



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 307 100**

51 Int. Cl.:
G10L 21/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **05020588 .9**

86 Fecha de presentación : **26.01.2000**

87 Número de publicación de la solicitud: **1617418**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **18.01.2006**

54

Título: **Métodos y aparatos de codificación de audio mediante replicación de banda espectral y reconstrucción de alta frecuencia que usan adición adaptativa de un umbral mínimo de ruido y limitación de la sustitución de ruido.**

30

Prioridad: **27.01.1999 SE 9900256**
01.10.1999 SE 9903553

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.11.2008

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.11.2008

73

Titular/es: **Dolby Sweden AB.**
Gävlegatan 12A
113 30 Stockholm, SE

72

Inventor/es: **Liljeryd, Lars;**
Kjörling, Kristofer;
Ekstrand, Per y
Henn, Fredrik

74

Agente: **Arizti Acha, Mónica**

ES 2 307 100 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

Métodos y aparatos de codificación de audio mediante replicación de banda espectral y reconstrucción de alta frecuencia que usan adición adaptativa de un umbral mínimo de ruido y limitación de la sustitución de ruido.

5

Campo técnico

La presente invención se refiere a sistemas de codificación de fuente que utilizan reconstrucción de alta frecuencia (HFR, *High Frequency Reconstruction*) tal como replicación de banda espectral, SBR (*Spectral Band Replication*) [documento WO 98/57436] o métodos relacionados. Mejora el rendimiento tanto de métodos de alta calidad (SBR), así como de métodos de copia de baja calidad [patente estadounidense 5.127.054]. Es aplicable tanto a sistemas de codificación de voz como de codificación de audio natural. Además, la invención puede usarse de manera beneficiosa con códecs de audio natural con o sin reconstrucción de alta frecuencia, para reducir el efecto audible de la desconexión de bandas de frecuencia que se produce normalmente en condiciones de baja tasa de bits, aplicando adición adaptativa de un umbral mínimo de ruido.

15

Antecedentes de la invención

La presencia de componentes de señal estocástica es una importante propiedad de muchos instrumentos musicales, así como de la voz humana. La reproducción de estas componentes de ruido, que normalmente están mezcladas con otras componentes de la señal, es crucial si la señal debe percibirse como un sonido natural. En la reconstrucción de alta frecuencia, en ciertas condiciones, es imperativo añadir ruido a la banda alta reconstruida con el fin de lograr contenidos de ruido similares al original. Esta necesidad se origina a partir del hecho de que la mayoría de los sonidos armónicos, procedentes por ejemplo de instrumentos de lengüeta o arco, tienen un nivel de ruido relativamente superior en la región de alta frecuencia en comparación con la región de baja frecuencia. Además, los sonidos armónicos a veces se producen junto con un ruido de alta frecuencia dando como resultado una señal sin similitud entre los niveles de ruido de la banda alta y la banda baja. En cualquier caso, una transposición de frecuencia, es decir, SBR de alta calidad, así como cualquier procedimiento de copia de baja calidad experimentará ocasionalmente una falta de ruido en la banda alta replicada. Incluso más, un procedimiento de reconstrucción de alta frecuencia normalmente comprende alguna clase de ajuste de envolvente, en el que es deseable evitar la sustitución no deseada de ruido por armónicos. Por tanto, es esencial poder añadir y controlar los niveles de ruido en el procedimiento de regeneración de alta frecuencia en el descodificador.

20

En condiciones de baja tasa de bits, los códecs de audio natural normalmente presentan una grave desconexión de las bandas de frecuencia. Esto se lleva a cabo de una manera trama a trama que da como resultado huecos espectrales que pueden aparecer de manera arbitraria en todo el intervalo de frecuencia codificado. Esto puede producir artefactos audibles. Puede paliarse el efecto de esto mediante la adición adaptativa de un umbral mínimo de ruido.

35

Algunos sistemas de codificación de audio de la técnica anterior incluyen medios para recrear componentes de ruido en el descodificador. Esto permite al codificador omitir componentes de ruido en el procedimiento de codificación, haciéndolo así más eficaz. Sin embargo, para que tales métodos sean satisfactorios, el ruido excluido en el procedimiento de codificación por el codificador no debe contener otras componentes de señal. Este esquema de codificación de ruido basado en decisión firme da como resultado un ciclo de trabajo relativamente bajo puesto que normalmente se mezclan la mayoría de las componentes de ruido, en tiempo y/o frecuencia, con otras componentes de señal. Además, no soluciona de ningún modo el problema del contenido de ruido insuficiente en bandas de alta frecuencia reconstruidas.

45

Sumario de la invención

La presente invención trata el problema del contenido de ruido insuficiente en una banda alta regenerada, y los huecos espectrales debidos a la desconexión de las bandas de frecuencia en condiciones de baja tasa de bits, añadiendo de manera adaptativa un umbral mínimo de ruido. También impide la sustitución no deseada de ruido por armónicos. Esto se lleva a cabo por medio de una estimación del nivel de umbral mínimo de ruido en el codificador, y la adición adaptativa de un umbral mínimo de ruido y limitación de la sustitución no deseada de ruido en el descodificador.

50

La solicitud define un aparato según la reivindicación 1, un método según la reivindicación 7, un codificador según la reivindicación 8 y método según la reivindicación 12.

55

Breve descripción de los dibujos

La presente invención se describirá ahora a modo de ejemplos ilustrativos, sin limitar el alcance de la invención definida por las reivindicaciones modificadas, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

60

La figura 1 ilustra el seguidor de picos y valles aplicado a un espectro de resolución alta y media, y el mapeo del umbral mínimo de ruido con las bandas de frecuencia, según la presente invención;

65

La figura 2 ilustra el umbral mínimo de ruido con suavizado en tiempo y frecuencia, según la presente invención;

La figura 3 ilustra el espectro de una señal de entrada original;

ES 2 307 100 T3

La figura 4 ilustra el espectro de la señal de salida procedente de un procedimiento de SBR sin adición adaptativa de un umbral mínimo de ruido;

La figura 5 ilustra el espectro de la señal de salida con SBR y adición adaptativa de un umbral mínimo de ruido, según la presente invención;

La figura 6 ilustra los factores de amplificación para el banco de filtros de ajuste de envolvente espectral, según la presente invención;

La figura 7 ilustra el suavizado de los factores de amplificación en el banco de filtros de ajuste de envolvente espectral, según la presente invención;

La figura 8 ilustra una posible implementación de la presente invención, en un sistema de codificación de fuente en el lado del codificador;

La figura 9 ilustra una posible implementación de la presente invención, en un sistema de codificación de fuente en el lado del descodificador.

Descripción de realizaciones preferidas

Las realizaciones descritas a continuación son meramente ilustrativas de los principios de la presente invención para la mejora de sistemas de reconstrucción de alta frecuencia. Se entiende que serán evidentes para otros expertos en la técnica, modificaciones y variaciones de las disposiciones y los detalles descritos en el presente documento. Por tanto, la intención es sólo que esté limitado por el alcance de las reivindicaciones de la patente inminente y no por los detalles específicos presentados a modo de descripción y explicación de las realizaciones del presente documento.

Estimación del nivel de umbral mínimo de ruido

Cuando se analiza un espectro de señales de audio con suficiente resolución de frecuencia, son claramente visibles formantes, sinusoidales individuales, etc., esto se denomina en lo sucesivo en el presente documento como la envolvente espectral de estructura fina. Sin embargo, si se usa una baja resolución, no pueden observarse detalles finos, esto se denomina en lo sucesivo en el presente documento como la envolvente espectral de estructura basta. El nivel de umbral mínimo de ruido, si bien es cierto que no es necesariamente ruido por definición, tal como se usa a lo largo de la presente invención, se refiere a la razón entre una envolvente espectral de estructura basta interpolada a lo largo de los puntos mínimos locales en el espectro de alta resolución, y una envolvente espectral de estructura basta interpolada a lo largo de los puntos máximos locales en el espectro de alta resolución. Esta medición se obtiene calculando una FFT de alta resolución para el segmento de señal, y aplicando un seguidor de picos y valles, figura 1. El nivel de umbral mínimo de ruido se calcula entonces como la diferencia entre el seguidor de los picos y los valles. Con un suavizado apropiado de esta señal en tiempo y frecuencia, se obtiene una medida del nivel de umbral mínimo de ruido. La función del seguidor de picos y la función del seguidor de valles pueden describirse según la ec. 1 y la ec. 2,

$$Y_{pico}(X(k)) = \max(Y(X(k-1)) - T, X(k)) \quad \forall 1 \leq k \leq \frac{\text{tamañofft}}{2} \quad \text{ec. 1}$$

$$Y_{valle}(X(k)) = \min(Y(X(k-1)) + T, X(k)) \quad \forall 1 \leq k \leq \frac{\text{tamañofft}}{2} \quad \text{ec. 2}$$

en las que T es el factor de disminución, y X(k) es el valor logarítmico absoluto del espectro en la línea k. Se calcula el par para dos tamaños FFT diferentes, uno de alta resolución y otro de resolución media, con el fin de obtener una buena estimación durante los vibratos y los sonidos cuasiestacionarios. Los seguidores de picos y valles aplicados a la FFT de alta resolución se someten a filtrado LP con el fin de descartar los valores extremos. Tras obtener las dos estimaciones del nivel de umbral mínimo de ruido, se elige la mayor. En una implementación de la presente invención se mapean los valores del nivel de umbral mínimo de ruido con múltiples bandas de frecuencia, sin embargo, también podrían usarse otros mapeos, por ejemplo, ajuste de curvas a polinomios o coeficientes LPC. Debe señalarse que podrían usarse varios enfoques diferentes cuando se determina el contenido de ruido en una señal de audio. Sin embargo, tal como se describió anteriormente, es un objetivo de esta invención, estimar la diferencia entre máximos y mínimos locales en un espectro de alta resolución, si bien es cierto que esto no es necesariamente una medición precisa del verdadero nivel de ruido. Otros métodos posibles son la predicción lineal, autocorrelación, etc., éstos se usan comúnmente en algoritmos de ruido/no ruido por decisión firme [“Improving Audio Codecs by Noise Substitution” D. Schultz, JAES, Vol. 44, nº 7/8, 1996]. Aunque estos métodos se esfuerzan en medir la cantidad de ruido verdadero en una señal, son aplicables para la medición de un nivel de un umbral mínimo de ruido, tal como se define en la presente invención, si bien es cierto que no da resultados igualmente buenos a los del método expuesto anteriormente. También es posible usar un análisis mediante un enfoque de síntesis, es decir, tener un descodificador en el codificador y de esta manera evaluar un valor correcto de la cantidad de ruido adaptativo requerido.

ES 2 307 100 T3

Adición adaptativa de un umbral mínimo de ruido

Con el fin de aplicar el umbral mínimo de ruido adaptativo, debe disponerse de una representación de la envolvente espectral de la señal. Esto pueden ser valores PCM lineales para implementaciones de banco de filtros o una representación LPC. El umbral mínimo de ruido se conforma según esta envolvente antes de ajustarlo para corregir los niveles, según los valores recibidos por el descodificador. También es posible ajustar los niveles con un desplazamiento adicional facilitado en el descodificador.

En una implementación de descodificador de la presente invención, los niveles de umbral mínimo de ruido recibidos se comparan con un límite superior facilitado en el descodificador, se mapean con varios canales de banco de filtros y posteriormente se suavizan mediante filtrado LP tanto en tiempo como en frecuencia, figura 2. La señal de banda alta replicada se ajusta con el fin de obtener el nivel de señal total correcto tras añadir el umbral mínimo de ruido a la señal. Los factores de ajuste y las energías del umbral mínimo de ruido se calculan según la ec. 3 y la ec. 4.

$$\text{noiseLevel}(k,l) = \text{sfb_nrg}(k,l) \frac{\text{nf}(k,l)}{1 + \text{nf}(k,l)} \quad \text{ec. 3}$$

$$\text{adjustFactor}(k,l) = \sqrt{\frac{1}{1 + \text{nf}(k,l)}} \quad \text{ec.4}$$

en las que k indica la línea de frecuencia, l el índice de tiempo para cada muestra de sub-banda, sfb_nrg(k,l) es la representación de la envolvente y nf(k,l) es el nivel de umbral mínimo de ruido. Cuando se genera ruido con energía noiseLevel(k,l) y se ajusta la amplitud de banda alta con adjustFactor(k,l) el umbral mínimo de ruido añadido y la banda alta tendrán una energía según sfb_nrg(k,l). Un ejemplo de la salida del algoritmo se presenta en las figuras 3-5. La figura 3 muestra el espectro de una señal original que contiene una estructura de formantes muy pronunciada en la banda baja, pero mucho menos pronunciada en la banda alta. El procesamiento de esto con SBR sin adición adaptativa de un umbral mínimo de ruido produce un resultado según la figura 4. En este caso, es evidente que aunque la estructura de formantes de la banda alta replicada es correcta, el nivel de umbral mínimo de ruido es demasiado bajo. El nivel de umbral mínimo de ruido estimado y aplicado según la invención produce el resultado de la figura 5, en la que se presenta el umbral mínimo de ruido superpuesto sobre la banda alta replicada. En este caso, es muy obvio el beneficio de la adición adaptativa de un umbral mínimo de ruido tanto de manera visual como audible.

Adaptación de ganancia del elemento de transposición

Un procedimiento de replicación ideal, que utiliza múltiples factores de transposición, produce un gran número de componentes armónicas, proporcionando una densidad de armónicos similar a la de la original. Se describe a continuación un método para seleccionar factores de amplificación apropiados para los diferentes armónicos. Se supone que la señal de entrada es una serie armónica:

$$x(t) = \sum_{i=0}^{N-1} a_i \cos(2\pi f_i t). \quad \text{ec. 5}$$

Una transposición mediante un factor dos produce:

$$y(t) = \sum_{i=0}^{N-1} a_i \cos(2 \times 2\pi f_i t). \quad \text{ec. 6}$$

Claramente, falta cada segundo armónico en la señal transpuesta. Con el fin de aumentar la densidad de armónicos, se añaden armónicos de transposiciones de orden superior, M = 3,5 etc., a la banda alta. Para beneficiar a la mayor parte de los múltiples armónicos, es importante ajustar apropiadamente sus niveles para evitar que un armónico domine sobre otro dentro de un intervalo de frecuencia solapante. Un problema que surge cuando se hace eso, es cómo manejar las diferencias en el nivel de señal entre los intervalos de fuente de los armónicos. Estas diferencias también tienden a variar entre el material de programa, lo que hace difícil usar factores de ganancia constante para los diferentes armónicos. En este caso, se explica un método para el ajuste de nivel de los armónicos que tiene en cuenta la distribución espectral en la banda baja. Las salidas de los elementos de transposición se alimentan a través de ajustadores de ganancia, se añaden y se envían al banco de filtros de ajuste de la envolvente. También se envían a este banco de filtros la señal de banda baja, permitiendo el análisis espectral de la misma. En la presente invención, se evalúan las potencias de señal de los intervalos de fuente correspondientes a los diferentes factores de transposición y se ajustan en consecuencia las ganancias de los armónicos. Una solución más elaborada es estimar la pendiente del

espectro de banda baja y compensar esto antes del banco de filtros, usando implementaciones de filtros simples, por ejemplo, filtros tipo control de tonos (*shelving filters*). Es importante observar que este procedimiento no afecta a la funcionalidad de ecualización del banco de filtros, y que la banda baja analizada por el banco de filtros no se resintetiza por el mismo.

5

Limitación de la sustitución de ruido

Según lo anterior (ec. 5 y ec. 6), la banda alta replicada contendrá ocasionalmente huecos en el espectro. El algoritmo de ajuste de la envolvente se esfuerza por hacer la envolvente espectral de la banda alta regenerada similar a la de la original. Se supone que la señal original tiene una alta energía dentro de una banda de frecuencia, y que la señal transpuesta presenta un hueco espectral dentro de la banda de frecuencia. Esto implica, siempre que se permita que los factores de amplificación adopten valores arbitrarios, que se aplicará un factor de amplificación muy alto a esta banda de frecuencia, y se ajustará el ruido u otras componentes de señal no deseadas hasta la misma energía que la de la original. Esto se denomina sustitución no deseada de ruido. Supongamos que

15

$$P_1 = [p_{11}, \dots, p_{1N}] \quad \text{ec. 7}$$

20

son los factores de escala de la señal original en un tiempo dado, y

$$P_2 = [p_{21}, \dots, p_{2N}] \quad \text{ec. 8}$$

25

los correspondientes factores de escala de la señal transpuesta, en los que cada elemento de los dos vectores representa energía de sub-banda normalizada en tiempo y frecuencia. Los factores de amplificación requeridos para el banco de filtros de ajuste de envolvente espectral se obtienen como

30

$$G = [g_1, \dots, g_N] = \left[\sqrt{\frac{p_{11}}{p_{21}}}, \dots, \sqrt{\frac{p_{1N}}{p_{2N}}} \right] \quad \text{ec. 9}$$

35

Observando G, es trivial determinar las bandas de frecuencia con sustitución no deseada de ruido, puesto que éstas muestran factores de amplificación mucho mayores que las otras. La sustitución no deseada de ruido se evita así fácilmente aplicando un limitador a los factores de amplificación, es decir, permitiéndoles variar libremente hasta un cierto límite, g_{\max} . Los factores de amplificación que usan el limitador de ruido se obtienen mediante

40

$$G_{\text{lim}} = [\min(g_1, g_{\max}), \dots, \min(g_N, g_{\max})] \quad \text{ec. 10}$$

45

Sin embargo, esta expresión sólo presenta el principio básico de los limitadores de ruido. Puesto que la envolvente espectral de la señal transpuesta y la original podrían diferir significativamente tanto en el nivel como en la pendiente, no es factible usar valores constantes para g_{\max} . En su lugar se calcula la ganancia promedio, definida como

50

$$G_{\text{prom}} = \sqrt{\frac{\sum_i P_{1i}}{\sum_i P_{2i}}}, \quad \text{ec. 11}$$

55

y se permite que los factores de amplificación superen eso en cierta cantidad. Con el fin de tener en cuenta las variaciones de nivel de banda ancha, también es posible dividir los dos vectores P1 y P2 en diferentes subvectores, y procesarlos en consecuencia. De esta manera, se obtiene un limitador de ruido muy eficaz, sin interferir con, o restringir, la funcionalidad del ajuste de nivel de las señales de sub-banda que contienen información útil.

60

Interpolación

65

Es común en los codificadores de audio de sub-banda agrupar los canales del banco de filtros de análisis, cuando se generan factores de escala. Los factores de escala representan una estimación de la densidad espectral dentro de la banda de frecuencia que contiene los canales de banco de filtros de análisis agrupados. Con el fin de obtener la menor tasa de bits posible, es deseable minimizar el número de factores de escala transmitidos, lo que implica la utilización de tantos grupos grandes de canales de filtro como sea posible. Normalmente, esto se realiza agrupando las bandas de frecuencia según una escala de Bark, aprovechando así la resolución de frecuencia logarítmica del sistema auditivo humano. Es posible en un banco de filtros de ajuste de envolvente de descodificador SBR, agrupar los canales

ES 2 307 100 T3

de manera idéntica al agrupamiento usado durante el cálculo de factores de escala en el codificador. Sin embargo, el banco de filtros de ajuste todavía puede operar con una base de canal de banco de filtros, interpolando valores a partir de los factores de escala recibidos. El método de interpolación más sencillo consiste en asignar a cada canal de banco de filtros dentro del grupo usado para el cálculo de factores de escala, el valor del factor de escala. También se
5 analiza la señal transpuesta y se calcula un factor de escala por canal de banco de filtros. Estos factores de escala y los interpolados, que representan la envolvente espectral original, se usan para calcular los factores de amplificación según lo anterior. Existen dos ventajas principales con este esquema de interpolación en el dominio de frecuencia. La señal transpuesta normalmente tiene un espectro más disperso que la original. Por tanto, es beneficioso un suavizado espectral y se hace que éste sea más eficaz cuando se opera con bandas de frecuencia estrechas, en comparación con
10 bandas anchas. En otras palabras, los armónicos generados pueden aislarse y controlarse mejor por el banco de filtros de ajuste de la envolvente. Además, se mejora el rendimiento del limitador de ruido puesto que los huecos espectrales pueden estimarse y controlarse mejor con una mayor resolución de frecuencia.

Suavizado

15 Es ventajoso, tras obtener los factores de amplificación apropiados, aplicar suavizado en tiempo y frecuencia, con el fin de evitar plegado espectral (*aliasing*) y sobreoscilación (*ringing*) en el banco de filtros de ajuste así como fluctuación en los factores de amplificación. La figura 6 presenta los factores de amplificación que van a multiplicarse con las correspondientes muestras de sub-banda. La figura presenta dos bloques de alta resolución seguidos por tres
20 bloques de baja resolución y un bloque de alta resolución. También muestra la resolución de frecuencia decreciente a frecuencias mayores. La forma aguda de la figura 6 se elimina en la figura 7 mediante el filtrado de los factores de amplificación tanto en tiempo como en frecuencia, por ejemplo empleando un promedio móvil ponderado. Sin embargo, es importante mantener la estructura transitoria para los bloques cortos en el tiempo con el fin de no reducir la respuesta transitoria del intervalo de frecuencia replicado. De manera similar, es importante no filtrar excesivamente
25 los factores de amplificación para los bloques de alta resolución con el fin de mantener la estructura de formantes del intervalo de frecuencia replicado. En la figura 9b, el filtrado se exagera a propósito para una mejor visibilidad.

Implementaciones prácticas

30 La presente invención puede implementarse tanto en chips de hardware como en DSP, para diversas clases de sistemas, para el almacenamiento o la transmisión de señales, analógicas o digitales, usando códecs arbitrarios. La figura 8 y la figura 9 muestran una posible implementación de la presente invención. En este caso, se realiza la reconstrucción de banda alta por medio de replicación de banda espectral, SBR. En la figura 8, se presenta el lado del codificador. Se alimenta una señal de entrada analógica al convertidor 801 A/D, y a un codificador 802 de audio arbitrario, así como la unidad 803 de estimación del nivel de umbral mínimo de ruido y una unidad 804 de extracción
35 de envolvente. La información codificada se multiplexa en un flujo 805 de bits serie, y se transmite o almacena. En la figura 9, se presenta una implementación de descodificador típica. El flujo de bits serie se demultiplexa, 901, y se descodifican los datos de envolvente, 902, es decir, la envolvente espectral de la banda alta y el nivel de umbral mínimo de ruido. La señal codificada de fuente demultiplexada se descodifica usando un descodificador 903 de audio arbitrario y se realiza un muestreo ascendente (*up-sampling*) 904. En la presente implementación, se aplica la transposición SBR en la unidad 905. En esta unidad, se amplifican los diferentes armónicos usando la información de realimentación procedente del banco 908 de filtros de análisis, según la presente invención. Se envían los datos de nivel de umbral
40 mínimo de ruido a la unidad 906 de adición adaptativa de un umbral mínimo de ruido, en la que se genera un umbral mínimo de ruido. Se interpolan los datos de envolvente espectral, 907, los factores de amplificación se limitan 909, y suavizan 910, según la presente invención. La banda alta reconstruida se ajusta 911 y se añade el ruido adaptativo. Finalmente, la señal se resintetiza 912 y se añade a la banda 913 baja retardada. La salida digital se convierte de nuevo a una forma 914 de onda analógica.

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Aparato para mejorar un descodificador (903) de fuente, generando el descodificador de fuente una señal descodificada mediante la descodificación de una señal codificada obtenida mediante la codificación de fuente de una señal original, teniendo la señal original una parte de banda baja y una parte de banda alta, incluyendo la señal codificada la parte de banda baja de la señal original y no incluyendo la parte de banda alta de la señal original, en el que se usa la señal descodificada para una reconstrucción de alta frecuencia para obtener una señal reconstruida de alta frecuencia que incluye una parte de banda alta reconstruida de la señal original, que comprende:

un reconstructor (905) de alta frecuencia para generar una banda alta reconstruida a partir de la señal descodificada;

un adicionador (906) de ruido para añadir de manera adaptativa ruido a la banda alta reconstruida en respuesta a una estimación de nivel de ruido multiplexada a la señal codificada, en el que el adicionador de ruido es operativo para añadir un nivel de ruido tal que se obtenga una señal reconstruida de alta frecuencia que tiene un contenido de ruido similar al contenido de ruido de la señal original.

2. Aparato según la reivindicación 1, en el que el adicionador de ruido es operativo para conformar el ruido según una representación de envolvente espectral de la banda alta y añadir el ruido conformado a un nivel tal a la señal de alta frecuencia reconstruida que la señal de alta frecuencia reconstruida tiene un contenido de ruido similar al contenido de ruido de la señal original.

3. Aparato según la reivindicación 1, en el que el adicionador de ruido es operativo para obtener una medida de la cantidad de ruido adaptativo y para añadir una cantidad de ruido a la banda alta reconstruida, estando determinada la cantidad por la medida de la cantidad de ruido adaptativo.

4. Aparato según la reivindicación 3, en el que la medida de ruido es un nivel de umbral mínimo de ruido, y en el que el adicionador de ruido es operativo para añadir ruido según el nivel de umbral mínimo de ruido.

5. Aparato según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un ajustador (911) de banda alta, que es operativo para ajustar la señal de alta frecuencia regenerada para obtener un nivel de señal total correcto tras añadir el ruido a la señal.

6. Aparato según la reivindicación 5, en el que el ajustador de banda alta es operativo para usar un factor de ajuste tal como se define a continuación:

$$\text{adjustFactor}(k,l) = \sqrt{\frac{1}{1 + nf(k,l)}}$$

en el que adjustFactor es un factor de ajuste, k es un índice de banda de frecuencia, l es un índice de tiempo, y nf es un nivel de umbral mínimo de ruido.

7. Método para mejorar un método (903) de descodificación de fuente, generando el método de descodificación de fuente una señal descodificada mediante la descodificación de una señal codificada obtenida mediante la codificación de fuente de una señal original, teniendo la señal original una parte de banda baja y una parte de banda alta, incluyendo la señal codificada la parte de banda baja de la señal original y no incluyendo la parte de banda alta de la señal original, en el que la señal descodificada se usa para una reconstrucción de alta frecuencia para obtener una señal reconstruida de alta frecuencia que incluye una parte de banda alta reconstruida de la señal original, que comprende:

generar (905) una banda alta reconstruida a partir de la señal descodificada;

añadir (906) de manera adaptativa ruido a la banda alta reconstruida en respuesta a una estimación de nivel de ruido multiplexada a la señal codificada, en el que se añade un nivel de ruido tal que se obtiene una señal reconstruida de alta frecuencia que tiene un contenido de ruido similar al contenido de ruido de la señal original.

8. Codificador que comprende:

un codificador (802) de audio para codificar una señal de audio para obtener una señal codificada, incluyendo la señal codificada la parte de banda baja de la señal original y no incluyendo la parte de banda alta de la señal original, que comprende:

un dispositivo de estimación de ruido para estimar un nivel de ruido que va a añadirse en un procedimiento de regeneración de alta frecuencia en un descodificador;

una unidad (804) de extracción de envolvente para extraer una envolvente espectral de la señal original que va a usarse para ajustar una parte de banda alta reconstruida de la señal original; y

ES 2 307 100 T3

un multiplexor (805) para multiplexar estimaciones para el nivel de ruido y la envolvente espectral para su uso por un descodificador.

5 9. Codificador según la reivindicación 8, en el que se determina el nivel de ruido de tal manera que el ruido que va a añadirse a la banda alta reconstruida da como resultado un contenido de ruido en la banda alta reconstruida, que es similar al contenido de ruido en la banda alta de la señal original.

10 10. Codificador según la reivindicación 8, en el que el estimador de ruido se opera para realizar un análisis mediante un enfoque de síntesis para determinar el nivel de ruido.

11. Codificador según la reivindicación 8, en el que el estimador de ruido incluye un descodificador y es operativo para evaluar un valor correcto de la cantidad de ruido adaptativo requerido.

15 12. Método de codificación que comprende:

codificar (802) una señal de audio para obtener una señal codificada, incluyendo la señal codificada la parte de banda baja de la señal original y no incluyendo la parte de banda alta de la señal original, que comprende:

20 estimar un nivel de ruido que va a añadirse en un procedimiento de regeneración de alta frecuencia en un descodificador; y

extraer (804) una envolvente espectral de la señal original que va a usarse para ajustar una parte de banda alta reconstruida de la señal original; y

25 multiplexar (805) estimaciones para el nivel de ruido y la envolvente espectral para su uso por un descodificador.

30

35

40

45

50

55

60

65

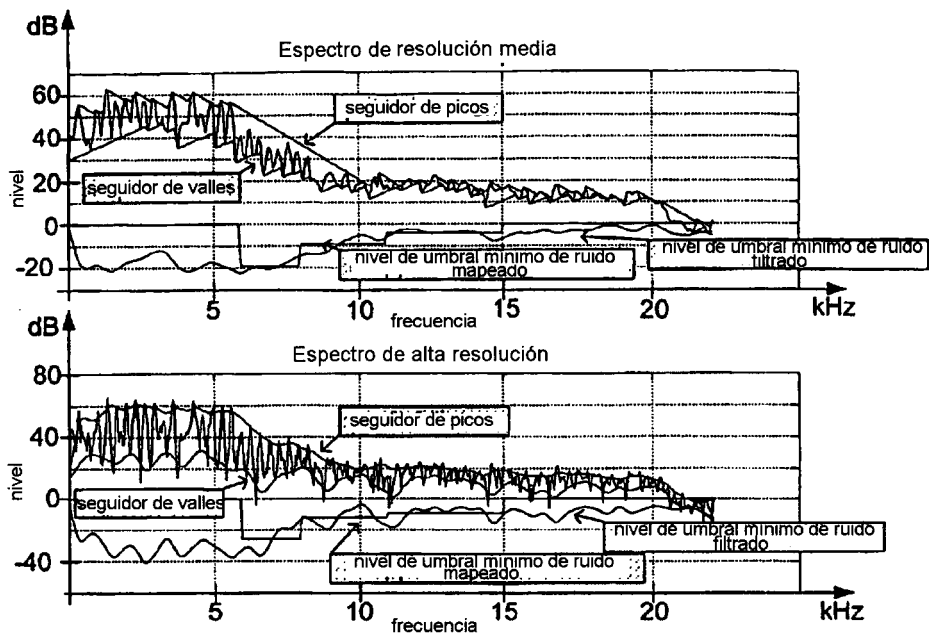


Fig. 1

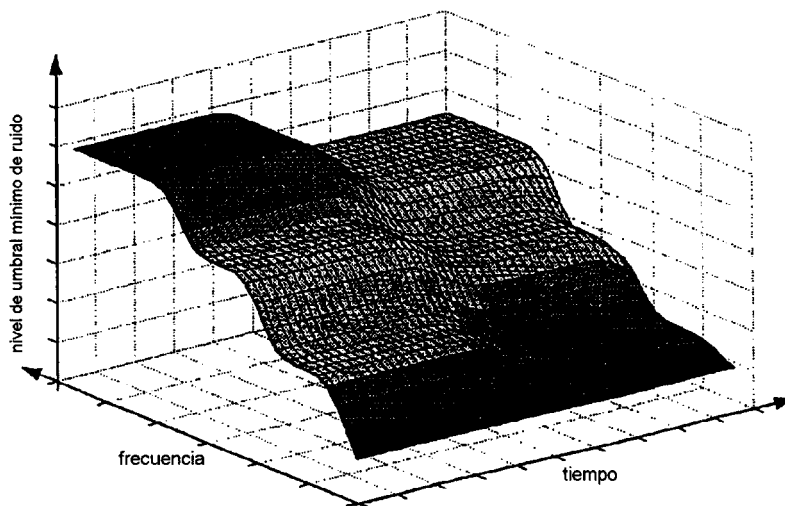


Fig. 2

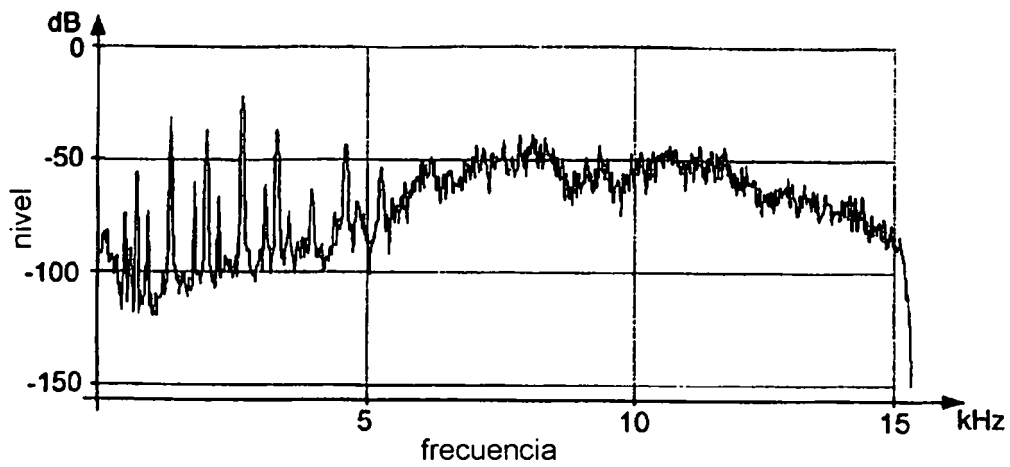


Fig. 3

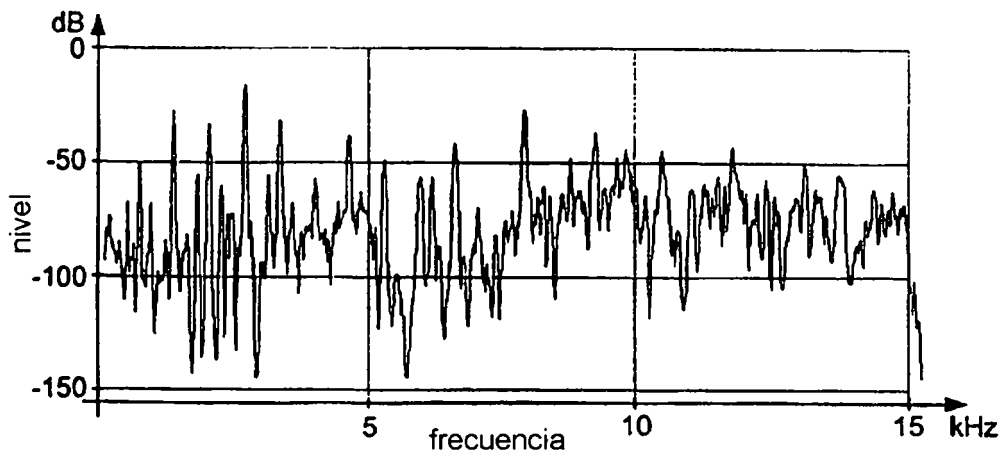


Fig. 4

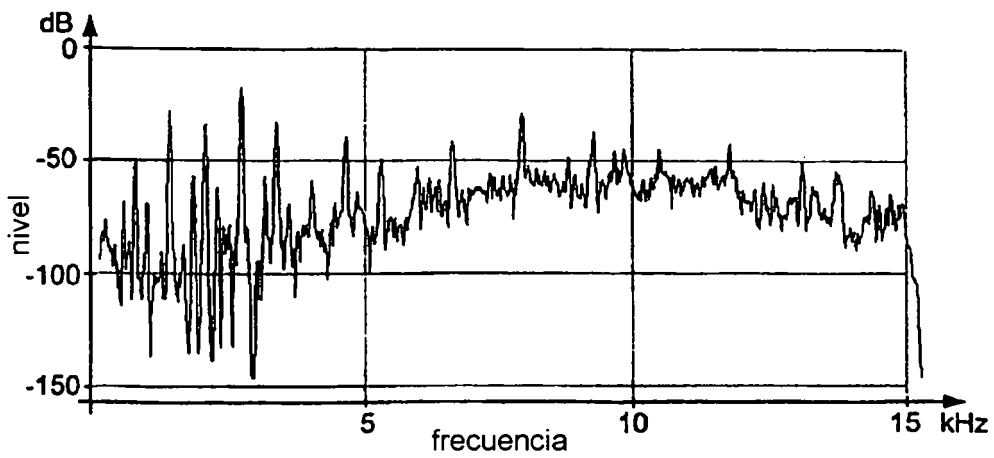


Fig. 5

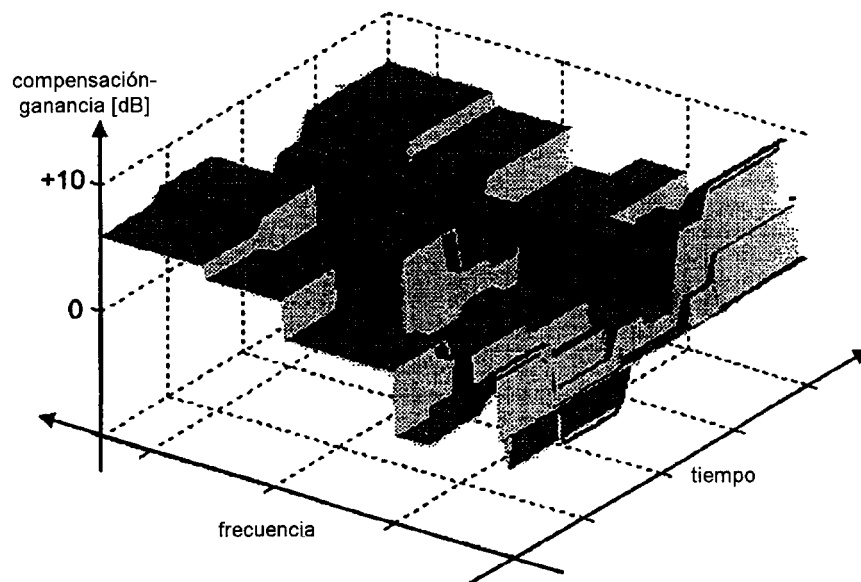


Fig. 6

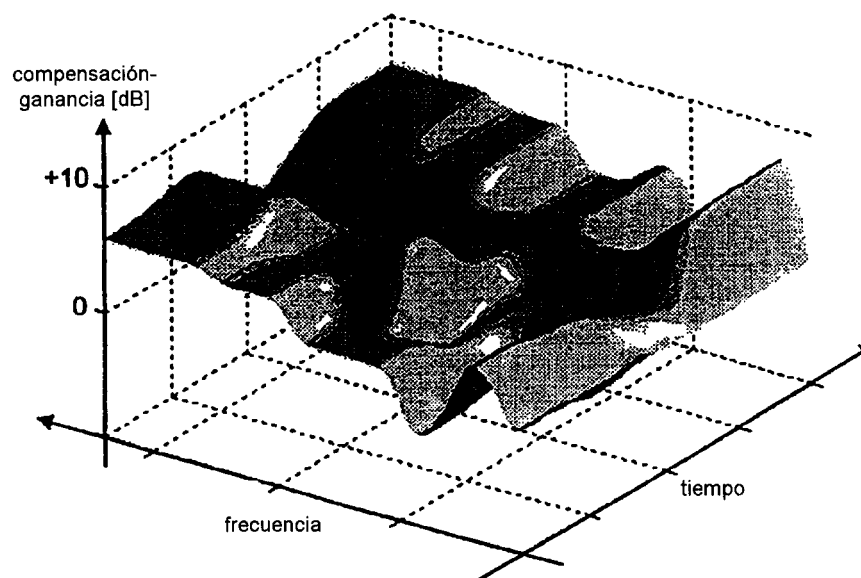


Fig. 7

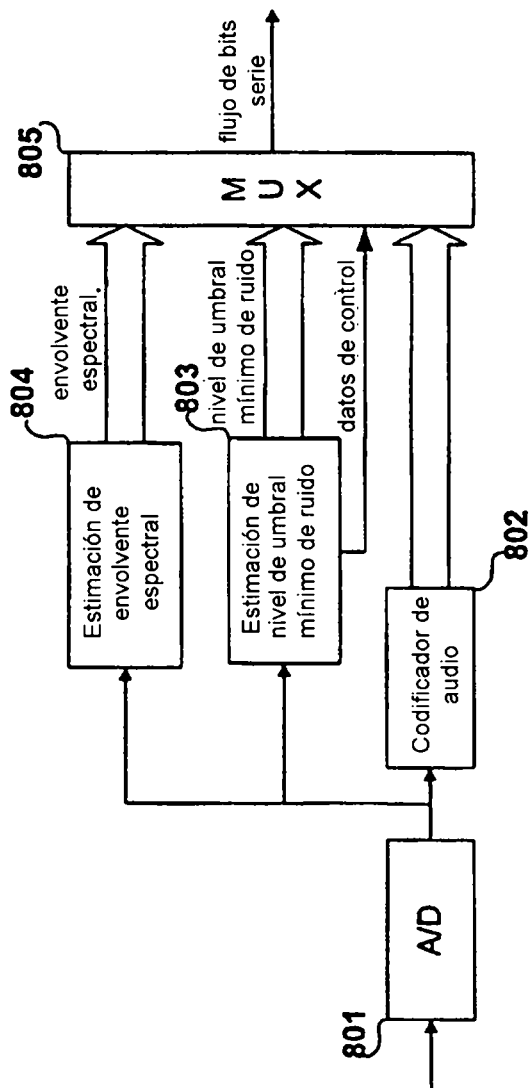


Fig. 8

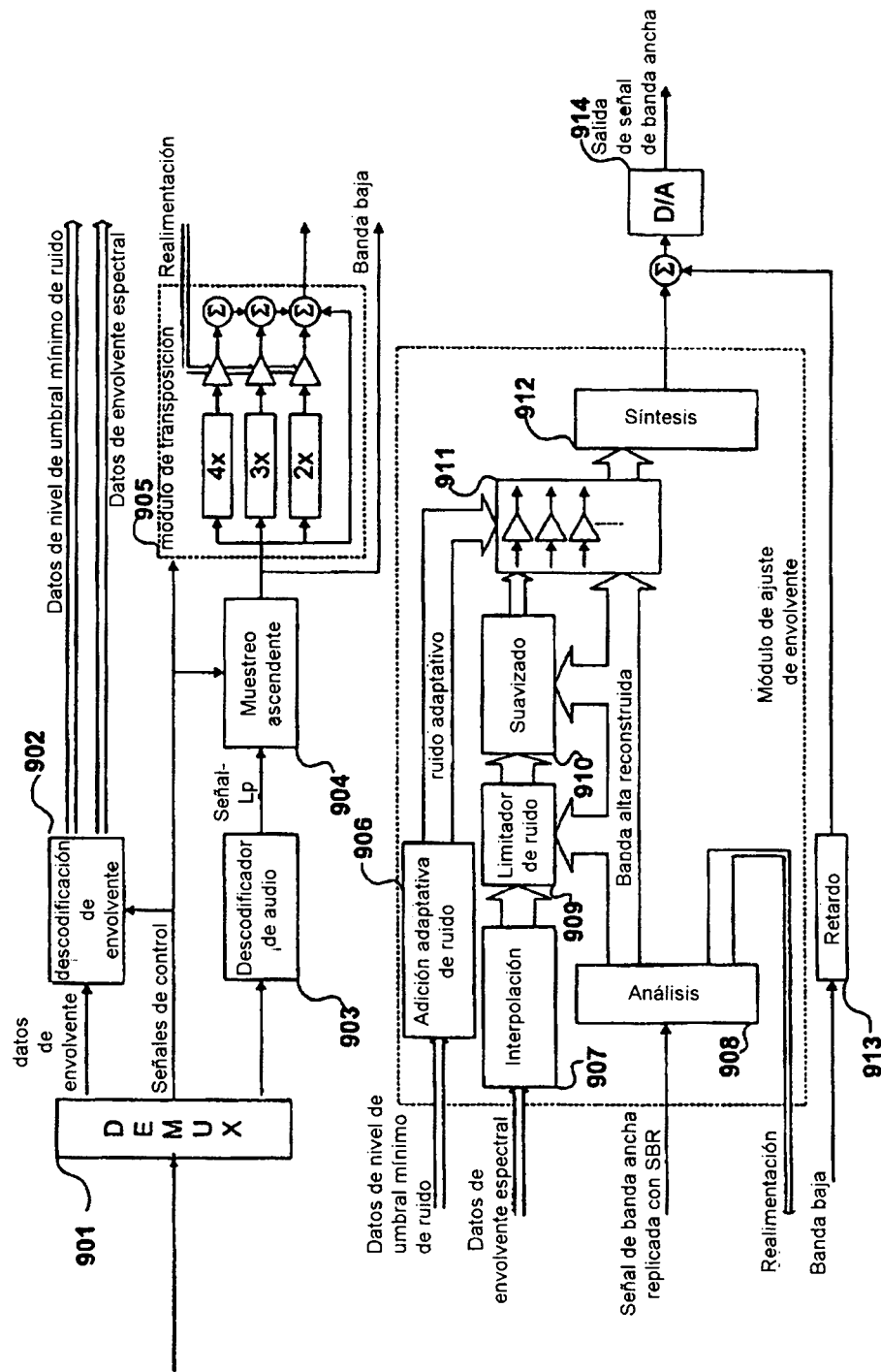


Fig. 9