

19



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 541 978**

21 Número de solicitud: 201530495

51 Int. Cl.:

A61B 5/12 (2006.01)
H04M 1/00 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

14.04.2015

43 Fecha de publicación de la solicitud:

28.07.2015

71 Solicitantes:

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID
(100.0%)
Ramiro de Maeztu 7
28040 Madrid ES

72 Inventor/es:

GARCIA MORALES, Lino;
MINGUEZ OLIVARES, Antonio;
TABERNERO GIL, Francisco Javier y
GRUNDMAN ISLA, Jorge

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

54 Título: **Audiómetro digital inalámbrico con control activo de ruido**

57 Resumen:

Audiómetro digital inalámbrico con control activo de ruido.

Audiómetro digital vía bluetooth implementado con técnicas de control activo de ruido, que cumple las especificaciones del estándar EN-60645-1 en todos sus tipos. Los elementos del audiómetro son: dispositivo móvil (1), interfaces de audio bluetooth (8, 9), aplicación informática para generar las señales audiométricas (2) y realizar la medida audiométrica, pulsador bluetooth (4), transductores (5, 7) y un sistema de control activo de ruido (6) incorporado a unos auriculares (100) bluetooth. El sistema de control activo de ruido (6) permite prescindir de la cabina audiométrica y usa las señales audiométricas proporcionadas por el dispositivo móvil (1), mediante la aplicación informática que genera las señales audiométricas (2) aplicando algoritmos de baja distorsión -menos del 2.5%- para transmitir dichas señales vía bluetooth solventando las limitaciones de sus formatos de codificación y utilizando muestras de 16 bits.

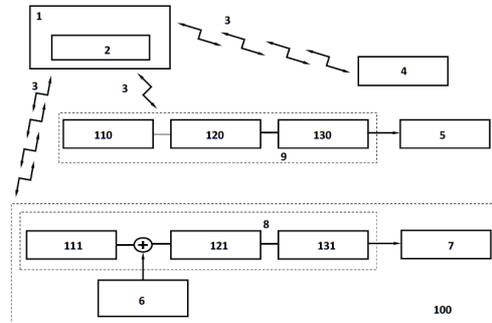


FIG.1

DESCRIPCIÓN

Audiómetro digital inalámbrico con control activo de ruido

5 OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención se relaciona, en general, con la audiología, el procesado digital de audio y la acústica, y más específicamente, con el control activo de ruido acústico. Los ámbitos de aplicación de la invención están ligados a la propia audiología. Es decir, fundamentalmente en los siguientes sectores:

- Sector médico: para diagnosis de disfunciones del sistema auditivo.
- Sector industrial: para realizar el seguimiento de la función auditiva dentro de los programas de prevención de riesgos laborales.

15 Más particularmente, la presente invención se refiere a un audiómetro inalámbrico, que usa Bluetooth y proporciona control activo del ruido ambiental externo.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

20 Los requisitos generales para los audiómetros, utilizados en la determinación de los niveles umbrales de audición (referenciados con el nivel umbral de audición normalizado), están reflejados en la Norma Europea EN 60645-1, que a su vez adopta la Norma Internacional CEI 645-1:1992.

25 Cuando se intenta implementar un audiómetro inalámbrico vía bluetooth hay que asegurarse que los requisitos de calidad de las señales audiométricas, impuestos por el estándar EN-60645-1, no se vean alterados ni en amplitud ni en frecuencia. La transmisión de audio por bluetooth para dispositivos multimedia (auriculares, altavoces y decodificadores de audio) está definida en el perfil de bluetooth A2DP (Advanced Audio Distribution Profile). Los datos de audio son de 16 bits y se codifican con objeto de reducir su régimen binario (bits/seg) y así permitir una transmisión eficiente a través del enlace bluetooth. Esta codificación elimina una gran parte de la señal de audio (>75%) que no es perceptualmente significativa para nuestros oídos. Existen tres formatos de codificación en bluetooth: SBC (Sub-Band Coding), aptX y AAC (Advanced Audio Coding). Sólo el primero de ellos es obligatorio en los codecs de audio bluetooth. Los otros dos son opcionales y depende de cada fabricante la

incorporación de los mismos en el codec. Todos ellos son eficientes desde el punto de vista de una transmisión multimedia de consumo (voz, audio, etc.) pero, por el contrario, no lo son para transmitir señales audiométricas. Estas requieren unos parámetros de calidad que pueden perderse en la digitalización (muestras de 16 bits) y en la propia codificación.

5

El margen de frecuencias de trabajo de los tres formatos de Bluetooth es más que suficiente para las señales con las que opera un audiómetro (125 Hz – 8 kHz). Sus parámetros más críticos están relacionados con el margen dinámico y con la máxima distorsión armónica total permitida. En primer lugar, una digitalización de 16 bits por muestra no permite tener rangos dinámicos sin distorsión superiores a 80 dB. En segundo lugar, los formatos de codificación perceptual SBC, aptX y ACC pueden variar el rango dinámico de las señales que codifican atendiendo sólo a razones perceptuales y de régimen binario, perdiendo, por tanto, los criterios de calidad que se les exige a las señales audiométricas de ensayo.

15 Además, el estándar EN 60645-1 establece una distorsión armónica total máxima del 2.5%; y en cuanto a rango dinámico se especifica un valor de 130 dB en el audiómetro tipo 1, de 120 dB en el audiómetro tipo 2, de 110 dB en el audiómetro tipo 3 y de 80 dB en el audiómetro tipo 4. Estos valores pueden reducirse, según fija la norma, 10 dB si se utilizan auriculares circumaurales o insertos.

20

Los audiómetros generan una serie de señales de prueba dentro de un gran rango dinámico de niveles, desde niveles umbrales hasta niveles cercanos al umbral de dolor. Cuando se generan señales de nivel bajo, cercanas al umbral de audición, hay que tener en cuenta el nivel de ruido acústico ambiental. Este nivel no debe llegar a enmascarar la señal de audiometría. En una sala, por muy silenciosa que sea, siempre existe algún tipo de ruido que hace inviable la medida (por ejemplo el ventilador del propio ordenador, el aire acondicionado, etc.).

30 Este problema se solventa hoy en día con una cabina audiométrica de aislamiento acústico, una cabina herméticamente cerrada que asegura una determinada atenuación del ruido acústico exterior (se permite un nivel de ruido interno de aproximadamente unos 30 dB SPL -nivel de presión sonora-). El estándar ISO 8253-1 especifica los niveles máximos de ruido ambiente permitidos para realizar las medidas audiométricas, estándar equivalente al ANSI/ASA S3.1-1999 (R-2008). La cabina acústica es un elemento dimensiones importantes y de un coste elevado que encarece el sistema de medidas audiométricas. Además, si no se

35

5 dispone de ella, los ensayos audiométricos sólo pueden hacerse en entornos acústicos silenciosos, y no siempre se tiene acceso a ellos. Es, por tanto, un elemento cuya función de aislamiento acústico sería deseable que pudiera ser realizada de otra manera, con objeto de minimizar costes y para hacer portable el sistema audiométrico, manteniendo siempre las condiciones acústicas que exige el estándar ISO 8253-1.

10 Por otro lado, las técnicas de control activo de ruido se conocen desde hace tiempo. En los últimos años, sólo cuando se han podido desarrollar dispositivos electrónicos capaces de realizar todo el procesado digital en tiempo real, se han implementado estas técnicas en distintas aplicaciones: en conductos (por ejemplo para eliminar el ruido de los sistemas de extracción de aire), en auriculares de protección acústica (personas expuestas a altos niveles de ruido de forma permanente) y en auriculares de consumo (para tener una mejor calidad de las señales de audio que se escuchan a través de los dispositivos multimedia, teléfonos inteligentes o tabletas). También se empiezan a aplicar últimamente en otros 15 escenarios acústicos como, por ejemplo, en medios de transporte (trenes, aviones, automóviles, etc.), para eliminar el ruido acústico al que están sometidos los pasajeros.

20 Un sistema de control activo de ruido es un sistema capaz de eliminar el ruido acústico emitiendo una réplica del mismo en oposición de fase. Mediante un dispositivo electroacústico (altavoz) se generan ondas de presión acústica de tal forma que, en un determinado punto del medio acústico, sean una réplica exacta, pero invertida, de las ondas de presión que se desean cancelar (ruido). La suma de ambas ondas produce una cancelación acústica (funcionamiento ideal) o, en la práctica, una determinada atenuación acústica (20-30 dB).

25 El control activo de ruido funciona de forma óptima en espacios donde se produce una propagación de ondas acústicas planas (conductos) y en entornos de cancelación de pequeñas dimensiones (auriculares anti-ruido). Cuando se intenta cancelar grandes recintos acústicos la bondad de estas técnicas se desvanece; el sistema de control se hace 30 excesivamente complejo (sistema multicanal) y, además, las zonas de cancelación obtenidas no llegan a ser de grandes dimensiones, dependen siempre de la longitud de onda (de las ondas de presión acústica). Por ejemplo, para una onda de presión acústica de frecuencia 100 Hz la zona de cancelación (equivalente a una esfera virtual de cancelación) viene a ser del orden de 34 cm, para una frecuencia de 1 kHz es de sólo 3,4 cm, y para 10 35 kHz la zona de cancelación es ínfima: unos 3.4 mm. Por tanto, en la práctica, la cancelación

acústica sólo es viable en bajas frecuencias. Sin embargo, esta limitación no es tal cuando la zona de cancelación se sitúa exactamente en el propio oído -entorno de cancelación de dimensiones mínimas-, utilizando unos auriculares con cancelación activa de ruido. En este escenario acústico de cancelación, la zona de control se puede fijar exactamente en el propio oído, en el comienzo del canal auditivo, que es donde interesa anular/atenuar el ruido exterior, de forma equivalente a como lo hiciera una cabina audiométrica de aislamiento.

El problema técnico objetivo que se presenta es pues proveer un audiómetro, en el que el aislamiento acústico no requiera cabina de aislamiento, con algoritmos de procesado digital de la señal para generar señales sinusoidales que mantengan un rango dinámico y una distorsión armónica total dentro de las especificaciones establecidas en el estándar EN 60645-1, en sus distintos tipos de audiómetro (tipos 1, 2, 3 y 4) a pesar de manejar longitudes de muestra de audio de 16 bits y estar sometidos a una codificación perceptual (SBC, aptX y AAC).

15

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención sirve para solucionar el problema mencionado anteriormente, resolviendo los inconvenientes que presentan las soluciones comentadas en el estado de la técnica, mediante:

- a) el uso de algoritmos configurados para generar señales audiométricas de baja distorsión (<2.5%), que pueden ser transmitidas vía bluetooth solventando las limitaciones de sus formatos de codificación (SBC, aptX y AAC) y con muestras de audio de 16 bits; y
- b) el uso de medios para el control activo de ruido que permiten prescindir de la cabina audiométrica y conseguir una atenuación acústica del ruido exterior, suponiendo con la eliminación de la cabina audiométrica un ahorro de costes en el dispositivo de medidas audiométricas (audiómetro) que aquí se presenta.

La presente invención se refiere a un audiómetro de tonos puros, según las especificaciones establecidas en el estándar EN 60645-1, implementado en un entorno completamente digital, con todos sus elementos enlazados de forma inalámbrica vía *bluetooth*. El audiómetro propuesto dispone de un sistema de control activo de ruido que garantiza unas condiciones acústicas óptimas de medida sin la necesidad de tener una cabina audiométrica de aislamiento.

35

El audiómetro es aplicable en dispositivos móviles de última generación (por ejemplo, teléfonos inteligentes y tabletas), integrable con el hardware y software disponibles en dichos dispositivos y con los sistemas operativos existentes, Android e IOS. Esto permite una gran flexibilidad en el diseño del audiómetro, sin perder calidad alguna en las señales generadas por el audiómetro gracias al uso de técnicas de procesado digital de señales.

Un aspecto de la invención se refiere a un audiómetro digital inalámbrico, que comprende los siguientes medios:

- dispositivo móvil, que es un terminal de usuario inalámbrico, tal como un teléfono móvil inteligente o una tableta y que dispone de un generador de señales de audiometría para realizar medidas audiométricas implementado como una aplicación informática (app);
- al menos una interfaz o adaptador de audio bluetooth que conecta el dispositivo móvil con un transductor (por ejemplo, unos auriculares inalámbricos) para enviar fuera del dispositivo móvil (al transductor) las señales generadas de audiometría
- sistema de control activo de ruido que se conecta al, al menos un, adaptador de audio bluetooth, estando el sistema de control activo de ruido y el adaptador de audio bluetooth conectados e incorporados en unos auriculares bluetooth.

El dispositivo móvil del usuario dispone de una aplicación informática (app) configurada para cumplir con toda la funcionalidad requerida a los audiómetros tipo 1, 2, 3 y 4 del estándar EN 60645-1. La aplicación informática genera las señales audiométricas, de acuerdo a las especificaciones requeridas para los audiómetros tipo 1, 2, 3 y 4 del estándar EN 60645-1, utilizando algoritmos de procesado digital de señal.

Las interfaces de audio bluetooth conectan el dispositivo móvil con sendos transductores, auriculares y vibrador óseo, que reciben las señales audiométricas generadas.

Las ventajas de la presente invención son fundamentalmente el coste y la portabilidad de uso, posibles gracias a que el audiómetro está implementado en un dispositivo de uso común, como puede ser un teléfono inteligente (*smartphone*) o una tableta (*tablet*) y porque, gracias al sistema de control activo de ruido acústico que incorpora, prescinde de la cabina de aislamiento acústico, sin perder por ello la calidad requerida por el estándar EN 60645-1, en cualquiera de sus tipos de audiómetro (tipos 1, 2, 3 y 4). El sistema de control activo de ruido incorporado en los auriculares del audiómetro permite tener atenuaciones del ruido

ambiente externo, tal como lo haría una cabina audiométrica de aislamiento, para conseguir niveles en el interior del oído de unos 30 SPL (nivel de presión sonora), ajustados a los estándares ISO 8253-1 y ANSI/ANSA S3.1-199 (R-2008).

5 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

A continuación se pasa a describir de manera muy breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con una realización de dicha invención que se presenta como un ejemplo no limitativo de ésta.

10

FIGURA 1.- Muestra un diagrama de bloques de la arquitectura de sistema de un audiómetro digital con bluetooth y control activo de ruido, según una realización preferente de la invención.

15

FIGURA 2.- Muestra un diagrama de bloques de la arquitectura del sistema control activo de ruido, mediante técnicas de retroalimentación, según una posible realización de la invención.

20

FIGURA 3.- Muestra un diagrama de bloques de la arquitectura del sistema control activo de ruido, mediante técnicas de anticipación, según otra posible realización de la invención.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

25

En la Figura 1 se muestra un diagrama de bloques del audiómetro digital bluetooth con control activo de ruido acústico propuesto, en el que se aprecian las diferentes partes que comprende:

30

- un dispositivo móvil (1), por ejemplo un teléfono inteligente o una tableta;
- dos interfaces bluetooth o adaptadores de audio bluetooth (8, 9) para tener salidas digitales audiométricas fuera del entorno del dispositivo móvil (1);
- generador de señales de audiometría (2), desarrollado como una aplicación o app informática bajo el sistema Android o IOS, para generar las señales de audiometría y llevar a cabo todo el control de la medida audiométrica;
- transductores: un primer transductor que puede ser un vibrador óseo (5) y un segundo transductor que puede ser un par de auriculares (7); y
- el sistema de control activo de ruido (6), que se encarga de atenuar el ruido ambiente exterior, tal como lo haría una cabina audiométrica de aislamiento

35

acústico, para tener niveles en el interior del oído de unos 30 SPL de nivel de presión sonora, ajustados a los estándares ISO 8253-1 y ANSI/ASA S3.1-1999 (R-2008), los cuales especifican los niveles máximos de ruido ambiente permitidos para realizar las medidas audiométricas.

5

El dispositivo electrónico móvil (1) del audiómetro es donde corre una aplicación o app del audiómetro, desarrollada sobre un entorno Android o IOS, que proporciona al usuario del dispositivo móvil (1) el control de las señales audiométricas, con todas las opciones

10

1. Las señales del audiómetro generadas mediante la app en el módulo generador de señales de audiometría (2) salen del dispositivo móvil (1) vía enlaces de bluetooth (3) y excitan los auriculares (7) de audiometría. Los auriculares (7) audiométricos están conectados a la salida de un primer adaptador de audio bluetooth (8) a cuya entrada se incorpora un sistema de control activo de ruido acústico (6) que es doble: uno para cada auricular (7). Las señales audiométricas también están enlazadas vía bluetooth (3) con un

15

segundo adaptador de audio (9) donde se encuentra conectado un vibrador óseo (5). También existe comunicación por enlaces bluetooth (3) con un pulsador (4) inalámbrico que facilita al sujeto objeto del ensayo audiométrico interactuar con el técnico que realiza la medida audiométrica. El pulsador (4), de bluetooth, permite una comunicación interactiva

20

con el audiómetro en el proceso de determinación de los umbrales de audición del usuario.

20

El generador de señales de audiometría (2) de la app del dispositivo móvil (1) incorpora medios de procesamiento digital de la señal encargados de aumentar el rango dinámico en la frecuencia del tono a evaluar, compensando las limitaciones impuestas por una digitalización de 16 bits y del formato de codificación perceptual utilizado en la comunicación bluetooth, limitaciones que harían inviable la utilización de un audiómetro según las especificaciones establecidas en el estándar EN 60645-1. El formato de codificación perceptual podría ser cualquiera que en un futuro se adopte en una comunicación bluetooth o cualquiera de los ya existentes, según las especificaciones bluetooth:

25

30

- Codificación Sub-banda, SBC;
- Codificación aptX®
- Codificación Audio Avanzada, AAC.

El rango dinámico no se puede mejorar en un su valor global, dada una determinada resolución binaria, de 16 bits por muestra, pero sí se puede modificar en función de la frecuencia, de tal forma que se puede tener mayores rangos dinámicos en un margen de frecuencias de interés a costa de disminuirlos en otros márgenes de frecuencias. Teniendo en cuenta que la señal audiométrica es una señal sinusoidal, de frecuencia fija, en el margen de frecuencias de 125 Hz a 8 kHz, el procesado digital de señal realizado por el generador de señales de audiometría (2), encargado de generar las sinusoides audiométricas, realiza esta descompensación del rango dinámico en función de dos factores: a) la frecuencia a evaluar en el paciente y b) de las bandas de frecuencia codificadas en cualquiera de los formatos de codificación utilizados en bluetooth, SBC, aptX o AAC. Esto siempre es posible porque el margen de frecuencias de la señal alcanza los 24 kHz (la mitad de la frecuencia de muestreo), muy por encima de la máxima frecuencia de la señal audiométrica (tono de 8 kHz). Las señales de tonos puros así generadas, llegan a los auriculares y al vibrador óseo con una calidad óptima, superior a la exigida por el estándar EN 60645-1 relativas al rango dinámico (>130 dB) y a la máxima distorsión armónica permitida (THD < 2.5%).

Los adaptadores de audio bluetooth (8, 9) comprenden un decodificador bluetooth (110, 111) que decodifica las señales recibidas a través del enlace bluetooth (3). El decodificador bluetooth (111) del adaptador de audio bluetooth (8) conectado a los auriculares (7) audiométricos decodifica las señales generadas por el generador de señales de audiometría (2) para entrega una señal decodificada de audiometría (11, 20) a un sumador, en el que se suma dicha señal decodificada de audiometría (11, 20) con la señal de salida del sistema de control activo (6).

Adicionalmente, los adaptadores de audio bluetooth (8, 9) comprenden un amplificador (130, 131) de potencia que conecta con el respectivo transductor, vibrador óseo (5) o auricular (7), estando el amplificador (130, 131) conectado al decodificador bluetooth (110, 111) por medio de al menos un conversor digital-analógico (120, 121).

Por otro lado, los auriculares (7) llevan incorporado un sistema de control activo de ruido (6), que está dividido realmente en dos sub-sistemas de control independientes, para cada uno de los dos auriculares (7): auricular derecho o R y auricular izquierdo o L. Las Figuras 2 y 3 presentan respectivamente dos posibles opciones de implementar el sistema de control

activo de ruido (6): con técnicas de retroalimentación o tipo *feedback*, como se muestra en la Figura 2; o con técnicas de anticipación o tipo *feedforward*, como se muestra en la Figura 3.

En la Figura 2 se ilustra una posible realización del sistema de control activo (6) mediante técnicas de retroalimentación o de tipo *feedback*, que incorpora un micrófono interno (10) para recoger una señal de referencia del ruido ambiental (200), objeto de cancelación, sumada con la propia señal de la medida audiométrica (11). El nivel de la señal de ruido ambiental regula el funcionamiento de un módulo adaptativo de control (12). Cuando funciona de forma óptima, este nivel es mínimo, idealmente nulo, lo que se corresponde con atenuación del ruido ambiental. La señal del micrófono (10) es procesada por un filtro FIR - Finite Impulse Response, en inglés- que es un filtro digital adaptativo (13) y opera como otro sistema adaptativo previo para eliminar la señal de audiometría (11) y dejar exclusivamente la referencia del ruido ambiental como señal de entrada al módulo adaptativo de control (12) principal, encargado de realizar el control activo de ruido. La señal de salida de este sistema de control se suma con la señal de audiometría (11), constituyendo ambas la señal suma que se envía al auricular (14). El tratamiento de las señales se realiza digitalmente, por lo que son necesarios conversores analógico-digitales (A/D) y digitales-analógicos (D/A) para convertir las señales analógicas a secuencias numéricas o datos y viceversa, respectivamente. Asimismo, se incorporan los amplificadores necesarios (15, 16) respectivamente para adecuar el nivel de la señal de micrófono (10) y entregar la potencia necesaria al auricular (16).

En la Figura 3 se muestra otra posible realización del sistema de control activo (6) mediante técnicas de anticipación o tipo *feedforward*, que incorpora, en este caso, dos micrófonos: un micrófono interno (17) y un micrófono externo (18). El micrófono externo (18) recoge una señal de referencia del ruido (26) ambiental externo que es la entrada principal de un controlador o módulo adaptativo de control (19). El nivel de la señal de error (25) recogida por el micrófono interno (17) regula el funcionamiento de sistema de control activo (6) para anular/atenuar el ruido ambiental en el interior del auricular (21). La señal de salida del controlador (19) se suma con la señal audiométrica (20). Esta señal conjunta es la que se aplica al auricular (21). De igual modo que en el tipo *feedback*, el tratamiento de las señales se realiza digitalmente, por lo que son necesarios conversores analógico-digitales (A/D) y digitales-analógicos (D/A) para convertir las señales analógicas a secuencias numéricas – datos- y viceversa, respectivamente. Asimismo, se necesitan amplificadores (22, 23, 24), al menos un primer amplificador (22, 23) para adecuar el nivel de las señales de los

micrófonos (17, 18) y al menos un segundo amplificador (24) para entregar la potencia necesaria al auricular (21).

5 A continuación se enumeran los pasos necesarios para la realización de un ensayo o test de audiometría con el audiómetro presentado en la Figura 1:

Paso 1º. Encendido de los dispositivos bluetooth mediante:

- A. Pulsador bluetooth (4)
- B. Primer Adaptador de audio bluetooth (9) conectado al primer transductor, en este caso, el vibrador óseo (5).
- 10 C. Segundo Adaptador de audio bluetooth (8) con control activo de ruido conectado al segundo transductor que se refiere a los auriculares (7).

15 Paso 2º. Reconocimiento y sincronización de los enlaces bluetooth (3) entre los dispositivos bluetooth externos, listados antes como A, B y C, y el dispositivo móvil (1) donde reside la aplicación informática “APP AUDIOMETRO” con el generador y medidor de señales audiométricas (2).

Paso 3º. Ejecución de la aplicación “APP AUDIOMETRO” en el dispositivo móvil (1).

20 Paso 4º. Activación/encendido del sistema de control activo de ruido (6) en el dispositivo de auriculares bluetooth (100), el dispositivo de auriculares bluetooth comprendiendo dos auriculares (7), izquierdo y derecho, audiométricos, el segundo adaptador de audio bluetooth (8) y el sistema de control activo de ruido (6).

25 Paso 5º. Selección de parámetros en la “APP AUDIOMETRO” para configurar el generador y medidor de señales audiométricas (2) en el dispositivo móvil (1):

- a. Destino de la señal audiométrica: auriculares audiométricos (7).
- b. Frecuencia del tono o señal audiométrica.
- c. Nivel del tono
- 30 d. Reproducción del tono al pulsar “PLAY”.
- e. Repetición del proceso desde el apartado “c” para aumentar el nivel si el paciente no aprieta pulsador bluetooth (4), es decir si no detecta la señal.
- f. Registro del umbral de audición para esta frecuencia, pulsando “SAVE” en el panel de la APP, si el usuario detecta la señal.
- 35 g. Repetición del proceso desde el apartado “b” anterior para reproducir cada

uno de los tonos de la medida audiométrica.

- h. Registro en frecuencia de todos los umbrales de audición. Almacenamiento en memoria del dispositivo móvil, en cualquier formato gráfico o de impresión.

5 Paso 6°. Repetición del punto 5 modificando sólo el punto “a” anterior, cambiando el destino de la señal audiométrica al vibrador óseo (5), en el caso que se realice una medida audiométrica mediante este, primer, transductor.

10 Paso 7°. Finalización. Apagado del sistema de control activo de ruido (6) y de los dispositivos bluetooth A, B y C, i.e., pulsador bluetooth (4) y adaptadores de audio bluetooth (8,9).

Paso 8°. Cierre de la aplicación “APP AUDIOMETRO”.

15

REIVINDICACIONES

1. Un audiómetro digital inalámbrico **caracterizado por que** comprende:
- un dispositivo móvil (1) de un usuario que dispone de un generador de señales de audiometría (2) para realizar medidas audiométricas;
 - al menos un adaptador de audio bluetooth (8, 9) que conecta el dispositivo móvil (1) con un transductor para enviar las señales de audiometría generadas al transductor fuera del dispositivo móvil (1);
 - un sistema de control activo de ruido (6) conectado al, al menos un, adaptador de audio bluetooth (8); el sistema de control activo de ruido (6) y el adaptador de audio bluetooth (8) incorporados en unos auriculares inalámbricos (100) que reciben las señales audiométricas generadas.
2. El audiómetro de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** además comprende al menos un enlace bluetooth (3) y un dispositivo externo que se comunica con el dispositivo móvil (1) a través del enlace bluetooth (3).
3. El audiómetro de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado por que** el dispositivo externo es el, al menos un, adaptador de audio bluetooth (8, 9).
4. El audiómetro de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 y 3, **caracterizado por que** el dispositivo externo es el, al menos un, pulsador inalámbrico (4) mediante el que el usuario interactúa en la realización de las medidas audiométricas.
5. El audiómetro de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el dispositivo móvil (1) se selecciona entre un teléfono móvil inteligente y una tableta.
6. El audiómetro de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** un primer adaptador de audio bluetooth (9) conecta el dispositivo móvil (1) con un primer transductor que es un vibrador óseo (5) y un segundo adaptador de audio bluetooth (8) conecta el dispositivo móvil (1) con un segundo transductor que es un par de auriculares (7) audiométricos.

7. El audiómetro de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los auriculares inalámbricos (100) tienen incorporado el sistema de control activo de ruido (6) duplicado para proporcionar control activo de ruido en un par de auriculares (7) audiométricos, izquierdo y derecho, que comprenden los auriculares inalámbricos (100).
8. El audiómetro de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el sistema de control activo de ruido (6) comprende:
- un micrófono externo (18), conectado en el exterior de los auriculares inalámbricos (100), que recoge una señal de referencia del ruido (25) ambiental externo y entrega a un controlador adaptativo (19) la señal de referencia del ruido (25);
 - un micrófono interno (17), situado en el interior de los auriculares inalámbricos (100), que recoge una segunda señal para regular el sistema de control activo (6).
9. El audiómetro de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** el sistema de control activo de ruido (6) comprende un único micrófono interno (10), situado en el interior de los auriculares inalámbricos (100), que recoge una señal de referencia del ruido ambiental (200) para regular el sistema de control activo (6) y entregar la señal de referencia del ruido ambiental (200) a un módulo adaptativo de control (12) conectado a un filtro digital adaptativo (13) que deja pasar como señal de entrada al módulo adaptativo de control (12) sólo la señal de referencia del ruido ambiental (200).
10. El audiómetro de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el, al menos un, adaptador de audio bluetooth (8, 9) comprende:
- un decodificador bluetooth (110, 111) que decodifica las señales de audiometría recibidas, a través de un enlace bluetooth (3), del generador de señales de audiometría (2);
 - un amplificador (130, 131) de potencia que conecta con el transductor, estando el amplificador (130, 131) de potencia conectado al decodificador

bluetooth (110, 111) por medio de al menos un conversor digital-analógico (120, 121).

5 11. El audiómetro de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el, adaptador de audio bluetooth (8) comprende:

- un decodificador bluetooth (111) que decodifica las señales de audiometría recibidas, a través de un enlace bluetooth (3), del generador de señales de audiometría (2) y entrega una señal decodificada de audiometría (11, 20) a un sumador, en el que se suma la señal decodificada de audiometría (11, 20) con una señal de salida del sistema de control activo (6);
- al menos un conversor analógico-digital y un conversor digital-analógico (121) conectado a la salida del sumador;
- al menos un amplificador (131) de potencia que conecta con un segundo transductor que es un par de auriculares (7) audiométricos.

15

12. El audiómetro de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el generador de señales de audiometría (2) comprende medios de procesado digital de señal configurados para generar señales audiométricas con una distorsión armónica total inferior al 2.5% utilizando:

20

- a. Muestras de 16 bits de la señal audiométrica
- b. Formatos de codificación de acuerdo con una comunicación de audio por bluetooth.

25 13. El audiómetro de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado por que** los formatos de codificación se seleccionan entre:

- Codificación Sub-banda, SBC;
- Codificación aptX y
- Codificación Audio Avanzada, AAC.

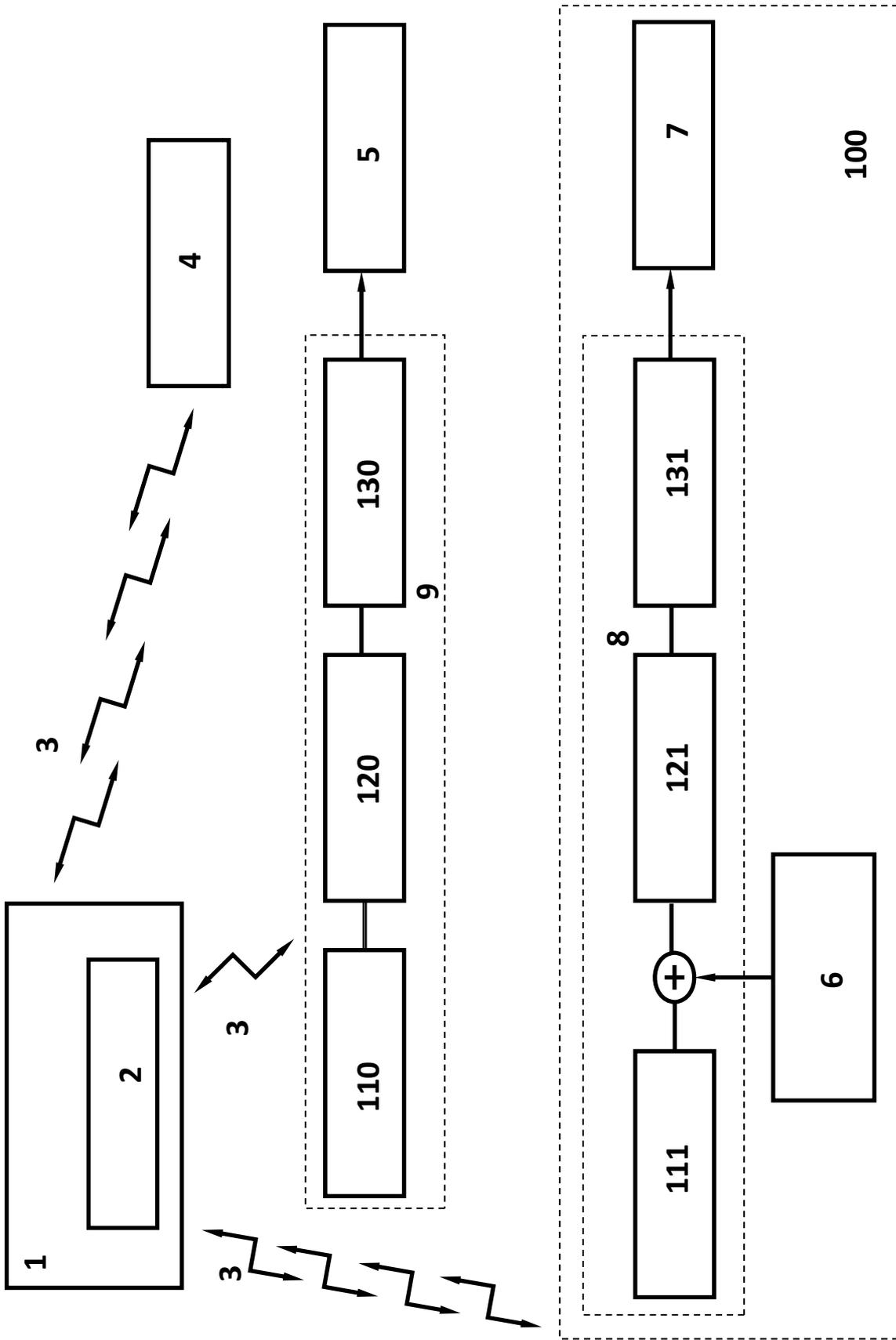


FIG.1

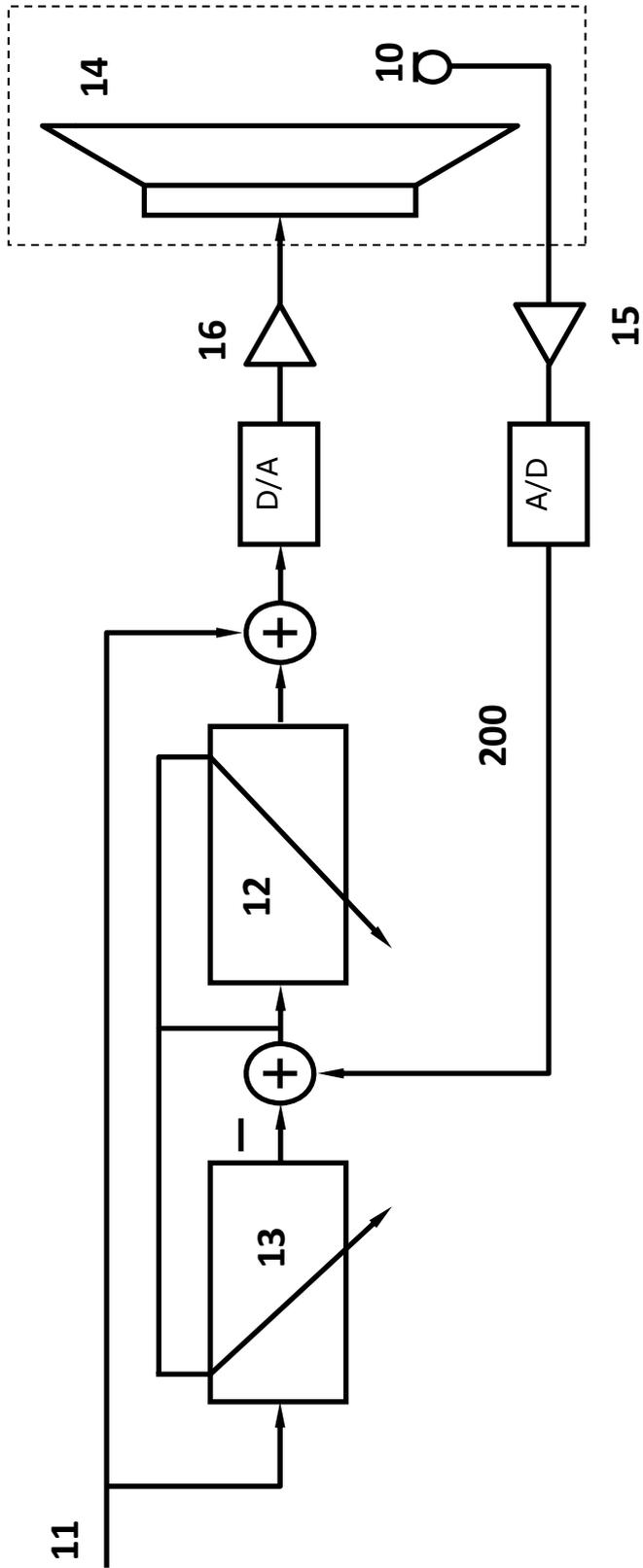


FIG. 2

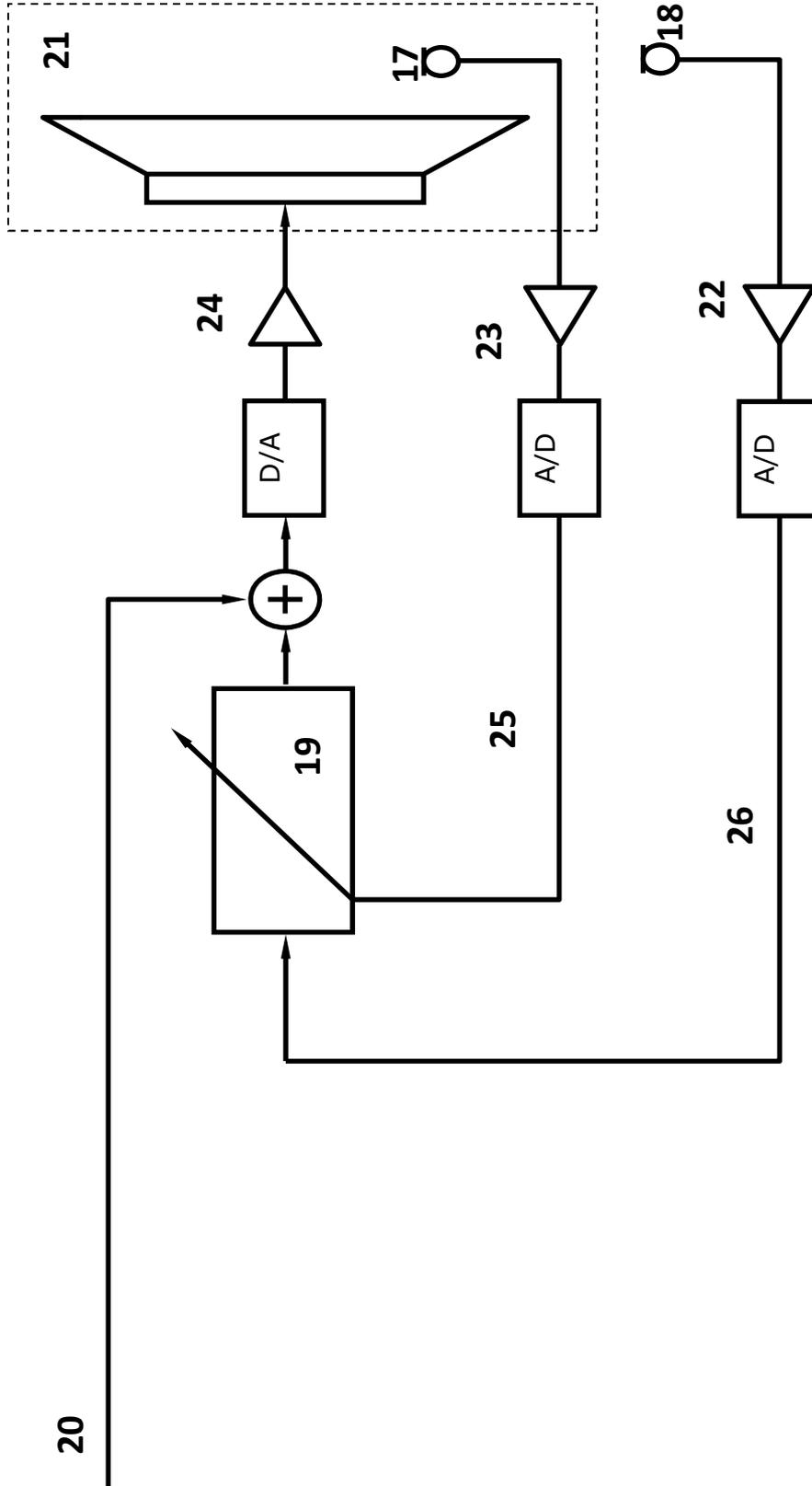


FIG.3



- ②¹ N.º solicitud: 201530495
 ②² Fecha de presentación de la solicitud: 14.04.2015
 ③² Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤¹ Int. Cl.: **A61B5/12** (2006.01)
H04M1/00 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑥ ¹ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 20110299709 A1 (BLANE ANDERSON et al.) 08/12/2011, Párrafos 0007-0028 y figura 1-2.	1-5
Y		6-13
Y	Aplicación de las nuevas tecnologías en audiómetros de tonos puros de altas prestaciones. Universidad Politécnica de Madrid. Mariano Ruiz González. 31/12/2002, Todo el documento.	6-13
A	ES 2077682 T3 (I.N.R.S. - INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SECURITE POUR LA PREVENTION ACCIDENTS TRAVAIL ET MALADIES PROFESSIONNELLES) 01/12/1995, Reivindicaciones.	1-13
A	US 2015096379 A1 (ETYMOTIC RESEARCH, INC.) 09/04/2015, Párrafos 0003-0005; 0016-0028 y figura 1-3.	1-13
A	US 20140086434 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 27/03/2014, Párrafos 0027-0065; figuras 1,4 y 7.	1-13

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia
 Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
 A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita
 P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
 E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
20.07.2015

Examinador
G. Foncillas Garrido

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H04M, A61B

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 20.07.2015

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 6-13	SI
	Reivindicaciones 1-5	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-13	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 20110299709 A1 (BLANE ANDERSON et al.)	08.12.2011
D02	Aplicación de las nuevas tecnologías en audiómetros de tonos puros de altas prestaciones. Universidad Politécnica de Madrid. Mariano Ruiz González.. 31/12/2002, Todo el documento.	
D03	ES 2077682 T3 (I.N.R.S. - INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SECURITE POUR LA PREVENTION ACCIDENTS TRAVAIL ET MALADIES PROFESSIONNELLES)	01.12.1995
D04	US 2015096379 A1 (ETYMOTIC RESEARCH, INC.)	09.04.2015
D05	US 20140086434 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.)	27.03.2014

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**Reivindicación 1**

El documento más próximo al objeto de la invención es D01, dicho documento presenta un sistema de audición inalámbrico (párrafos 0007-0028 y figura 1-2) que comprende un dispositivo móvil como puede ser un Smartphone el cual incorpora una aplicación software de audiometría, de forma que el usuario pueda establecer señales auditivas en diferentes amplitudes y detectar diferentes límites; comprende un adaptador bluetooth que conecta el dispositivo móvil a un transductor y un sistema de control de ruido.

Por tanto, la reivindicación 1 no es nueva (Artículo 6 LP).

Reivindicaciones 2 -5

El sistema inalámbrico presenta un mando de control de tonos (figura 2) con el cual el usuario puede controlar parámetros como amplitud y frecuencia del sonido

En base a lo indicado, dichas reivindicaciones no son nuevas (Artículo 6 LP)

Reivindicaciones 6 -13

La solicitud también comprende un micrófono para detectar sonido ambiental así como medios para procesarlo.

D01 no incorpora un vibrador óseo, dicho elemento se indica en D02 (páginas 30, 36, 77, 133 y 146), además en dicho documento, se establece una visión general del estado de la técnica que nos ocupa.

Cabe destacar que elementos indicados en la solicitud como son enlaces bluetooth, adaptador de audio bluetooth, que el dispositivo móvil sea un teléfono o tableta, que utilice varios micrófonos para captar sonido, utilizar varios transductores que incorporen decodificadores y amplificadores, medios de procesado digital de señales para generar señales audiométricas con una distorsión armónica, que se decida utilizar una codificación aptX o establecer un sistema de cancelación de ruido ambiental son aspectos indicados en D02 y algunos en D01, no obstante, se consideran que forman parte del conocimiento común del estado de la técnica que nos ocupa, por tanto no establecen un avance, es decir la solución técnica a un problema planteado que no pueda ser resuelto por un experto en la materia del sector que nos ocupa, considerándose por tanto la presente solicitud una opción técnica de diseño de un audiómetro basados en elementos conocidos en el sector y su combinación no presenta aparentemente un problema técnico que no pueda ser solucionado por un experto en la materia.

En base a lo indicado, dichas reivindicaciones son nuevas (Artículo 6 LP) pero carecen de actividad inventiva (Artículo 8 LP).