

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 404 084**

51 Int. Cl.:

H04R 3/04 (2006.01)

G10L 21/02 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.12.2009 E 09775203 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2013 EP 2370971**

54 Título: **Equipo de audio y procedimiento de procesamiento de señales del mismo**

30 Prioridad:

30.12.2008 TR 200810018

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

23.05.2013

73 Titular/es:

**ARCELIK ANONIM SIRKETI (100.0%)
E5 Ankara Asfalti Uzeri, Tuzla
34950 Istanbul, TR**

72 Inventor/es:

**BASARAN, FAHRETTIN;
SERAFETTINOGLU, AHMET HAKAN y
YUZBASIOGLU, RECEP CAGRI**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 404 084 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

Equipo de audio y procedimiento de procesamiento de señales del mismo

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un equipo de audio el cual utiliza el fenómeno de la fundamental suprimida en el procesamiento de la señal de audio.

Técnica anterior

10 Los equipos de audio convierten las señales eléctricas de audio que incorporan contenidos tales como música y voz en un sonido audible. Estos equipos comprenden unos transductores electroacústicos, como unos altavoces, que llevan a cabo dicha conversión. Los transductores electroacústicos operan en una gama de frecuencias determinada y no pueden convertir las señales de audio en sonido fuera de esta gama de frecuencias. Esta situación afecta de manera negativa a la calidad del sonido cuando se requiere que se generen sonidos graves en particular con frecuencias bajas. Ello se debe a que los transductores tienen una determinada frecuencia de corte baja y no pueden convertir en sonido las señales de audio por debajo de esta frecuencia. Una de las soluciones utilizadas para resolver este problema consiste en utilizar el fenómeno de la fundamental suprimida provocando un efecto psicoacústico. La frecuencia fundamental es la frecuencia más baja provocada por un instrumento. Además de la frecuencia fundamental, se generan, así mismo, los armónicos de esta frecuencia fundamental. De acuerdo con el fenómeno de la fundamental suprimida, incluso si la frecuencia fundamental de la señal de audio no existe en el sonido generado, la audiencia escucha los armónicos de la frecuencia fundamental y, de esta manera, se supone que escucha la misma frecuencia fundamental. En una señal de audio hay más de una frecuencia fundamental, en cuyo contenido hay más de un instrumento tocado de manera simultánea. El fenómeno de la fundamental suprimida es, así mismo, válido para señales de audio, en cuyo contenido hay más de una frecuencia fundamental. En otras palabras, incluso si las frecuencias fundamentales referidas no existen en el sonido generado, la audiencia escucha los armónicos de estas frecuencias fundamentales y perciben las mismas frecuencias fundamentales.

25 Al tiempo que se genera el efecto de la fundamental suprimida, se suprimen la frecuencia o frecuencias fundamentales, las cuales existen en la señal de audio y las cuales son más bajas que la frecuencia de corte del transductor electroacústico y las amplitudes de los armónicos de la frecuencia o frecuencias fundamentales se incrementan y la señal de audio procesada es aplicada al transductor electroacústico. De esta manera, el transductor electroacústico, el cual no podrá generar la frecuencia o frecuencias fundamentales que son más bajas que la frecuencia de corte, genera los armónicos de la frecuencia o frecuencias fundamentales y, de esta manera, se crea el efecto de la escucha de la misma frecuencia o frecuencias fundamentales en la audiencia, de una manera psicoacústica. El procedimiento que se utiliza ampliamente en las soluciones que utilizan dicho fenómeno consiste en separar la señal de audio digital en paquetes mediante diversos procedimientos y procesar cada paquete por separado. La señal de audio procesada en paquetes es, a continuación, llevada al estado final mediante la concatenación de nuevo de los paquetes. Sin embargo, aunque los paquetes procesados son de nuevo concatenados de forma electroacústica, se producen algunas discordancias entre los paquetes secuenciales. Esta discordancia algunas veces se produce a un nivel audible y perturba la audición.

40 En el estado de la técnica, el Documento de Patente estadounidense No. US6370502, describe un procedimiento para la eliminación de la discontinuidad entre los paquetes de la señal de audio procesada. En esta invención, se describe la eliminación de las discontinuidades de bloque inducidas por la cuantificación por medio de la técnica de la transformada de ondícula mediante la utilización de una memoria intermedia.

BEN-TZUR D ET AL: "El efecto del sistema de potenciación de graves psicoacústicos MaxxBass sobre el diseño de los altavoces" ["The effect of the MaxxBass psychoacoustic bass enhancement system on loudspeaker design"], AUDIO ENGINEERING SOCIETY 106TH COVENTION, 8 de mayo de 1999, divulga un equipo de audio que implanta la supresión de la fundamental y la determinación de una serie armónica relacionada.

45 **Breve Descripción de la Presente Invención**

El objetivo de la presente invención es la realización de un equipo de audio, en el que se mejoran las prestaciones de los graves.

50 De acuerdo con el equipo de audio y con el procedimiento del procesamiento de la señal realizados con el fin de alcanzar el objetivo de la presente invención, explicado en las reivindicaciones 1 y 3, la señal de audio analógica es convertida en una señal de audio digital por medio de un convertidor analógico / digital y procesada por medio de un procesador. Como resultado de estos procesos, se obtiene una señal de audio, la cual presenta el efecto de la fundamental suprimida y se elimina la discordancia entre los paquetes de la señal.

55 La señal de audio digital es, en primer lugar, separada en n paquetes en el procesador. A continuación, se aplica una Transformada de Fourier Rápida (FFT) a estos paquetes. La frecuencia o frecuencias fundamentales de cada paquete se determinan en secuencia. Con el fin de crear el efecto de la fundamental suprimida, se determinan nuevos valores de amplitud de los armónicos de la frecuencia o frecuencias fundamentales después de que son

5 suprimidas esta frecuencia o frecuencias fundamentales. Se determinan nuevos valores de amplitud de los armónicos mediante la asociación de la amplitud del armónico relacionado en el paquete anterior y su amplitud en el paquete que está siendo procesado, mediante la utilización de un coeficiente de ponderación específico para la frecuencia del armónico relacionado. De esta manera, se eliminan las discordancias entre paquetes, las cuales se pueden producir en los límites de los paquetes dependiendo del incremento de las amplitudes de los armónicos de la frecuencia o frecuencias fundamentales al crear el efecto de la fundamental suprimida.

Descripción detallada de la presente invención

El equipo de audio realizado con el fin de alcanzar el objetivo de la presente invención se ilustra en las figuras adjuntas, en las que:

10 Figura 1 - es la vista esquemática del equipo de audio de la presente invención.

Figura 2 - es el diagrama de flujo de datos del procedimiento de procesamiento de la señal de la presente invención.

Figura 3 - es el gráfico de amplitud - tiempo que ilustra la señal de audio original, la señal de audio en la que se crea el efecto de la fundamental suprimida de acuerdo con la técnica anterior, y la señal de audio en la que se crea el efecto de la fundamental suprimida de acuerdo con la presente invención.

15 Los elementos ilustrados en las figuras se enumeran como sigue:

1. Equipo de audio
2. Convertidor analógico / digital
3. Procesador

20 El equipo (1) de audio comprende un convertidor (2) analógico / digital el cual convierte la señal de audio analógica en una señal (S) de audio digital y al menos un procesador (3) el cual separa la señal (S) de audio digital en paquetes, aplica la Transformada de Fourier Rápida (FFT) a estos paquetes, detecta la frecuencia o frecuencias fundamentales de cada paquete en secuencia; y, después de la supresión de estas frecuencia o frecuencias fundamentales para crear el efecto de la fundamental suprimida, determina los nuevos valores de amplitud de los armónicos de estas frecuencia o frecuencias fundamentales mediante la asociación de la amplitud del armónico relacionada en el paquete anterior y su amplitud en el paquete que está siendo procesado, con un coeficiente de ponderación específico para la frecuencia del armónico relacionada (Figura 1).

25 El procedimiento de procesamiento de audio utilizado para el efecto de la fundamental suprimida en el equipo (1) de audio comprende las siguientes etapas:

- La conversión de la señal de audio analógica en una señal (S) de audio digital (101),
- 30 - La separación de la señal (S) de audio digital en paquetes (102)
- La aplicación de la FFT a los paquetes (103),
- El procesamiento de los paquetes en secuencia, teniendo en cuenta el paquete anterior, con el fin de crear el efecto (104) de la fundamental suprimida,
- La terminación del procesamiento (105) de la señal.

35 (Figura 2)

En el equipo (1) de audio, la señal de audio analógica es convertida en una señal (S) de audio digital por medio de un convertidor (2) analógico / digital (101). En el procesamiento de la señal (S) de audio digital, los procesos posteriores son realizados por medio del procesador (3). La señal (S) de audio digital es, en primer lugar, separada en "n" paquetes (102). A continuación, se aplica la FFT a todos los paquetes y los paquetes son transformados del dominio del tiempo al dominio (103) de la frecuencia.

40 Después de que se ha aplicado la FFT a los paquetes, los paquetes en el dominio de la frecuencia son procesados en secuencia para crear el efecto (104) de la fundamental suprimida. En esta etapa, la frecuencia o frecuencias fundamentales, las cuales no pueden ser convertidas en sonido audible (por ejemplo las frecuencias bajas pertenecientes a los sonidos graves), son detectadas en cada paquete y estas frecuencia o frecuencias fundamentales son eliminadas del contenido de la señal. Sin embargo, con el fin de crear un efecto como si este contenido estuviera presente en el sonido proyectado hasta el usuario, las amplitudes de los armónicos de las frecuencia o frecuencias fundamentales suprimidas son incrementadas por medio del procesador (2) y se crea el efecto de la fundamental suprimida. En esta etapa (104), con el fin de eliminar las discordancias que se pueden producir en los límites de los paquetes dependiendo de las amplitudes de los armónicos, los paquetes son procesados no como si fueran independientes unos de otros, sino teniendo en cuenta la asociación del paquete con

el paquete anterior. Con este fin, se utiliza la siguiente fórmula para la determinación de las amplitudes de los armónicos pertenecientes a la frecuencia o frecuencias fundamentales que son suprimidas para crear el efecto (104) de la fundamental suprimida:

$$F'_n(i) = (F_{n-1}(i) * (1 - K(i))) + (F_n(i) * K(i))$$

5 “n” en la fórmula expresa el número de secuencia del paquete que está siendo procesado, “i” expresa el armónico, cuya amplitud será determinada en el paquete que está siendo procesado, “ $F_n(i)$ ” expresa el valor de la FFT del armónico (i), cuya amplitud será determinada, cuyo paquete está siendo procesado (n). “ $F_{n-1}(i)$ ” expresa el valor de la FFT del armónico (i), cuya amplitud será determinada en el paquete que está siendo procesado (n), en el paquete (n-1) anterior al paquete que está siendo procesado. “ $F'_n(i)$ ” expresa el valor de la FFT del armónico (i) cuya amplitud será determinada, del paquete que está siendo procesado (n). el valor de la FFT se corresponde con la energía en el dominio de la frecuencia y con la amplitud en el dominio del tiempo. “K(i)” expresa un coeficiente de ponderación que tiene un valor entre 0 y 1 y que se determina de acuerdo con el valor de frecuencia del armónico (i), cuya amplitud será determinada.

15 El coeficiente de ponderación K(i) se determina de antemano por el fabricante para diversos valores o gamas de frecuencias. Este coeficiente es el coeficiente que determina hasta qué punto el paquete anterior será tomado en consideración durante el procesamiento de un paquete. Cuando el valor K(i) se aproxima a 0, el nuevo valor del armónico iésimo del paquete que está siendo procesado se aproxima al valor del armónico relacionado del paquete anterior. De manera similar, cuando el valor K(i) se aproxima a 1, el nuevo valor del armónico iésimo del paquete que está siendo procesado se aproxima al valor del armónico relacionado. Después de que cada paquete es procesado en secuencia y de que se ha creado el efecto de la fundamental suprimida, la operación se termina (105).

La señal (S'') de audio procesador suministrada mediante la concatenación de los paquetes procesados se encuentra lista para ser transmitida a una unidad o dispositivo que convertirá la señal (S'') en sonido audible.

25 Aunque se crea (104) el efecto de la fundamental suprimida, se impiden las discordancias que puedan producirse en los límites de los paquetes por medio del procesamiento de los paquetes secuenciales al ser evaluados de forma conjunta. De esta manera, en la señal (S'') de audio que se forma mediante la concatenación de nuevo de los paquetes, se impiden (Figura 3) los cambios (S') repentinos de la amplitud en las áreas de concatenación de los paquetes y los ruidos relativos no deseados en el sonido hacia el usuario. De acuerdo con el equipo (1) de audio y del procedimiento de la señal de la presente invención; después de ser procesada en el procesador (2), la señal (S) no procesada de audio en la entrada del procesador (2) se convierte en una señal (S') la cual presenta el efecto de la fundamental suprimida y en la que las discordancias que puedan producirse en la concatenación de los paquetes se eliminan.

35

REIVINDICACIONES

1.- Un equipo (1) de audio que comprende, un convertidor (2) analógico / digital que puede ser operado para convertir una señal de audio analógica en una señal (S) de audio digital y, al menos un procesador (3), pudiendo el al menos un procesador (3) ser operado para separar la señal (S) de audio digital en paquetes, para aplicar una Transformada Rápida de Fourier (FFT) a estos paquetes, y para detectar la frecuencia fundamental o las frecuencias fundamentales de cada paquete en secuencia; **caracterizado por** poder ser operado el al menos un procesador (3) después de la supresión de la frecuencia fundamental o de las frecuencias fundamentales, para crear el efecto de la fundamental suprimida, para determinar los nuevos valores de amplitud de los armónicos de la frecuencia fundamental o de las frecuencias fundamentales mediante la asociación de la amplitud del armónico relacionado en el paquete anterior y su amplitud en el paquete que está siendo procesado, con un coeficiente de ponderación específico para la frecuencia del armónico relacionado.

2.- Un equipo (1) de audio de acuerdo con la Reivindicación 1, **caracterizado por** poder ser operado el al menos un procesador (3) para determinar el nuevo valor ($F'_n(i)$) de la FFT del armónico (i) el cual pertenece a la frecuencia fundamental o a una de las frecuencias fundamentales del paquete que está siendo procesado (n), y cuya nueva amplitud será determinada, mediante la utilización de

- el valor ($F_n(i)$) de la FFT del armónico (i), cuya nueva amplitud será determinada en el paquete que está siendo procesado (n),
- el valor ($F_{n-1}(i)$) de la FFT del armónico (i), cuya amplitud será determinada en el paquete que está siendo procesado (n), en el paquete (n-1) anterior al paquete que está siendo procesado,
- un coeficiente de ponderación ($K(i)$) el cual se determina de antemano por el fabricante para diversos valores de frecuencia o gamas de frecuencias, y el cual varía entre 0 y 1,

de acuerdo con la siguiente fórmula: $F'_n(i) = (F_{n-1}(i) * (1 - K(i))) + (F_n(i) * K(i))$

3.- Un procedimiento de procesamiento de la señal de un equipo (1) de audio de acuerdo con la Reivindicación 2, que comprende las siguientes etapas:

- la conversión de una señal de audio analógica en una señal (S) de audio digital (101),
- la separación de la señal (S) de audio digital en paquetes (102),
- la aplicación a estos paquetes (103) de una Transformada Rápida de Fourier (FFT),
- la detección de la frecuencia fundamental o **caracterizada por** frecuencias de cada paquete en secuencia; **caracterizada por**, después de la supresión de la frecuencia fundamental o **caracterizada por** frecuencias, crear el efecto de la fundamental suprimida, la determinación de los nuevos valores de amplitud de los armónicos de la frecuencia fundamental o **caracterizada por** frecuencias, mediante la asociación de la amplitud del armónico relacionado del paquete anterior y la amplitud del mismo en el paquete que está siendo procesado, con un coeficiente de ponderación específico para la frecuencia del referido armónico (104), y
- la terminación del procesamiento (105) de la señal.

FIGURA 1

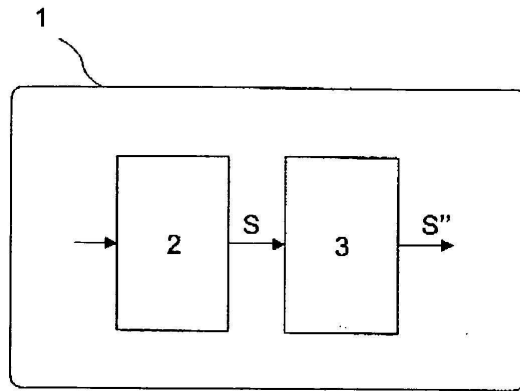


FIGURA 2

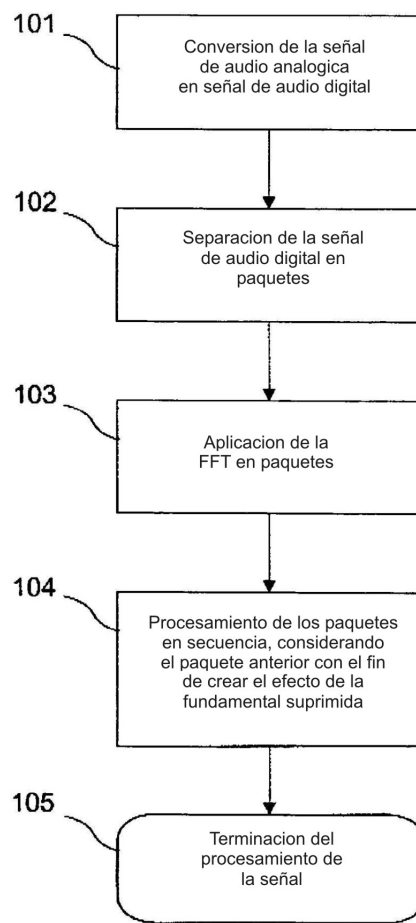


FIGURA 3

