de señal críticas (por ejemplo, transitorias) mediante post-formación temporal del filtro de envolvente de espejo en cuadratura transpuesta por medio de la información lateral transmitida. Además, la inclinación espectral original y energía global puede ser aproximada por la post-formación espectral de la envolvente de filtro de espejo en cuadratura transpuesta, por medio de la información lateral transmitida.

40 **[0100]** En la etapa de síntesis, una matriz de tiempo a frecuencia de salida de 36 sub-bandas puede ser procesada por un banco de filtros de cuadratura de síntesis de 40 sub-bandas, lo que da como resultado una señal de salida de dominio de tiempo de banda super-amplia BAS de velocidad de muestreo de 32,0 KHz y un ancho de banda efectivo de 14,4 KHz.

45 **[0101]** Con respecto al decodificador y los procedimientos de las realizaciones descritas se puede mencionar lo siguiente:

50 Aunque algunos aspectos han sido descritos en el contexto de un aparato, es claro que estos aspectos también representan una descripción del procedimiento correspondiente, en donde un bloque o dispositivo corresponde a una etapa de procedimiento o un elemento de una etapa de procedimiento. Análogamente, aspectos que son descritos en el contexto de un paso o etapa de procedimiento también representan una descripción de un bloque o ítem correspondiente o un elemento de un aparato correspondiente.

55 **[0102]** Dependiendo de ciertos requisitos de implementación, las realizaciones de la invención pueden ser implementadas en elementos físicos (hardware) o en elementos de programación (software). La implementación puede ser efectuada utilizando un medio de almacenamiento digital, por ejemplo un disquete, un DVD, un CD, una ROM, una PROM, una EPROM, una EEPROM o una memoria FLASH, que tiene señales de control legibles

electrónicamente almacenadas en el mismo, que cooperan (o son capaces de cooperar) con un sistema informático programable, de tal manera que se efectúa el procedimiento respectivo.

5 **[0103]** Algunas realizaciones según la invención comprenden un soporte de datos que tiene señales de control legibles electrónicamente, que son capaces de cooperar con un sistema informático programable, de tal manera que se lleva a cabo uno de los procedimientos descritos en esta invención.

10 **[0104]** En general, las realizaciones de la presente invención pueden ser implementadas como un producto de programa informático con un código de programa, el código de programa es operativo para efectuar uno de los procedimientos, cuando el producto de programa informático se ejecuta en un ordenador. El código de programa puede estar almacenado por ejemplo en un soporte legible por máquina.

15 **[0105]** Otras realizaciones comprenden el programa informático para efectuar uno de los procedimientos descritos en esta invención, que es almacenado en un soporte legible por máquina o un medio de almacenamiento no transitorio.

20 **[0106]** En otras palabras, una realización del procedimiento de la invención es, por consiguiente, un programa informático que tiene un código de programa para efectuar uno de los procedimientos descritos en esta invención, cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador.

**[0107]** Una realización adicional de los procedimientos de la invención es, por consiguiente, un soporte de datos (o un medio de almacenamiento digital o un medio legible por ordenador) que comprende, grabadas en el mismo, el programa informático para efectuar uno de los procedimientos descritos en esta invención.

25 **[0108]** Una realización adicional del procedimiento de la invención es, por consiguiente, un flujo de datos o una secuencia de señales que representan el programa informático para efectuar uno de los procedimientos descritos en esta invención. El flujo de datos o la secuencia de señales pueden estar configurados, por ejemplo, para ser transferidos vía una conexión de comunicación de datos, por ejemplo vía Internet.

30 **[0109]** Una realización adicional comprende un medio de procesamiento, por ejemplo un ordenador o un dispositivo lógico programable, configurado o adaptado para efectuar uno de los procedimientos descritos en esta invención.

35 **[0110]** Una realización comprende además un ordenador que tiene instalado en el mismo el programa informático para efectuar uno de los procedimientos descritos en esta invención.

40 **[0111]** En algunas realizaciones, un dispositivo lógico programable (por ejemplo un arreglo de compuertas programable en el campo) puede ser usado para efectuar algunas o todas las funcionalidades de los procedimientos descritos en esta invención. En algunas realizaciones, un arreglo de compuertas programable en el campo puede cooperar con un microprocesador, con el fin de llevar a cabo uno de los procedimientos descritos en esta invención. En general, los procedimientos son efectuados ventajosamente por cualquier aparato de elementos físicos (hardware).

45 **[0112]** Aunque esta invención ha sido descrita en términos de varias realizaciones, hay alteraciones, permutaciones y equivalentes que caen dentro del alcance de esta invención. También se debería destacar que hay muchas maneras alternativas de implementar los procedimientos y composiciones de la presente invención. Por consiguiente, se pretende que las siguientes reivindicaciones adjuntas sean interpretadas incluyendo todas de tales modificaciones, permutaciones y equivalentes comprendidas dentro del ámbito de la presente invención.

50 Signos de referencia:

**[0113]**

1 Dispositivo decodificador de audio

2 Receptor de flujo de bits

55 3 Módulo decodificador central

4 Generador de envolvente temporal

5 Módulo de extensión de ancho de banda

6 Generador de ruido

7 Módulo de pre-formación

- 8 Convertidor de tiempo a frecuencia
- 9 Convertidor de tiempo a frecuencia
- 10 Combinador
- 11 Convertidor de frecuencia a tiempo
- 5 12 Selector de intervalo de frecuencia
- 13 Módulo de post-formación
- 14 Generador de ruido adicional
- 15 Módulo de pre-formación adicional
- 16 Convertidor de tiempo a frecuencia adicional
- 10 17 Generador de tono
- 18 Módulo de pre-formación de tono
- 19 Convertidor de tiempo a frecuencia
- 20 Combinador
- 21 Decodificador central de dominio de tiempo
- 15 22 Decodificador central de dominio de frecuencia
- 23 Extractor de parámetro de control
- 24 Calculador de ganancias de formación
  
- BS Flujo de bits
- 20 EAS Señal de audio codificada
- DAS señal de audio decodificada
- TED Envoltura temporal
- BEF Señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia
- NOS Señal de ruido
- 25 SNS Señal de ruido formada
- FNS Señal de ruido de dominio de frecuencia
- FDS Señal de audio decodificada de dominio de frecuencia
- BFS Señal de audio de dominio de frecuencia de ancho de banda extendido
- BAS Señal de audio de dominio de tiempo de ancho de banda extendido
- 30 FSR Señal de ruido de dominio de frecuencia de intervalo de frecuencia seleccionado
- SIS Señal de información lateral
- NOSF Señal de ruido adicional
- SNSF Señal de ruido formada adicional
- FNSF Señal de ruido de dominio de frecuencia adicional
- 35 TOS Señal de tono
- STS Señal de tono formada
- FTS Señal de tono de dominio de frecuencia
  
- SG Ganancias de formación
- 40 CP Parámetros de control

Referencias:

**[0114]**

- [1] Bessette, B.; et al.: "The Adaptive Multirate Wideband Speech Codec (AMR-WB)", IEEE Transactions on Speech and Audio Processing, Vol. 10, No. 8, noviembre 2002
- 45 [2] Dietz, M.; et al.: "Spectral Band Replication, a novel approach in audio coding", Proceedings of the 112th AES Convention, mayo 2002
- [3] Miao, L.; et al.: "G.711.1 Anexo D y G.722 Anexo B – New ITU-T Super Wideband Codecs", IEEE ICASSP 2011, pp. 5232-5235
- 50



**REIVINDICACIONES**

1. Un dispositivo decodificador de audio para decodificar un flujo de bits (BS), comprendiendo el dispositivo decodificador de audio (1):
  - 5 un receptor del flujo de bits (2) configurado para recibir el flujo de bits (BS) y para derivar una señal de audio codificada (EAS) del flujo de bits (BS);
    - un módulo de decodificador central (3) configurado para derivar una señal de audio decodificada (DAS) en el dominio del tiempo de la señal de audio codificada (EAS);
    - un generador de envolvente temporal (4) configurado para determinar una envolvente temporal (TED)
  - 10 de la señal de audio decodificada (DAS);
    - un módulo de extensión de ancho de banda (5) configurado para producir una señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia (BEF), en la que el módulo de extensión de ancho de banda (5) comprende un generador de ruido (6) configurado para producir una señal de ruido (NOS) en el dominio del tiempo, en la que el módulo de extensión de ancho de banda (5) comprende un módulo de pre-formación (7), configurado
    - 15 para la formación temporal de la señal de ruido (NOS), dependiendo de la envolvente temporal (TED), de la señal de audio decodificada (DAS), con el fin de producir una señal de ruido formada (SNS) y en la que el módulo de extensión de ancho de banda comprende (5) un convertidor de tiempo a frecuencia (8), configurado para transformar la señal de ruido formada (SNS) en una señal de ruido de dominio de frecuencia (FNS), en la que la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia (BEF) depende de la señal de ruido de dominio de
    - 20 frecuencia (FNS);
      - un convertidor de tiempo a frecuencia (9) configurado para transformar la señal de audio decodificada (DAS) en una señal de audio decodificada de dominio de frecuencia (FDS);
      - un combinador (10) configurado para combinar la señal de audio decodificada de dominio de frecuencia (FDS) y la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia (BEF) con el fin de producir
      - 25 una señal de audio de dominio de frecuencia de ancho de banda extendido (BFS); y
      - un convertidor de frecuencia a tiempo (11) configurado para transformar la señal de audio de dominio de frecuencia de ancho de banda extendido (BFS) a una señal de audio de dominio de tiempo de ancho de banda extendido (BAS).
  - 30 2. El dispositivo decodificador de audio según la reivindicación anterior, en el que la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia (BEF) es producida sin replicación de banda espectral.
  3. El dispositivo decodificador de audio según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el módulo de extensión de ancho de banda (5) está configurado de tal manera que la formación temporal de la señal de ruido
  - 35 (NOS) se hace de manera sobre-enfatizada.
  4. El dispositivo decodificador de audio según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el módulo de extensión de ancho de banda (5) está configurado de tal manera que la formación temporal de la señal de ruido (NOS) se hace de sub-banda en sub-banda, al dividir la señal de ruido (NOS) en varias señales de ruido de sub-banda, mediante un banco de filtros de paso de banda y al efectuar una formación temporal específica sobre cada una de las señales de ruido de sub-banda.
  - 40 5. El dispositivo decodificador de audio según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el módulo de extensión de ancho de banda (5) comprende un selector de intervalo de frecuencia (12) configurado para ajustar
  - 45 un intervalo de frecuencia de la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia (BEF).
  6. El dispositivo decodificador de audio según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el módulo de extensión de ancho de banda (5) comprende un módulo de post-formación, configurado para la formación temporal y/o espectral en la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia de dominio de
  - 50 frecuencia (BEF).
  7. El dispositivo decodificador de audio según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el receptor de flujo de bits (2) está configurado para derivar una señal de información lateral (SIS) del flujo de bits (BS), en el que el módulo de extensión de ancho de banda (5) está configurado para producir la señal de extensión de
  - 55 ancho de banda de dominio de frecuencia (BEF) dependiendo de la señal de información lateral (SIS).
  8. El dispositivo decodificador de audio según la reivindicación anterior, en el que el generador de ruido (6) está configurado para producir la señal de ruido (NOS) dependiendo de la señal de información lateral (SIS).

9. El dispositivo decodificador de audio según una de las reivindicaciones 7 u 8, en el que el módulo de pre-formación (7) está configurado para la formación temporal de la señal de ruido (NOS) dependiendo de la señal de información lateral (SIS).
- 5 10. El dispositivo decodificador de audio según una de las reivindicaciones 7 a 9, en el que el módulo de post-formación (13) está configurado para la formación temporal y/o espectral de la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia (BEF) dependiendo de la señal de información lateral (SIS).
11. El dispositivo decodificador de audio según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el módulo de extensión de ancho de banda (5) comprende un generador de ruido adicional (14) configurado para producir una señal de ruido adicional (NOSF) en el dominio del tiempo, un módulo de pre-formación adicional (15) configurado para la formación temporal de la señal de ruido adicional (NOSF) dependiendo de la envolvente temporal (TED) de la señal de audio decodificada (DAS), con el fin de producir una señal de ruido formada adicional (FNS) y un convertidor de tiempo a frecuencia adicional (16) configurado para transformar la señal de ruido formada adicional (SNSF) en una señal de ruido de dominio de frecuencia adicional (FNSF), en el que la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia (BEF) depende de la señal de ruido de dominio de frecuencia adicional (FNSF).
- 10 12. El dispositivo decodificador de audio según la reivindicación anterior, en el que el módulo de extensión de ancho de banda (5) está configurado de tal manera que la formación temporal de la señal de ruido adicional (NOSF) se hace de manera sobre-enfatizada.
- 20 13. El dispositivo decodificador según la reivindicación 11 ó 12, en el que el módulo de extensión de ancho de banda (5) está configurado de tal manera que la formación temporal de la señal de ruido adicional (NOSF) se efectúa de sub-banda en sub-banda al dividir la señal de ruido adicional (NOSF) en varias señales de ruido de sub-banda adicionales mediante un banco de filtros de paso de banda y efectuar una formación temporal específica sobre cada una de las señales de ruido de sub-banda adicionales.
- 25 14. El dispositivo decodificador de audio según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el módulo de extensión de ancho de banda (5) comprende un generador de tonos (17) configurado para producir una señal de tono (TOS) en un dominio de tiempo, un módulo de pre-formación de tonos (18) configurado para la formación temporal de la señal de tono (TOS) dependiendo de la envolvente temporal (TED) de la señal de audio decodificada (DAS) con el fin de producir una señal de tono formada (STS) y un convertidor de tiempo a frecuencia (19) configurado para transformar la señal de tono formada (STS) en una señal de tono de dominio de frecuencia (FTS), en el que la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia (BEF) depende de la señal de tono de dominio de frecuencia (FTS).
- 30 15. El dispositivo decodificador de audio según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el módulo decodificador central (5) comprende un decodificador central de dominio de tiempo (21) y un decodificador central de dominio de frecuencia (22), en el que o bien el decodificador central de dominio de tiempo (21) o el decodificador central de dominio de frecuencia (22) es usado para derivar la señal de audio decodificada (DAS) de la señal de audio codificada (EAS).
- 35 16. El dispositivo decodificador de audio según la reivindicación anterior, en el que un extractor de parámetros de control (23) está configurado para extraer parámetros de control (CP) utilizados por el módulo de decodificador central (3) de la señal de audio decodificada (DAS) y en el que el módulo de extensión de ancho de banda (5) está configurado para producir la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia (BEF) dependiendo de los parámetros de control (CP).
- 45 17. El dispositivo decodificador de audio según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el módulo de extensión de ancho de banda (5) comprende una calculadora de ganancias de formación (24) configurada para establecer ganancias de formación (SG) para el módulo de pre-formación (7), dependiendo de la temporal envolvente (TED) de la señal de audio decodificada (DAS) y en el que el módulo de pre-formación (7) está configurado para la formación temporal de la señal de ruido (NOS), dependiendo de las ganancias de formación (SG) para el módulo de pre-formación (7).
- 50 18. El dispositivo decodificador de audio según la reivindicación 16 y 17, en el que la calculadora de ganancias de formación (24) para establecer ganancias de formación (SG) para el módulo de pre-formación (7) está configurada para establecer ganancias de formación (SG) para el módulo de pre-formación (7) dependiendo de los parámetros de control (CP).
- 55

19. El dispositivo decodificador de audio según una de las reivindicaciones 11 a 18, en el que el módulo de extensión de ancho de banda (5) comprende una calculadora de ganancias de formación configurada para establecer ganancias de formación para el módulo de pre-formación adicional (15), dependiendo de la envolvente temporal (TED) de la señal de audio decodificada (DAS) y en el que el módulo de pre-formación adicional (14) está configurado para la formación temporal de la señal de ruido adicional (NOSF), dependiendo de las ganancias de formación para el módulo de pre-formación adicional (14).
20. El dispositivo decodificador de audio según las reivindicaciones 16 y 19, en el que la calculadora de ganancias de formación, para establecer ganancias de formación para el módulo de pre-formación adicional (15) está configurada para establecer ganancias de formación, para el módulo de pre-formación adicional (15) dependiendo de la parámetros de control (CP).
21. El dispositivo decodificador de audio según una de las reivindicaciones 14 a 20, en el que el módulo de extensión de ancho de banda (5) comprende una calculadora de ganancias de formación configurada para establecer ganancias de formación para el módulo de pre-formación de tono (18), dependiendo de la envolvente temporal (TED) de la señal de audio decodificada (DAS) y en el que el módulo de pre-formación de tonos (18) está configurado para la formación temporal de la señal de tono (TOS), dependiendo de las ganancias de formación para el módulo de pre-formación de tonos (18).
22. El dispositivo decodificador de audio según las reivindicaciones 16 y 21, en el que la calculadora de ganancias de formación para establecer ganancias de formación para el módulo de pre-formación de tonos (18) está configurada para establecer ganancias de formación para el módulo de pre-formación adicional (18) dependiendo de la parámetros de control (CP).
23. Procedimiento para decodificar un flujo de bits (BS), comprendiendo el procedimiento las etapas de:
- recepción del flujo de bits (BS) y derivación de una señal de audio codificada (EAS) del flujo de bits (BS) utilizando un receptor de flujo de bits (2);
  - derivación de una señal de audio decodificada (DAS) en un dominio de tiempo de la señal de audio codificada (EAS) mediante el uso de un módulo de decodificador central (3);
  - determinación de una envolvente temporal (TED) de la señal de audio decodificada (DAS) mediante el uso de un generador de envolvente temporal (4);
  - producción de una señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia (BEF) mediante el uso de un módulo de extensión de ancho de banda (5) que ejecuta las etapas de:
    - producción de una señal de ruido (NOS) en el dominio del tiempo mediante el uso de un generador de ruido (6) del módulo de extensión de ancho de banda (5),
    - formación temporal de la señal de ruido (NOS), dependiendo de la envolvente temporal (TED) de la señal de audio decodificada (DAS), con el fin de producir una señal de ruido conformada (SNS) mediante el uso de un módulo de pre-formación (7) del módulo de extensión de ancho de banda (5),
    - transformación de la señal de ruido formada (SNS) en una señal de ruido de dominio de frecuencia (FNS); en la que la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia (BEF) depende de la señal de ruido de dominio de frecuencia (FNS), mediante el uso de un convertidor de tiempo a frecuencia (8) del módulo de extensión de ancho de banda (5);
    - transformación de la señal de audio decodificada (DAS) en una señal de audio decodificada de dominio de frecuencia (FDS) mediante el uso de un convertidor de tiempo a frecuencia adicional (9);
    - combinación de la señal de audio decodificada de dominio de frecuencia (FDS) y la señal de extensión de ancho de banda de dominio de frecuencia (BEF) con el fin de producir una señal de audio de dominio de frecuencia de ancho de banda extendido (BFS) mediante el uso de un combinador (10); y
    - transformación de la señal de audio de dominio de frecuencia de ancho de banda extendido (BFS) en una señal de audio de dominio de tiempo de ancho de banda extendido (BAS) mediante el uso de un convertidor de frecuencia a tiempo (11).
24. Un programa informático, cuando se ejecuta en un procesador, que ejecuta el procedimiento según la reivindicación anterior.

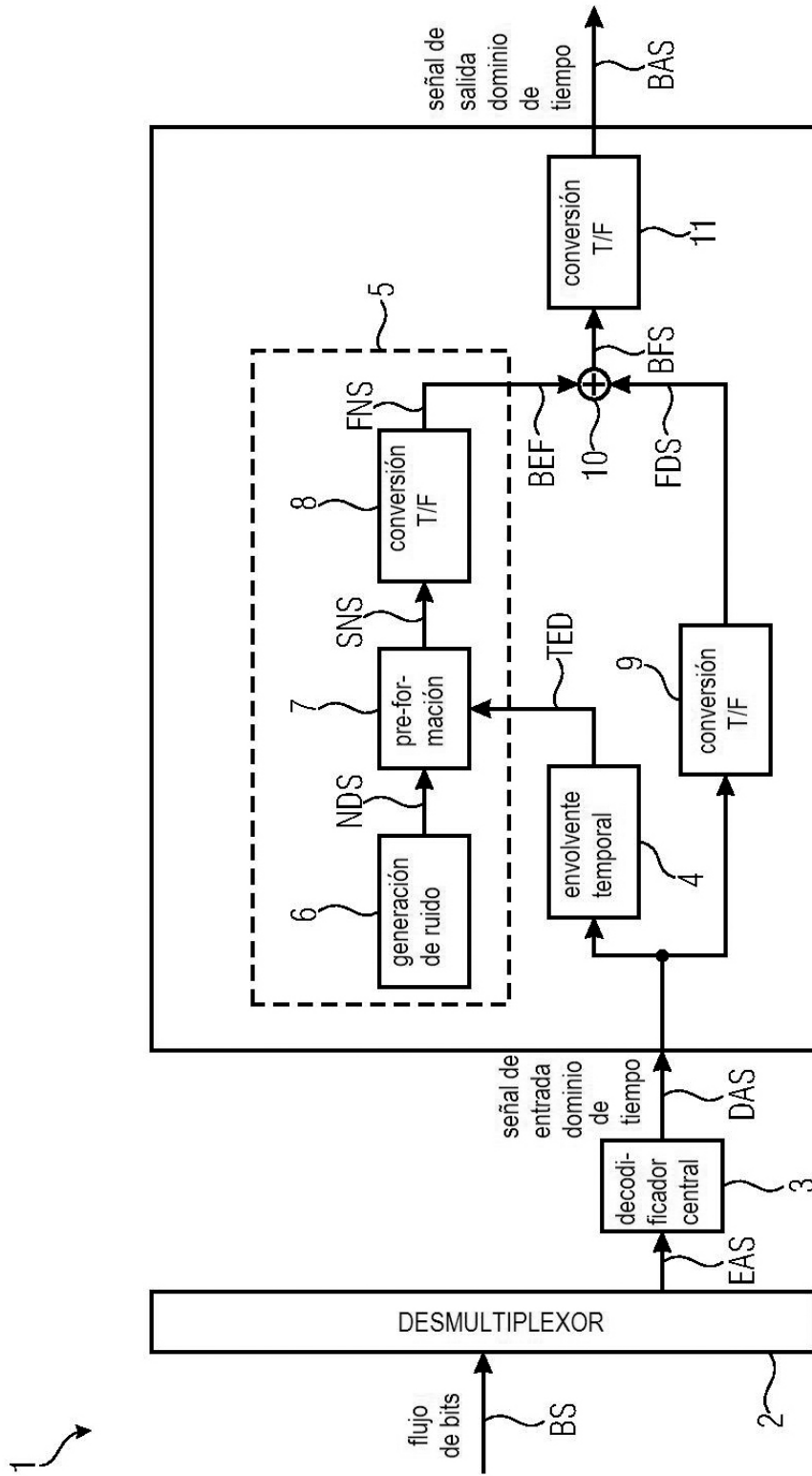


FIG 1

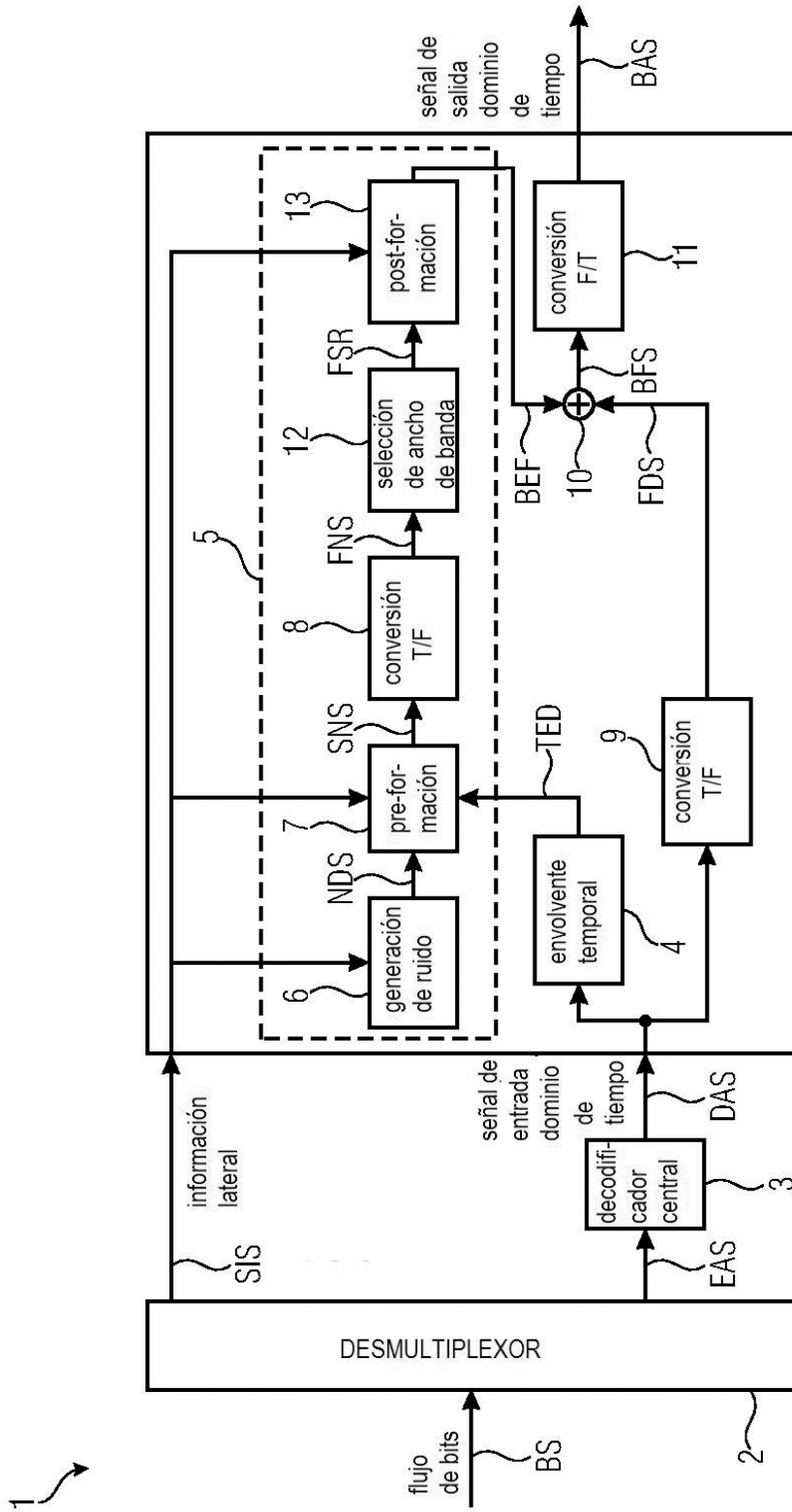


FIG 2

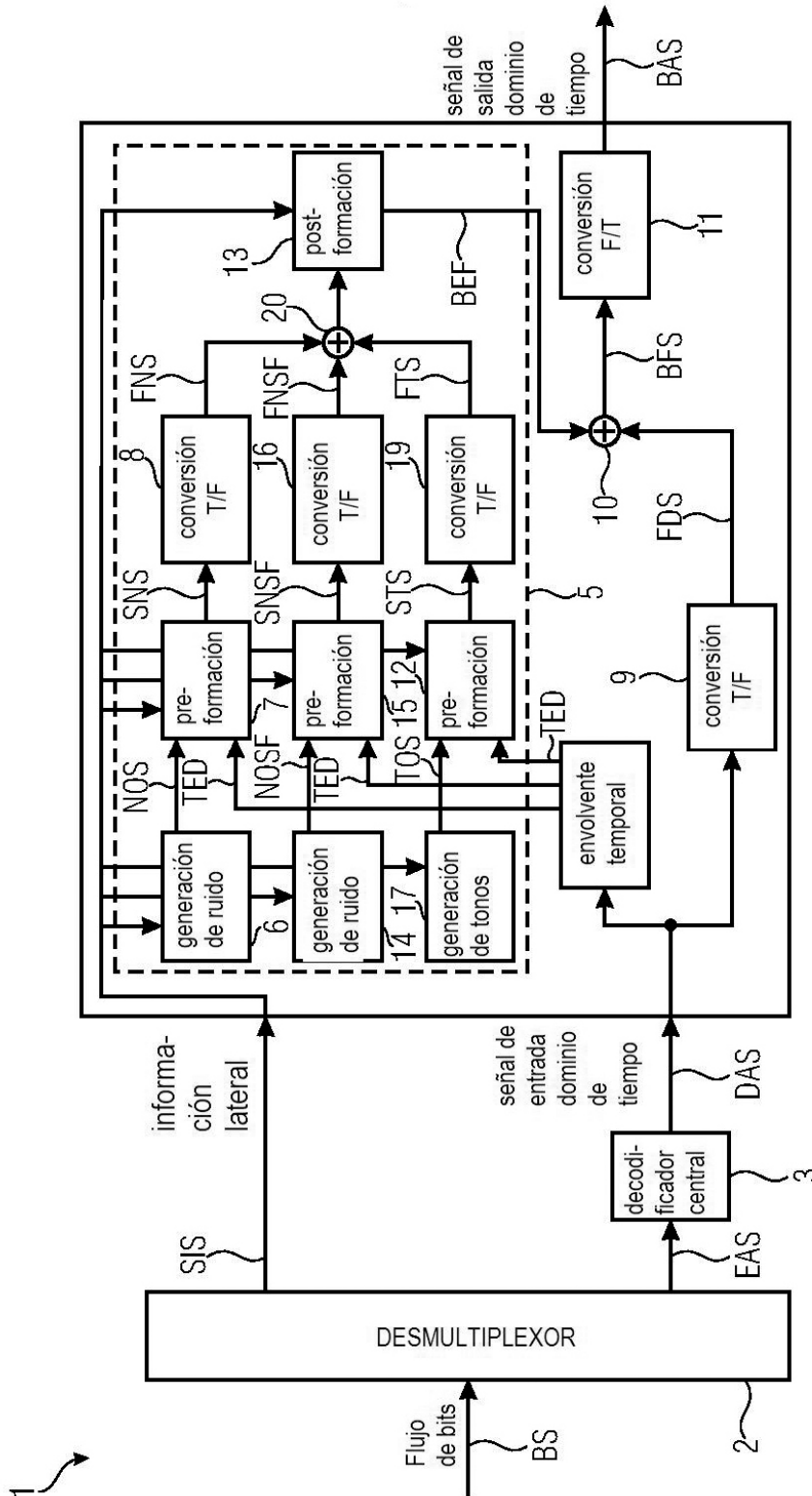


FIG 3

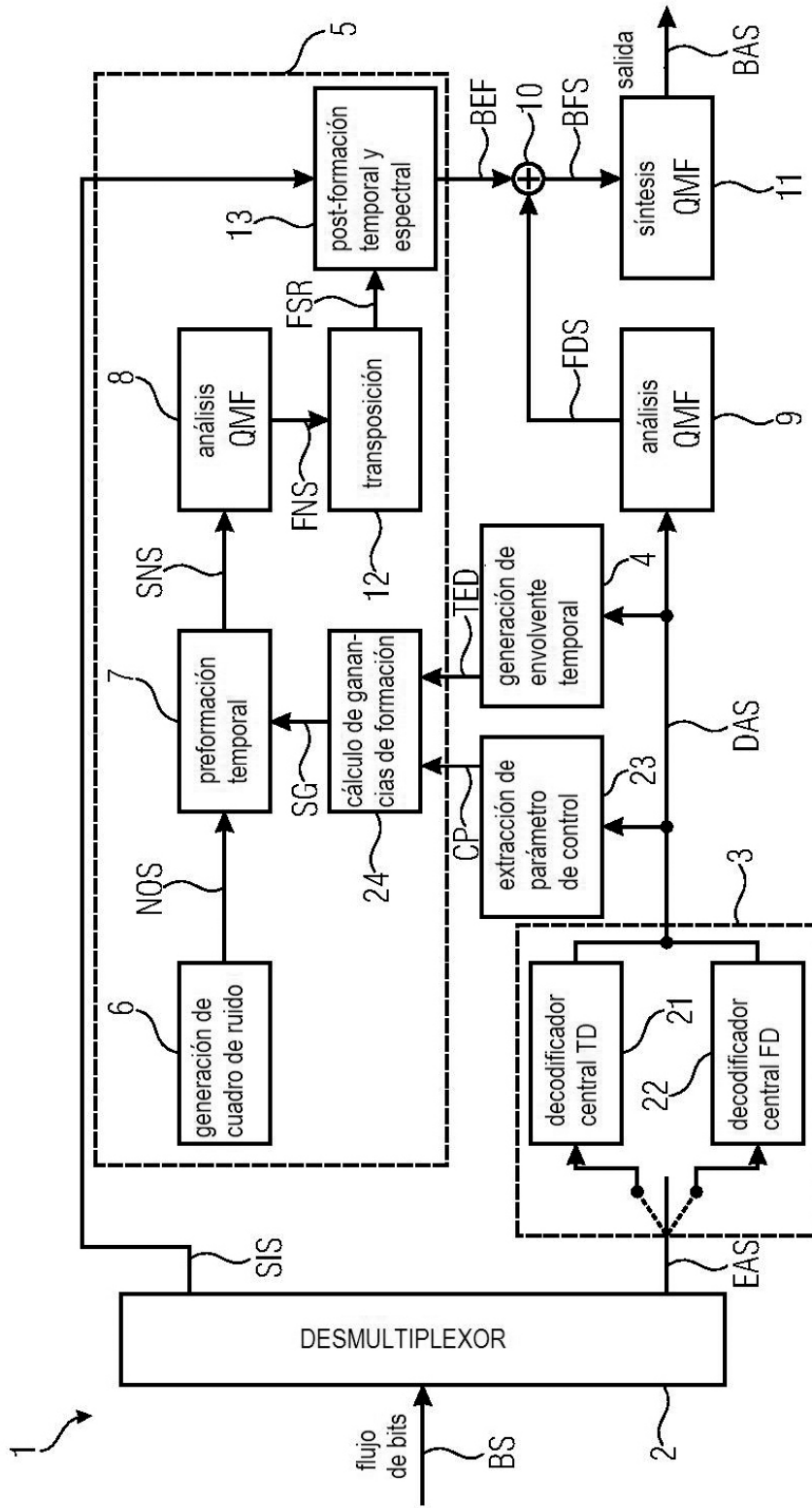


FIG 4