

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 644 231**

51 Int. Cl.:

G10L 21/0388 (2013.01)

G10L 19/26 (2013.01)

G10L 19/24 (2013.01)

G10L 25/18 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.07.2011 PCT/US2011/044519**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.01.2012 WO12012414**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.07.2011 E 11810272 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.09.2017 EP 2583277**

54 Título: **Control de planicidad de espectro para extensión de ancho de banda**

30 Prioridad:

19.07.2010 US 365456 P
18.07.2011 US 201113185163

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.11.2017

73 Titular/es:

HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)
Huawei Administration Building, Bantian
Longgang District, Shenzhen, Guangdong
518129, CN

72 Inventor/es:

GAO, YANG

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 644 231 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

Control de planicidad de espectro para extensión de ancho de banda

5 Campo técnico

La presente invención se refiere, en general, al procesamiento de audio/voz y, más en particular, al control de planicidad de espectro para la extensión de ancho de banda.

10 Antecedentes

En un sistema moderno de comunicación de señales digitales de audio/voz, una señal digital se comprime en un codificador, y la información comprimida o flujo de bits comprimido puede dividirse en paquetes y enviarse a un descodificador trama a trama a través de un canal de comunicación. El sistema formado por el codificador y el descodificador se denomina códec. La compresión de voz/audio puede usarse para reducir el número de bits que representan la señal de voz/audio, reduciéndose así el ancho de banda y/o la velocidad binaria necesaria para la transmisión. En general, una mayor velocidad binaria dará como resultado una mayor calidad de audio, mientras que una menor velocidad binaria dará como resultado una menor calidad de audio.

20 La codificación de audio basada en tecnología de banco de filtros se usa de manera generalizada. En el procesamiento de señales, un banco de filtros es una disposición de filtros de paso banda que separa la señal de entrada en múltiples componentes, donde cada componente transporta una única subbanda de frecuencias de la señal de entrada original. El proceso de descomposición realizado por el banco de filtros se denomina análisis, y la salida del análisis del banco de filtros se denomina señal de subbanda, la cual presenta tantas subbandas como
25 filtros haya en el banco de filtros. El proceso de reconstrucción se denomina síntesis de banco de filtros. En el procesamiento de señales digitales, el término 'banco de filtros' también se aplica comúnmente a un banco de receptores, que también pueden convertir de manera descendente las subbandas a una baja frecuencia central que puede remuestrearse a velocidad reducida. También puede conseguirse algunas veces el mismo resultado sintetizado submuestreando las subbandas de paso banda. La salida del análisis del banco de filtros puede estar en
30 forma de coeficientes complejos, donde cada coeficiente complejo presenta un elemento real y un elemento imaginario que representan, respectivamente, un término de coseno y un término de seno para cada subbanda del banco de filtros.

35 El análisis de banco de filtros y la síntesis de banco de filtros es un tipo de par de transformaciones que transforma una señal de dominio de tiempo en coeficientes de dominio de frecuencia y que transforma de manera inversa coeficientes de dominio de frecuencia en una señal de dominio de tiempo. Otros pares de transformaciones conocidos, tales como (*FFT* e *iFFT*), (*DFT* e *iDFT*) y (*MDCT* e *iMDCT*), también pueden usarse en la codificación de voz/audio.

40 Cuando se aplican bancos de filtros en la compresión de señales, algunas frecuencias son perceptivamente más importantes que otras. Tras la descomposición, las frecuencias perceptivamente significativas pueden codificarse con una resolución precisa, ya que pequeñas diferencias a estas frecuencias son perceptivamente apreciables para garantizar el uso de un esquema de codificación que mantenga estas diferencias. Por otro lado, frecuencias menos significativas perceptivamente no se replican de manera tan precisa; por lo tanto, puede usarse un esquema de
45 codificación más basto, incluso aunque algunos de los detalles más precisos se pierdan durante la codificación. Un típico esquema de codificación más basto puede estar basado en el concepto de extensión de ancho de banda (BWE), también conocido como extensión de banda alta (HBE). Un enfoque BWE o HBE específico recientemente popular se conoce como réplica de subbanda (SBR) o replicación de banda espectral (SBR). Estas técnicas son similares en el sentido de que codifican y descodifican algunas subbandas de frecuencia (normalmente bandas
50 altas) con muy poco o ningún balance de velocidad binaria, lo que da como resultado una velocidad binaria considerablemente más baja que un enfoque de codificación/descodificación normal. Con la tecnología SBR, una estructura espectral precisa en la banda de altas frecuencias se copia desde la banda de bajas frecuencias, pudiendo añadirse ruido aleatorio. A continuación, una envolvente espectral de la banda de altas frecuencias se conforma usando información lateral transmitida desde el codificador al descodificador. Una tecnología SBR
55 específica con varios módulos de posprocesamiento se ha utilizado recientemente en la norma internacional denominada MPEG4 USAC, donde MPEG significa Grupo de Expertos en Imágenes en Movimiento y USAC se refiere a codificación unificada de voz y audio.

60 En algunas aplicaciones, el posprocesamiento o el posprocesamiento controlado en un descodificador se usa para mejorar adicionalmente la calidad perceptiva de señales codificadas mediante una codificación de baja velocidad binaria o codificación SBR. En ocasiones, varios módulos de posprocesamiento o de posprocesamiento controlado están incorporados en un descodificador SBR.

65 El documento EP 1 926 083 A1 (D1) da a conocer un dispositivo de codificación de audio capaz de mantener la continuidad de la energía espectral e impedir la degradación de la calidad de audio incluso cuando un espectro de bajo rango de una señal de audio se copia en un rango alto varias veces. El dispositivo de codificación de audio

(100) incluye: una unidad de cuantificación LPC (102) para cuantificar un coeficiente LPC; una unidad de descodificación LPC (103) para descodificar el coeficiente LPC cuantificado; una unidad de filtro inverso (104) para aplanar el espectro de la señal de audio de entrada mediante el filtro inverso configurado usando el coeficiente LPC de descodificación; una unidad de conversión de región de frecuencia (105) para analizar la frecuencia del espectro aplanado; una primera unidad de codificación de capa (106) para codificar el bajo rango del espectro aplanado para generar primeros datos de codificación de capa; una primera unidad de descodificación de capa (107) para descodificar los primeros datos de codificación de capa para generar un primer espectro de descodificación de capa, y una segunda unidad de codificación de capa (108) para la codificación (resumen).

10 El documento WO 02/41301 A1 (D2) muestra una implementación de descodificador para descodificar un flujo de bits serie (véase D2, Figura 9). El flujo de bits serie se desmultiplexa y los datos de envolvente se descodifican, es decir, la envolvente espectral de la banda alta. La señal de origen codificada y desmultiplexada se descodifica usando un descodificador de audio arbitrario. La señal descodificada se introduce en una unidad de reconstrucción de alta frecuencia (HFR) arbitraria, donde se regenera una banda alta. La señal de banda alta se introduce en una unidad de blanqueo espectral, la cual realiza un blanqueo espectral adaptativo. Después, la señal se introduce en un ajustador de envolvente. La salida del ajustador de envolvente se combina con la señal descodificada introducida con retardo. Finalmente, la salida digital se convierte en una forma de onda analógica.

Resumen de la invención

20 La invención está definida en las reivindicaciones.

Según una forma de realización, un procedimiento para descodificar en un descodificador un flujo de bits de audio codificado incluye recibir el flujo de bits de audio, descodificar un flujo de bits de banda baja del flujo de bits de audio para obtener coeficientes de banda baja en un dominio de frecuencia, y copiar una pluralidad de los coeficientes de banda baja a una ubicación de banda de altas frecuencias para generar coeficientes de banda alta. El procedimiento incluye además procesar los coeficientes de banda alta para formar coeficientes de banda alta procesados. El procesamiento incluye modificar una envolvente de energía de los coeficientes de banda alta multiplicando ganancias de modificación para aplanar o suavizar los coeficientes de banda alta, y aplicar en los coeficientes de banda alta una envolvente espectral recibida y descodificada a partir del flujo de bits de audio recibido. Los coeficientes de banda baja y los coeficientes de banda alta procesados se transforman después de manera inversa al dominio de tiempo para obtener una señal de salida de dominio de tiempo. El procedimiento comprende además evaluar ganancias de modificación, donde la evaluación comprende analizar y modificar los coeficientes de banda alta copiados de los coeficientes de banda baja. La evaluación de las ganancias de modificación comprende evaluar la siguiente ecuación:

$$Ganancia(k) = (C0 + C1 \cdot \sqrt{HB_Medio / F_energía_dec[k]}) ,$$

$$k = HB_inicial, \dots, HB_final - 1,$$

40 donde $\{Ganancia(k), k=HB_Inicial, \dots, HB_Final-1\}$ son las ganancias de modificación, $F_energía_dec[k]$ es una distribución de energía en cada índice de ubicación de frecuencia k de una banda alta copiada, $HB_Inicial$ y HB_Final definen un intervalo de banda alta, $C0$ y $C1$ que satisfacen $C0+C1=1$ son constantes predeterminadas, y HB_Medio es un valor de energía medio obtenido promediando energías de los coeficientes de banda alta.

45 Según una forma de realización adicional, un sistema para recibir una señal de audio codificada incluye un bloque de banda baja configurado para transformar una parte de banda baja de la señal de audio codificada en coeficientes de banda baja de dominio de frecuencia en una salida del bloque de banda baja. Un bloque de banda alta está acoplado a la salida del bloque de banda baja y está configurado para generar coeficientes de banda alta en una salida del bloque de banda alta copiando una pluralidad de los coeficientes de banda baja en ubicaciones de banda de alta frecuencia. El sistema incluye además un bloque de conformación de envolvente acoplado a la salida del bloque de banda alta que produce coeficientes de banda alta conformados en una salida del bloque de conformación de envolvente. El bloque de conformación de envolvente está configurado para modificar una envolvente de energía de los coeficientes de banda alta multiplicando ganancias de modificación para aplanar o suavizar los coeficientes de banda alta, y aplicar en los coeficientes de banda alta una envolvente espectral recibida y descodificada a partir de la señal de audio codificada. El sistema incluye además un bloque de transformada inversa configurado para producir una salida de audio de dominio de tiempo que está acoplada a la salida del bloque de conformación de envolvente y a la salida del bloque de banda baja. El bloque de conformación de envolvente está acoplado además al bloque de banda baja y está configurado además para evaluar las ganancias de modificación analizando, examinando, usando y modificando los coeficientes de banda alta o los coeficientes de banda baja que van a copiarse a una ubicación de banda alta. El bloque de conformación de envolvente está configurado además para evaluar las ganancias de modificación usando la siguiente ecuación:

$$Ganancia(k) = \left(C0 + C1 \cdot \sqrt{HB_Medio / F_energía_dec[k]} \right) ,$$

$$k = HB_inicial, \dots, HB_final - 1,$$

5 donde $\{Ganancia(k), k=HB_Inicial, \dots, HB_Final-1\}$ son las ganancias de modificación, $F_energía_dec[k]$ es una distribución de energía en cada índice de ubicación de frecuencia k de una banda alta copiada, $HB_Inicial$ y HB_Final definen un intervalo de banda alta, $C0$ y $C1$ que satisfacen $C0+C1=1$ son constantes predeterminadas, y HB_Medio es un valor de energía medio obtenido promediando energías de los coeficientes de banda alta.

10 Lo que antecede ha explicado a grandes rasgos las características de una forma de realización de la presente invención con el fin de entender mejor la siguiente descripción detallada de la invención. A continuación se describirán características y ventajas adicionales de formas de realización de la invención, las cuales forman el contenido de las reivindicaciones de la invención. Los expertos en la técnica apreciarán que el concepto y las formas de realización específicas dadas a conocer pueden utilizarse fácilmente como base para modificar o diseñar otras estructuras o procesos para llevar a cabo los mismos fines de la presente invención. Los expertos en la técnica también apreciarán que tales construcciones equivalentes no se apartan del alcance de la invención, descrita en las
15 reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

20 Para un entendimiento más completo de las formas de realización y sus ventajas, a continuación se hace referencia a las siguientes descripciones tomadas junto con los dibujos adjuntos, en los que:

las Figuras 1a-b ilustran una forma de realización de un codificador y de un decodificador según una forma de realización de la presente invención;

25 las Figuras 2a-b ilustran una forma de realización de un codificador y de un decodificador según otra forma de realización de la presente invención;

la Figura 3 ilustra una envolvente de espectro generada de banda alta usando un enfoque SBR para habla sorda sin usar formas de realización de sistemas y procedimientos de control de planicidad de espectro;

la Figura 4 ilustra una envolvente de espectro generada de banda alta usando un enfoque SBR para habla sorda usando formas de realización de sistemas y procedimientos de control de planicidad de espectro;

30 la Figura 5 ilustra una envolvente de espectro generada de banda alta usando un enfoque SBR para habla sonora típica sin usar formas de realización de sistemas y procedimientos de control de planicidad de espectro;

la Figura 6 ilustra una envolvente de espectro generada de banda alta usando un enfoque SBR para habla sonora usando formas de realización de sistemas y procedimientos de control de planicidad de espectro;

35 la Figura 7 ilustra un sistema de comunicación según una forma de realización de la presente invención; y

la Figura 8 ilustra un sistema de procesamiento que puede utilizarse para implementar los procedimientos de la presente invención.

Descripción detallada de formas de realización ilustrativas

40 A continuación se describe en detalle la construcción y uso de las formas de realización. Sin embargo, debe apreciarse que la presente invención proporciona muchos conceptos inventivos aplicables que pueden realizarse en una gran diversidad de contextos especificados. Las formas de realización específicas descritas simplemente ilustran maneras específicas de realizar y usar la invención y no limitan el alcance de la invención.

45 La presente invención se describirá con respecto a varias formas de realización en un contexto, un sistema y un procedimiento específicos para la codificación y decodificación de audio. Las formas de realización de la invención también pueden aplicarse a otros tipos de procesamiento de señal.

50 Las formas de realización de la presente invención usan un control de planicidad de espectro para mejorar el rendimiento SBR en decodificadores de audio. El control de planicidad de espectro puede considerarse como una de las tecnologías de posprocesamiento o de posprocesamiento controlado para mejorar aún más una codificación de baja velocidad binaria (tal como SBR) de señales de voz y audio. Un códec con tecnología SBR usa más bits para codificar la banda de bajas frecuencias que para la banda de altas frecuencias, ya que una característica básica de SBR es que una estructura espectral precisa de una banda de altas frecuencias simplemente se copia desde una banda de bajas frecuencias utilizando pocos bits adicionales o incluso ningún bit adicional. Una
55 envolvente espectral de banda de altas frecuencias, que determina la distribución de energía espectral a través de la banda de altas frecuencias se codifica normalmente con un número muy limitado de bits. Normalmente, la banda de altas frecuencias se divide toscamente en varias subbandas, y la energía de cada subbanda se cuantifica y envía desde un codificador a un decodificador. La información que va a codificarse con la SBR para la banda de altas

frecuencias se denomina información lateral, ya que el número utilizado de bits para la banda de altas frecuencias es mucho menor que en un enfoque de codificación normal o mucho menos significativo que en la codificación de banda de bajas frecuencias.

5 En una forma de realización, el control de planicidad de espectro se implementa como un módulo de posprocesamiento que puede usarse en el descodificador sin utilizar ningún bit. Por ejemplo, el posprocesamiento puede realizarse en el descodificador sin usar ninguna información transmitida específicamente desde el codificador para el módulo de posprocesamiento. En una realización de este tipo, un módulo de posprocesamiento se hace funcionar usando solamente información disponible en el descodificador, la cual se transmitió con fines distintos al
10 posprocesamiento. En formas de realización en las que se usa un indicador de control para controlar un módulo de control de planicidad de espectro, la información enviada para el indicador de control desde el codificador al descodificador se considera parte de la información lateral para la SBR. Por ejemplo, puede utilizarse un bit para activar o desactivar el módulo de control de planicidad de espectro o para elegir un módulo de control de planicidad de espectro diferente.

15 Las Figuras 1a-b y 2a-b ilustran formas de realización de ejemplo de un codificador y un descodificador que utilizan un enfoque SBR. Estas figuras también muestran formas de realización de ejemplo de posibles ubicaciones de la aplicación de control de planicidad de espectro; sin embargo, la ubicación exacta del control de planicidad de espectro depende del esquema de codificación/descodificación detallado, como se explica a continuación. La Figura
20 3, la Figura 4, la Figura 5 y la Figura 6 ilustran espectros de ejemplo de las formas de realización de sistemas.

La Figura 1a ilustra una forma de realización de un codificador de banco de filtros. Una señal de audio o señal de voz original 101 en el codificador se transforma primero en un dominio de frecuencia usando un análisis de banco de filtros u otro enfoque de transformación. Los coeficientes de salida de banco de filtros de banda baja 102 de la
25 transformación se cuantifican y se transmiten a un descodificador a través de un canal de flujo de bits 103. Los coeficientes de salida de banda de altas frecuencias 104 de la transformación se analizan, y la información lateral de baja velocidad binaria para la banda de altas frecuencias se transmite al descodificador por medio de un canal de flujo de bits 105. En algunas formas de realización solo se transmite la información lateral de baja velocidad para la banda de altas frecuencias.

30 En la forma de realización de descodificador mostrada en la Figura 1b, coeficientes de banco de filtros cuantificados 107 de la banda de baja frecuencia se descodifican usando el flujo de bits 106 del canal de transmisión. Los coeficientes de dominio de frecuencia de banda baja 107 pueden posprocesarse opcionalmente para obtener coeficientes posprocesados 108 antes de realizar una transformación inversa, tal como una síntesis de banco de filtros. La señal de banda alta se descodifica con tecnología SBR usando información lateral para ayudar a la
35 generación de la banda de altas frecuencias.

En una forma de realización, la información lateral se descodifica a partir del flujo de bits 110, y los coeficientes de banda alta de dominio de frecuencia 111 o los coeficientes de banda alta posprocesados 112 se generan usando
40 varias etapas. Las etapas pueden incluir al menos dos etapas básicas: una etapa es copiar los coeficientes de frecuencia de banda baja a una ubicación de banda alta, y otra etapa es conformar la envolvente espectral de los coeficientes de banda alta copiados usando la información lateral recibida. En algunas formas de realización, el control de planicidad de espectro puede aplicarse a la banda de altas frecuencias antes o después de aplicarse la envolvente espectral; el control de planicidad de espectro puede incluso aplicarse primero en los coeficientes de banda baja. Estos coeficientes de banda baja posprocesados se copian después en una ubicación de banda alta
45 después de aplicar el control de planicidad de espectro. En muchas formas de realización, el control de planicidad de espectro puede residir en diversas ubicaciones de la cadena de señales. La ubicación más eficaz del control de planicidad de espectro depende, por ejemplo, de la estructura del descodificador y de la precisión de la envolvente de espectro recibida. Los coeficientes de banda alta y banda baja se combinan finalmente entre sí y se transforman de manera inversa al dominio de tiempo para obtener una señal de audio de salida 109.
50

Las Figuras 2a y 2b ilustran una forma de realización de un codificador y un descodificador, respectivamente. En una forma de realización, una señal de banda baja se codifica/descodifica con cualquier esquema de codificación, mientras que una banda alta se codifica/descodifica con un esquema SBR de baja velocidad binaria. En el
55 codificador de la Figura 2a, la señal original de banda baja 201 se analiza mediante el codificador de banda baja para obtener parámetros de banda baja 202 y, después, los parámetros de banda baja se cuantifican y transmiten desde el codificador al descodificador a través de un canal de flujo de bits 203. Una señal original 204 que incluye la señal de banda alta se transforma en un dominio de frecuencia usando un análisis de banco de filtros u otras herramientas de transformación. Los coeficientes de salida de la banda de altas frecuencias de la transformación se analizan para obtener parámetros laterales 205 que representan la información lateral de banda alta.
60

En algunas formas de realización, solamente la información lateral de baja velocidad binaria para la banda de altas frecuencias se transmite al descodificador por medio de un canal de flujo de bits 206. En el descodificador de la
65 Figura 2, la señal de banda baja 208 se descodifica con el flujo de bits recibido 207, y la señal de banda baja se transforma después en un dominio de frecuencia usando una herramienta de transformación, tal como un análisis de banco de filtros, para obtener coeficientes de frecuencia 209 correspondientes. En algunas formas de realización,

5 estos coeficientes de dominio de frecuencia de banda baja 209 se posprocesan opcionalmente para obtener coeficientes posprocesados 210 antes de someterse a una transformación inversa, tal como una síntesis de banco de filtros. La señal de banda alta se descodifica con una tecnología SBR usando información lateral para ayudar a la generación de la banda de altas frecuencias. La información lateral se descodifica a partir del flujo de bits 211 para obtener parámetros laterales 212.

10 En una forma de realización, los coeficientes de banda alta de dominio de frecuencia 213 o los coeficientes de banda alta posprocesados 214 se generan copiando los coeficientes de frecuencia de banda baja en una ubicación de banda alta, y conformando la envolvente espectral de los coeficientes de banda alta copiados usando los parámetros laterales. El control de planicidad de espectro puede aplicarse a la banda de altas frecuencias antes o después de aplicarse la envolvente espectral recibida; el control de planicidad de espectro puede incluso aplicarse primero en los coeficientes de banda baja. A continuación, estos coeficientes de banda baja posprocesados se copian en una ubicación de banda alta después de aplicar el control de planicidad de espectro. En otras formas de realización se añade ruido aleatorio a los coeficientes de banda alta. Los coeficientes de banda alta y banda baja se combinan finalmente entre sí y se transforman de manera inversa al dominio de tiempo para obtener una señal de audio de salida 215.

20 La Figura 3, la Figura 4, la Figura 5 y la Figura 6 ilustran el rendimiento espectral de formas de realización de sistemas y procedimientos de control de planicidad de espectro. Supóngase que una banda de bajas frecuencias se codifica/descodifica usando un enfoque de codificación normal a una velocidad binaria normal que puede ser mucho mayor que una velocidad binaria usada para codificar la información lateral de banda alta, y que la banda de altas frecuencias se genera usando un enfoque SBR. Cuando la banda alta es más ancha que la banda baja, es posible que la banda baja pueda tener que copiarse repetidamente en la banda alta y, después, escalarse.

25 La Figura 3 ilustra un espectro que representa habla sorda, donde el espectro de [F1, F2] se copia en [F2, F3] y [F3, F4]. En algunos casos, si la banda baja 301 no es plana, pero la banda alta original 303 es plana, una copia repetida de la banda alta 302 puede producir una señal distorsionada con respecto a la señal original que presenta una banda alta original 303.

30 La Figura 4 ilustra un espectro de un sistema en el que se aplica una forma de realización de control de planicidad. Como puede observarse, la banda baja 401 parece similar a la banda baja 301 de la Figura 3; sin embargo, la copia repetida de la banda alta 402 aparece ahora mucho más cerca de la banda alta original 403.

35 La Figura 5 ilustra un espectro que representa habla sonora, donde el área de banda alta original 503 es ruidosa y plana, y la banda baja 501 no es plana. Sin embargo, la banda alta 502 copiada repetidamente tampoco es plana con respecto a la banda alta original 503.

40 La Figura 6 ilustra un espectro que representa habla sonora, en donde se aplica una forma de realización de procedimientos de control de planicidad espectral. Aquí, la banda baja 601 es la misma que la banda baja 501, pero la forma espectral de la banda alta 602 copiada repetidamente está ahora mucho más cerca de la banda alta original 603.

45 Existen varias formas de realización de sistemas y procedimientos que pueden usarse para hacer el espectro de banda alta generado más plano aplicando el posprocesamiento de control de planicidad de espectro. A continuación se describen algunas de las maneras posibles, aunque otras formas de realización alternativas no descritas explícitamente a continuación son posibles.

50 En una forma de realización, los parámetros de control de planicidad de espectro se estiman analizando coeficientes de banda baja que van a copiarse en una ubicación de banda de altas frecuencias. Los parámetros de control de planicidad de espectro también pueden estimarse analizando coeficientes de banda alta copiados a partir de los coeficientes de banda baja.

55 En una forma de realización, el control de planicidad de espectro se aplica a coeficientes de banda alta copiados a partir de coeficientes de banda baja. Como alternativa, el control de planicidad de espectro puede aplicarse a coeficientes de banda alta antes de conformar la banda de altas frecuencias aplicando una envolvente espectral recibida descodificada a partir de información lateral. Además, el control de planicidad de espectro también puede aplicarse a coeficientes de banda alta después de conformarse la banda de altas frecuencias aplicando una envolvente espectral recibida descodificada a partir de información lateral.

60 En algunas formas de realización, el control de planicidad de espectro tiene los mismos parámetros para diferentes clases de señales, mientras que en otras formas de realización, el control de planicidad de espectro no mantiene los mismos parámetros para diferentes clases de señales. En algunas formas de realización, el control de planicidad de espectro se activa o se desactiva en función de un indicador recibido desde un codificador y/o en función de las clases de señales disponibles en un descodificador. Otras condiciones también pueden usarse como base para activar y desactivar el control de planicidad de espectro.

En algunas formas de realización, el control de planicidad de espectro no puede conmutar y se mantienen los mismos parámetros de control todo el tiempo. En otras formas de realización, el control de planicidad de espectro no puede conmutar mientras que los parámetros de control se adaptan a la información disponible en un descodificador.

5 En las formas de realización, el control de planicidad de espectro puede conseguirse usando diversos procedimientos. Por ejemplo, en una forma de realización, el control de planicidad de espectro se consigue suavizando una envolvente de espectro de los coeficientes de frecuencia que van a copiarse en una ubicación de banda de altas frecuencias. El control de planicidad de espectro también puede conseguirse suavizando una
10 envolvente de espectro de coeficientes de banda alta copiados desde una banda de baja frecuencia, o haciendo que una envolvente de espectro de coeficientes de banda alta copiados a partir de una banda de bajas frecuencias se aproxime a un valor promedio constante antes de aplicar una envolvente espectral recibida.

15 En una forma de realización se usa un 1 bit por trama para transmitir información de clasificación desde un codificador a un descodificador. Esta clasificación indicará al descodificador si se necesita un control de planicidad de espectro robusto o débil. La información de clasificación también puede usarse para activar o desactivar el control de planicidad de espectro en el descodificador en algunas formas de realización.

20 En una forma de realización, la mejora de la planicidad de espectro usa las dos etapas básicas siguientes: (1) un enfoque para identificar tramas de señal, donde un espectro de banda alta copiado debe aplanarse si se usa una SBR; y (2) una manera económica de aplanar el espectro de banda alta en el descodificador para las tramas identificadas. En algunas formas de realización, no todas las tramas de señales necesitan la mejora de planicidad de espectro de la banda alta copiada. De hecho, en lo que respecta a algunas tramas, puede ser conveniente no aplanar más el espectro de banda alta ya que tal operación puede introducir una distorsión audible. Por ejemplo, la
25 mejora de planicidad de espectro puede ser necesaria para señales de voz, pero puede no ser necesaria para señales musicales. En algunas formas de realización, la mejora de planicidad de espectro se aplica en tramas de voz en las que el espectro de banda alta original es de tipo ruido o es plano y no contiene ningún pico de espectro intenso.

30 El siguiente ejemplo de forma de realización de algoritmo identifica tramas que tienen un espectro de banda alta plano y ruidoso. Este algoritmo puede usarse, por ejemplo, en la tecnología MPEG-4 USAC.

Supóngase que este ejemplo de algoritmo está basado en la Figura 2 y que los coeficientes complejos de banco de filtros proporcionados por el análisis de banco de filtros para una trama larga de 2048 muestras digitales (también denominada supertrama) en el codificador son:

$$\{ Sr_enc[i][k] , Si_enc[i][k] \}, \quad i = 0,1,2,\dots,31; \quad k = 0,1,2,\dots,63. \quad (1)$$

40 donde i es el índice de tiempo que representa una etapa de 2,22 ms a una frecuencia de muestreo de 28800 Hz; y k es el índice de frecuencia que indica una etapa de 225 Hz para 64 pequeñas subbandas de 0 a 14400 Hz.

La disposición de energía de tiempo-frecuencia para una supertrama puede expresarse como:

$$TF_energía_enc[i][k] = (Sr_enc[i][k])^2 + (Si_enc[i][k])^2, \quad (2)$$

$$i = 0,1,2,\dots,31; \quad k = 0,1,\dots,63.$$

45 Por simplicidad, las energías en (2) se expresan en el dominio lineal y también pueden representarse en el dominio de dB usando la ecuación ampliamente conocida, $Energía_{dB} = 10 \log(Energía)$, para transformar $Energía$ del dominio lineal a $Energía_{dB}$ en el dominio de dB. En una forma de realización, la distribución de energía en la dirección de frecuencia promedio para una supertrama puede denotarse como:

$$F_energía_enc[k] = \frac{1}{32} \sum_{i=0}^{31} TF_energía_enc[i][k] , \quad (3)$$

$$k = 0,1,\dots,63.$$

55 En una forma de realización se estima un parámetro denominado $Nitidez_Espectro$ y se usa para detectar una banda alta plana de la siguiente manera. Supóngase que $HB_Inicial$ es el punto de partida para definir la frontera entre la banda baja y la banda alta, $Nitidez_Espectro$ es el valor promedio de varios parámetros de nitidez de espectro evaluados en cada subbanda de la banda alta:

$$Nitidez_Espectro = \frac{1}{K_sub} \sum_{j=0}^{K_sub-1} Nitidez_sub(j) \quad (4)$$

donde

$$Nitidez_sub(j) = \frac{EnergíaMedia(j)}{EnergíaMax(j)}, \quad j = 0, 1, \dots, K_sub - 1 \quad (5)$$

5

donde

$$EnergíaMedia(j) = \frac{1}{L_sub} \sum_{k=0}^{L_sub-1} F_energía_enc(k + HB_Inicial + j \cdot L_sub)$$

$$EnergíaMax(j) = Max\{F_energía_enc(k + HB_inicial + j \cdot L_sub), \quad k = 0, 1, L_sub - 1\}$$

10

donde $HB_Inicial$, L_sub y K_sub son números constantes. En una forma de realización, valores de ejemplo son $HB_Inicial=30$, $L_sub=3$ y $K_sub=11$. Como alternativa, pueden usarse otros valores.

15

Otro parámetro usado para ayudar en la detección de bandas altas planas es una relación de energía que representa la inclinación de espectro:

$$relación_energía_incl = \frac{energía_h}{energía_l} \quad (6)$$

donde

20

$$energía_l = \frac{1}{L1} \sum_{k=0}^{L1-1} F_energía_enc(k) \quad (7)$$

$$energía_h = \frac{1}{(L3 - L2)} \sum_{k=L2}^{L3-1} F_energía_enc(k) \quad (8)$$

25

$L1$, $L2$ y $L3$ son constantes. En una forma de realización, sus valores de ejemplo son $L1=8$, $L2=16$ y $L3=24$. Como alternativa, pueden usarse otros valores. Si $indicador_planicidad=1$ indica una banda alta plana e $indicador_planicidad=0$ indica una banda alta no plana, el indicador de planicidad se inicializa a $indicador_planicidad=0$. Después se toma una decisión para cada supertrama de la siguiente manera:

30

```

si (relación_energía_incl > THRD0) {
    si ( Nitidez_Espectro > THRD1)
        indicador_planicidad=1;
    si ( Nitidez_Espectro < THRD2)
        indicador_planicidad=0;
}
si no {
    ( Nitidez_Espectro > THRD3)
        indicador_planicidad=1;
    ( Nitidez_Espectro < THRD4)
        indicador_planicidad=0;
}
    
```

35

donde $THRD0$, $THRD1$, $THRD2$, $THRD3$ y $THRD4$ son constantes. En una forma de realización, valores de ejemplo son $THRD0=32$, $THRD1=0,64$, $THRD2=0,62$, $THRD3=0,72$ y $THRD4=0,70$. Como alternativa, pueden usarse otros valores. Después de determinarse $indicador_planicidad$ en el codificador, solo se necesita un 1 bit por supertrama para transmitir el indicador de planicidad de espectro al descodificador en algunas formas de realización. Si ya hay una clasificación de música/voz, el indicador de planicidad de espectro también puede simplemente fijarse igual que la decisión de música/voz.

40

En el decodificador, el espectro de banda alta se hace más plano si *indicador_planicidad* para la supertrama actual es 1. Supóngase que los coeficientes complejos de banco de filtros para una trama larga de 2048 muestras digitales (también denominada supertrama) en el decodificador son:

$$\{ Sr_dec[i][k] , Si_dec[i][k] \}, \quad i = 0,1,2,\dots,31; \quad k = 0,1,2,\dots,63. \quad (9)$$

donde *i* es el índice de tiempo que representa una etapa de 2,22 ms a una frecuencia de muestreo de 28800 Hz; y *k* es el índice de frecuencia que indica una etapa de 225 Hz para 64 pequeñas subbandas de 0 a 14400 Hz. Como alternativa, pueden usarse otros valores para el índice de tiempo y la frecuencia de muestreo.

De manera similar al codificador, *HB_Inicial* es el punto de partida de la banda alta, que define la frontera entre la banda baja y la banda alta. Los coeficientes de banda baja en (9) desde $k=0$ a $k=HB_Inicial-1$ se obtienen descodificando directamente un flujo de bits de banda baja o transformando una señal de banda baja descodificada al dominio de frecuencia. Si se usa una tecnología SBR, los coeficientes de banda alta en (9) desde $k=HB_Inicial$ a $k=63$ se obtienen primero copiando algunos de los coeficientes de banda baja de (9) a la ubicación de banda alta, y después se posprocesan, suavizan (aplanan) y/o conforman aplicando una envolvente espectral recibida descodificada a partir de información lateral. El suavizado o aplanamiento de los coeficientes de banda alta se produce antes de aplicar la envolvente espectral recibida en algunas formas de realización. Como alternativa, también puede realizarse después de aplicar la envolvente espectral recibida.

De manera similar al codificador, la disposición de energía de tiempo-frecuencia para una supertrama en el decodificador puede expresarse como,

$$TF_energía_dec[i][k] = (Sr_dec[i][k])^2 + (Si_dec[i][k])^2, \quad (10)$$

$$i = 0,1,2,\dots,31; \quad k = 0,1,\dots,63.$$

Si el suavizado o el aplanamiento de los coeficientes de banda alta se produce antes de aplicar la envolvente espectral recibida, la disposición de energía en (10) desde $k=HB_Inicial$ a $k=63$ representa la distribución de energía de los coeficientes de banda alta antes de aplicar la envolvente espectral recibida. Por simplicidad, las energías en (10) se expresan en el dominio lineal, aunque también pueden representarse en el dominio de dB usando la ecuación ampliamente conocida, $Energía_dB = 10 \log(Energía)$, para transformar *Energía* del dominio lineal a *Energía_dB* en el dominio de dB. La distribución de energía en la dirección de frecuencia promedio para una supertrama puede denotarse como,

$$F_energía_dec[k] = \frac{1}{32} \sum_{i=0}^{31} TF_energía_dec[i][k] , \quad k = 0,1,\dots,63. \quad (11)$$

Un parámetro de energía promedio (medio) para la banda alta se define como:

$$HB_Medio = \frac{1}{(HB_Final - HB_Inicial)} \sum_{k=HB_Inicial}^{HB_Final-1} F_energía_dec[k] \quad (12)$$

Las siguientes ganancias de modificación para hacer la banda alta más plana se estiman y aplican a los coeficientes de banco de filtros de banda alta, donde las ganancias de modificación también se denominan ganancias de aplanamiento (o suavizado).

$$Si \text{ (indicador_planicidad == 1) } \{$$

$$\quad \text{para } (k = HB_Inicial, \dots, HB_Final - 1) \{$$

$$\quad \quad Ganancia(k) = (C0 + C1 \cdot \sqrt{HB_Medio / F_energía_dec[k]}) ;$$

$$\quad \quad \text{para } (i = 0,1,2,\dots,31) \{$$

$$\quad \quad \quad Sr_dec[i][k] \leftarrow Sr_dec[i][k] \cdot Ganancia(k);$$

$$\quad \quad \quad Si_dec[i][k] \leftarrow Si_dec[i][k] \cdot Ganancia(k);$$

$$\quad \quad \quad \}$$

$$\quad \quad \}$$

$$\}$$

Indicador_planicidad es un indicador de clasificación para activar o desactivar el control de planicidad de espectro. Este indicador puede transmitirse desde un codificador a un descodificador, y puede representar una clasificación de voz/música o una decisión basada en información disponible en el descodificador; *Ganancia(k)* son ganancias de aplanamiento (o suavizado); *HB_Inicial*, *HB_Final*, *C0* y *C1* son constantes. En una forma de realización, valores de ejemplo son *HB_Inicial*=30, *HB_Final*=64, *C0*=0,5 y *C1*=0,5. Como alternativa, pueden usarse otros valores. *C0* y *C1* satisfacen la condición $C0+C1=1$. Un valor mayor de *C1* significa que se usa una modificación de espectro más agresiva y que la distribución de energía de espectro se aproxima a la energía de espectro promedio, de modo que el espectro se vuelve más plano. En algunas formas de realización, el establecimiento de valores de *C0* y *C1* depende de la velocidad binaria, la frecuencia de muestreo y la ubicación de banda de altas frecuencias. En algunas formas de realización, un valor mayor de *C1* puede elegirse cuando la banda alta está situada en una gama de frecuencias más altas, y un valor menor de *C1* es para la banda alta ubicada de manera relativa en una gama de frecuencias más bajas.

Debe apreciarse que el ejemplo anterior es simplemente una manera de suavizar o aplanar la envolvente de espectro de banda alta copiada. Otras muchas maneras son posibles, tal como usar un algoritmo de suavizado de datos matemáticos, denominado ajuste de curva polinomial, para estimar las ganancias de aplanamiento (o de suavizado). Todos los coeficientes de banco de filtros de banda baja y de banda alta se introducen finalmente en la síntesis de banco de filtros, que proporciona una señal digital de audio/voz.

En algunas formas de realización se usa un procedimiento de posprocesamiento para controlar la planicidad espectral de una banda de altas frecuencias generada. El procedimiento de control de planicidad espectral puede incluir varias etapas que incluyen descodificar un flujo de bits de banda baja para obtener una señal de banda baja, y transformar la señal de banda baja en un dominio de frecuencia para obtener coeficientes de banda baja $\{Sr_dec[i][k], Si_dec[i][k], k=0, \dots, HB_Inicial-1$. Algunos de estos coeficientes de banda baja se copian en una ubicación de banda de altas frecuencias para generar coeficientes de banda alta $\{Sr_dec[i][k], Si_dec[i][k], k=HB_Inicial, \dots, HB_Final-1$. Una envolvente de energía de los coeficientes de banda alta se aplanan o se suaviza multiplicando las ganancias de aplanamiento o de suavizado $\{Ganancia(k)\}$ por los coeficientes de banda alta.

En una forma de realización, las ganancias de aplanamiento o suavizado se evalúan analizando, examinando, usando y aplanando o suavizando los coeficientes de banda alta copiados a partir de los coeficientes de banda baja o una distribución de energía $\{F_energía_dec[k]\}$ de los coeficientes de banda baja que van a copiarse en la ubicación de banda alta. Uno de los parámetros para evaluar las ganancias de aplanamiento (o suavizado) es un valor de energía medio (*HB_Medio*) obtenido promediando las energías de los coeficientes de banda alta o las energías de los coeficientes de banda baja que van a copiarse. Las ganancias de aplanamiento o suavizado pueden conmutar o variar, según una clasificación de planicidad de espectro (*indicador_planicidad*) transmitida desde un codificador a un descodificador. La clasificación se determina en el codificador usando una pluralidad de parámetros *Nitidez_Espectro*, donde cada parámetro *Nitidez_Espectro* se define dividiendo una energía media (*EnergíaMedia(j)*) por una energía máxima (*EnergíaMax(j)*) en una subbanda *j* de una banda original de altas frecuencias.

En una forma de realización, la clasificación también puede basarse en una decisión de voz/música. Una envolvente espectral recibida, descodificada a partir de un flujo de bits recibido, también puede aplicarse para conformar además los coeficientes de banda alta. Finalmente, los coeficientes de banda baja y los coeficientes de banda alta se transforman de manera inversa al dominio de tiempo para obtener una señal de voz/audio de salida de dominio de tiempo.

En algunas formas de realización, los coeficientes de banda alta se generan con una tecnología de extensión de ancho de banda (BWE) o de replicación de banda espectral (SBR); después, el procedimiento de control de planicidad espectral se aplica a los coeficientes de banda alta generados.

En otras formas de realización, los coeficientes de banda baja se descodifican directamente a partir de un flujo de bits de banda baja; después, el procedimiento de control de planicidad espectral se aplica a los coeficientes de banda alta, que se copian a partir de algunos de los coeficientes de banda baja.

La Figura 7 ilustra un sistema de comunicación 710 según una forma de realización de la presente invención. El sistema de comunicación 710 presenta dispositivos de acceso de audio 706 y 708 acoplados a la red 736 a través de enlaces de comunicación 738 y 740. En una forma de realización, el dispositivo de acceso de audio 706 y 708 son dispositivos de voz sobre protocolo de Internet (VOIP) y la red 736 es una red de área extensa (WAN), una red de telefonía pública conmutada (PSTN) y/o Internet. En otra forma de realización, el dispositivo de acceso de audio 706 es un dispositivo de audio de recepción, y el dispositivo de acceso de audio 708 es un dispositivo de audio de transmisión que transmite datos de audio de alta fidelidad y calidad de radiodifusión, datos de audio de flujo continuo y/o audio incluido en una programación de vídeo. Los enlaces de comunicación 738 y 740 son conexiones de banda ancha cableadas y/o inalámbricas. En una forma de realización alternativa, los dispositivos de acceso de audio 706 y 708 son teléfonos celulares o móviles, los enlaces 738 y 740 son canales inalámbricos de telefonía móvil y la red 736 representa una red de telefonía móvil. El dispositivo de acceso de audio 706 usa un micrófono 712 para convertir sonido, tal como música o la voz de una persona, en una señal de entrada de audio analógica 728. La interfaz de micrófono 716 convierte la señal de entrada de audio analógica 728 en una señal de audio digital 732 que

se introduce en el codificador 722 del CODEC 720. El codificador 722 produce una señal de audio codificada TX que se transmite a la red 726 a través de la interfaz de red 726 según formas de realización de la presente invención. El descodificador 724 del códec 720 recibe una señal de audio codificada RX desde la red 736 a través de la interfaz de red 726 y convierte la señal de audio codificada RX en una señal de audio digital 734. La interfaz de altavoz 718
5 convierte la señal de audio digital 734 en una señal de audio 730 adecuada para activar el altavoz 714.

En formas de realización de la presente invención en las que el dispositivo de acceso de audio 706 es un dispositivo VOIP, algunos o todos los componentes del dispositivo de acceso de audio 706 pueden implementarse en un microteléfono. Sin embargo, en algunas formas de realización, el micrófono 712 y el altavoz 714 son unidades
10 distintas, y la interfaz de micrófono 716, la interfaz de altavoz 718, el CODEC 720 y la interfaz de red 726 se implementan en un ordenador personal. El CODEC 720 puede implementarse mediante software que se ejecuta en un ordenador o un procesador dedicado, o mediante hardware, por ejemplo en un circuito integrado de aplicación específica (ASIC). La interfaz de micrófono 716 se implementa mediante un convertidor de analógico a digital (A/D), así como mediante otro sistema de circuitos de interfaz del microteléfono y/o del ordenador. De manera similar, la
15 interfaz de altavoz 718 se implementa mediante un convertidor de digital a analógico así como mediante otro sistema de circuitos de interfaz del microteléfono y/o del ordenador. En otras formas de realización, el dispositivo de acceso de audio 706 puede implementarse y dividirse de otras maneras conocidas en la técnica.

En formas de realización de la presente invención en las que el dispositivo de acceso de audio 706 es un teléfono celular o móvil, los elementos del dispositivo de acceso de audio 706 se implementan en un microteléfono celular. El códec 720 se implementa mediante software que se ejecuta en un procesador del microteléfono o mediante hardware dedicado. En otras formas de realización de la presente invención, el dispositivo de acceso de audio
20 puede implementarse en otros dispositivos, tales como sistemas de comunicación digitales cableados o inalámbricos de par a par, tales como intercomunicadores y microteléfonos de radio. En aplicaciones tales como dispositivos de audio de consumo, los dispositivos de acceso de audio pueden contener un CODEC con, únicamente, un codificador 722 o un descodificador 724, por ejemplo en un sistema de micrófono digital o un dispositivo de reproducción de música. En otras formas de realización de la presente invención, el CODEC 720 puede usarse sin el micrófono 712 y el altavoz 714, por ejemplo en estaciones base celulares que acceden a la PSTN.

La Figura 8 ilustra un sistema de procesamiento 800 que puede utilizarse para implementar los procedimientos de la presente invención. En este caso, el procesamiento principal se realiza en el procesador 802, que puede ser un microprocesador, un procesador de señales digitales o cualquier otro dispositivo de procesamiento apropiado. En algunas formas de realización, el procesador 802 puede implementarse utilizando múltiples procesadores. Un código de programa (por ejemplo, el código que implementa los algoritmos dados a conocer anteriormente) y datos pueden
30 almacenarse en la memoria 804. La memoria 804 puede ser una memoria local, tal como una DRAM, o un almacenamiento masivo, tal como una unidad de disco duro, una unidad de disco óptico u otro almacenamiento (que puede ser local o remoto). Aunque la memoria se ilustra de manera funcional mediante un único bloque, debe entenderse que pueden usarse uno o más bloques de hardware para implementar esta función.

En una forma de realización, el procesador 802 puede usarse para implementar varias (o todas) las unidades mostradas en las Figuras 1a-b y 2a-b. Por ejemplo, el procesador puede servir como una unidad funcional específica en diferentes momentos para implementar las subtareas implicadas en la realización de las técnicas de la presente invención. Como alternativa, diferentes bloques de hardware (por ejemplo, idénticos o diferentes al procesador) pueden usarse para realizar diferentes funciones. En otras formas de realización, algunas subtareas son realizadas
40 por el procesador 802, mientras que otras se realizan usando un sistema de circuitos diferente.

La Figura 8 también ilustra un puerto de E/S 806 que puede usarse para proporcionar los datos de audio y/o de flujo de bits hacia y desde el procesador. La fuente de audio 408 (el destino si no se muestra explícitamente) se ilustra en líneas discontinuas para indicar que no es una parte necesaria del sistema. Por ejemplo, la fuente puede conectarse al sistema mediante una red tal como Internet o mediante interfaces locales (por ejemplo, una interfaz de USB o LAN).
50

Ventajas de las formas de realización incluyen mejorar la calidad subjetiva de sonido recibido a bajas velocidades binarias con bajo coste.
55

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para descodificar en un descodificador un flujo de bits de audio codificado, comprendiendo el procedimiento:

5 recibir el flujo de bits de audio, comprendiendo el flujo de bits de audio un flujo de bits de banda baja (106);
 descodificar el flujo de bits de banda baja para obtener coeficientes de banda baja en (108) un dominio de frecuencia;
 10 copiar una pluralidad de los coeficientes de banda baja en una ubicación de banda de altas frecuencias para generar coeficientes de banda alta;
 procesar los coeficientes de banda alta para formar coeficientes de banda alta procesados, comprendiendo el procesamiento:

15 modificar una envolvente de energía de los coeficientes de banda alta, donde la modificación comprende multiplicar ganancias de modificación para aplanar o suavizar los coeficientes de banda alta (111, 112), y
 aplicar (108, 112) una envolvente espectral recibida a los coeficientes de banda alta, donde la envolvente espectral recibida se descodifica a partir del flujo de bits de audio recibido; y

20 transformar de manera inversa los coeficientes de banda baja y los coeficientes de banda alta procesados a un dominio de tiempo para obtener una señal de salida de dominio de tiempo (109);

donde el procedimiento comprende además

25 evaluar ganancias de modificación, donde la evaluación comprende analizar y modificar los coeficientes de banda alta copiados a partir de los coeficientes de banda baja;
 donde la evaluación de las ganancias de modificación comprende evaluar la siguiente ecuación:

$$Ganancia(k) = (C0 + C1 \cdot \sqrt{HB_Medio / F_energía_dec[k]}) ,$$

$$k = HB_inicial, \dots, HB_final - 1,$$

30 donde $\{Ganancia(k), k=HB_Inicial, \dots, HB_Final-1\}$ son las ganancias de modificación, $F_energía_dec[k]$ es una distribución de energía en cada índice de ubicación de frecuencia k de una banda alta copiada, $HB_Inicial$ y HB_Final definen un intervalo de banda alta, $C0$ y $C1$ que satisfacen $C0+C1=1$ son constantes predeterminadas, y HB_Medio es un valor de energía medio obtenido promediando energías de los coeficientes de banda alta.

2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que:

el flujo de bits recibido comprende un flujo de bits lateral de banda alta; y

40 el procedimiento comprende además descodificar el flujo de bits lateral de banda alta para obtener información lateral, y usar técnicas de replicación de banda espectral, SBR, para generar la banda alta con la información lateral.

3. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que evaluar las ganancias de modificación comprende usar un valor de energía medio obtenido promediando las energías de los coeficientes de banda alta.

4. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que las ganancias de modificación pueden conmutar o variar según una clasificación de planicidad de espectro recibida por el descodificador desde un codificador.

50 5. El procedimiento según la reivindicación 4, que comprende además determinar la clasificación según una pluralidad de parámetros *Nitidez_Espectro*, donde cada uno de la pluralidad de parámetros *Nitidez_Espectro* se define dividiendo una energía media por una energía máxima en una subbanda de una banda original de altas frecuencias.

55 6. El procedimiento según la reivindicación 4, en el que la clasificación está basada en una decisión de voz/música.

7. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que descodificar el flujo de bits de banda baja comprende:

descodificar el flujo de bits de banda baja para obtener una señal de banda baja; y

transformar la señal de banda baja al dominio de frecuencia para obtener los coeficientes de banda baja.

5 8. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que modificar la envolvente de energía comprende aplanar o suavizar la envolvente de energía.

9. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que antes de transformar de manera inversa los coeficientes de banda baja y los coeficientes de banda alta procesados a un dominio de tiempo para obtener una señal de salida de dominio de tiempo (109), el procedimiento comprende además:

10 aplanar o suavizar una envolvente de energía de los coeficientes de banda alta multiplicando ganancias de aplanamiento o suavizado por los coeficientes de banda alta (214);

15 conformar y determinar energías de los coeficientes de banda alta usando un procedimiento de conformación y determinación BWE.

10. El procedimiento según la reivindicación 9, que comprende además evaluar ganancias de aplanamiento o suavizado, donde evaluar las ganancias de aplanamiento o suavizado comprende usar un valor de energía medio obtenido promediando las energías de los coeficientes de banda alta.

20 11. El procedimiento según las reivindicaciones 9 y 10, en el que las ganancias de aplanamiento o suavizado pueden conmutar o variar según una clasificación de planicidad de espectro transmitida desde un codificador al descodificador.

25 12. El procedimiento según las reivindicaciones 9 y 10, en el que la clasificación se basa en una decisión de voz/música.

13. El procedimiento según la reivindicación 9, en el que:

30 el procedimiento de generación de coeficientes de banda alta BWE comprende un procedimiento de generación de coeficientes de banda alta de replicación de banda espectral, SBR; y

el procedimiento de conformación y determinación BWE comprende un procedimiento de conformación y determinación SBR.

35 14. Un sistema para recibir una señal de audio codificada, comprendiendo el sistema:

un bloque de banda baja configurado para transformar una parte de banda baja de la señal de audio codificada en coeficientes de banda baja de dominio de frecuencia en una salida del bloque de banda baja;

40 un bloque de banda alta acoplado a la salida del bloque de banda baja, estando configurado el bloque de banda alta para generar coeficientes de banda alta en una salida del bloque de banda alta copiando una pluralidad de los coeficientes de banda baja en ubicaciones de banda de altas frecuencias;

45 un bloque de conformación de envolvente acoplado a la salida del bloque de banda alta, donde el bloque de conformación de envolvente está configurado para producir coeficientes de banda alta conformados en una salida del bloque de conformación de envolvente, donde el bloque de conformación de envolvente está configurado para

modificar una envolvente de energía de los coeficientes de banda alta multiplicando ganancias de modificación para aplanar o suavizar los coeficientes de banda alta, y

50 aplicar una envolvente espectral recibida a los coeficientes de banda alta, donde la envolvente espectral recibida se descodifica a partir de la señal de audio codificada;

donde el bloque de conformación de envolvente está acoplado además al bloque de banda baja; y

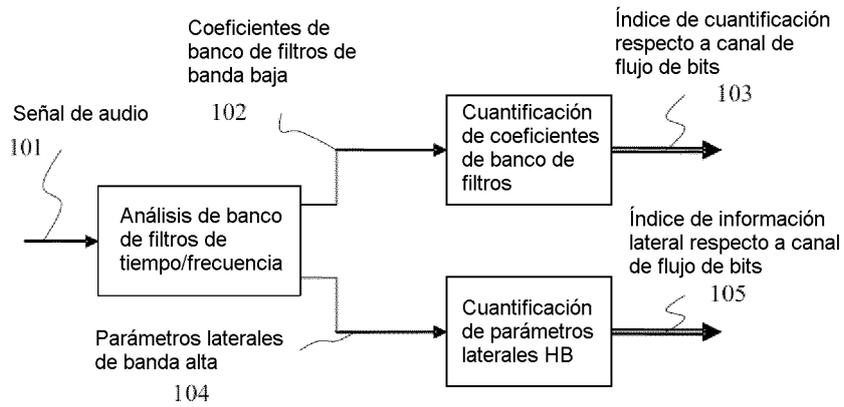
55 el bloque de conformación de envolvente está configurado además para evaluar las ganancias de modificación analizando, examinando, usando y modificando los coeficientes de banda alta o los coeficientes de banda baja que van a copiarse a una ubicación de banda alta;

donde el bloque de conformación de envolvente está configurado además para evaluar las ganancias de modificación usando la siguiente ecuación para evaluar las ganancias de modificación:

$$Ganancia(k) = (C0 + C1 \cdot \sqrt{HB_Medio / F_energía_dec[k]}) ,$$

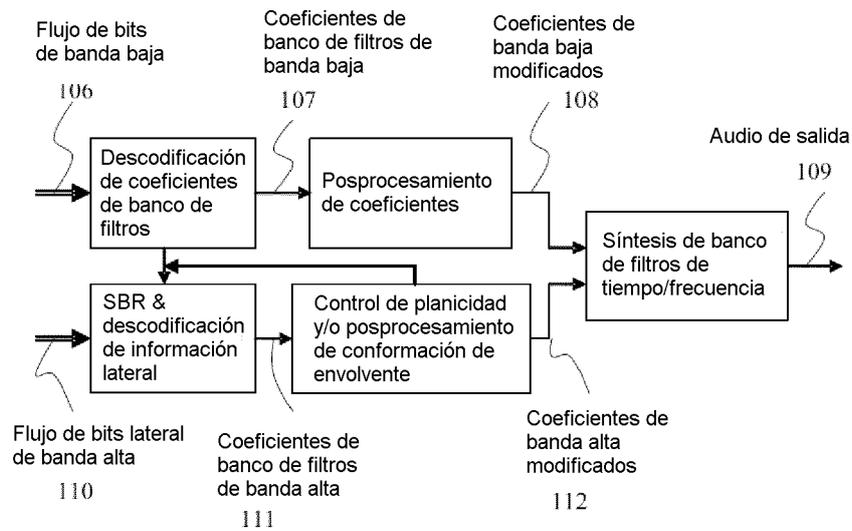
$$k = HB_inicial, \dots, HB_final - 1,$$

- 5 donde $\{Ganancia(k), k=HB_Inicial, \dots, HB_Final-1\}$ son las ganancias de modificación, $F_energía_dec[k]$ es una distribución de energía en cada índice de ubicación de frecuencia k de una banda alta copiada, $HB_Inicial$ y HB_Final definen un intervalo de banda alta, $C0$ y $C1$ que satisfacen $C0+C1=1$ son constantes predeterminadas, y HB_Medio es un valor de energía medio obtenido promediando energías de los coeficientes de banda alta;
- 10 y
- 10 un bloque de transformada inversa acoplado a la salida del bloque de conformación de envolvente y a la salida del bloque de banda baja, estando configurado el bloque de transformada inversa para producir una señal de salida de audio de dominio de tiempo.
- 15 15. El sistema según la reivindicación 14, que comprende además un bloque de descodificación de flujo de bits lateral de banda alta configurado para producir la envolvente espectral recibida a partir de un flujo de bits lateral de banda alta de la señal de audio codificada.
16. El sistema según la reivindicación 14, en el que el bloque de banda baja comprende:
- 20 un bloque de descodificación de banda baja configurado para descodificar un flujo de bits de banda baja de la señal de audio codificada en una señal de banda baja descodificada en una salida del bloque de descodificación de banda baja; y
- 25 un analizador de banco de filtros de tiempo/frecuencia acoplado a la salida del bloque de descodificación de banda baja, estando configurado el analizador de banco de filtros de tiempo/frecuencia para producir los coeficientes de banda baja de dominio de frecuencia a partir de la señal de banda baja descodificada.
17. El sistema según la reivindicación 14, en el que la señal de audio de salida está configurada para acoplarse a un altavoz.



Codificador de banco de filtros con información lateral SBR

Fig. 1a



Descodificador de banco de filtros con SBR, control de planicidad de espectro y posprocesamiento opcional

Fig. 1b

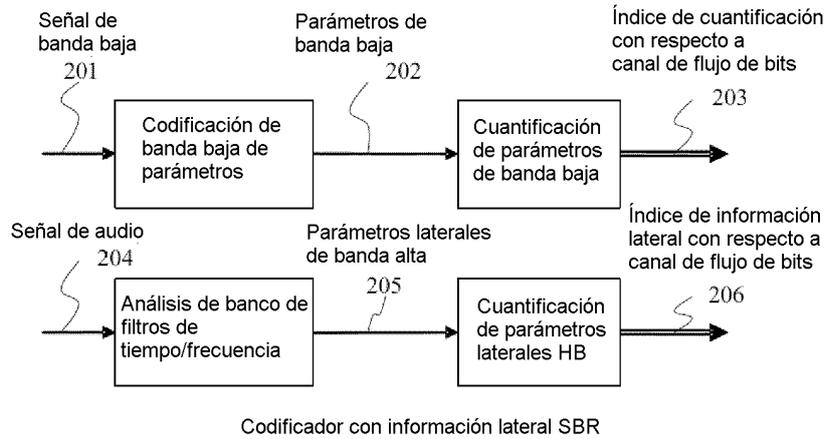


Fig. 2a

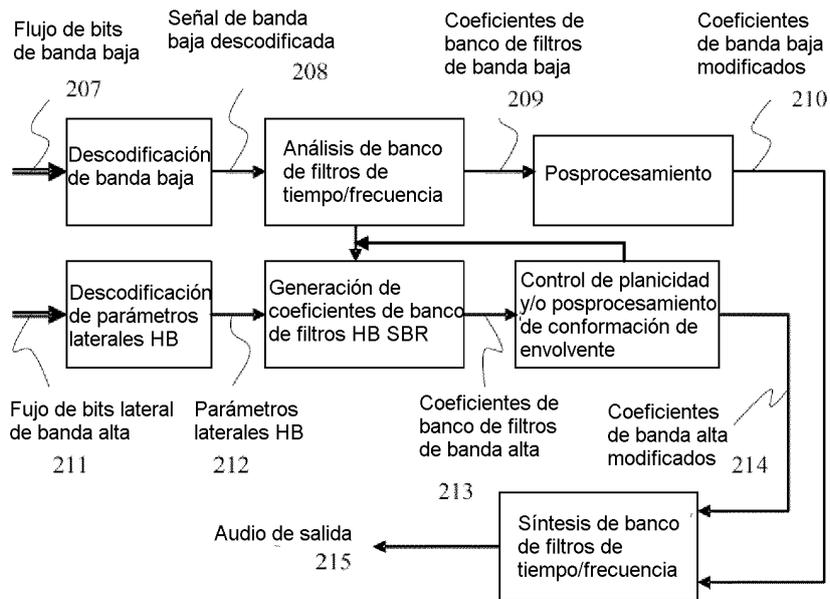


Fig. 2b

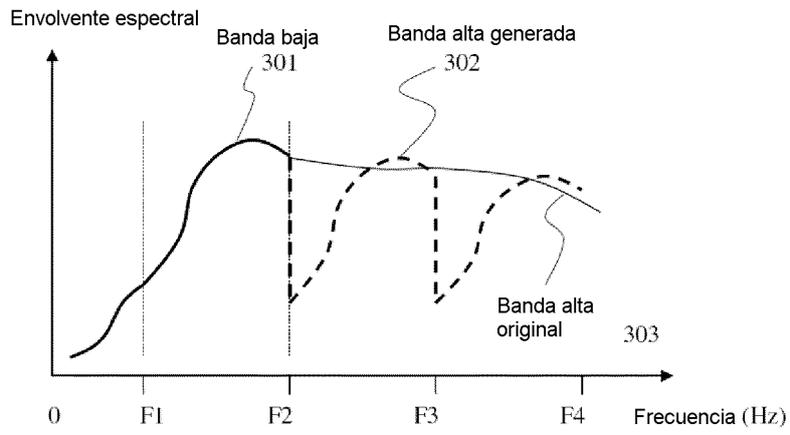


Fig. 3

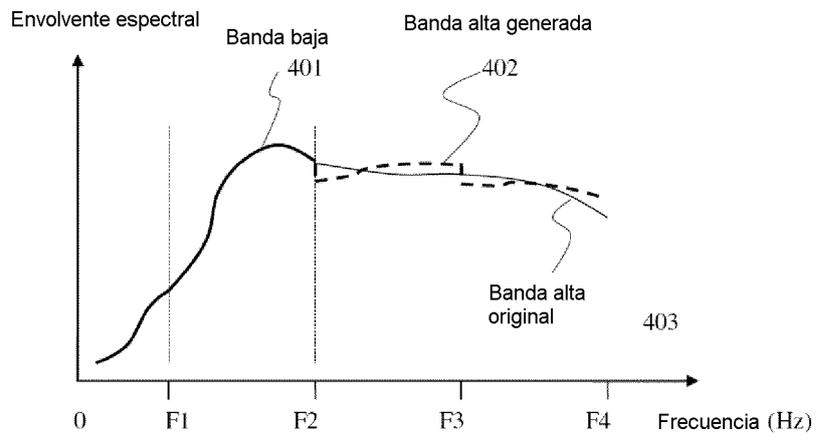


Fig. 4

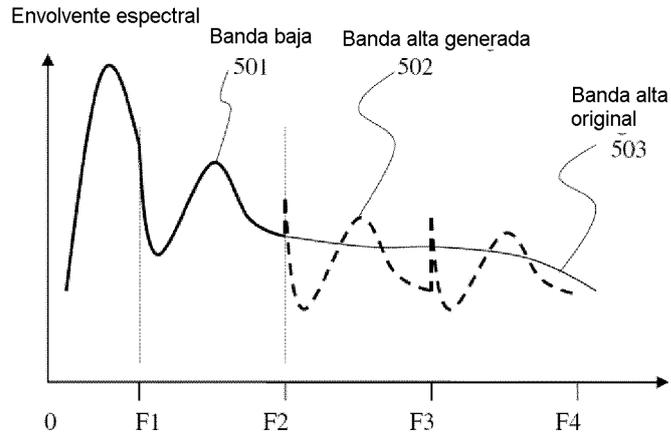


Fig. 5

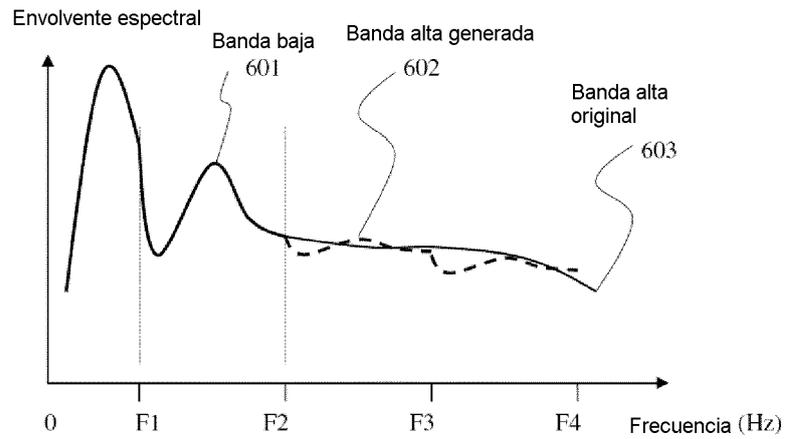


Fig. 6

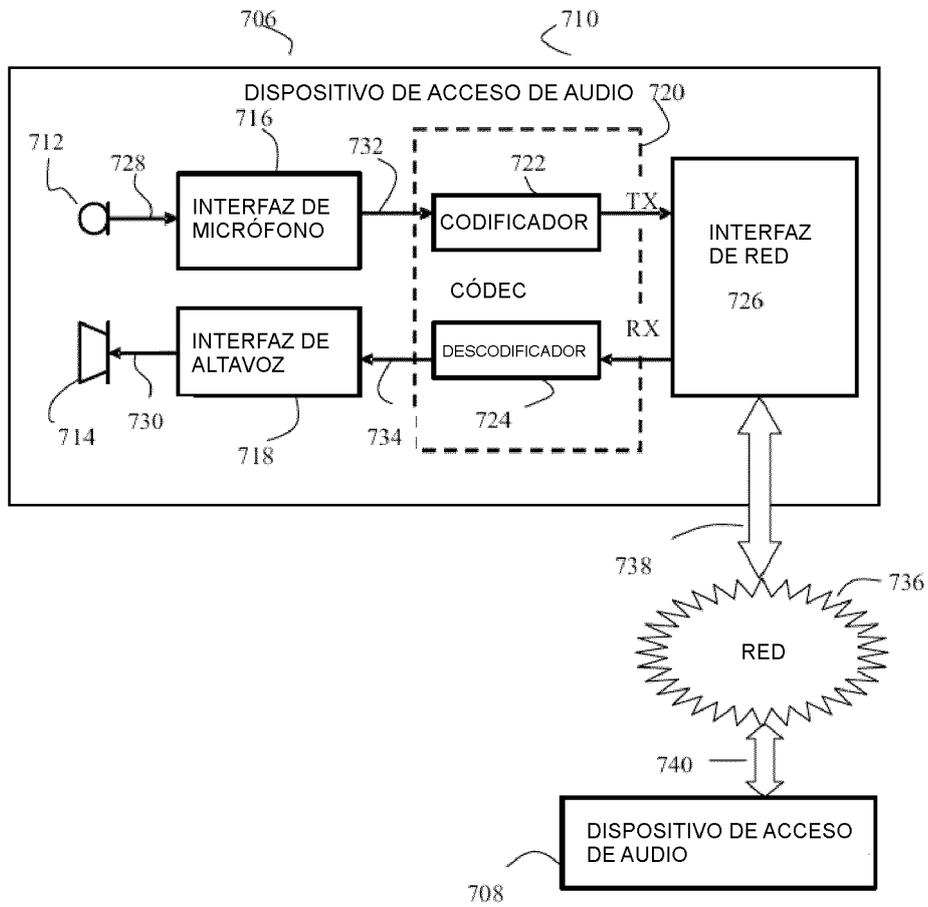


Fig. 7

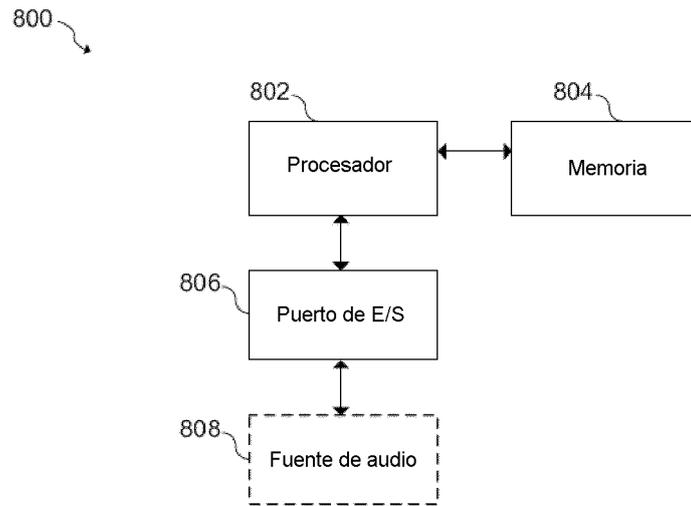


Fig. 8