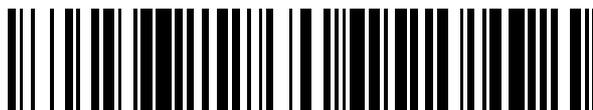


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 770 590**

51 Int. Cl.:

**H04R 3/04** (2006.01)

**H03G 5/16** (2006.01)

**H04S 7/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.02.2013 PCT/EP2013/053743**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.08.2013 WO13124490**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.02.2013 E 13716211 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2019 EP 2817977**

54 Título: **Aparato para proporcionar una señal de audio para reproducción mediante un transductor de sonido, sistema, método y programa informático**

30 Prioridad:

**24.02.2012 US 201261602767 P**

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

**02.07.2020**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**LESCHKA, FLORIAN;  
FLEISCHMANN, FELIX;  
PLOGSTIES, JAN y  
SILZLE, ANDREAS**

74 Agente/Representante:

**ARIZTI ACHA, Monica**

ES 2 770 590 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

Aparato para proporcionar una señal de audio para reproducción mediante un transductor de sonido, sistema, método y programa informático

5

### Campo técnico

Algunas realizaciones según la invención se refieren a aparatos para el procesamiento de una señal de audio para reproducción mediante un transductor de sonido. Algunas realizaciones se refieren a un sistema que comprende un aparato para el procesamiento de una señal de audio para reproducción mediante un transductor de sonido. Algunas realizaciones se refieren a métodos para el procesamiento de una señal de audio para reproducción mediante un transductor de sonido. Algunas realizaciones se refieren a un programa informático.

10

Una realización según la invención se refiere a una ecualización de auriculares descargable.

15

### Antecedentes de la invención

Los transductores de sonido como, por ejemplo, auriculares o altavoces, se usan ampliamente para presentar señales de audio a los oyentes. En algunos casos, los transductores de sonido se venden junto con el equipo que proporciona las señales de audio que dichos transductores de sonido presentan. Sin embargo, en muchos casos, los clientes compran los transductores de sonido por separado, lo que frecuentemente da como resultado una degradación de la calidad de audio.

20

A continuación, se resumirán algunos problemas con referencia a los auriculares, que son un ejemplo posible de un transductor de sonido.

25

En primer lugar, se describirán algunas características generales de los auriculares. Hay diferentes tipos de auriculares usados en el audio del consumidor y del profesional: auriculares de inserción (intracanal), auriculares de botón (intraconcha), en la oreja (supraural) y sobre la oreja (circumaural). En las comunicaciones móviles, los auriculares se combinan frecuentemente con micrófonos en un dispositivo con el fin de hacer llamadas de voz de manos libres. Para simplificar, estos "auriculares para la cabeza" también se denominarán auriculares (o transductores de sonido) en este documento.

30

Los auriculares se producen utilizando varias tecnologías y materiales. Estas diferencias conducen a diferentes características de sonido. Esto se debe principalmente a la respuesta de frecuencia alternante producida por diferentes auriculares (véase la figura 8, que muestra una representación gráfico de una respuesta de frecuencia de diferentes auriculares y también la referencia [1]). Por ejemplo, en la representación 800 gráfico según la figura 8, una abscisa 810 describe una frecuencia (en la unidad de hercio) de manera logarítmica. Una ordenada 820 describe un nivel (o nivel relativo) en la unidad de decibelios de manera logarítmica. Como puede verse, una curva 830 describe una denominada respuesta de frecuencia de "campo difuso" según el estándar internacional ISO-11904-1. Una segunda curva 832 describe una respuesta de frecuencia de un auricular de "alta calidad". Una tercera curva 834 describe una respuesta de frecuencia de un auricular de "bajo coste". Como puede verse, el auricular de "alta calidad" comprende una respuesta de frecuencia, que se aproxima a la respuesta de frecuencia de "campo difuso" mejor que la respuesta de frecuencia del auricular de "baja calidad".

35

40

Además, debe observarse que la respuesta de frecuencia de un auricular es un componente importante de su calidad percibida (véase, por ejemplo, la referencia [2]).

45

Idealmente, los auriculares deben ser capaces de proporcionar una respuesta de frecuencia que sigue una curva objetivo definida, por ejemplo, la denominada "ecualización de campo difuso". Para más detalles, se hace referencia, por ejemplo, a la referencia [3]. En muchos casos, se piensa que los auriculares que tienen una respuesta de frecuencia que difiere fuertemente de una respuesta de frecuencia ideal tienen una mala calidad de audio.

50

La respuesta de frecuencia de un auricular puede identificarse mediante medición en un acoplador definido (véase, por ejemplo, la referencia [4]). Una respuesta de frecuencia describe cuánta presión de sonido se produce en el canal auditivo cuando se alimenta un nivel específico de voltaje eléctrico a los auriculares. El nivel de presión de sonido depende de la frecuencia.

55

La medición de estas respuestas de frecuencia de los auriculares es bastante desafiante. Una cabeza de maniquí equipada con simuladores del oído o un acoplador acústico, hardware y software de medición de audio especiales y conocimiento apropiado es obligatorio, en muchos casos, para resultados apropiados. Por tanto, la medición de respuestas de frecuencia de los auriculares deben hacerla profesionales y no consumidores o usuarios finales.

60

A continuación, se describirán filtros para auriculares.

La calidad de audio de los auriculares puede mejorarse significativamente. Por consiguiente, es recomendable procesar anteriormente (por ejemplo, "ecualizar") la señal que se alimenta más tarde a los auriculares. Esto puede hacerse, por ejemplo, mediante filtros que se ajustan a la respuesta de frecuencia de los auriculares conectados (en los que la filtración puede designarse también como "ecualización"). Para más detalles, se hace referencia a la referencia [5]. Estos filtros, por ejemplo, pueden estar diseñados para compensar la respuesta de frecuencia imperfecta, que se denomina ecualización (de auricular). Por tanto, la calidad de audio de estos auriculares puede aumentarse.

Actualmente, los auriculares pueden conectarse a casi todos los dispositivos multimedia del consumidor como, por ejemplo, televisiones, consolas de videojuegos, receptores de AV, reproductores de música personales, teléfonos inteligentes, etc. En tales dispositivos, los filtros pueden implementarse de manera análoga o digital.

En algunos casos, los auriculares se venden junto con un dispositivo. Sin embargo, debido a una interfaz estandarizada, cualquier auricular puede conectarse a cualquier dispositivo. Sin embargo, el precio de esta compatibilidad frecuentemente es una escasa coincidencia entre el dispositivo y los auriculares.

Algunos fabricantes de auriculares intentan identificar el auricular conectado al dispositivo con el fin de seleccionar los filtros. Por ejemplo, esto es posible para una conexión digital mediante Bluetooth. Alternativamente, puede usarse RFID para identificar el auricular (véase, por ejemplo, la referencia [6]).

Para una conexión análoga mediante una toma de auriculares, es posible medir la impedancia de los auriculares. Esto se hace para el control de potencia del amplificador del auricular (véase, por ejemplo, la referencia [7]). Sin embargo, una identificación del auricular no ha sido posible mediante tales medios simples.

A continuación, se describirán diferentes conceptos para una mejora de sonido para los auriculares.

El procesamiento de señal de audio para mejorar la calidad se hace en muchas aplicaciones denominadas mejora de sonido, ecualizador, virtualizador, etc. Algunos de los algoritmos tienen en cuenta la situación específica de escucha con los auriculares. Proporcionan efectos de auriculares como, por ejemplo, refuerzo de graves o efectos 3D. Como ejemplo, se hace referencia a la figura 9, que muestra una captura de pantalla de la denominada mejora de sonido "Life Vibes" para auriculares. Sin embargo, estos conceptos no tienen en cuenta información acerca del modelo de auriculares específico.

Algunos reproductores multimedia tienen la opción de ajustar las ganancias de un ecualizador (normalmente 3-10 bandas) con el fin de controlar la respuesta de frecuencia manualmente. Por ejemplo, se hace referencia a la figura 10 que muestra una captura de pantalla de un ecualizador de 10 bandas en el reproductor multimedia "Winamp". Sin embargo, la resolución de frecuencia no es suficiente para la ecualización de alta calidad, y el usuario desconoce los parámetros de filtro que deben ajustarse.

Una aplicación en un dispositivo de procesamiento de audio profesional permite una selección de un conjunto predefinido de diez modelos de auriculares profesionales (para más detalles, véase la referencia [8]). Además, también se hace referencia a la figura 11, que muestra una captura de pantalla del denominado algoritmo "Engage" con una selección de auriculares. Sin embargo, la elección de los filtros de auriculares es limitada. Además, la ecualización de auriculares solo puede aplicarse junto con la binauralización.

A continuación, se discutirá brevemente una detección y ecualización automática de auriculares. Se envía el teléfono inteligente HTC Sensation XL junto con auriculares Beats Audio (para más detalles, véase la referencia [9]). Este teléfono inteligente reconoce estos auriculares automáticamente y aplica un filtro de ecualización que promete "una experiencia de sonido perfecta".

A continuación, se describirán brevemente sistemas de filtro de ecualización/corrección para altavoces. Su sistema de filtro de ecualización/corrección está diseñado especialmente para altavoces. Por ejemplo, el fabricante alemán de altavoces Nubert desarrolló tal dispositivo para sus altavoces. Para más detalles, se hace referencia, por ejemplo, a la figura 12, que muestra unos pocos de los denominados "dispositivo de módulo de sintonización activo (ATM) de Nubert". Para detalles adicionales, se hace referencia a la referencia [10].

El sistema de filtro está basado en hardware y funciona sobre señales análogas. Tiene que estar conectado entre el preamplificador (o, alternativamente, un dispositivo de reproducción como, por ejemplo, un reproductor de CD) y el amplificador de potencia. El objetivo es principalmente expandir la frecuencia de corte inferior. Por ejemplo, la figura 13 muestra cómo la frecuencia de corte más baja se expande mediante un ATM de Nubert. El sistema solamente se ajusta para un tipo específico de altavoz. No hay manera de hacer coincidir el dispositivo con otro tipo de altavoz. Para un altavoz diferente, sería necesario comprar/conectar un dispositivo de ATM diferente.

Para resumir lo anterior, existe un deseo de tener un concepto que permita una mejora de la calidad de audio de sonido producida mediante un transductor de sonido que funciona para una amplia variedad de diferentes transductores de sonido (por ejemplo, una gran variedad de tipos de auriculares diferentes).

5 El documento US 2009/147134A1 describe un dispositivo de suministro de señal de audio. El dispositivo de suministro de señal de audio incluye una terminal de conexión que se conecta a una unidad de altavoz y que emite una señal de audio a la unidad de altavoz, una sección de especificación que especifica un tipo de unidad de altavoz conectado a la terminal de conexión, una sección de adquisición que adquiere un parámetro que se corresponde al tipo de unidad de altavoz especificada por la sección de especificación desde el exterior, una sección de almacenamiento que almacena el parámetro adquirido por la sección de adquisición, una sección de introducción en la que se introduce la señal de audio, una sección de control de característica acústica que ajusta una característica acústica de la entrada de señal de audio en la sección de introducción basándose en el parámetro almacenado en la sección de almacenamiento, y una sección de suministro que suministra la señal de audio cuya característica acústica se ajusta mediante la sección de control de característica acústica a la terminal de conexión.

15 **Sumario de la invención**

Una realización según la invención crea un aparato según la reivindicación 1.

20 Otra realización según la invención crea un sistema según la reivindicación 3.

Otra realización según la invención crea un método según la reivindicación 4.

25 Otra realización según la invención crea un programa informático según la reivindicación 5.

Todos los ejemplos mencionados en esta descripción que no comprenden todas las características y funcionalidades definidas en las reivindicaciones independientes son solo con fines ilustrativos.

30 Un ejemplo crea un aparato para el procesamiento de una señal de audio para reproducción mediante un transductor de sonido. El aparato comprende un determinador de parámetros de ecualización para determinar un conjunto de parámetros de ecualización y un ecualizador configurado para ecualizar una señal de audio de entrada, para obtener una señal de audio ecualizada. El determinador de parámetros de ecualización comprende una identificación del transductor de sonido configurada para identificar un transductor de sonido utilizando reconocimiento de imagen y una selección de parámetros configurados para seleccionar el conjunto de parámetros de ecualización en función de un resultado de la identificación del transductor de sonido.

40 Este ejemplo se basa en el hallazgo de que una identificación automática del transductor de sonido (por ejemplo, un auricular) facilita significativamente la selección de un conjunto apropiado de parámetros de ecualización, y que la identificación automática del transductor de sonido puede realizarse eficientemente en muchos dispositivos modernos utilizando capacidades de reconocimiento de imagen que ya están disponibles en muchos dispositivos modernos como, por ejemplo, ordenadores, teléfonos inteligentes y muchos otros dispositivos de comunicación y dispositivos multimedia. En consecuencia, el usuario no necesita seleccionar el tipo de transductor de sonido de una larga lista manualmente. Además, puede usarse el reconocimiento de imagen para proporcionar datos mucho más detallados que un usuario típico estaría dispuesto a introducir manualmente. En consecuencia, la identificación de un transductor de sonido a partir del reconocimiento de imagen y la selección de parámetros de ecualización en función del resultado de dicha identificación del transductor de sonido permiten un ajuste fácil de usar del conjunto de parámetros de ecualización, lo que, a su vez, permite una buena ecualización de calidad utilizando dicho conjunto seleccionado de parámetros de ecualización y de ese modo trae consigo una buena calidad de audio y satisfacción del usuario.

50 En una implementación preferida, la identificación del transductor de sonido está configurada para obtener una imagen del transductor de sonido o, como ejemplo más allá del alcance de las reivindicaciones, de una etiqueta asociada con el transductor de sonido (por ejemplo, conectado al transductor de sonido) y para identificar el transductor de sonido a partir de la imagen. En consecuencia, son posibles diferentes técnicas de reconocimiento de imagen, en las que los transductores de sonido se reconocen por su apariencia específica (forma, color y similares).

60 En un ejemplo, la identificación de transductor de sonido está configurada para evaluar un código de barras óptico o un código óptico multidimensional (por ejemplo, un código bidimensional, un código QR o similares) dispuestos sobre el transductor de sonido, con el fin de identificar el transductor de sonido. El uso de un código de barras óptico o un código óptico multidimensional permite el uso de formatos de información estandarizados, que están diseñados para ser reconocidos con poco esfuerzo y buena fiabilidad. Además, los códigos de barras ópticos o códigos ópticos multidimensionales pueden estar diseñados para llevar una cantidad de información comparativamente grande, en el que la información puede ser numérica, alfanumérica o similares. Para resumir, al identificar el transductor de sonido a partir de un código de barras óptico o un código óptico multidimensional, es posible identificar de manera fiable el

transductor de sonido utilizando métodos de reconocimiento de imagen estándares.

En un ejemplo preferido, el aparato está configurado para descargar uno o más conjuntos de parámetros de ecualización asociados con uno o más transductores de sonido desde un servidor. Esto permite una extensión  
5 continua de un número de transductores de sonido admitidos y evita la necesidad de tener una base de datos muy grande en el mismo aparato.

Otro ejemplo crea otro aparato para el procesamiento de una señal de audio para reproducción mediante un transductor de sonido. Este aparato comprende un determinador de parámetros de ecualización para determinar un  
10 conjunto de parámetros de ecualización y un ecualizador configurado para ecualizar una señal de audio de entrada para obtener una señal de audio ecualizada. El determinador de parámetros de ecualización comprende una identificación del transductor de sonido configurada para identificar un transductor de sonido utilizando una señal de identificación proporcionada por el transductor de sonido mediante una conexión de audio y un selector de parámetros configurado para seleccionar el conjunto de parámetros de ecualización en función del resultado de la  
15 identificación del transductor de sonido.

Este ejemplo se basa en el hallazgo de que un transductor de sonido puede identificarse con poco esfuerzo si una señal de identificación, que se usa para la identificación del transductor de sonido y, por consiguiente, para la selección de un conjunto de parámetros de ecualización, se transmite mediante una conexión de audio. Al reutilizar  
20 la conexión de audio para la comunicación de dicha señal de identificación, el esfuerzo técnico para la identificación del transductor de sonido puede mantenerse razonablemente pequeño. Por ejemplo, utilizando este aparato, no es necesario tener ningún medio de representación de imagen óptico. Además, al comunicar la señal de identificación mediante la conexión de audio, no es necesario tener ninguna conexión adicional (como, por ejemplo, líneas adicionales o un enlace de radiofrecuencia adicional) para la identificación del transductor de sonido. En consecuencia, el concepto puede usarse con relativamente poco esfuerzo de hardware.  
25

En un ejemplo preferido, la identificación del transductor de sonido está configurada para identificar un transductor de sonido utilizando una señal de identificación inaudible proporcionada por el transductor de sonido y superpuesta en una conexión de señal de audio. Al utilizar tal concepto, una sola conexión eléctrica puede usarse tanto para la transmisión de señales de audio como para la transmisión de señal de identificación. Dicho de otro modo, una sola línea o par de líneas pueden compartirse para la transmisión de un contenido de audio y para la transmisión de la señal de identificación, de tal manera que el número de líneas y/o número de terminales de conexión puede mantenerse tan pequeño como sea posible. Esto ayuda a evitar costes innecesarios y también permite la reducción del tamaño.  
30

En un ejemplo preferido, la identificación del transductor de sonido está configurada para identificar un transductor de sonido a partir de la señal de identificación proporcionada por el transductor de sonido en un intervalo de frecuencia que está fuera de un intervalo de frecuencia audible. Al utilizar un intervalo de frecuencia inaudible (por ejemplo, frecuencias de más de aproximadamente 20 kHz) para la señal de identificación, puede asegurarse, con poco esfuerzo, que la calidad de audio no se degrada por la presencia de la señal de identificación.  
35

En otro ejemplo preferido, la identificación del transductor de sonido está configurada para identificar un transductor de sonido a partir de una señal de identificación de espectro extendido dispuesta por el transductor de sonido. Al utilizar una señal de identificación de espectro extendido, puede obtenerse que la señal de identificación es sustancialmente inaudible al usuario y por consiguiente no daña la satisfacción del usuario.  
40

En un ejemplo preferido, el aparato está configurado para descargar uno o más conjuntos de parámetros de ecualización asociados con uno o más transductores de sonido desde un servidor. En este caso, el determinador de parámetros de ecualización está configurado para seleccionar uno o más conjuntos descargados de parámetros de ecualización en respuesta a la identificación de un transductor de sonido. Al descargar conjuntos de parámetros de ecualización desde un servidor, el sistema puede adaptarse habitualmente a un gran número de transductores de sonido diferentes mientras mantiene los requisitos de memoria en el aparato para el procesamiento de una señal de audio razonablemente pequeña. Además, los nuevos modelos de transductor de sonido pueden añadirse flexiblemente.  
45

Otro ejemplo crea otro aparato para el procesamiento de una señal de audio para reproducción mediante un transductor de sonido. Este aparato comprende un determinador de parámetros de ecualización para determinar un conjunto de parámetros de ecualización y un ecualizador configurado para ecualizar una señal de audio de entrada para obtener una señal de audio ecualizada. El determinador de parámetros de ecualización está configurado para obtener un conjunto de parámetros de ecualización utilizando una medición de la impedancia del transductor de sonido con respecto a la frecuencia.  
50

Este ejemplo se basa en el hallazgo de que la impedancia de un transductor de sonido con respecto a la frecuencia es un elemento característico de un transductor de sonido que permite normalmente un ajuste apropiado de los  
55

parámetros de ecualización. Se ha descubierto que, en algunos casos, un transductor de sonido puede ser identificarse de manera única utilizando una medición de la impedancia del transductor de sonido con respecto a la frecuencia, debido a que la evolución de la impedancia del transductor de sonido con respecto a la frecuencia está estrechamente relacionada con el diseño específico del transductor de sonido y puede considerarse una "huella digital" del transductor de sonido. Además, se ha descubierto que, aunque no es posible identificar de manera única un transductor de sonido utilizando la medición de la impedancia del transductor de sonido con respecto a la frecuencia (por ejemplo, debido a que hay múltiples transductores de sonido similares o debido a que hay algunas tolerancias de fabricación o tolerancias de medición), todavía es posible derivar un conjunto apropiado de parámetros de ecualización de la medición de la impedancia del transductor de sonido con respecto a la frecuencia, debido a que la impedancia del transductor de sonido se correlaciona con el diseño específico del transductor de sonido (que, a su vez, se correlaciona con los parámetros de ecualización apropiados). Dicho de otro modo, se ha descubierto que la medición de la impedancia del transductor de sonido con respecto a la frecuencia, que normalmente es posible con un esfuerzo de circuitos moderado, proporciona una base muy buena para la selección apropiada de los parámetros de ecualización, al margen de si un transductor de sonido específico puede identificarse de manera única o no. Además, al utilizar este concepto, no es necesario que el transductor de sonido esté adaptado específicamente para una identificación, puesto que la impedancia del transductor de sonido con respecto a la frecuencia es una característica inherente de cada transductor de sonido.

En un ejemplo preferido, el determinador de parámetros de ecualización comprende una identificación del transductor de sonido configurada para identificar un transductor de sonido utilizando una medición de la impedancia del transductor de sonido con respecto a la frecuencia y para seleccionar un conjunto de parámetros de ecualización en función del resultado de la identificación del transductor de sonido. Esta realización se basa en la idea de que frecuentemente es posible identificar (de manera única) un transductor de sonido a partir de la medición de la impedancia del transductor de sonido con respecto a la frecuencia. En este caso, es una solución eficiente seleccionar un conjunto de parámetros de ecualización (que pueden, por ejemplo, almacenarse en una base de datos) a partir del resultado de la identificación.

En un ejemplo preferido, el determinador de parámetros de ecualización está configurado para comparar la impedancia medida del transductor de sonido con respecto a la frecuencia (es decir, para una pluralidad de valores de frecuencia) con una pluralidad de curvas de impedancia de referencia (cada una representada, por ejemplo, por una pluralidad de valores de impedancia asociados con una pluralidad de frecuencias diferentes) con respecto a la frecuencia (que están asociadas con transductores de sonido de referencia y que pueden almacenarse en una base de datos) y para seleccionar un conjunto de parámetros de ecualización en función del resultado de la comparación. La comparación entre la impedancia medida del transductor de sonido usado realmente con respecto a la frecuencia con una pluralidad de curvas de impedancia de referencia con respecto a la frecuencia, que pueden haberse medido anteriormente por el fabricante de los transductores de sonido de referencia o por cualquier otra entidad, se ha descubierto que es un enfoque simple y fiable para identificar un transductor de sonido.

En un ejemplo preferido, el determinador de parámetros de ecualización está configurado para determinar medidas de diferencias (como, por ejemplo, diferencias de medias cuadráticas) entre la impedancia medida del transductor de sonido (usado realmente) con respecto a la frecuencia y las curvas de impedancia de referencia (de los transductores de sonido de referencia) con respecto a la frecuencia y para seleccionar un conjunto de parámetros de ecualización en función de las medidas de diferencias. Se ha descubierto que las diferencias entre la impedancia medida del transductor de sonido con respecto a la frecuencia y las curvas de impedancia de referencia con respecto a la frecuencia pueden determinarse con esfuerzo informático moderado. Por ejemplo, incluso las impedancias se describen mediante valores complejos, las diferencias (valores de diferencias) entre los valores de impedancia compleja medida del transductor de sonido usado realmente y los valores de impedancia de referencia complejos medidos anteriormente pueden calcularse. Estos valores de diferencia pueden, por ejemplo, ponderarse para formar una norma que describe, por ejemplo, un solo valor numérico ("medida de diferencia") la diferencia entre la impedancia medida del transductor de sonido usado realmente con respecto a la frecuencia y la curva de impedancia de referencia anteriormente medida. Sin embargo, diferentes conceptos para determinar una medida de diferencia son naturalmente aplicables, en la que las diferencias en las magnitudes de las impedancias y diferencias en las fases de las impedancias pueden ponderarse de manera diferente. Sin embargo, al determinar medidas de diferencias entre la impedancia medida del transductor de sonido usado realmente con respecto a la frecuencia y las curvas de impedancia de referencia con respecto a la frecuencia, es posible determinar qué curva de impedancia de referencia con respecto a la frecuencia es "más similar" con respecto a la regla o norma usada para determinar la medida de diferencia, a la impedancia medida del transductor de sonido usado realmente con respecto a la frecuencia. En consecuencia, es posible seleccionar fácilmente (por ejemplo, de la base de datos) el conjunto de parámetros de ecualización que está asociado con la curva de impedancia de referencia con respecto a la frecuencia que es "más similar" a la impedancia medida del transductor de sonido usado realmente con respecto a la frecuencia.

En un ejemplo preferido, el determinador de parámetros de ecualización está configurado para acceder a una base de datos que comprende una asociación entre curvas de impedancia de referencia con respecto a la frecuencia y

conjuntos asociados de parámetros de ecualización. En consecuencia, es posible manejar eficientemente las curvas de impedancia de referencia con respecto a la frecuencia. Además, es posible actualizar el conjunto de curvas de impedancia de referencia con respecto a la frecuencia añadiendo una entrada a la base de datos. Además, el uso de una base de datos, que puede almacenarse localmente en el aparato para un procesamiento de una señal de audio, o que puede almacenarse remotamente en un servidor, o que puede descargarse parcialmente del servidor al aparato para el procesamiento de la señal de audio, ayuda a obtener una máxima flexibilidad.

En un ejemplo preferido, el determinador de parámetros de ecualización está configurado para combinar parámetros de ecualización asociados con una pluralidad de transductores de sonido de referencia, de los que las curvas de impedancia de referencia con respecto a la frecuencia tienen una similitud (o, como un caso especial, incluso una identidad) en al menos una característica distintiva (o, de manera equivalente, un elemento característico) con la impedancia medida del transductor de sonido (usado realmente) con respecto a la frecuencia, para obtener el conjunto de parámetros de ecualización (para el transductor de sonido usado realmente). Este concepto es particularmente ventajoso si no hay ningún conjunto de parámetros de ecualización disponibles para el transductor de sonido usado realmente. Sin embargo, se ha descubierto que los parámetros de ecualización de transductores de sonido “similares” que tienen curvas de impedancia similares con respecto a la frecuencia son normalmente similares. Por ejemplo, se ha descubierto que los transductores de sonido que tienen curvas de impedancia similares en un intervalo de frecuencia específico pueden normalmente ponerse en funcionamiento con buena calidad de sonido utilizando los mismos (o similares) parámetros de ecualización al menos para dicho intervalo de frecuencia específico. Sin embargo, diferentes “características globales” de la curva de impedancia pueden también identificarse y los parámetros de ecualización de transductores de sonido que tienen tales similitudes en sus “curvas de impedancia globales” (en un intervalo de frecuencia amplio) pueden usar normalmente parámetros de ecualización similares. Dicho de otro modo, si se identifica una pluralidad de curvas de impedancia de referencia que tiene al menos un elemento distintivo en común con la impedancia medida del transductor de sonido con respecto a la frecuencia (o que tiene una similitud suficiente en al menos un elemento distintivo), los parámetros de ecualización asociados con estas curvas de impedancia de referencia identificadas pueden combinarse y el resultado de esta combinación (es decir, un conjunto de parámetros de ecualización obtenidos por la combinación) proporcionará normalmente resultados razonablemente buenos con el transductor de sonido usado realmente. Por ejemplo, múltiples elementos distintivos (como, por ejemplo, una característica de impedancia de baja frecuencia, una característica de impedancia de alta frecuencia, una frecuencia de resonancia o cualquier otra característica de impedancia medida con respecto a la frecuencia) pueden evaluarse y para cada elemento característico en cuestión, curvas de impedancia de referencia pueden identificarse que se aproximan mejor a dicho elemento característico en cuestión. Posteriormente, se combinan los parámetros de ecualización (o conjuntos de parámetros de ecualización) asociados con las curvas de impedancia de referencia identificadas (que tienen uno o más elementos distintivos en común con la curva de impedancia medida). La combinación puede comprender, por ejemplo, una combinación ponderada, en la que puede preestablecerse la ponderación. Además, los parámetros de ecualización asociados con las curvas de impedancia de referencia identificadas también pueden combinarse de tal manera que los parámetros de ecualización asociados con diferentes de las curvas de referencia identificadas se ponderan de manera diferente entre sí con respecto a la frecuencia, de tal manera que, por ejemplo, los parámetros de ecualización asociados con la primera curva de impedancia de referencia identificada se ponderan más fuerte en una primera región de frecuencia que en una segunda región de frecuencia, mientras que los parámetros de ecualización asociados con una segunda curva de impedancia de referencia identificada se ponderan más fuerte en la segunda región de frecuencia que en la primera región de frecuencia. En consecuencia, el concepto para combinar parámetros de ecualización asociados con una pluralidad de curvas de impedancia de referencia identificadas diferentes permite proporcionar un conjunto de parámetros de ecualización que están bien adaptados a una impedancia medida con respecto a la frecuencia de un transductor de sonido usado realmente aunque ninguna de las curvas de impedancia de referencia encaja perfectamente con la impedancia medida con respecto a la frecuencia.

En un ejemplo preferido, el determinador de parámetros de ecualización está configurado para combinar elementos de ajuste de una pluralidad de conjuntos de parámetros de ecualización (por ejemplo, ajustes de filtro o coeficientes de filtro) asociados con diferentes curvas de impedancia de referencia con respecto a la frecuencia, para obtener el conjunto de parámetros de ecualización asociados con la impedancia medida del transductor de sonido.

En un ejemplo preferido, las curvas de impedancia de referencia con respecto a la frecuencia se basan en mediciones de impedancia anteriores utilizando los transductores de sonido de referencia. En este caso, los conjuntos de parámetros de ecualización se basan preferiblemente en un cálculo previo a partir de mediciones de respuesta de frecuencia anteriores utilizando los transductores de sonido de referencia. En consecuencia, es posible obtener un conjunto de parámetros de ecualización para un transductor de sonido “desconocido” (usado actualmente) mediante una combinación de parámetros de ecualización de transductores de sonido de referencia, que se han obtenido de manera fiable (por ejemplo, del fabricante o de algunos especialistas de audio). En consecuencia, se pueden obtener buenos resultados.

En un ejemplo preferido, el aparato para el procesamiento de una señal de audio está configurado para recibir

resultados de una medición de la impedancia del transductor de sonido (usado realmente) con respecto a la frecuencia de un dispositivo de medición de impedancia configurado para determinar la proporción entre el voltaje y la corriente en una conexión del transductor de sonido (o, equivalentemente, en algún punto de un amplificador que proporciona una señal al transductor de sonido) para diferentes frecuencias. Así, el aparato para el procesamiento de una señal de audio puede calcular la impedancia a partir de la información acerca del voltaje y la información acerca de la corriente.

En un ejemplo preferido, el dispositivo de medición de impedancia está configurado para determinar una impedancia de valor complejo del transductor de sonido con respecto a la frecuencia, por ejemplo, en una representación cartesiana o en una representación polar. Así, pueden considerarse tanto la amplitud como la fase de la impedancia del transductor de sonido (usado realmente).

Otro ejemplo crea un aparato para el procesamiento de una señal de audio para reproducción mediante un transductor de sonido. El aparato comprende un determinador de parámetros de ecualización para determinar un conjunto de parámetros de ecualización y un ecualizador configurado para ecualizar una señal de audio de entrada para obtener una señal de audio ecualizada. El determinador de parámetros de ecualización está configurado para establecer los parámetros de ecualización en función de la entrada del usuario desde una interfaz del usuario. El determinador de parámetros de ecualización también está configurado para subir el conjunto de parámetros de ecualización y la información acerca del transductor de sonido a una base de datos de parámetros de ecualización global, que es accesible mediante múltiples aparatos para el procesamiento de una señal de audio de múltiples usuarios. En consecuencia, es posible compartir un "buen" ajuste de parámetros de ecualización con otros usuarios. La información subida acerca del transductor de sonido puede comprender, por ejemplo, un identificador del transductor de sonido (por ejemplo, un número de modelo del transductor de sonido o similares) o información acerca de las características del transductor de sonido (por ejemplo, valores de impedancia medidos o similares). Así, los usuarios experimentados, que han sido capaces de identificar un "buen" ajuste de ecualizador para un transductor de sonido específico, pueden contribuir a una mejora de la base de datos de parámetros de ecualización global, que, a su vez, permite una "fácil" selección automatizada del conjunto de parámetros de ecualización para otros usuarios que pueden acceder a la base de datos. En consecuencia, se recolecta una cantidad creciente de información de parámetros de ecualización, lo que en general permite mejorar la satisfacción del usuario.

En un ejemplo preferido, el determinador de parámetros de ecualización comprende además un identificador del transductor de sonido configurado para identificar un transductor de sonido y para seleccionar un conjunto de parámetros de ecualización basándose en la identificación del transductor de sonido. El aparato está configurado preferiblemente para descargar uno o más conjuntos de parámetros de ecualización de la base de datos de parámetros de ecualización global. El identificador del transductor de sonido está configurado preferiblemente para tener en cuenta el uno o más conjuntos descargados de parámetros de ecualización. Esta realización según la invención trae consigo la ventaja de que puede usarse en muchas situaciones. Si un conjunto de parámetros de ecualización está disponible en la base de datos de parámetros de ecualización global para un transductor de sonido identificado, el aparato puede simplemente usar (o, más en general, tener en cuenta) el uno o más conjuntos descargados de parámetros de ecualización. En contraste, si no es posible identificar un transductor de sonido, o si no es posible obtener un conjunto de parámetros de ecualización para el transductor de sonido identificado (por ejemplo, debido a que no hay parámetros de ecualización disponibles en la base de datos global para el transductor de sonido identificado), el usuario todavía puede ajustar manualmente los parámetros de ecualización utilizando una interfaz de usuario apropiada. Además, en esta situación, el usuario puede contribuir a la mejora de la base de datos de parámetros de ecualización global, de tal manera que los usuarios que son capaces de encontrar parámetros de ecualización apropiados tienen la posibilidad de facilitar la vida de otros usuarios con un aparato idéntico. Así, puede mejorarse significativamente la satisfacción del usuario.

Otro ejemplo crea un sistema. El sistema comprende una base de datos de parámetros de ecualización global y un aparato para proporcionar una señal de audio, tal como se describe anteriormente. Dicho sistema trae consigo las mismas ventajas que se han discutido para el aparato para proporcionar una señal de audio

Ejemplos adicionales crean métodos para el procesamiento de una señal de audio, que se basan en las mismas ideas y consideraciones que los aparatos descritos anteriormente.

Ejemplos adicionales según la invención crean un programa informático para realizar uno de dichos métodos.

#### **Descripción detallada de las realizaciones**

Se describirán posteriormente realizaciones según la presente invención y ejemplos adicionales con referencia a las figuras adjuntas en las que:

La figura 1 muestra un diagrama de bloques esquemático de un aparato para el procesamiento de una señal de audio para reproducción mediante un transductor de sonido según una primera realización;

La figura 2 muestra un diagrama de bloques esquemático de un aparato para el procesamiento de una señal de audio para reproducción mediante un transductor de sonido, según un ejemplo;

5 La figura 3 muestra un diagrama de bloques esquemático de un aparato para el procesamiento de una señal de audio para reproducción mediante un transductor de sonido, según un ejemplo;

10 La figura 4a muestra una representación gráfico de ejemplos de respuestas acústicas (izquierda) frente a respuestas de impedancia eléctrica (derecha) para dos tipos diferentes de auriculares: intraconcha (superior) y circumaural (inferior);

La figura 4b muestra una representación en tabla de diferencias en la respuesta de impedancia de dos tipos diferentes de auriculares;

15 La figura 5 muestra un diagrama de bloques esquemático de un aparato para el procesamiento de una señal de audio para reproducción mediante un transductor de sonido, según un ejemplo;

20 La figura 6 muestra una representación esquemática de un sistema para una ecualización del transductor de sonido, según una realización de la invención;

La figura 7 muestra una representación esquemática de diferentes enfoques para aplicar una ecualización del transductor de sonido (por ejemplo, una ecualización de auricular);

25 La figura 8 muestra una representación gráfico de respuestas de frecuencia de diferentes auriculares;

La figura 9 muestra una captura de pantalla de una denominada mejora de sonido "Life Vibes" para auriculares;

30 La figura 10 muestra una captura de pantalla de una ecualización de diez bandas en un denominado reproductor multimedia "Winamp";

La figura 11 muestra una captura de pantalla de un denominado algoritmo "Engage" con selección de auriculares;

La figura 12 muestra una representación gráfico de un dispositivo de ATM "Nubert"; y

35 La figura 13 muestra una representación gráfico de una frecuencia de corte inferior mediante el ATM "Nubert".

### Descripción detallada de las realizaciones

40 1. Aparato para el procesamiento de una señal de audio, según la figura 1

La figura 1 muestra un diagrama de bloques esquemático de un aparato para el procesamiento de una señal de audio para reproducción mediante un transductor de sonido, según una primera realización de la presente invención. El aparato según la figura 1 se designa en su totalidad con 100.

45 El aparato 100 comprende un determinador 110 de parámetros de ecualización para determinar un conjunto 112 de parámetros de ecualización. El aparato 100 también comprende un ecualizador 120 configurado para ecualizar una señal 122 de audio de entrada, para obtener una señal 124 de audio ecualizada. El ecualizador 120 recibe normalmente el conjunto 112 de parámetros de ecualización dispuestos por el determinador 110 de parámetros de ecualización para la ecualización.

50 La señal 124 de audio ecualizada está destinada para reproducción mediante un transductor 130 de sonido, en el que el transductor 130 de sonido normalmente no forma parte del aparato 100. Más bien, el transductor 130 de sonido normalmente es externo a un transductor de sonido como, por ejemplo, un altavoz externo, auriculares, auriculares para la cabeza o similares.

55 El determinador 110 de parámetros de ecualización comprende una identificación 110a del transductor de sonido que está configurada para identificar un transductor de sonido utilizando reconocimiento de imagen. Por ejemplo, la identificación 110a del transductor de sonido puede recibir una representación 114 de una imagen del transductor 130 de sonido o de una etiqueta asociada con el transductor 130 de sonido. El determinador de parámetros de ecualización también comprende una selección 110b de parámetros que está configurada para seleccionar un conjunto de parámetros de ecualización en función del resultado de la identificación del transductor de sonido.

60 En consecuencia, el determinador 110 de parámetros de ecualización proporciona el conjunto 112 de parámetros de ecualización para su uso por el ecualizador 120 a partir de la identificación del transductor de sonido, que usa una

representación de una imagen del transductor 130 de sonido o una representación de una imagen de una etiqueta asociada con el transductor 130 de sonido como información de entrada. Una vez que la identificación 110a del transductor de sonido es capaz de identificar el transductor 130 de sonido, es decir, proporcionar un identificador (por ejemplo, un número, una serie o similares) (de manera única o al menos en términos de una categoría o clase específica) que identifica el transductor de sonido (o, de manera más precisa, el tipo de transductor de sonido), la selección 110b de parámetros puede seleccionar un conjunto de parámetros de ecualización para su uso por el ecualizador 120 a partir de la información del identificador dispuesta por la identificación 110a del transductor de sonido. En consecuencia, es posible determinar un conjunto apropiado de parámetros de ecualización automáticamente, siempre que sea posible identificar el transductor 130 de sonido utilizando reconocimiento de imagen y que un conjunto de parámetros de ecualización esté disponible para el transductor de sonido identificado.

El reconocimiento de imagen puede basarse en diferentes mecanismos. Según la invención, el reconocimiento de imagen identifica el transductor de sonido a partir de la forma específica del transductor de sonido. Por ejemplo, en una primera etapa, pueden distinguirse fácilmente diferentes tipos de transductores de sonido por su apariencia completamente diferente (intra canal frente a intracanal frente a supraaural frente a circumaural). Una identificación aún más detallada puede basarse en características adicionales, como, por ejemplo, dimensiones de elementos específicos del transductor de sonido, relaciones entre dimensiones de diferentes elementos del transductor de sonido, letras o signos dispuestos sobre los transductores de sonido y similares. La identificación 110a del transductor de sonido puede, en algunas realizaciones, ser lo suficientemente precisa para identificar un modelo específico de transductor de sonido. Sin embargo, en otros casos, puede ser suficiente para identificar el tipo general de transductor de sonido y posiblemente algunas características clave (como, por ejemplo, dimensiones, relaciones entre dimensiones diferentes, etc.), de tal manera que el transductor de sonido puede clasificarse (es decir, asignarse a un grupo específico o una clase de transductores de sonido). Así, el identificador del transductor de sonido dispuesto por la identificación 110a del transductor de sonido puede comprender diferentes precisiones en diferentes realizaciones.

La selección 110b de parámetros puede usar una base de datos contenida dentro del aparato 100 o puede acceder a una base de datos externa para obtener un conjunto de parámetros de ecualización para el transductor de sonido (o clase de transductor de sonido) identificado por la identificación 110a del transductor de sonido. Dicho de otro modo, la información de identificación del transductor de sonido dispuesta por la identificación 110a del transductor de sonido a partir de la imagen del transductor de sonido puede usarse para consultar una base de datos (o una tabla) que asocia un conjunto de parámetros de ecualización a un identificador del transductor de sonido. Así, puede disponerse un conjunto apropiado de parámetros de ecualización, asociados con el identificador del transductor de sonido dispuesto por la identificación 110a del transductor de sonido al ecualizador 120.

En un ejemplo que no entra dentro del alcance de las reivindicaciones, una etiqueta asociada con el transductor de sonido (por ejemplo, conectada al transductor de sonido o a un empaquetado del transductor de sonido) puede evaluarse por el reconocimiento de imagen de la identificación 110a del transductor de sonido, en lugar de la forma del transductor de sonido. Por ejemplo, un código de barras óptico o un código óptico multidimensional (por ejemplo, un código óptico bidimensional, como un código QR) puede evaluarse mediante el reconocimiento de imagen de la identificación 110a del transductor de sonido para obtener un identificador del transductor de sonido. Por ejemplo, un contenido numérico o contenido textual de un código de barras o un código óptico multidimensional puede usarse como identificador del transductor de sonido para la selección de un conjunto de parámetros de ecualización.

Así, puede ser suficiente sacar una fotografía del transductor de sonido para permitir una selección automática de los parámetros de ecualización que se ajustan con el transductor de sonido. Por ejemplo, dicha fotografía puede sacarse fácilmente dentro de la cámara que normalmente viene integrada a un teléfono inteligente, un ordenador portátil u otro dispositivo multimedia. Por consiguiente, es muy fácil que un usuario de dicho dispositivo, que comprende el aparato 100, obtenga un conjunto apropiado de parámetros de ecualización. Así, se mejora normalmente la satisfacción del usuario.

A continuación, se describirán detalles adicionales en cuanto a la identificación del transductor de sonido y en cuanto a posibles extensiones del aparato 100 (por ejemplo, con referencia a las figuras 6 y 7).

## 2. Aparato para el procesamiento de una señal de audio según la figura 2

La figura 2 muestra un diagrama de bloques esquemático de un aparato para el procesamiento de una señal de audio para reproducción mediante un transductor de sonido, según un ejemplo. El aparato según la figura 2 se designa en su totalidad con 200.

El aparato 200 comprende un determinador 210 de parámetros de ecualización para determinar un conjunto 212 de parámetros de ecualización. El aparato 200 comprende además un ecualizador 220 configurado para ecualizar una señal 222 de audio de entrada, para obtener una señal 224 de audio ecualizada, que pretende reproducirse mediante un transductor 230 de sonido, que normalmente es externo al aparato 200.

El determinador 210 de parámetros de ecualización comprende una identificación 210a del transductor de sonido que está configurada para identificar un transductor de sonido utilizando una señal 214 de identificación dispuesta por el transductor de sonido mediante una conexión de audio. El determinador de parámetros de ecualización también comprende una selección 210b de parámetros que está configurada para seleccionar un conjunto de parámetros de ecualización en función del resultado de la identificación 210a del transductor de sonido. Por ejemplo, la selección 210b de parámetros puede recibir un identificador del transductor de sonido de la identificación 210a del transductor de sonido y seleccionar un conjunto correspondiente de parámetros 212 de ecualización para su uso por el ecualizador a partir del identificador del transductor de sonido.

La señal 214 de identificación puede recibirse mediante el aparato 200 (o mediante el determinador 210 de parámetros de ecualización) del transductor 230 de sonido mediante una conexión de audio que también proporciona la señal 224 de salida ecualizada o una versión amplificada y/o procesada posteriormente de la misma, al transductor 230 de sonido. Por ejemplo, una línea común o una terminal de conexión común pueden usarse tanto para emitir una señal de audio que será emitida por el transductor 230 de sonido como para recibir la señal 214 de identificación. Así, una conexión de audio (o, más concretamente, una línea específica de la conexión de audio o una terminal específica de un conector de audio) puede reutilizarse tanto para transportar información de audio (por ejemplo, una información de audio análoga, es decir, una señal de dominio de tiempo análoga) como la señal 214 de identificación.

En consecuencia, el aparato 200 permite la selección de un conjunto apropiado de parámetros de ecualización con esfuerzo técnico comparativamente moderado. Por ejemplo, un número de conexiones (o conductores de conexión o terminales de conexión) entre el aparato 200 y el transductor 230 de sonido puede mantenerse pequeño al recibir la señal de identificación mediante la conexión de audio (por ejemplo, mediante una línea de audio, que se comparte para la transmisión de la señal de identificación). La señal de identificación puede separarse del contenido de audio en la conexión de audio usando un filtro (por ejemplo, un filtro de paso alto) o un detector de espectro extendido. Así, una información codificada, contenida en la señal de identificación o representada por la señal de identificación, puede usarse por la identificación 210a del transductor de sonido para obtener la información de identificación del transductor de sonido, que se dispone a la selección 210b de parámetros. Por ejemplo, después de la separación de la señal de identificación de la señal de audio en la conexión compartida, pueden realizarse algunas desmodulaciones o descodificaciones adicionales en algunas implementaciones para una extracción del contenido de información de la señal de identificación.

Para resumir lo anterior, el contenido de información de la señal de identificación dispuesta por el transductor de sonido mediante la conexión de audio puede usarse para proporcionar la información de identificación del transductor de sonido, y para seleccionar, en respuesta a la información de identificación del transductor de sonido, un conjunto apropiado de parámetros de ecualización asociados con el transductor 230 de sonido identificado. Así, los parámetros de ecualización del ecualizador 220 pueden ajustarse para encajar con el transductor 230 de sonido identificado. En consecuencia, es posible ajustar automáticamente el ecualizador 220 para obtener una buena (o incluso óptima) impresión auditiva. Así, puede mejorarse significativamente la satisfacción del usuario.

A continuación, se describirán detalles adicionales en cuanto al aparato 200 y también en cuanto a la identificación de un transductor de sonido utilizando la señal de identificación dispuesta por el transductor de sonido, por ejemplo, con referencia a las figuras 6 y 7.

### 3. Aparato para el procesamiento de una señal de audio según la figura 3

La figura 3 muestra un diagrama de bloques esquemático de un aparato para el procesamiento de una señal de audio según un ejemplo. El aparato según la figura 3 se designa en su totalidad con 300.

El aparato 300 comprende un determinador 310 de parámetros de ecualización para determinar un conjunto 312 de parámetros de ecualización. El aparato 300 también comprende un ecualizador 320 configurado para ecualizar una señal 322 de audio de entrada, para obtener una señal 324 de audio ecualizada, que pretende ser emitida por el transductor 330 de sonido (que es normalmente externo al aparato 300).

El determinador 310 de parámetros de ecualización está configurado para obtener un conjunto 312 de parámetros de ecualización utilizando una medición de la impedancia del transductor 330 de sonido con respecto a la frecuencia. En algunas implementaciones, el determinador 310 de parámetros de ecualización puede estar configurado para realizar dicha medición de la impedancia del transductor de sonido con respecto a la frecuencia. Sin embargo, alternativamente, el determinador 310 de parámetros de ecualización puede recibir una información medida que describe la impedancia del transductor 330 de sonido con respecto a la frecuencia de un dispositivo de medición de impedancia (que puede formar parte del aparato 330 o que puede ser externo al aparato 330).

Existen diferentes conceptos para obtener el conjunto de parámetros de ecualización utilizando la medición de la

impedancia del transductor 330 de sonido con respecto a la frecuencia (o equivalentemente, la información medida que describe la impedancia del transductor de sonido con respecto a la frecuencia). Por ejemplo, la información medida que describe la impedancia del transductor de sonido con respecto a la frecuencia puede usarse para identificar el transductor 330 de sonido. Por ejemplo, la información medida que describe la impedancia del transductor de sonido con respecto a la frecuencia puede compararse con una pluralidad de curvas de impedancia de referencia con respecto a la frecuencia de una pluralidad de transductores de sonido de referencia que el fabricante o cualquier otra entidad puede haber caracterizado. Así, si se encuentra una coincidencia suficientemente buena (dentro de una tolerancia definida, por ejemplo, por un umbral para una medida de diferencia) entre la impedancia medida del transductor de sonido usado realmente con respecto a la frecuencia y una de las curvas de impedancia de referencia de los transductores de sonido anteriormente caracterizados, el determinador de parámetros de ecualización puede concluir que el transductor de sonido usado realmente es del mismo tipo (o al menos un tipo muy similar) que el transductor de sonido caracterizado anteriormente correspondiente. Así, un conjunto de parámetros de ecualización asociados con el transductor de sonido caracterizado anteriormente correspondiente (la curva de impedancia de referencia la cual concuerda suficientemente bien con la impedancia medida con respecto a la frecuencia del transductor de sonido usado realmente) puede usarse como el conjunto 312 de parámetros de ecualización para su uso por el ecualizador 320. Así, el determinador 310 de parámetros de ecualización puede, en este ejemplo, obtener el conjunto de parámetros de ecualización al reconocer que el transductor de sonido usado actualmente es suficientemente similar, con respecto a su impedancia con respecto a la frecuencia, a un transductor de sonido anteriormente caracterizado para el cual se conoce un conjunto apropiado de parámetros de ecualización.

En un ejemplo alternativo, o si la impedancia medida con respecto a la frecuencia del transductor de sonido usado realmente no es suficientemente similar a cualquiera de las curvas de impedancia de referencia disponibles de los transductores de sonido anteriormente caracterizados, el determinador de parámetros de ecualización puede estar configurado para derivar el conjunto de parámetros de ecualización desde parámetros de ecualización de múltiples transductores de sonido de referencia, que comprenden al menos algunas similitudes, con respecto a la impedancia con respecto a la frecuencia, al transductor de sonido usado realmente. Dicho de otro modo, el determinador de parámetros de ecualización puede estar configurado para identificar uno o más elementos "más distintivos" (o más característicos) de la impedancia medida con respecto a la frecuencia del transductor de sonido usado realmente, y para identificar una pluralidad de transductores de sonido de referencia, de las que las curvas de impedancia de referencia tienen los mismos elementos distintivos (o característicos) (o elementos distintivos al menos suficientemente similares o elementos característicos) como la impedancia medida con respecto a la frecuencia del transductor de sonido usado realmente. Así, el determinador de parámetros de ecualización puede combinar (por ejemplo, de manera ponderada) parámetros de ecualización asociados con los transductores de sonido de referencia que tienen elementos característicos idénticos o similares (de la impedancia con respecto a la frecuencia) como los transductores de sonido usados realmente. Por ejemplo, si la impedancia con respecto a la frecuencia del transductor de sonido usado realmente comprende una pluralidad de elementos más distintivos (o más característicos), los parámetros de ecualización de dichos transductores de sonido de referencia, de los que las impedancias características tienen al menos uno de dichos elementos característicos en común con el transductor de sonido usado realmente, pueden combinarse selectivamente (por ejemplo, de manera ponderada) para obtener el conjunto 312 de parámetros de ecualización para su uso por el ecualizador 320.

Si los diferentes elementos más distintivos están relacionados con diferentes regiones de frecuencia, el determinador de parámetros de ecualización puede determinar los parámetros de ecualización del conjunto 312 de parámetros de ecualización de manera separada para las diferentes regiones de frecuencia, en las que los parámetros de ecualización usados realmente (o el conjunto 312 de parámetros de ecualización) para una región de frecuencia dada pueden obtenerse a partir de los parámetros de ecualización de uno o más transductores de sonido de referencia, de los que las curvas de impedancia de referencia son más similares (en términos de uno o más elementos característicos o en términos de su evolución global) a la impedancia medida con respecto a la frecuencia para la región de frecuencia dada.

Sin embargo, también son posibles diferentes conceptos de cómo combinar los parámetros de ecualización de múltiples transductores de sonido de referencia para obtener el conjunto 312 de parámetros de ecualización. No obstante, se observa normalmente que las curvas de impedancia de referencia de aquellos transductores de sonido de referencia, cuyos parámetros de ecualización se consideran para la determinación del conjunto 312 de parámetros de ecualización, tienen al menos una similitud con uno del uno o más elementos más distintivos de la impedancia medida con respecto a la frecuencia del transductor de sonido usado realmente.

A continuación, se resumirán brevemente algunas posibilidades para la identificación del transductor de sonido automáticas utilizando la medición de la impedancia eléctrica con respecto a la frecuencia. Para la detección de un auricular, la curva de impedancia eléctrica con respecto a la frecuencia (por ejemplo, del transductor de sonido usado realmente) puede hacerse coincidir con un auricular específico, o al menos una clase de auricular específica. Para algunas consideraciones fundamentales, se hace referencia a la referencia [11]. La curva de impedancia eléctrica con respecto a la frecuencia puede medirse utilizando dispositivos desarrollados actualmente como, por

ejemplo, amplificadores que pueden realizar la detección de corriente para, por ejemplo, impedir daños al altavoz (véase, por ejemplo, la referencia [11]).

5 Por ejemplo, después de enchufar los nuevos auriculares (por ejemplo, en el aparato 300), un proceso de medición puede realizarse mientras que se registran el voltaje y la corriente para calcular una impedancia con respecto a la frecuencia compleja. Dicho de otro modo, se mide una pluralidad de valores de impedancia (por ejemplo, del transductor 330 de sonido) para una pluralidad de diferentes frecuencias (preferiblemente para al menos cinco o al menos 10 frecuencias diferentes). Además, se determinan valores de impedancia preferiblemente complejos que describen tanto una parte real como una parte imaginaria de la impedancia del transductor de sonido (por ejemplo, del transductor 330 de sonido). Se pueden usar diferentes tipos de representación (parte real/parte imaginaria o magnitud/fase) para describir estos valores de impedancia complejos. Así, hay normalmente una pluralidad de valores complejos para una pluralidad de frecuencias (por ejemplo, para al menos cinco frecuencias diferentes o para al menos diez frecuencias diferentes) que describen una impedancia medida con respecto a la frecuencia de los transductores de sonido usados realmente.

15 Además, debe observarse que las curvas de impedancia de diferentes tipos de auriculares muestran diferencias y elementos distintivos. Por ejemplo, se hace referencia al lado derecho (columna derecha, números 420, 440 de referencia) de la figura 4a, que muestra una representación gráfico de respuestas acústicas (izquierda) frente a respuestas de impedancia eléctrica (derecha) para dos tipos diferentes de auriculares. Dicho de otro modo, la figura 20 4a muestra un ejemplo de un tipo intraconcha (gráfico superior, números 410, 420 de referencia) y un tipo circumaural (gráfico inferior, números 430, 440 de referencia). Además, también se hace referencia a la tabla de la figura 4b, que muestra una representación de tabla de diferencias en la respuesta de impedancia de dos tipos diferentes de auriculares. Dicho de otro modo, la figura 4b muestra una tabla de diferencias. Tomando como referencia ahora a la figura 4a, puede verse que una primera representación 410 gráfica representa una magnitud 25 412 de una respuesta de frecuencia acústica de un auricular intraconcha. Una abscisa 410a describe una frecuencia en hercios y la ordenada 410b describe un nivel (o nivel relativo) en decibelios. Una segunda representación 420 gráfica describe una magnitud 422 y una fase 424 de una respuesta de impedancia eléctrica del auricular intraconcha. Una abscisa 420a describe una frecuencia en hercios, una primera ordenada 420b describe una magnitud de la impedancia en ohmios, y una segunda ordenada 420c describe una fase en grados. Una tercera 30 representación 430 gráfica describe una magnitud 432 de una respuesta de frecuencia acústica de un auricular circumaural. Una abscisa 430a describe una frecuencia en hercios y una ordenada 430b describe un nivel (o nivel relativo) en decibelios. Una cuarta representación 440 gráfica describe una magnitud 442 y una fase 444 de una respuesta de impedancia eléctrica del auricular circumaural. Una abscisa 440a describe una frecuencia en hercios, una primera ordenada 440b describe una magnitud de la impedancia en ohmios y una segunda ordenada 440c describe una fase de la respuesta eléctrica en grados.

40 Como puede verse en la figura 4a, tanto la magnitud de la respuesta de frecuencia acústica como la magnitud y fase de respuesta de impedancia eléctrica de los diferentes auriculares difieren significativamente. Además, puede verse que diferentes elementos distintivos pueden extraerse (por ejemplo, por el aparato 300 o por el determinador 310 de parámetros de ecualización) de una información medida que describe la impedancia de los auriculares (transductores de sonido) con respecto a la frecuencia. Por ejemplo, un determinador de parámetros de ecualización podría estar configurado para extraer, como un elemento característico, una impedancia promedio con respecto a un cierto intervalo de frecuencia. Como puede verse, una magnitud promedio de la impedancia de los auriculares intraconcha es de aproximadamente 21,5 ohmios con respecto al intervalo de frecuencia mostrado en la figura 4a. 45 En contraste, la magnitud promedio de la impedancia para el auricular circumaural es de aproximadamente 300 ohmios con respecto al intervalo de frecuencia mostrado en la figura 4. En consecuencia, la impedancia promedio con respecto a un intervalo de frecuencia dado podría considerarse como un elemento distintivo. Además, una frecuencia a la cual la impedancia llega a un máximo podría extraerse también mediante el determinador 310 de parámetros de ecualización como un elemento característico. Por ejemplo, el auricular intraconcha exhibe un máximo local de la impedancia aproximadamente a 6 kHz mientras que el auricular circumaural comprende dicho máximo de la magnitud de la impedancia a aproximadamente 100 Hz (en el que debe observarse que la frecuencia, a la cual hay un máximo de la magnitud de la impedancia eléctrica puede considerarse como una frecuencia de resonancia o frecuencia de resonancia principal). Además, la variación de la magnitud de la impedancia eléctrica con respecto a un intervalo de frecuencia dado y la variación de la fase de respuesta de impedancia eléctrica con respecto a un intervalo de frecuencia dado puede determinarse también como un elemento distintivo por el 50 determinador 310 de parámetros de ecualización. Como puede verse, la variación (o desviación) de la magnitud de respuesta de impedancia eléctrica es comparativamente pequeña para el auricular intraconcha. En contraste, una variación de la magnitud y de la fase de la respuesta de impedancia eléctrica con respecto al intervalo de frecuencia dado es comparativamente grande para el auricular circumaural. La figura 4b muestra un resumen de elementos 55 distintivos de los dos ejemplos de auriculares discutidos anteriormente, en los que debe observarse que dichos elementos distintivos pueden determinarse mediante el determinador de parámetros de ecualización y usarse para decidir qué transductor de sonido de referencia será considerado como suficientemente similar al transductor de sonido usado actualmente. Sin embargo, cualquier otro elemento distintivo de la impedancia medida con respecto a la frecuencia puede determinarse también mediante el determinador de parámetros de ecualización.

5 Para encontrar finalmente el filtro (o, de manera más general, el conjunto de parámetros de ecualización) que coinciden mejor con la respuesta de frecuencia (por ejemplo, la impedancia medida con respecto a la frecuencia) de los auriculares actualmente enchufados (como por ejemplo, véase el lado izquierdo de la figura 4a, es decir, las representaciones 410 y 130 gráficas), se usa uno de los dos siguientes enfoques (enfoque A, enfoque B) para una combinación (por ejemplo, por el determinador de parámetros de ecualización) con la ayuda de una base de datos.

10 La base de datos puede ser una tabla con dos columnas: curvas de impedancia compleja eléctrica (por ejemplo, curvas de impedancia de referencia de transductores de sonido de referencia, representadas por una pluralidad de valores de impedancia de referencia para una pluralidad de frecuencias diferentes) en un lado (por ejemplo, en una tabla o columna de una tabla) y los filtros de auricular de ajuste correspondientes (o, de manera más general, un conjunto de parámetros de ecualización correspondientes) en el otro lado (por ejemplo, en otra tabla enlazada u otra columna de la tabla).

15 Como se menciona anteriormente, los filtros (o, de manera más general, los conjuntos de parámetros de ecualización) se crean normalmente de mediciones acústicas, que habitualmente el usuario final no puede hacer.

20 A continuación, se describirán algunos enfoques posibles diferentes para la determinación del conjunto 312 de parámetros de ecualización, que pueden realizarse mediante el determinador 310 de parámetros de ecualización.

**Enfoque A: identificación de consulta de tabla**

25 Un algoritmo de error (por ejemplo, un algoritmo de media cuadrática mínima) puede aplicarse para comparar la curva de impedancia eléctrica con respecto a la frecuencia (por ejemplo, una magnitud y una fase) medida para el transductor de sonido usado realmente, que está conectado al aparato 300, a curvas de impedancia eléctrica medidas anteriormente (también designadas como curvas de impedancia de referencia de un transductor de sonido de referencia) almacenadas en una base de datos. Si el algoritmo de error hace coincidir exitosamente la curva medida actualmente (del transductor de sonido conectado realmente al aparato 300) a una de la base de datos (es decir, a una de las curvas de impedancia de referencia), se identifican los auriculares enchufados (es decir, los auriculares usados realmente conectados al aparato 300) y pueden cargarse (por ejemplo, de la base de datos) los filtros de ajuste (o, en general, el conjunto de ajuste de parámetros de ecualización).

35 Dicho de otro modo, si el determinador 310 de parámetros de ecualización encuentra, utilizando un "algoritmo de error", que proporciona una medida de la diferencia entre dos curvas de impedancia, que la impedancia medida con respecto a la frecuencia del transductor de sonido usado realmente es idéntica, o suficientemente similar (dentro de una tolerancia predeterminada definida por el algoritmo de error) a una de las curvas de impedancia de referencia almacenadas en la base de datos, el determinador de parámetros de ecualización selecciona el conjunto de parámetros de impedancia asociado con dicha curva de impedancia de referencia identificada para su uso por el ecualizador 320.

40 **Enfoque B: generación del filtro**

45 Si el enfoque A (identificación de consulta de tabla) no es posible o exitoso, puede generarse un filtro de ajuste. A diferencia del enfoque A (identificación de consulta de tabla), se realiza un algoritmo (por ejemplo, análisis de PCA o análisis de componente principal) en múltiples curvas de impedancia eléctrica medidas anteriormente en la lista (por ejemplo, en la base de datos). Por ejemplo, el determinador de parámetros de ecualización está configurado para realizar dicho algoritmo en múltiples curvas de impedancia de referencia (es decir, curvas de impedancia eléctrica medidas anteriormente de transductores de sonido de referencia), en las que el determinador de parámetros de ecualización puede estar configurado para obtener información acerca de las curvas de impedancia de referencia de una base de datos. La base de datos puede estar almacenada localmente en el aparato 300 o puede descargarse parcial o completamente de un servidor. Así, el determinador de parámetros de ecualización puede extraer uno o más "elementos distintivos" de las curvas de impedancia de referencia.

55 Usando los elementos más distintivos (es decir, uno o más de los elementos distintivos o característicos) de una respuesta de impedancia eléctrica del auricular medido actualmente (es decir, de la impedancia medida con respecto a la frecuencia del transductor de sonido usado actualmente conectado al aparato 300), los elementos de ajuste de diferentes filtros para múltiples auriculares pueden combinarse con filtros correspondientes en el dominio de frecuencia que se ajusta al auricular específico actualmente medido. Dicho de otro modo, el determinador de parámetros de ecualización puede determinar uno o más elementos "más distintivos" de la impedancia medida con respecto a la frecuencia del auricular usado actualmente y puede identificar una pluralidad de transductores de sonido de referencia (que se describen mediante una entrada de base de datos o mediante una entrada de tabla que comprende una representación de una curva de impedancia de referencia y de un conjunto correspondiente de parámetros de ecualización) que tienen una similitud suficiente (con respecto a una medida de similitud) de uno o más "elementos distintivos" de sus curvas de impedancia (de referencia) con respecto a la frecuencia con los

elementos más distintivos de la impedancia medida con respecto a la frecuencia del transductor de sonido usado actualmente. Entonces, se combinan los parámetros de ecualización de estos transductores de sonido de referencia identificados, para obtener el conjunto 312 de parámetros de ecualización para su uso por el ecualizador 320. En consecuencia, incluso si ninguna de las curvas de impedancia de referencia de los transductores de sonido de referencia coincide “perfectamente” con la impedancia medida con respecto a la frecuencia del transductor de sonido usado realmente, se identifican los transductores de sonido que tienen en común (o una similitud suficiente con respecto a) una o más características (elementos distintivos) de sus curvas de impedancia con respecto a la frecuencia con el transductor de sonido usado actualmente y los parámetros de ecualización determinados anteriormente para estos transductores de sonido de referencia identificados se combinan, para obtener los parámetros de ecualización para la ecualización de la señal de audio para el transductor de sonido usado actualmente. La ponderación de los coeficientes de ecualización de los transductores de sonido de referencia identificados en esta combinación puede determinarse, por ejemplo, en función de la medida de la similitud entre las curvas de impedancia de referencia del transductor de sonido de referencia y la impedancia medida con respecto a la frecuencia del transductor de sonido usado realmente. La ponderación puede elegirse también de una manera dependiente de la frecuencia, de tal manera que, por ejemplo, los parámetros de ecualización de baja frecuencia de un primer transductor de sonido de referencia pueden ponderarse selectivamente más fuerte que los parámetros de ecualización de un segundo transductor de sonido de referencia si la curva de impedancia de referencia del primer transductor de sonido de referencia es más similar a la impedancia medida con respecto a la frecuencia del transductor de sonido usado actualmente en un intervalo de baja frecuencia cuando se compara con la curva de impedancia de referencia del segundo transductor de sonido de referencia. En contraste, los parámetros de ecualización de frecuencia más alta del segundo transductor de sonido de referencia pueden ponderarse selectivamente más fuerte en la combinación si la curva de impedancia de referencia del segundo transductor de sonido de referencia es más similar a la impedancia medida con respecto a la frecuencia del transductor de sonido usado realmente cuando se compara con la curva de impedancia de referencia del primer transductor de sonido, y así sucesivamente.

En consecuencia, puede verse que el determinador de parámetros de ecualización puede combinar eficientemente parámetros de ecualización de múltiples transductores de sonido de referencia, para obtener un conjunto 312 de parámetros de ecualización, si no hay coincidencia suficientemente buena entre la curva de impedancia de referencia de un solo transductor de sonido de referencia y la impedancia medida con respecto a la frecuencia del transductor de sonido usado actualmente.

Para concluir adicionalmente, hay múltiples opciones de cómo el determinador 310 de parámetros de ecualización puede obtener eficientemente un conjunto 312 de parámetros de ecualización a partir de la información medida que describe la impedancia de un transductor de sonido usado actualmente con respecto a la frecuencia. Pueden obtenerse resultados particularmente buenos si se considera la impedancia del transductor de sonido usado realmente sobre un intervalo de frecuencia significativo (por ejemplo, para una pluralidad de frecuencias diferentes), en el que es recomendable considerar la impedancia para al menos cinco o al menos diez frecuencias.

4. Aparato para el procesamiento de una señal de audio según la figura 5

La figura 5 muestra una representación esquemática de un aparato para el procesamiento de una señal de audio para reproducción mediante un transductor de sonido. El aparato según la figura 5 se designa en su totalidad con 500. El aparato 500 comprende un determinador 510 de parámetros de ecualización para determinar un conjunto 512 de parámetros de ecualización. El aparato 500 también comprende un ecualizador 520 configurado para ecualizar una señal 522 de audio de entrada para obtener una señal 524 de audio ecualizada.

El determinador 510 de parámetros de ecualización está configurado para establecer el parámetro 512 de ecualización en función de la entrada del usuario desde una interfaz de usuario. El determinador 510 de parámetros de ecualización también está configurado para subir el conjunto 512 de parámetros de ecualización e información acerca el transductor 530 de sonido (que normalmente es externo al aparato 500) a una base de datos de parámetros de ecualización global, que es accesible por múltiples aparatos para el procesamiento de una señal de audio de múltiples usuarios.

En consecuencia, el determinador 510 de parámetros de ecualización permite que el usuario establezca los parámetros de ecualización del conjunto 512 de parámetros de ecualización según su impresión auditiva. Así, al menos un usuario experimentado puede ser capaz de determinar un conjunto apropiado de parámetros de ecualización que permite una impresión auditiva satisfactoria. Además, el usuario que ha establecido los parámetros de ecualización utilizando la interfaz de usuario será capaz de compartir los parámetros de ecualización con otros usuarios subiendo la información acerca del conjunto de parámetros de ecualización en combinación con información acerca del transductor de sonido a una denominada base de datos de parámetros de ecualización “global”, que normalmente es accesible por múltiples aparatos de múltiples usuarios. Preferiblemente, la interfaz de usuario permitirá que el usuario establezca los parámetros de ecualización (por ejemplo, para definir una curva de filtro con respecto a la frecuencia) y también para introducir información acerca del transductor de sonido (por

ejemplo, un número de modelo del transductor de sonido o similares). Así, se puede subir información significativa a la base de datos de parámetros de ecualización "global".

5 A continuación, se describirán detalles adicionales en cuanto a la interfaz de usuario y también en cuanto a la base de datos de parámetros de filtro global.

5. Sistema según la figura 6

10 La figura 6 muestra una representación esquemática de un sistema para ecualización de auriculares. El sistema según la figura 6 se designa en su totalidad con 600. Comprende una base de datos 610 de parámetros de filtro global, que puede disponerse, por ejemplo, en un servidor central. El sistema 600 también comprende un dispositivo 612 de usuario que puede comprender, por ejemplo, una base de datos 620 de parámetros de filtro local, un determinador 630 de parámetros de ecualización y un filtración y/o ecualizador 640.

15 Los auriculares 650 (u otro tipo de transductor de sonido) puede conectarse al dispositivo 612 de usuario, para recibir una señal de audio dispuesta utilizando el ecualizador 640.

20 La base de datos 610 de parámetros de filtro global puede almacenar, por ejemplo, una pluralidad de curvas de impedancia de referencia de los transductores de sonido de referencia y parámetros de ecualización asociados. Los parámetros de ecualización almacenados en la base de datos 610 de parámetros de filtro global pueden basarse, por ejemplo, en mediciones de auriculares (o, en general, mediciones de transductor de sonido) de los auriculares de referencia (o, en general, transductores de sonido de referencia) y un diseño de ecualización objetivo, durante el cual los parámetros de ecualización se derivan de la respuesta de frecuencia acústica medida de los respectivos auriculares. Dicho de otro modo, los parámetros de ecualización almacenados en la base de datos 610 de parámetros de filtro global pueden ser apropiados para compensar las respuestas de frecuencia acústica imperfectas de los auriculares de referencia. Sin embargo, la base de datos 610 de parámetros de filtro global puede definir una asociación entre los tipos de auriculares de referencia y conjuntos correspondientes de parámetros de ecualización. Sin embargo, alternativa o adicionalmente, la base de datos de parámetros de filtro global puede definir una asociación entre un conjunto de parámetros de ecualización y curvas de impedancia de referencia con respecto a la frecuencia de los transductores de sonido de referencia. Dicho de otro modo, la base de datos puede definir qué conjunto de parámetros de ecualización pertenece a unos auriculares para la cabeza que tienen una curva de impedancia de referencia específica con respecto a la frecuencia.

35 El dispositivo 612 de usuario puede comprender opcionalmente (aunque no necesariamente) una base de datos 620 de parámetros de filtro local. En particular, el dispositivo de usuario puede ser capaz de descargar una parte del contenido de la base de datos 610 de parámetros de filtro global (o todo el contenido de la base de datos 610 de parámetros de filtro global). Sin embargo, la información de la base de datos 610 de parámetros de filtro global puede descargarse a la base de datos 620 de parámetros de filtro local de antemano o después de una petición específica (por ejemplo, cuando se enchufa un auricular desconocido al aparato 612 del usuario).

40 El aparato 612 del usuario está configurado además para usar uno o más de cuatro métodos (designados "método A" a "método D") para obtener un conjunto apropiado de parámetros de filtro (o, en general, de parámetros de ecualización) para la filtración/ecualización 640.

45 Según un primer método ("método A"), el determinador de parámetros de filtro (o determinador de parámetros de ecualización) del aparato 612 del usuario realiza una identificación de auriculares automática. En consecuencia, se puede realizar una selección de parámetros automática (por ejemplo, utilizando un selector de parámetros automático). Dicho de otro modo, según el método A, el aparato 612 (o el determinador 630 de parámetros de ecualización del mismo) puede identificar automáticamente un auricular y puede recuperar, de la base de datos 620 de parámetros de filtro local o de la base de datos 610 de parámetros de filtro global, un conjunto 632a apropiado de parámetros de filtro (o de parámetros de ecualización) para la filtración/ecualización 640. Por ejemplo, según el método A, la funcionalidad del determinador 110 y/o 210 y/o 310 de parámetros de ecualización, tal como se describe con referencia a la figura 1, figura 2 y/o figura 3, puede usarse en el determinador 630 de parámetros de ecualización del dispositivo 612 de usuario. Así, el conjunto 632a de parámetros de ecualización puede corresponder al conjunto 112, 212, 312 de los parámetros de ecualización. La base de datos 620 de parámetros de filtro local puede almacenar, en este caso, la información de entrada de referencia requerida por los determinadores 110, 210, 310 de parámetros de ecualización.

60 Sin embargo, el determinador 630 de parámetros de ecualización del dispositivo 612 de usuario puede utilizar, alternativa o adicionalmente, un segundo método ("método B") para la selección del conjunto 632b de parámetros de filtro para su uso por la filtración/ecualización 640. Según el segundo método, se proporciona una interfaz del usuario para la selección manual del tipo de transductor de sonido. En consecuencia, el usuario selecciona manualmente un número de modelo, un identificador de modelo o similares, del auricular (o el transductor de sonido) conectado al dispositivo del usuario. El usuario puede o bien introducir directamente el número de modelo o

identificador de modelo, o bien puede elegir el número de modelo o identificador de modelo de una lista, que puede disponerse, por ejemplo, a partir de las entradas de la base de datos 620 de parámetros de filtro local. Cuando el usuario ha introducido el número de modelo o identificador de modelo, puede consultarse la base de datos 620 de parámetros de filtro local para que emita un conjunto de parámetros de ecualización asociados con un transductor de sonido del número de modelo o identificador de modelo especificado por el usuario. Alternativa o adicionalmente, la base de datos 610 de parámetros de filtro global puede consultarse (por ejemplo, mediante una conexión de red) en cuanto a un conjunto de parámetros de ecualización asociados con el número de modelo o el identificador de modelo especificado por el usuario. En consecuencia, el conjunto 632b de parámetros de filtro (o conjunto de parámetros de ecualización) puede disponerse a partir de la selección manual del tipo de transductor de sonido y a partir de una consulta de la base de datos 620 de parámetros de filtro local y/o de la base de datos 610 de parámetros de filtro global.

Alternativa o adicionalmente, puede implementarse un tercer concepto ("método C") en el aparato 612 del usuario o en el determinador 630 de parámetros de ecualización del mismo, para proporcionar un conjunto de parámetros de filtro para la filtración/ecualización 640. Según el tercer concepto ("método C"), puede proporcionarse una interfaz del usuario en combinación con un generador de parámetros, para proporcionar un conjunto 632c de parámetros de filtro. El generador de parámetros, que se usa según el tercer concepto, puede proporcionar un conjunto 632c de parámetros de filtro a partir de la entrada de usuario. Por ejemplo, un usuario puede ajustar los parámetros de un ecualizador multibanda utilizando la interfaz del usuario.

Alternativa o adicionalmente, puede usarse un cuarto concepto ("método D") para proporcionar el conjunto de parámetros de filtro. Según el cuarto concepto, puede obtenerse un conjunto 632d de parámetros de filtro a partir de una entrada desde la interfaz del usuario. Con este fin, puede usarse un generador de parámetros. Sin embargo, además de la entrada del usuario que determina los valores del conjunto 632d de parámetros de filtro (o un conjunto 632d de parámetros de ecualización), puede recibirse algo de información que caracteriza los auriculares (o transductor de sonido) 650 conectado al dispositivo 612 de usuario de la interfaz del usuario. Por ejemplo, un nombre de modelo u otro identificador de modelo del auricular 650 puede introducirse mediante la interfaz del usuario según el concepto 4 ("método D"). En consecuencia, el determinador 630 de parámetros de ecualización del dispositivo 612 de usuario puede estar configurado para subir información que comprende un conjunto de parámetros de filtro (o, en general, un conjunto de parámetros de ecualización) y un identificador de modelo que identifica los auriculares 650 usados actualmente a la base de datos 610 de parámetros de filtro global cuando el usuario ha dispuesto información mediante la interfaz del usuario que da como resultado un conjunto de parámetros de filtro "suficientemente bueno", que, según la valoración del usuario, da como resultado una calidad de audio aceptable o suficientemente buena de la señal de audio presentada por los auriculares 650. Dicho de otro modo, la interfaz de usuario puede proporcionar una posibilidad al usuario de ajustar (y/o sintonizar) el conjunto 632d de parámetros de filtro hasta que la calidad de audio de la señal de audio presentada al usuario por los auriculares 650 cumple con las expectativas del usuario, y para confirmar que la calidad de audio de la señal de audio ecualizada utilizando el conjunto 632d de parámetros de filtro seleccionado actualmente (o ajustado) cumple con sus expectativas. En respuesta a la entrada del usuario, mediante la interfaz de usuario, que indica que la calidad de audio del contenido de audio dispuesto por los auriculares 650 utilizando el conjunto 632d de parámetros de filtro seleccionado actualmente (o ajustado) es suficientemente bueno, el determinador 630 de parámetros de ecualización puede subir una combinación del conjunto de parámetros de filtro usado actualmente, que fue aprobado por el usuario, y un identificador de modelo de los auriculares 650 usados actualmente a la base de datos 610 de parámetros de filtro global. En consecuencia, la base de datos 610 de parámetros de filtro global puede almacenar una asociación entre un identificador de modelo de los auriculares 650 usados actualmente y un conjunto 632d de parámetros de filtro usado actualmente (que, según la valoración y confirmación del usuario, da como resultado una calidad de audio suficientemente buena), de tal manera que otros usuarios (o dispositivos de usuario, que pueden ser sustancialmente idénticos al dispositivo 612 del usuario) pueden beneficiarse de los esfuerzos actuales del usuario para encontrar un conjunto 632d de parámetros de filtro razonablemente bueno. Así, el conjunto 632d de parámetros de filtro, que se ha identificado a partir de un ajuste manual del conjunto de parámetros de filtro mediante la interfaz de usuario, puede usarse posteriormente por otros dispositivos de usuario en una selección de conjuntos de parámetros de filtro automática o semiautomática (que puede realizarse, por ejemplo, según el primer concepto ("método A") o segundo concepto ("método B")).

En consecuencia, el sistema 600 permite la selección de conjuntos de parámetros de filtro (o, en general, un conjunto de parámetros de ecualización) utilizando diferentes enfoques. Pueden usarse una selección de parámetros automática (utilizando un selector de parámetros automático en combinación con la identificación de auriculares automática), una selección de parámetros manual (utilizando un selector de parámetros manual en combinación con una interfaz de usuario), una generación de parámetros manual sin retroalimentación (utilizando un generador de parámetros y una interfaz de usuario) y una generación de parámetros manual con retroalimentación (utilizando un generador de parámetros y una interfaz de usuario, así como una retroalimentación). Los conjuntos de parámetros de filtro generados manualmente pueden retroalimentarse a la base de datos de parámetros de filtro global y pueden descargarse de dicha base de datos de parámetros de filtro global posteriormente para reutilizar los esfuerzos de la generación de parámetros manual. En consecuencia, puede obtenerse un conjunto de parámetros

de filtro suficientemente bueno con esfuerzo razonablemente pequeño en muchas circunstancias.

La figura 7 muestra diagramas de bloques esquemáticos que describen diferentes enfoques para aplicar la ecualización de auriculares (por ejemplo, definida por los conjuntos 632a, 632b, 632c, 632d de parámetros de filtro determinados respectivamente o el conjunto de parámetros de ecualización determinados por uno de los aparatos 100, 200, 300, 500).

En un primer ejemplo, que se muestra con el número 710 de referencia, la ecualización de auriculares puede aplicarse a un nivel muy alto, por ejemplo, a un nivel de aplicación. Dicho de otro modo, puede haber un programa informático que combina la aplicación real, la interfaz de usuario gráfica y el procesamiento de señal, en el que el procesamiento de señal, realizado por este programa 712 informático, incluye la ecualización del transductor de sonido (ecualización de auriculares). El programa 712 informático se ejecuta, por ejemplo, mediante un procesador de aplicaciones, que puede ser un microprocesador principal de un sistema informático o de un teléfono inteligente. En consecuencia, se emite una señal 714 de audio ecualizada (en la que la ecualización de un auricular ya está aplicada) a un procesamiento 716 de señal especializado adicional que puede comprender una combinación de un convertidor de digital a análogo, un códec de audio y un procesador de señal digital. En consecuencia, el procesamiento 716 de señal de audio especializado proporciona, como señal de salida, una señal 718 de audio ecualizada, que puede ser una señal análoga, a un amplificador 720 de auricular. El amplificador de auricular amplifica la señal 718 de audio ecualizada (normalmente análoga) y proporciona una señal de audio amplificada a los auriculares 722. Para resumir, la ecualización de auricular real puede realizarse a un nivel muy alto, concretamente al nivel del programa de aplicación, utilizando el procesador de aplicaciones.

Según una segunda implementación, que se muestra en el número 730 de referencia, el programa 732 que comprende la aplicación y la interfaz de usuario gráfica no realiza la ecualización de auricular. Dicho de otro modo, la ecualización de auricular no se realiza mediante el procesador de aplicaciones (por ejemplo, procesador principal) según esta alternativa de implementación. Más bien, el procesador de aplicaciones proporciona la señal 734 de audio sin ecualización de auricular y un conjunto de parámetros de filtro o parámetros 735 de ecualización al procesamiento 736 de señal de audio especificado, que puede comprender un convertidor digital a análogo, un códec de audio y un procesador de señal digital. Así, el procesador de señal digital del procesamiento 736 de audio especializado puede aplicar la ecualización de auricular, y por consiguiente proporciona una señal 738 de audio ecualizada (normalmente análoga) al amplificador 740 de auricular. El amplificador 740 de auricular amplifica la señal 738 de audio ecualizada y proporciona la señal de audio amplificada a los auriculares 742.

Según una tercera alternativa de implementación, que se muestra con el número 750 de referencia, la ecualización de auricular se aplica solamente en el amplificador de auricular. Dicho de otro modo, un programa 752 informático, que implementa la aplicación y la interfaz de usuario gráfica, y que se ejecuta mediante un procesador de aplicaciones, no realiza la ecualización de auricular. Más bien, el procesador de aplicaciones proporciona una señal de audio sin ecualización de auricular al procesamiento 756 de audio especializado. Además, el procesador de aplicaciones proporciona información 755 que describe los parámetros de filtro directamente al amplificador 760 de auriculares. El procesamiento 756 de señal de audio especializado proporciona una señal 758 de audio normalmente análoga al amplificador 760 de auricular, en el que se realiza una ecualización normalmente análoga por el amplificador 760 de auriculares y se ajusta a partir de la información 755 que describe los parámetros de filtro. En consecuencia, el amplificador 760 de auricular realiza la ecualización de auricular real y por consiguiente proporciona una señal de audio amplificada ecualizada a los auriculares 762.

A continuación, se resumirá brevemente el concepto global subyacente a las realizaciones según la presente invención.

En primer lugar, se proporcionará una visión general sobre alguna de las ideas principales de las realizaciones de la presente invención. Una de las ideas principales de la presente invención es que filtros o parámetros de filtro específicos pueden descargarse a o seleccionarse en un dispositivo que está diseñado para reproducciones de auriculares (tal como se muestra en la figura 6, que muestra un principio funcional de una ecualización de auriculares). El usuario puede descargar e instalar una funcionalidad de procesamiento específica de auricular a un dispositivo.

Los filtros pueden implementarse como filtros análogos o digitales. Esta ecualización de auriculares mejora la calidad de audio percibida de los auriculares conectados. La tecnología puede usarse para cualquier clase de auriculares. No está limitada a un tipo o marca de auriculares específica.

Algunas de las ideas principales son:

- Aplicar filtros de ecualización de auriculares que coincidan con un par específico de auriculares;
- Estos parámetros de filtro pueden transmitirse a un dispositivo de reproducción (por ejemplo, a través de

internet);

- Otros parámetros de filtro para otros auriculares pueden seleccionarse o descargarse posteriormente; y
- 5 • Si no está disponible ningún parámetro de filtro para un auricular específico, puede usarse un generador de parámetros fácil de usar en el dispositivo. Genera un filtro que se ajusta mejor a este auricular (proporcionando calidad de audio óptima).

10 A continuación, se describirá la generación de parámetros de filtro globales.

Como se menciona en la introducción cuando se discuten filtros para auriculares, los parámetros de filtro de la ecualización de auriculares se derivan preferiblemente de las respuestas de frecuencia de los auriculares. Por tanto, deben conocerse las respuestas de frecuencia de los auriculares. Normalmente, esto se hace mediante mediciones con oídos artificiales o acopladores acústicos.

15 Ahora, debe diseñarse una respuesta de frecuencia objetivo (el comportamiento de frecuencia deseado). En teoría, la respuesta objetivo puede ser de cualquier forma. Es posible incluso diseñar más de una curva de ecualización objetivo. Para calidad de audio superior, las respuestas objetivo podrían seguir una curva de ecualización similar a un denominado "campo difuso".

20 Combinando la respuesta de frecuencia medida y la curva de ecualización objetivo, pueden calcularse los parámetros de filtro (de un filtro de ecualización) (véase, por ejemplo, la referencia [5]). Los parámetros de filtro de todos los auriculares admitidos/medidos pueden almacenarse en una base de datos (no necesariamente en el dispositivo de reproducción o dispositivo de usuario) y por consiguiente se denominan parámetros de filtro globales (GFP). Por ejemplo, se hace referencia a la figura 6.

25 Debido a los altos requisitos, la medición de auriculares, el diseño de ecualización objetivo y el cálculo se hacen normalmente mediante el proveedor de esta tecnología de antemano.

30 A continuación, se describirá la transmisión de parámetros de filtro a y desde el dispositivo (por ejemplo, un dispositivo de usuario como un ordenador personal, un reproductor de música o reproductor multimedia, o un teléfono inteligente).

35 En algunas realizaciones, los parámetros de filtro se almacenan en el dispositivo de reproducción también, denominados parámetros de filtro locales (LFP). Los parámetros de filtro locales no tiene que contener todos los auriculares de la base de datos de parámetros de filtro global (GFP). Puede ser un subconjunto de los parámetros de filtro globales debido a varias razones como:

- Cuestiones de consumo de memoria;
- 40 • Modelos de auriculares antiguos;
- Un proveedor solamente quiere admitir un único conjunto de su elección;
- 45 • Modelos de tecnología de negocios patentados.

50 Una aplicación que contiene el conjunto de parámetros de filtro locales o los parámetros de filtro locales en sí mismos se transmiten desde un servidor de GLP al dispositivo de reproducción, por ejemplo, mediante internet o una conexión móvil.

55 El conjunto de parámetros de filtro locales puede extenderse posteriormente usando la capacidad de descarga de la tecnología. Es necesaria una extensión del conjunto de parámetros de filtro locales si el usuario conecta un auricular que no coincide con el conjunto de parámetros de filtro locales, pero está disponible en la base de datos de parámetros de filtro globales. Además, los conjuntos de parámetros de filtro locales pueden subirse desde el dispositivo a los parámetros de filtro globales junto con la información sobre el tipo o modelo de auricular.

A continuación, se describirá la selección de la ecualización de auriculares.

60 En el dispositivo de reproducción, el parámetro de filtro local tiene que seleccionarse de tal manera que se ajuste a los auriculares conectados actualmente. Hay diferentes métodos de seleccionar el parámetro de filtro local correcto (véase la figura 6).

#### **Método A: identificación automática de auriculares**

Para este método, el usuario no necesita saber detalles de los auriculares conectados al dispositivo. Se usa una aplicación para identificar el modelo de auricular específico para elegir el parámetro de filtro local adecuado.

Podrían ser implementaciones de este método:

- 5 • Un identificador de auricular específico (ID) puede codificarse en el auricular (por ejemplo, utilizando un chip en el auricular) y puede transferirse a la aplicación, por ejemplo, mediante una transmisión de radiofrecuencia, mediante una señal fuera del ancho de banda de audio (preferiblemente mayor de 20 kHz), utilizando circuitos sofisticados en el amplificador del auricular, recibir una secuencia de ID del auricular o datos incrustados en la señalización en el flujo de audio o mediante medios ópticos (por ejemplo, código de barras);
- 10 • Una aplicación de reconocimiento de imagen puede usar información adicional para identificar los auriculares, por ejemplo, la cámara escaneando el auricular o un código óptico; y/o
- 15 • Detección del auricular, que coincide con la curva de impedancia eléctrica con respecto a la frecuencia a un auricular específico (o al menos una clase de auricular específica).

20 A continuación, se describirán algunos detalles en cuanto a la detección de un auricular utilizando la curva de impedancia eléctrica con respecto a la frecuencia. Este concepto está basado en algunos hallazgos que se dan a conocer en la referencia [11]. La curva de impedancia eléctrica con respecto a la frecuencia puede medirse utilizando dispositivos desarrollados actuales como amplificadores que pueden realizar detección de corriente para, por ejemplo, impedir daños al altavoz (véase, por ejemplo, la referencia [12]). Después de enchufar los nuevos auriculares al dispositivo (por ejemplo, un dispositivo 630 de usuario), puede realizarse un proceso de medición mientras que se registran el voltaje y la corriente para calcular la impedancia compleja con respecto a la frecuencia. Las curvas de impedancia de diferentes tipos de auriculares muestran diferencias y elementos distintivos. Por ejemplo, se hace referencia al lado derecho de la figura 4a, que muestra un ejemplo de respuestas de impedancia acústica (izquierda) frente a impedancia eléctrica (derecha) para dos tipos diferentes de auriculares, por un ejemplo de un tipo intraconcha (gráfico superior) y un tipo circumaural (gráfico inferior). Además, se hace referencia a la tabla de la figura 4b, que muestra diferencias en la respuesta de impedancia de dos tipos diferentes de auriculares.

35 Para encontrar finalmente el filtro que coincide mejor con la respuesta de frecuencia de los auriculares actualmente enchufados (como ejemplo, véase el lado izquierdo de la figura 4a), se usa uno de los dos enfoques siguientes o una combinación con la ayuda de una base de datos. Esta base de datos es, por ejemplo, una tabla con dos columnas: curvas de impedancia compleja eléctrica (normalmente representadas por una pluralidad de valores de impedancia complejos para una pluralidad de frecuencias diferentes) en un lado y los filtros de auriculares de ajuste correspondientes en el otro lado.

40 Como se menciona brevemente, se desea que se creen los filtros a partir de mediciones acústicas, que, sin embargo, normalmente no las puede hacer el usuario final.

**Enfoque A: identificación de consulta de tabla**

45 Un algoritmo de error (por ejemplo, media cuadrática mínima) compara la curva de impedancia eléctrica con respecto a la frecuencia (magnitud y fase) con curvas de impedancia eléctrica medidas anteriormente almacenadas en una base de datos. Si el algoritmo de error coincide exitosamente con la curva medida actualmente con una de la base de datos, se identifican los auriculares enchufados y pueden cargarse los filtros de ajuste.

**Enfoque B: generación de filtro**

50 Si el enfoque A no es posible o exitoso, puede generarse un filtro de ajuste. A diferencia del enfoque A, se realiza un algoritmo (por ejemplo, análisis de componente principal, análisis de PCA) en múltiples curvas de impedancia eléctrica medidas anteriormente en la lista. Usando los elementos más distintivos de la respuesta de impedancia eléctrica del auricular medido actual, pueden combinarse los elementos de ajuste de diferentes filtros para múltiples auriculares con un filtro correspondiente (o filtros correspondientes) en un dominio de frecuencia que se ajusta al auricular específico medido actualmente.

**Método B: selección manual por el usuario (lista de auriculares)**

60 Un usuario puede elegir sus auriculares específicos de una lista.

**Método C: generador de parámetros**

Esta es una solución alternativa si no está disponible ninguna coincidencia de LFP/GFP para el tipo de auricular

seleccionado:

- 5 • Se ganan parámetros para filtros analizando GFP y extrayendo las contribuciones más importantes (por ejemplo, por medio de Análisis de Grupos o Análisis de Componente Principal);
- El usuario tiene que adaptar los filtros a su auricular ya sea eligiendo un tipo genérico de auricular (por ejemplo, grande/pequeño) o cambiando el filtro continuamente mientras que reproduce y, de ese modo, ajustando el ajuste correcto mediante percepción;
- 10 • Basándose en los ajustes de parámetros (ajustados por el usuario) se crea una función de filtro compleja que tiene en cuenta los atributos más importantes del auricular;
- 15 • Para una selección más fácil, la interfaz del usuario debe permitir que una comparación de A-B compare entre diferentes conjuntos de filtro y/o el conjunto de filtro seleccionado y ningún procesamiento (desviación).

**Método D: generador de parámetros con funcionalidad de subida**

20 Este método funciona como una extensión del método C. Permite que se suban los parámetros seleccionados por el usuario a la base de datos junto con información en cuanto al tipo o modelo usado por el usuario. Esto permite una extensión de la base de datos a modelos de auricular desconocidos por la base de datos y/o refinación de los parámetros a partir de la opinión del usuario.

25 Para resumir, una o más de las funcionalidades anteriores pueden realizarse mediante los determinadores 110, 210, 310, 510, 630 de parámetros de ecualización descritos en el presente documento, en el que el conjunto de parámetros de filtro puede asumir el papel del conjunto de parámetros de ecualización. Por ejemplo, algunas o todas las funcionalidades descritas anteriormente pueden implementarse en los aparatos según las figuras 1, 2, 3 y 5 o en el sistema descrito con referencia a la figura 6.

30 A continuación, se discutirá la cuestión en la que sucede la filtración. Debe observarse que hay al menos tres soluciones diferentes en las que aplicar la filtración de ecualización de auriculares. Para más detalles, se hace referencia, por ejemplo, a la figura 7.

**Método 1: procesador de aplicación**

35 En una implementación, el procesamiento de audio (filtración/ecualización) puede realizarse mediante software preinstalado o el procesamiento de audio se realiza mediante una aplicación que puede leer y aplicar los parámetros de filtro, por ejemplo, el ecualizador de un reproductor de música (o software de reproductor de música).

**Método 2: procesador de audio (código de audio/DAC/DSP)**

40 En algunas implementaciones, los procesadores de audio tienen algunas capacidades para aplicar filtros digitales o análogos. Pueden controlarse mediante la aplicación. Los parámetros de filtro pueden convertirse para usar mejor los filtros disponibles en el procesador de audio.

**Método 3: amplificador de auricular**

45 En algunas implementaciones, se alimenta una señal de audio análoga al dispositivo de amplificador de auricular que está equipado con la ecualización de auricular propuesta. La ecualización de auricular (o ecualizador) se aplica sobre esa señal. Por tanto, este dispositivo puede conectarse a cualquier dispositivo que emita una señal de audio análoga.

Para detalles adicionales, se hace referencia a la figura 7 y la descripción anterior.

**Conclusiones**

55 Las realizaciones según la invención pueden traer consigo uno o más de los siguientes efectos o mejoras específicas:

- 60 • La ventaja más importante para el usuario es una calidad de sonido mejorada, debido a la respuesta de frecuencia mejor del auricular (ya que se compensan las deficiencias de los auriculares);
- El usuario no tiene que gastar mucho dinero en auriculares caros con el fin de lograr buena calidad de audio;

- 5 • Fácil de usar: el usuario no tiene que entrar en detalles (como ajustar parámetros de una ecualización) o medir respuestas de frecuencia del auricular. Solo basta con seleccionar los auriculares en algunas realizaciones;
- 10 • Para el fabricante de auriculares, puede ser una ventaja que pueden diferenciar proporcionando conjuntos de parámetros de filtro para descarga o preinstalados en los dispositivos;
- 15 • Puede mejorarse la calidad de audio de los auriculares baratos (y no ideales). Por tanto, los vendedores de dispositivos de reproducción que vienen junto con auriculares pueden ahorrar dinero. En lugar de auriculares más caros, los baratos - admitidos por la solución descrita – son capaces de proporcionar la misma o incluso mejor calidad;
- Los fabricantes de dispositivos pueden mejorar la calidad de sonido proporcionando al usuario identificación del auricular controlada o automática;
- Los vendedores de software multimedia pueden desarrollar aplicaciones que incluyen ecualización de auriculares para las señales de audio;
- 20 • Flexibilidad: al descargar nuevos parámetros de filtro, el dispositivo no está limitado a un par específico de auriculares. Por tanto, es posible incluso admitir auriculares futuros.

25 En algunas realizaciones, se almacena una base de datos grande localmente permitiendo la selección sin conexión a una base de datos externa. Dicho de otro modo, la información de la base de datos 610 de parámetros de filtro global descrita anteriormente puede almacenarse en la base de datos 620 de parámetros de filtro local.

30 Además, debe observarse que en algunas implementaciones según la presente invención, hay una lista de modelos de auriculares en una aplicación que genera una salida diferente a la salida de auriculares de un dispositivo. En algunas implementaciones, la información tiene que descargarse de una fuente externa dependiendo del modelo o tipo.

Además, debe observarse que las realizaciones según la presente invención pueden aplicarse en diferentes áreas de aplicación técnica:

- 35 • Teléfonos inteligentes
- Reproductores de música personales
- 40 • Dispositivos de tableta
- Reproductores de Blu-ray/DVD/CD
- Receptores de A/V;
- 45 • Televisiones;
- Sistemas de entretenimiento en el coche/durante el vuelo;
- 50 • Audio profesional;
- Tarjetas de sonido;
- Amplificadores de auriculares.

55 Para resumir, las realizaciones según la invención permiten mejorar la calidad de audio percibida de los auriculares. La mejor calidad de sonido se basa en filtros que están diseñados especialmente para auriculares. Los filtros y/o parámetros de filtro pueden recibirse mediante una descarga basada en la web.

60 Las realizaciones según la invención superan el problema de ajustar los filtros para coincidir con los auriculares específicos conectados.

Además, las realizaciones según la invención superan la desventaja de que un ajuste de filtro (es decir, ecualización) normalmente no se hace por el fabricante de un dispositivo multimedia del consumidor, aunque la

calidad de sonido podría mejorarse enormemente, ya que el auricular conectado es convencionalmente desconocido en la mayoría de los casos.

5 Las realizaciones según la invención permiten la descarga futura de nuevos filtros de auriculares en muchas aplicaciones.

### **Alternativas de implementación**

10 Aunque se han descrito algunos aspectos en el contexto de un aparato, está claro que estos aspectos también representan una descripción del método correspondiente, en el que un bloque o dispositivo corresponde a una etapa de método o una característica de una etapa de método. Análogamente, los aspectos descritos en el contexto de una etapa de método también representan una descripción de un bloqueo elemento o característica correspondiente de un aparato correspondiente. Alguna o todas las etapas del método pueden ser ejecutarse mediante (o usando) un aparato de hardware, como por ejemplo, un microprocesador, un ordenador programable o un circuito electrónico.

15 En algunas realizaciones, pueden ejecutarse algunas de una o más de las etapas del método más importantes mediante dicho aparato.

20 Dependiendo de ciertos requisitos de implementación, las realizaciones de la invención pueden implementarse en hardware o software. La implementación puede realizarse utilizando un medio de almacenamiento digital, por ejemplo, un disco flexible, un DVD, un Blu-Ray, un CD, un ROM, un PROM, una EPROM, un EEPROM o una memoria instantánea, que tiene señales de control legibles electrónicamente almacenadas en el mismo, que cooperan (o son capaces de cooperar) con un sistema informático programable de tal manera que se realice el método respectivo. Por consiguiente, el medio de almacenamiento digital puede leerse por ordenador.

25 Algunas realizaciones según la invención comprenden un portador de datos que tiene señales de control legibles electrónicamente, que son capaces de cooperar con un sistema informático programable, de tal manera que se realice uno de los métodos descritos en el presente documento.

30 En general, las realizaciones de la presente invención pueden implementarse como un producto de programa informático con códigos de programa, siendo los códigos de programa operativos para realizar uno de los métodos cuando el producto de programa informático se ejecuta en un ordenador. El código de programa puede, por ejemplo, almacenarse en un portador legible por la máquina.

35 Otras realizaciones comprenden el programa informático para realizar uno de los métodos descritos en el presente documento, almacenado en un portador legible por la máquina.

40 Dicho de otro modo, una realización del método de la invención es, por consiguiente, un programa informático que tiene un código de programa para realizar uno de los métodos descritos en el presente documento, cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador.

45 Una realización adicional de los métodos de la invención es, por consiguiente, un portador de datos (o medio de almacenamiento digital o un medio legible por ordenador) que comprende, registrados en el mismo, el programa informático para realizar uno de los métodos descritos en el presente documento. El portador de datos, el medio de almacenamiento digital o el medio registrado son normalmente tangibles y/o no transitorios.

50 Una realización adicional del método de la invención es, por consiguiente, un flujo de datos o una secuencia de señales que representan el programa informático para realizar uno de los métodos descritos en el presente documento. El flujo de datos o la secuencia de señales puede, por ejemplo, estar configurada para transferirse mediante una conexión de comunicación de datos, por ejemplo, mediante Internet.

Una realización adicional comprende medios de procesamiento, por ejemplo, un ordenador, o un dispositivo lógico programable, configurado para o adaptado para realizar uno de los métodos descritos en el presente documento.

55 Una realización adicional comprende un ordenador que tiene instalado en el mismo el programa informático para realizar uno de los métodos descritos en el presente documento.

60 Una realización adicional según la invención comprende un aparato o un sistema configurado para transferir (por ejemplo, electrónicamente u ópticamente) un programa informático para realizar uno de los métodos descritos en el presente documento a un receptor. El receptor puede ser, por ejemplo, un ordenador, un dispositivo móvil, un dispositivo de memoria o similares. El aparato o sistema puede comprender, por ejemplo, un servidor de archivos para transferir el programa informático al receptor.

En algunas realizaciones, un dispositivo lógico programable (por ejemplo, una formación de puertas programable en campo) puede usarse para realizar algunas o todas las funcionalidades de los métodos descritos en el presente

documento. En algunas realizaciones, una formación de puertas programable en campo puede cooperar con un microprocesador con el fin de realizar uno de los métodos descritos en el presente documento. En general, los métodos se realizan preferiblemente mediante cualquier aparato de hardware.

- 5 Las realizaciones descritas anteriormente son solamente ilustrativas para los principios de la presente invención. Se comprenderá que las modificaciones y variaciones de los arreglos y los detalles descritos en el presente documento serán evidentes para otros expertos en la técnica. Se pretende, por consiguiente, que estén limitadas solamente por el alcance de las reivindicaciones de patente pendientes y no por los detalles específicos presentados a modo de descripción y explicación de las realizaciones en el presente documento.

10

**REIVINDICACIONES**

1. Aparato (100) para el procesamiento de una señal (122) de audio para reproducción mediante un transductor (130) de sonido, comprendiendo el aparato:
- 5 un determinador (110) de parámetros de ecualización para determinar un conjunto (112) de parámetros de ecualización; y
- 10 un ecualizador (120) configurado para ecualizar una señal (122) de audio de entrada, para obtener una señal (124) de audio ecualizada;
- 15 en el que el determinador de parámetros de ecualización comprende una unidad (110a) de identificación del transductor de sonido configurada para identificar un transductor de sonido utilizando reconocimiento de imagen, y una unidad de selección de parámetros configurada para seleccionar un conjunto (112) de parámetros de ecualización en función del resultado de la identificación del transductor de sonido;
- 20 caracterizado porque
- el reconocimiento de imagen está configurado para identificar el transductor de sonido a partir de una forma específica del transductor de sonido.
2. Aparato según la reivindicación 1, en el que el aparato está configurado para descargar uno o más conjuntos de parámetros de ecualización asociados con uno o más transductores de sonido desde un servidor, o para usar uno o más conjuntos de parámetros de ecualización asociados con uno o más transductores de sonido contenidos en una base de datos interna.
- 25 3. Sistema (600), que comprende:
- 30 una base de datos (610) de ecualización global; y
- un aparato (630) para el procesamiento de una señal de audio para reproducción mediante un transductor (650) de sonido, según una de las reivindicaciones 1 a 2,
- 35 en el que la base de datos de ecualización global define una asociación entre tipos de transductores de sonido y conjuntos correspondientes de parámetros de ecualización,
- 40 en el que la base de datos de ecualización global es accesible mediante múltiples aparatos para el procesamiento de una señal de audio de múltiples usuarios, de tal manera que es posible compartir una configuración de parámetros de ecualización identificada por un usuario con otros usuarios.
4. Método para el procesamiento de una señal de audio para reproducción mediante un transductor de sonido, comprendiendo el método:
- 45 determinar un conjunto de parámetros de ecualización; y
- ecualizar una señal de audio de entrada, para obtener una señal de audio ecualizada;
- 50 en el que determinar el conjunto de parámetros de ecualización comprende identificar un transductor de sonido utilizando reconocimiento de imagen, y seleccionar un conjunto de parámetros de ecualización en función del resultado de la identificación del transductor de sonido,
- 55 caracterizado porque
- el reconocimiento de imagen comprende identificar el transductor de sonido a partir de una forma específica del transductor de sonido.
5. Programa informático para realizar el método según la reivindicación 4 cuando el programa informático se ejecuta en un ordenador.

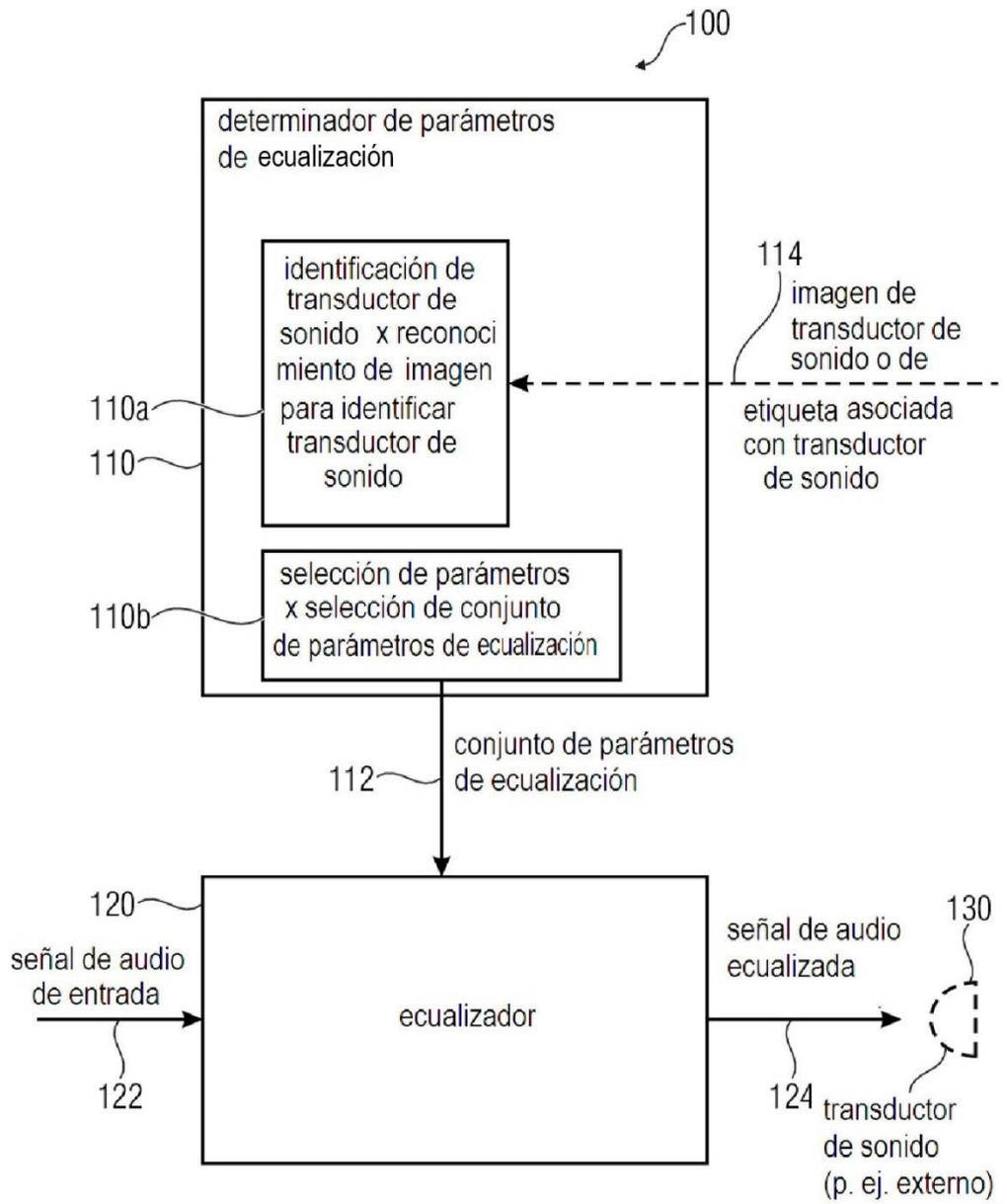


FIG 1

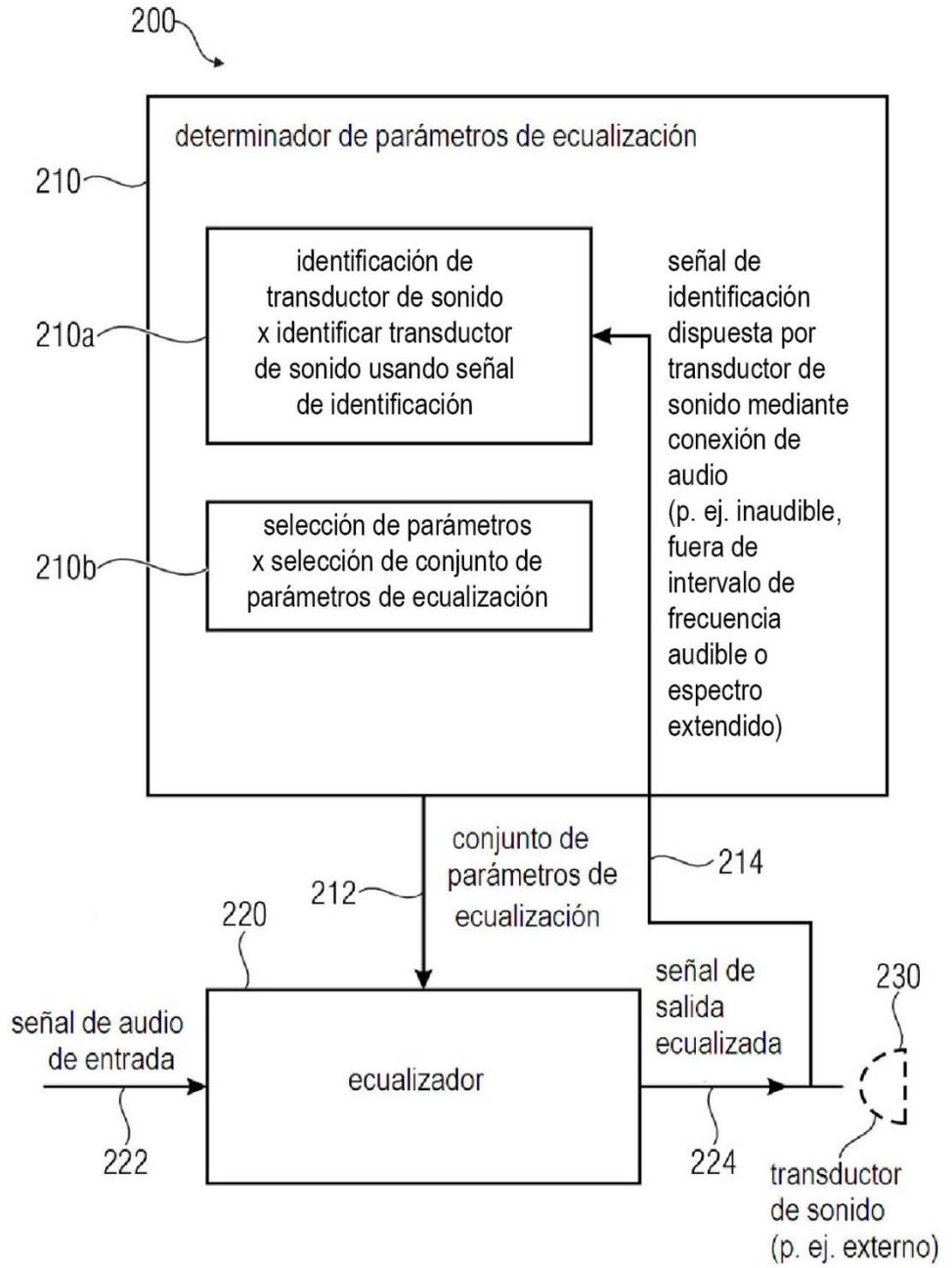


FIG 2

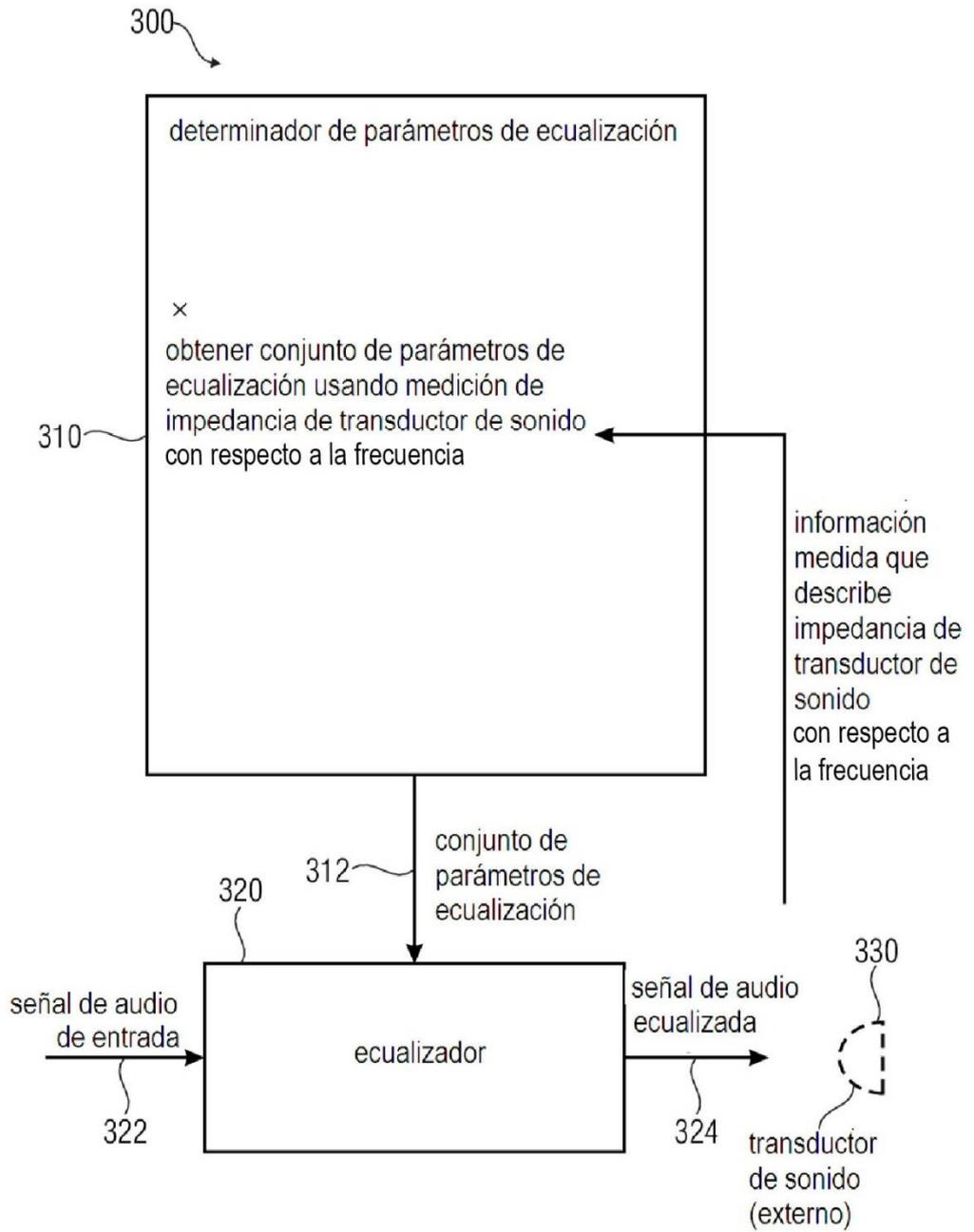
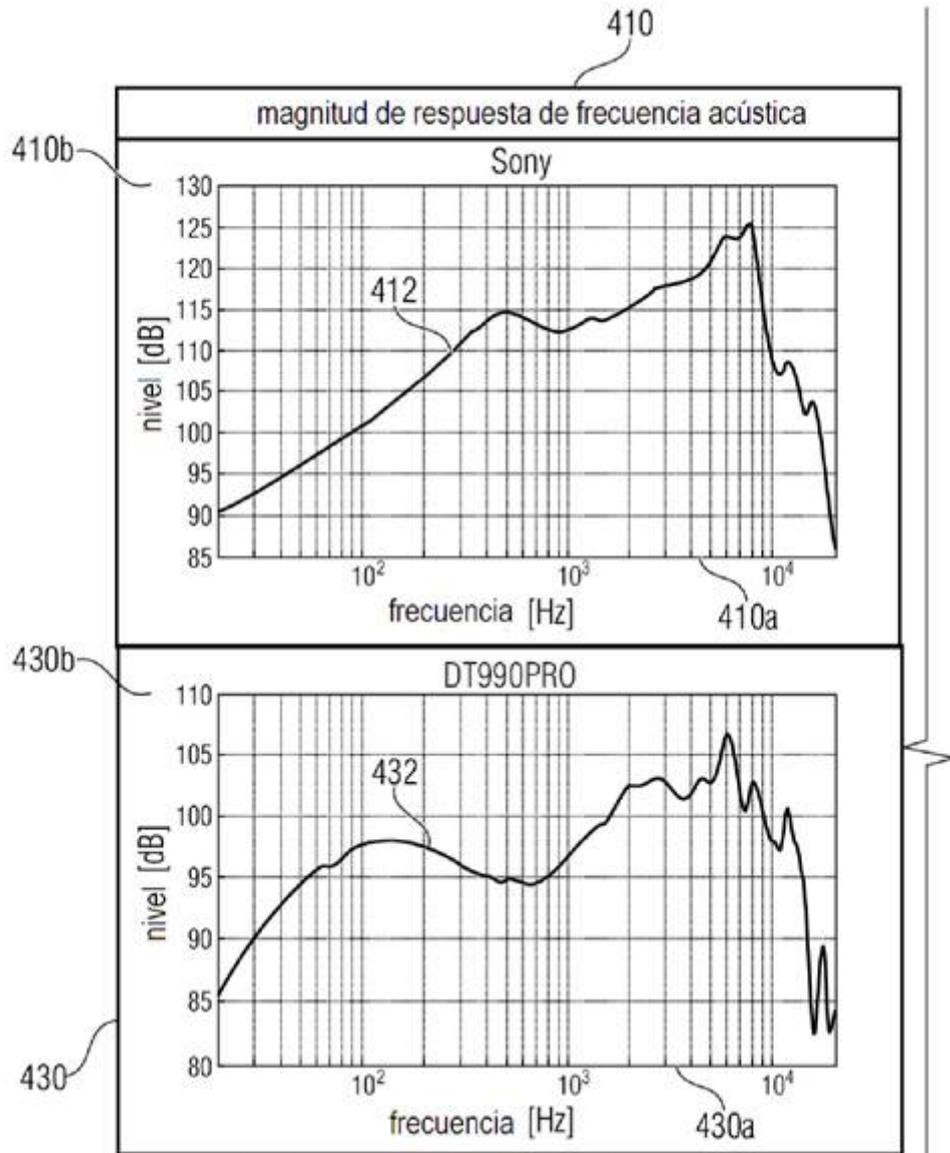


FIG 3



ejemplos de respuestas acústicas (izquierda) frente a impedancia eléctrica (derecha) para 2 tipos diferentes de auriculares: intraconcha (superior) y circumaural (inferior)

FIG 4A	FIG 4A-1	FIG 4A-2
--------	----------	----------

FIG 4A-1

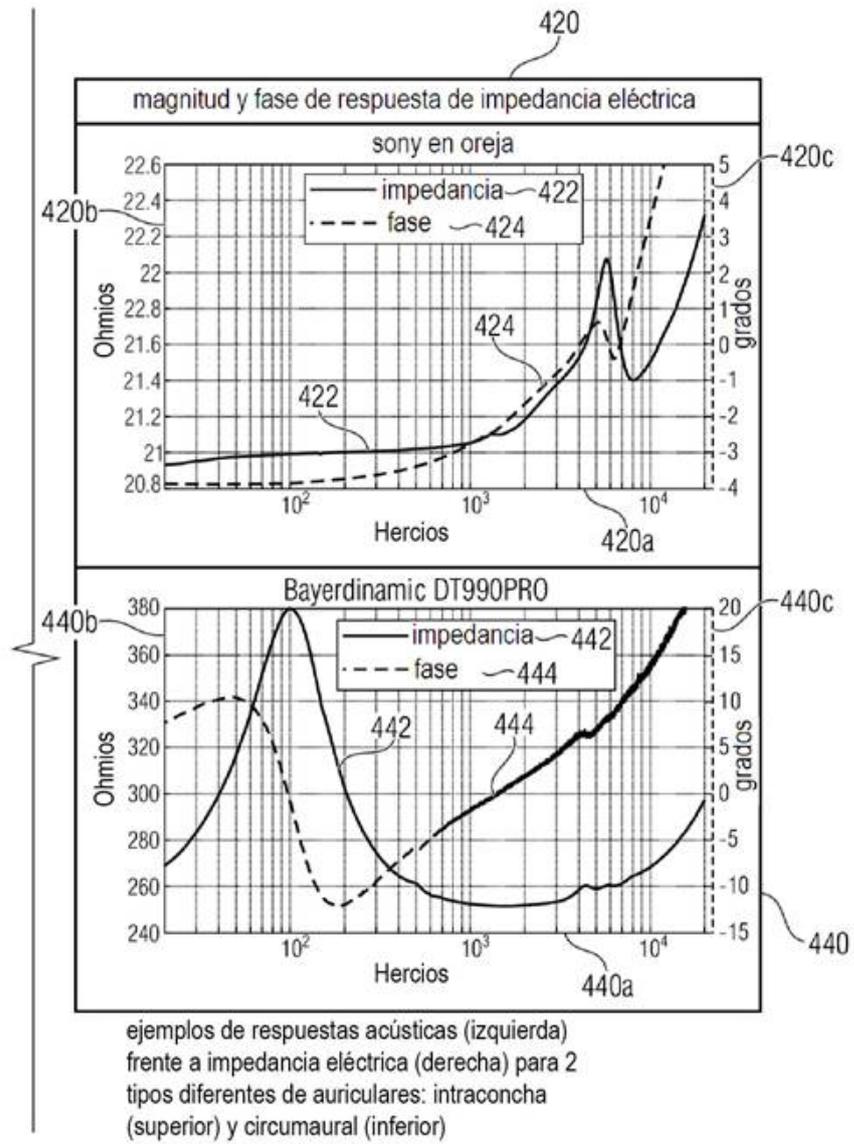


FIG 4A-2

FIG 4A	FIG 4A-1	FIG 4A-2
--------	----------	----------

impedancia eléctrica	tipo intraconcha	tipo circumaural
magnitud: valor medio, valor CD	bajo (~20 Ohm)	alto (~250-300 Ohm)
desviación en magnitud y fase con respecto a la frecuencia	bajo (magnitud < 2 ohm, fase ~10°)	alto (magnitud ~130 Ohm, fase ~35°)
frecuencia de resonancia principal	alto (~6 kHz)	bajo (~100 Hz)

diferencias en la respuesta de impedancia de dos tipos diferentes de auriculares

FIG 4B

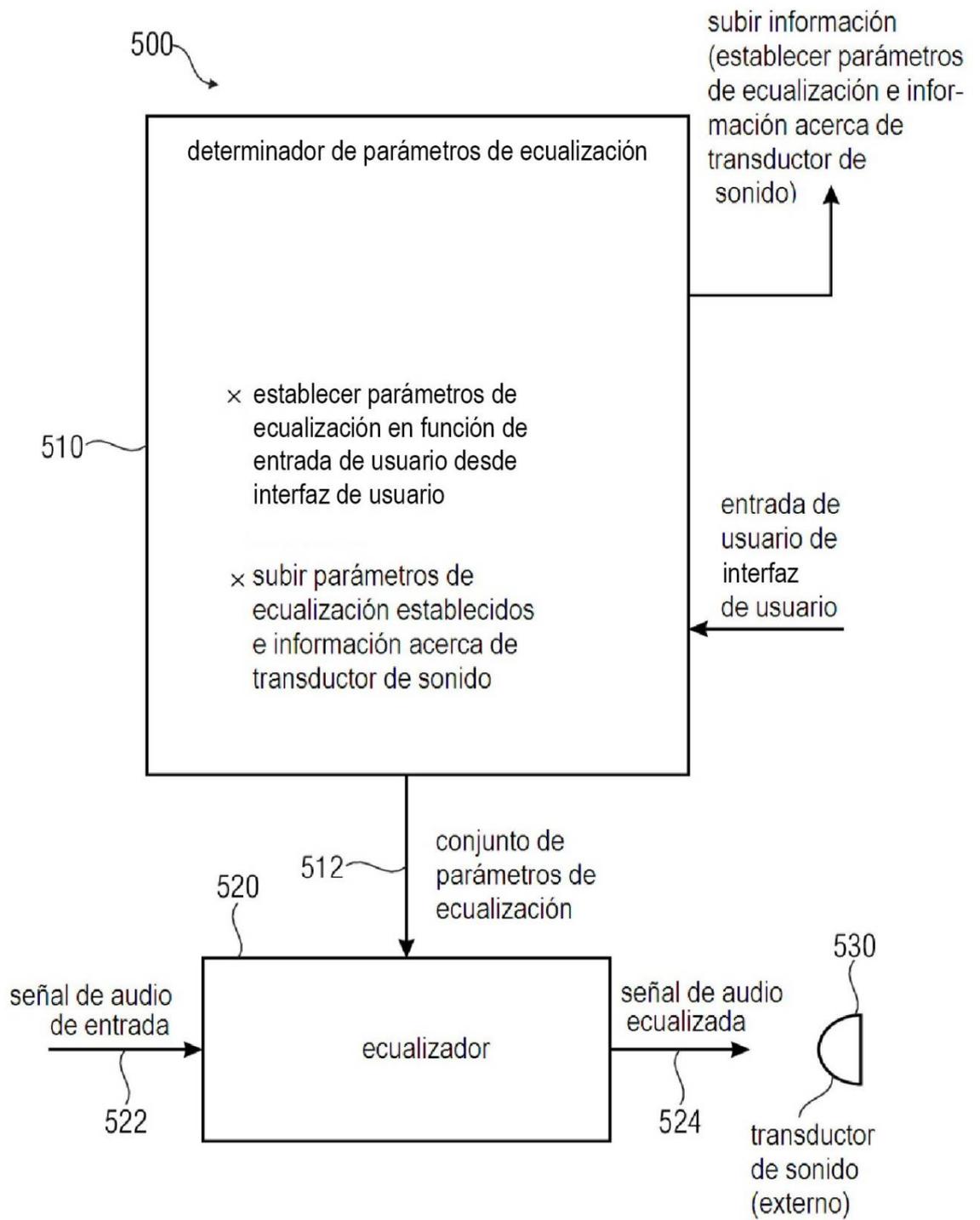


FIG 5

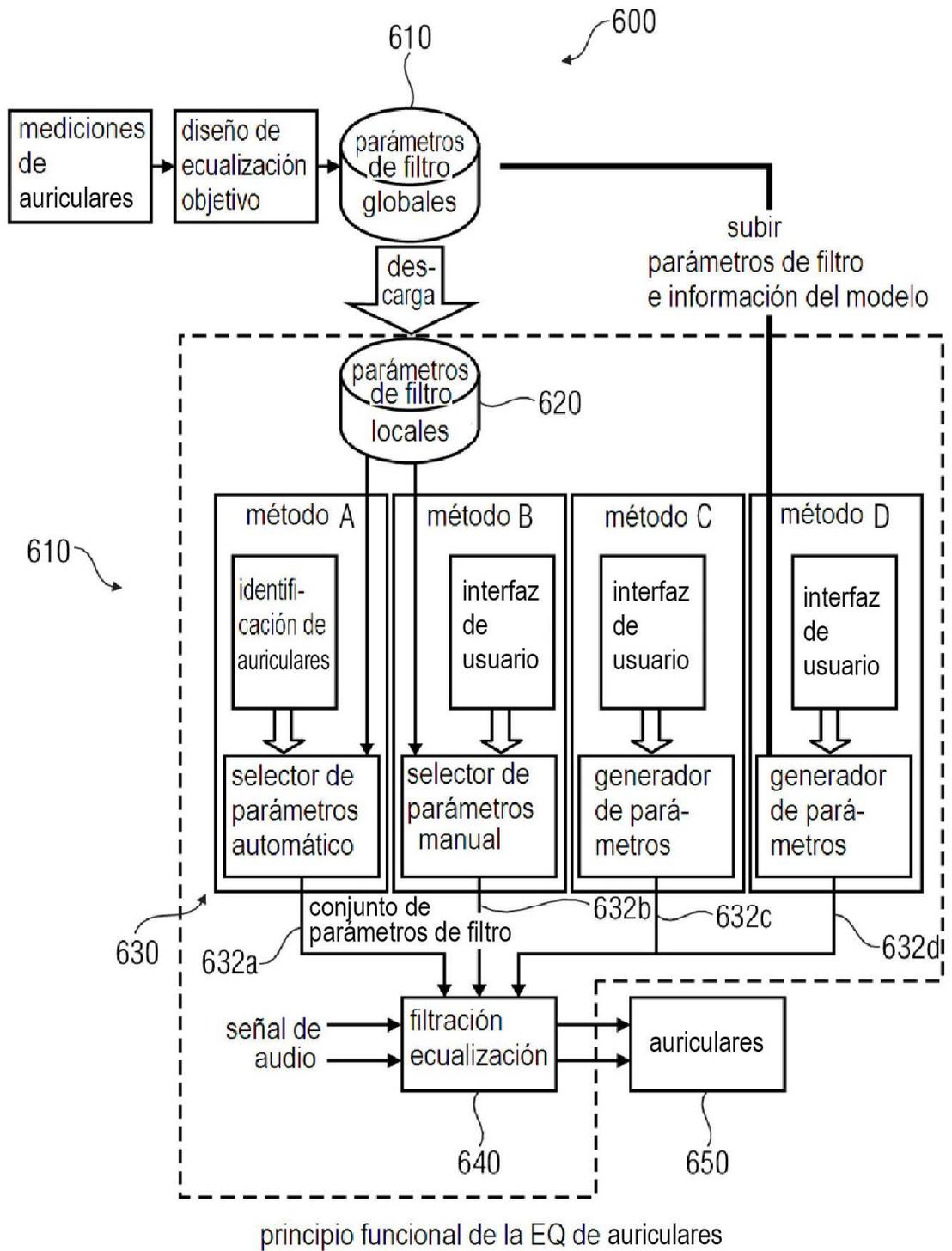
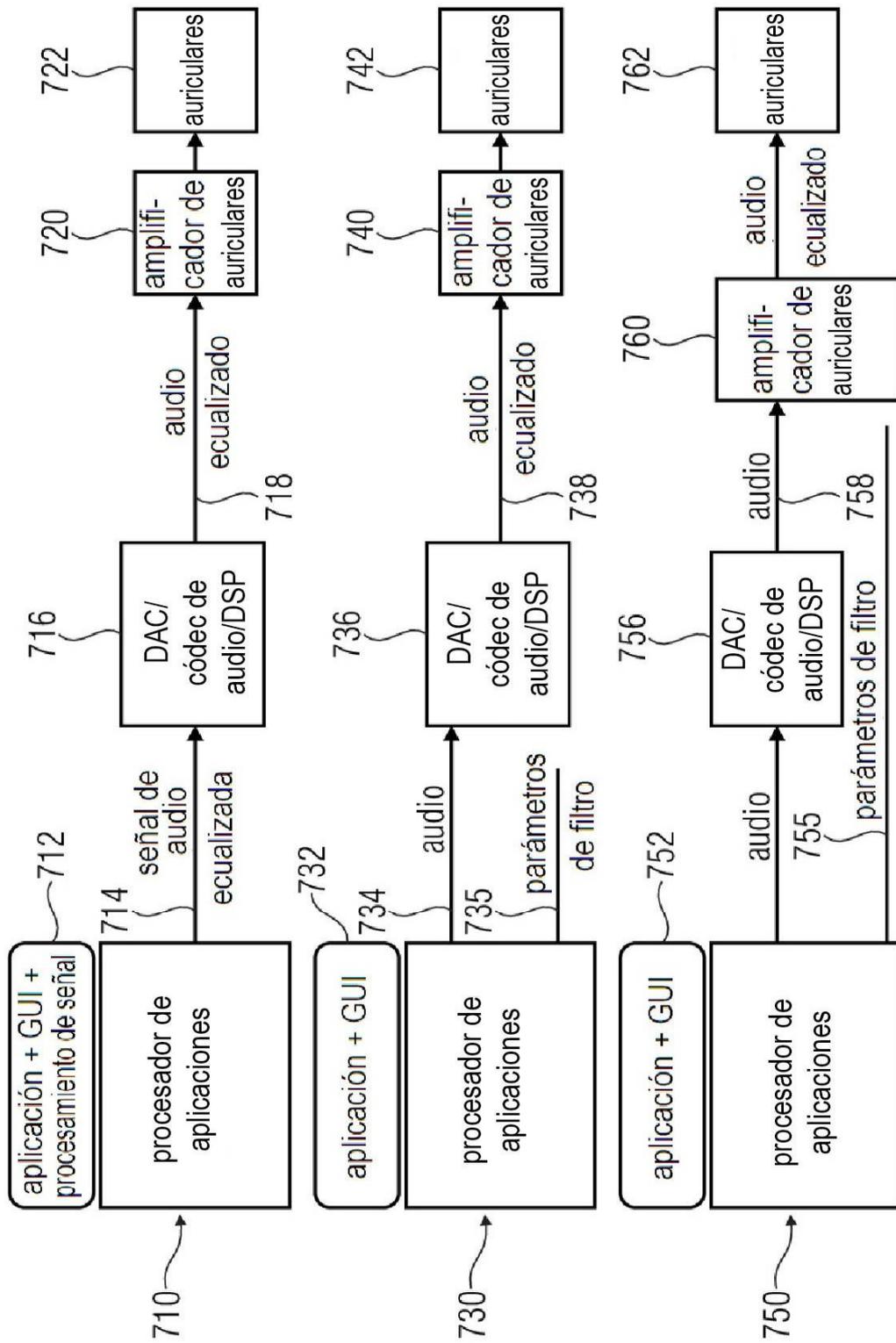
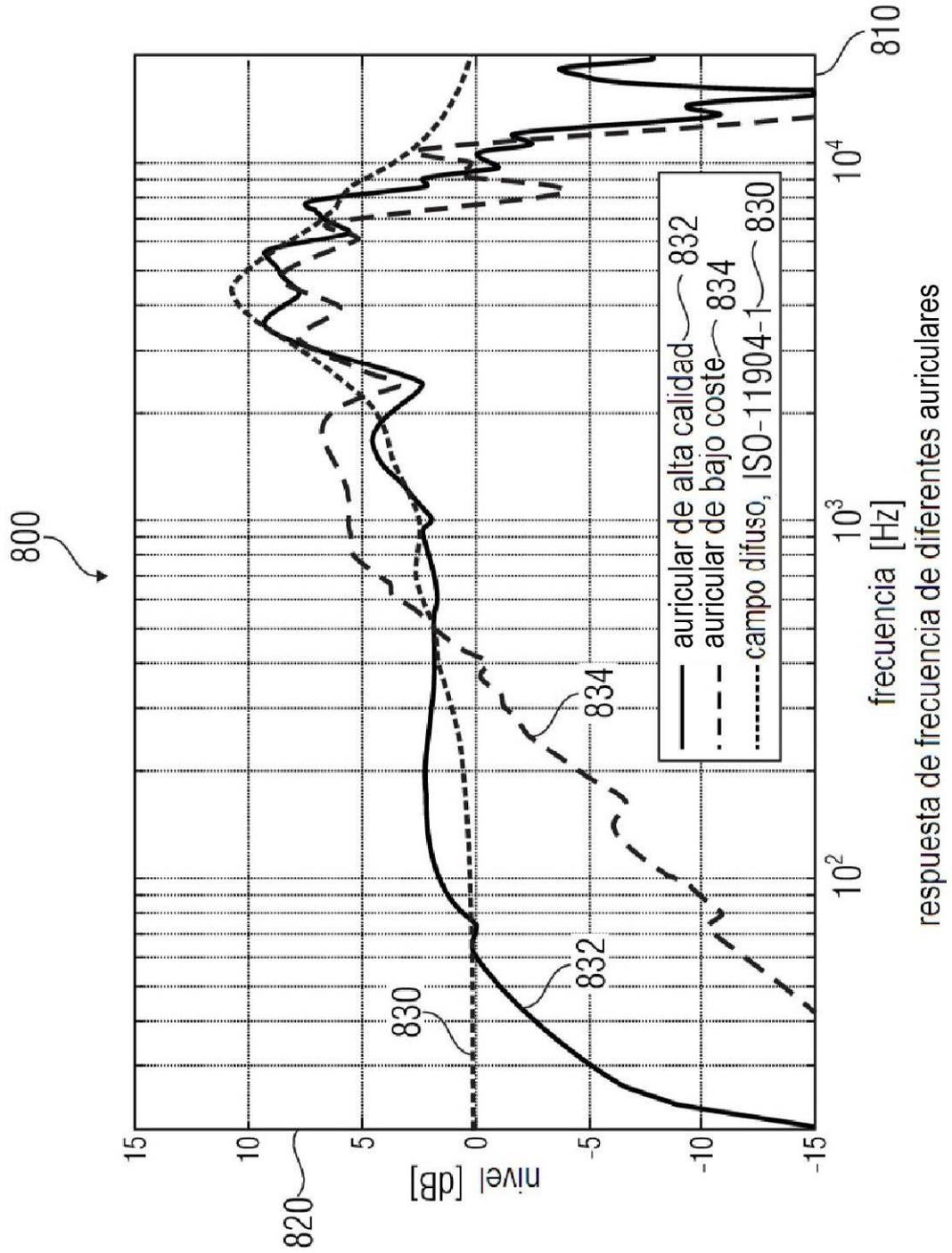


FIG 6



diferentes enfoques para aplicar la EQ de auriculares

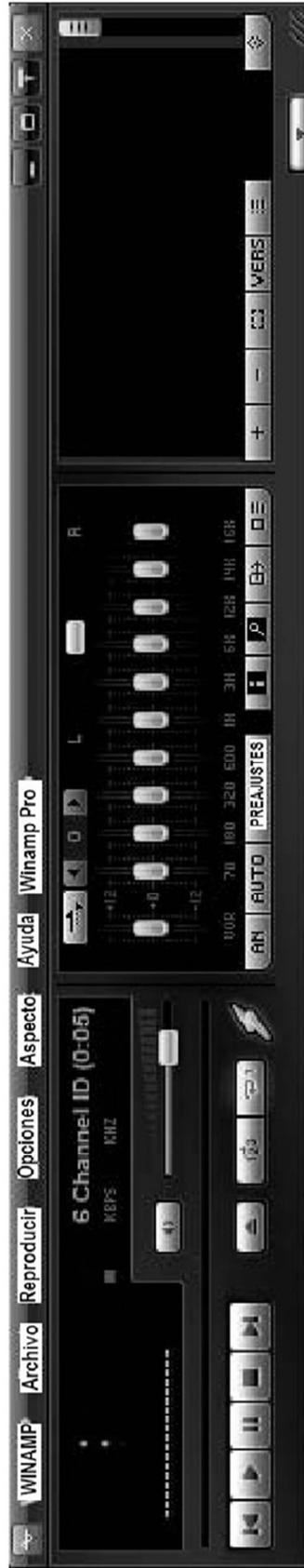
FIG 7





Mejora de sonido LifeVibes para auriculares

FIG 9



Ecuador de 10 bandas en Reproductor multimedia Winamp

FIG 10



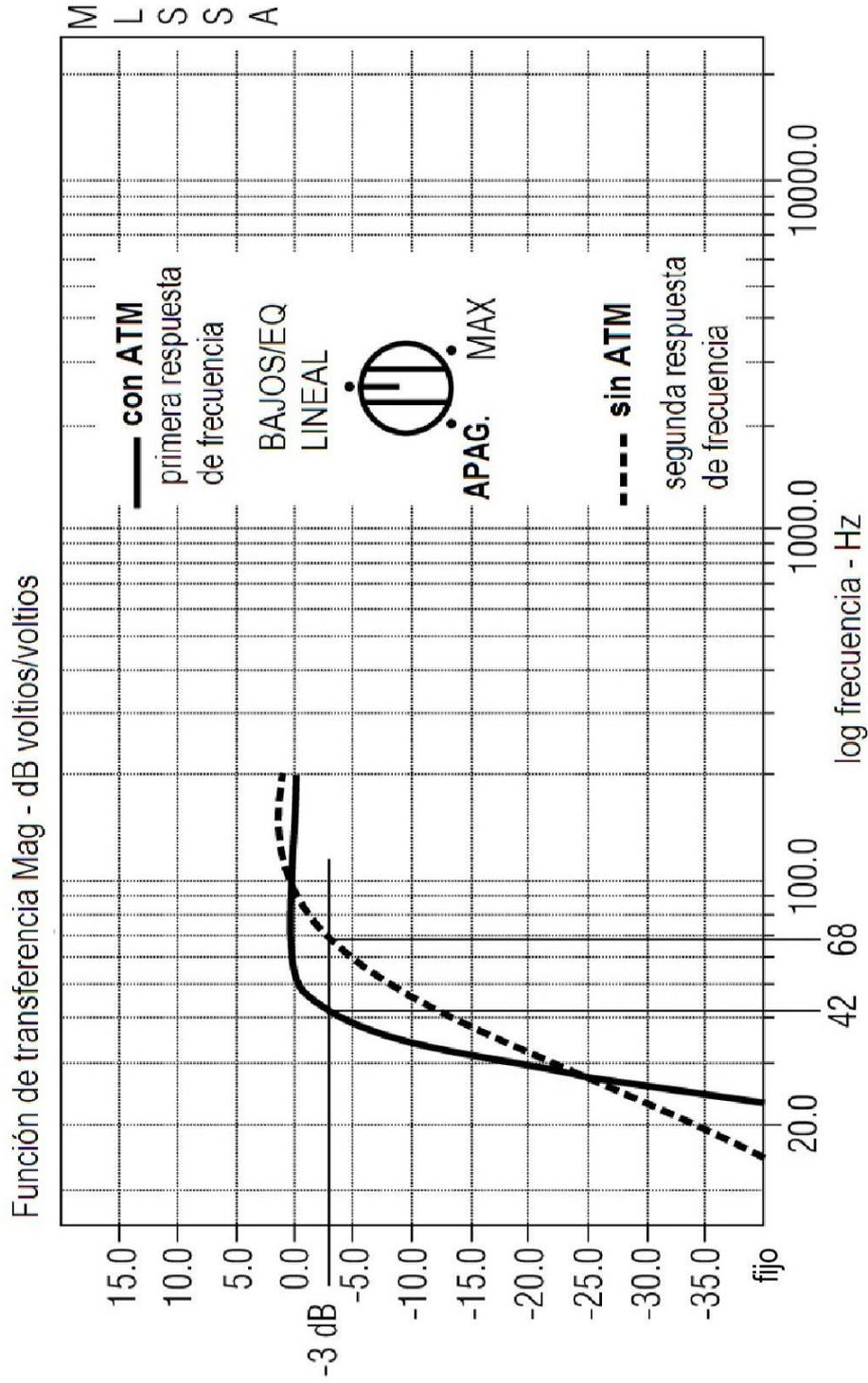
algoritmo Engage con selección de auriculares

FIG 11



dispositivo de ATM de Nubert

FIG 12



expansión de i-ésima frecuencia de corte inferior mediante ATM de Nubert

FIG 13