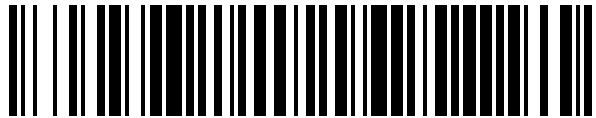


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 226 224**

21 Número de solicitud: 201930277

51 Int. Cl.:

*G09B 23/32* (2006.01)

*G09B 23/34* (2006.01)

***G09B 23/30*** (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

**21.02.2019**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**11.03.2019**

71 Solicitantes:

**CARBALLEIRA FLOREZ, Jesus (50.0%)  
C/ ESTUCIANA, 17 PUENTE ROMANO  
36393 BAIONA (Pontevedra) ES y  
MOURE DOMINGUEZ, Vanessa (50.0%)**

72 Inventor/es:

**CARBALLEIRA FLOREZ, Jesús**

74 Agente/Representante:

**ÁLVAREZ FLORES, Alberto**

54 Título: **MODELO ANATÓMICO DE CABEZA HUMANA**

**ES 1 226 224 U**

## DESCRIPCIÓN

### Modelo anatómico de cabeza humana

#### 5 SECTOR DE LA TÉCNICA

La presente invención se refiere a un modelo anatómico de cabeza humana para enseñanza médica y anatómica, en especial para el sistema auditivo y las diferentes pruebas y situaciones médicas que se pueden presentar. Está dotado de mecanismos y dispositivos electrónicos que permite configurar con facilidad diferentes grados de pérdida auditiva (hipoacusias o sordera...) en el rango frecuencial, desde leves a profundas, ya sea de transmisión o de percepción, tanto unilateral como bilateral.

Este modelo anatómico es compatible con los audiómetros comercializados y permitirá la realización de audiometrías subjetivas, con interacción similar a la de un paciente real; por lo tanto es de utilidad para el aprendizaje teórico-práctico en el campo de la audiolología. También es de utilidad en la demostración y prueba de funcionamiento de prótesis auditivas no implantables (audífonos), equipos auditivos (sistemas estéreo...), protecciones auditivas...

20

#### ESTADO DE LA TÉCNICA

Es frecuente el uso de modelos anatómicos para la enseñanza de anatomía y de la práctica médica. Estos modelos pueden ser totales, del cuerpo, los huesos y los músculos, pero sin poder entrar en detalles, o de zonas particulares con mayor detalle.

25

En US2012088215 se muestra un ejemplo de modelo utilizable, en este caso aplicado a una cabeza canina. El modelo comprende unas orejas desmontables rematadas en cartuchos que simulan las diferentes situaciones y enfermedades posibles.

30

Otros productos conocidos son los:

Cabeza artificial binaural G.R.A.S. 45 CB para evaluar protectores internos y externos conforme a la norma ANSI S12.42. (Álava Ingenieros, Grupo Álava). Integra una cabeza normalizada KEMAR basada en el modelo 45BA con dos oídos artificiales IEC 60318 equipados con sendos micrófonos de presión de 1/4", y con pabellón auditivo externo de

35

silicona normalizado que permite evaluar dispositivos de protección auditiva internos y externos tanto activos como pasivos.

Este modelo no permite la modificación de características auditivas del robot, sino que simula la audición de un normooyente (sin hipoacusia) por medio de las protecciones

5 empleadas.

Simulador de otoscopia, cabeza con consola electrónica AR402. Fabricante: Adán Rouilly Ltd. Desarrollado en colaboración con el Profesor Tony Wright, para facilitar la experiencia de entrenamiento más realista en el examen de oído y el uso de un

10 otoscopio.

Este modelo no permite la realización de audiometrías, aunque sí las pruebas REM y timpanometría.

Cabeza Dummy Head de Neumann. Es un método de grabación que emplea dos

15

micrófonos e intenta crear un efecto de sonido tridimensional (estéreo) para el oyente, lo cual, por ejemplo, dará la sensación de estar en una habitación con los músicos. Esto suele generarse usando una técnica conocida como “grabación de cabeza de maniquí”, donde se coloca un micrófono en cada oído de una cabeza maniquí o similar, con ello se consigue simular cómo el oído humano interpreta los sonidos y en la forma lobular de

20

estos.  
Este modelo no permite la modificación de características auditivas, sino que simula la audición de un normooyente (sin hipoacusia).

OTIS: El paciente virtual. (Empresa SALESA). Se trata de un software que simula

25

distintos trastornos auditivos complejos, y permite realizar una audiometría tonal liminal, de forma autónoma. El software reconoce de inmediato los fallos que comete la persona que está aprendiendo. El programa va guiando al sujeto por distintos grados de dificultad, mediante ejercicios, y proporciona ayudas muy útiles.

30 Este modelo no permite la realización de las pruebas auditivas con equipos de electromedicina reales, al no requerir ni la colocación de auriculares, diadema ósea, etc. en ningún prototipo; ni permite el manejo de distintos equipos de electromedicina de las casas comerciales del sector.

35 Estos tipos de modelos están muy limitados, en tanto no permiten realizar toda la serie de comprobaciones, pruebas médicas y diagnósticos que se consideran necesarias. Por

ejemplo, no permiten la realización de audiometrías dando respuesta e interactuando con el instrumental de electromedicina (audiómetro) y con el operador.

5 El solicitante no conoce ningún dispositivo suficientemente similar a la invención para afectar a su novedad o inventiva.

### **BREVE EXPLICACIÓN DE LA INVENCION**

10 La invención consiste en un modelo anatómico de cabeza humana, que resulta en un dispositivo de enseñanza médica, especialmente relativo al sistema auditivo, según las reivindicaciones. Sus diferentes realizaciones resuelven los inconvenientes de la técnica anterior y ofrecen ventajas y funcionalidades añadidas.

15 La invención consiste en un modelo anatómico de cabeza humana dotado de mecanismos y dispositivos electrónicos que permite configurar, con facilidad y en modo simulado, diferentes tipos de pérdida auditiva en el rango frecuencial, desde hipoacusias leves a profundas, ya sea unilateral o bilateral, de transmisión, de percepción o mixta.

20 Este modelo es compatible e interactúa con los audiómetros comercializados, por lo tanto, como si de un paciente se tratara, permitirá la realización práctica de audiometrías subjetivas, siempre como actividad didáctica de adiestramiento complementaria a la práctica con pacientes reales.

25 Según las reivindicaciones, sus diferentes realizaciones resuelven los inconvenientes de la técnica anterior y ofrecen ventajas didácticas y funcionalidades añadidas. La versión más completa de la invención incluye las siguientes funciones, con fines principalmente didácticos y experimentales:

30 La versión más completa de la invención permite la simulación, creación y modificación de los distintos tipos de hipoacusias, que podrán ser valorados mediante Audiometría Tonal Liminal (ATL) tanto a nivel de vía aérea (VA) como de vía ósea (VO) y el umbral de discomfort del paciente (UCL). Estas características están predeterminadas por software y por ajustes internos, pero, dentro de unos límites, podrán ser modificadas  
35 manualmente mediante unos mandos situados en el panel de control accesible al

operador (docente especialista, otólogo, audiólogo, audiometrista, audioprotésista o estudiante de estas disciplinas).

5 Además, el dispositivo responde en las audiometrías mediante una señalización, preferiblemente luminosa, emulando la acción de acuse de respuesta del pulsador del paciente. Por ejemplo con los colores estandarizados (azul para el oído izquierdo y rojo para el derecho) haciendo que el operador marque en el audiograma la intensidad detectada (con o sin errores aleatorios programados). El dispositivo también interactúa con el equipo de electromedicina enviando como respuesta una señal eléctrica a través de la entrada correspondiente al “pulsador de paciente”, de este modo podrá obtenerse el audiograma en modo automático.

15 Medición de características cualitativas de la audición: en base al tipo de hipoacusia, el dispositivo responderá a la realización de la Audiometría Verbal Liminal (AVL) entendiendo la palabra emitida, o no, y devolviendo el resultado de lo que ha sido capaz de entender. Por ejemplo, puede devolver la palabra similar encontrada en una memoria que previamente se ha grabado, con una base de datos de las palabras utilizadas y otras similares.

20 Permitirá detectar la procedencia del sonido en función de su intensidad y de la diferencia auditiva entre los oídos, El dispositivo gira la cabeza orientándola hacia el punto del sonido dominante. Esta utilidad es válida para la percepción de la direccionalidad del sonido en campo libre.

25 Permitirá las pruebas básicas de acumetría con los métodos Rinne y Weber, dando respuesta con las señales luminosas (por ejemplo, azul para el canal “oído” izquierdo y rojo para el derecho).

30 Medición en oído real (REM): contará con un set de tubos abiertos intercambiables, con diferentes características anatómicas y acústicas, aptos para ser introducidos en los oídos del modelo. También permitirá realizar medidas en oído real que posteriormente serán tenidas en cuenta tanto en la adaptación protésica, como en la verificación objetiva de la adaptación (audiometría in situ).

35 Otras utilidades: permitirá colocar prótesis no implantables adaptadas a la hipoacusia definida y ver como esta se corrige. También como demostrador de protectores

auditivos, diademas óseas, percepción de la direccionalidad del sonido en campo libre, etc.

5 El dispositivo simulador médico está formado por una cabeza con dos orejas dotadas de conducto auditivo externo (CAE). La cabeza está formada por una carcasa plástica rellena de material aislante acústico y los conductos auditivos externos están rematados en sendos primeros micrófonos, que captan el sonido por transmisión de vía aérea (VA) y lo convierten en señal eléctrica análoga que se envía a un controlador. Todo ello está configurado para modificar el umbral de intensidad de respuesta en función de la frecuencia captada por el primer micrófono (simulando hipoacusias de diferente tipo y grado). Igualmente está configurado para enviar una señal de aviso de la superación del umbral de intensidad a unos medios de señalización y a un conector de señalización. El conector de señalización corresponde a una toma (hembra generalmente) y está configurado para que se pueda conectar un audiómetro, de forma que la señal se transmite a éste.

20 Preferiblemente alberga un puente acústico entre las zonas mastoideas de ambos lados, pasando por el vertex craneal. Este puente acústico está preferiblemente formado por sendos cuerpos (discos, arandelas, tornillos...) que forman puntos sensores, situados en las zonas mastoideas, adheridos a la carcasa, y por dos varillas fijadas a los cuerpos y a un tercer cuerpo situado en el vertex craneal que une ambas varillas. El material de estos elementos puede ser metálico o plástico, y se intentará imitar la transmitancia ósea de un cráneo humano.

25 En una realización preferida, los conductos auditivos externos están configurados para la colocación de diferentes modelos de tubos desmontables, que permitirá modificar las características anatómicas y acústicas del conducto auditivo externo (CAE).

30 Preferiblemente, en los discos de las zonas mastoideas se adhieren sendos segundos micrófonos que captan el sonido por la vibración del puente acústico emulando la transmisión por vía ósea (VO) y lo convierten en señal eléctrica análoga.

35 Los micrófonos interiores, tanto los de VA como los de VO, están preferentemente conectados a un controlador configurado para modificar la señal eléctrica. De esta forma permitirá modificar la respuesta auditiva en función de la frecuencia y con ello se podrán simular diferentes tipos de hipoacusias.

En una realización preferida, la cabeza está conectada a la base (caja) por medio de una articulación de eje vertical, que comprende un servomotor (o más) que realiza el giro relativo entre ambos lados (izquierdo y derecho). Idealmente, en cierta función, el controlador está configurado para orientar la cabeza mediante el servomotor según la intensidad y procedencia del sonido detectado en cada micrófono interior.

Finalmente, en una realización más preferida, el controlador está configurado para activar unos medios de señalización (luminosa y/o eléctrica), cuando un micrófono interior detecta un sonido cuya intensidad está por encima de un umbral programado o configurado.

Otras variantes serán comentadas en el resto de la memoria.

## 15 DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para una mejor comprensión de la invención, se incluye unas figuras de modos de realización preferidos, que no pretenden ser limitativos, sino que corresponden a meros ejemplos ilustrativos.

20

Figura 1: vista frontal esquemática de un ejemplo de dispositivo.

Figura 2: detalle de una oreja con su conducto auditivo externo dotado de micrófono y de los modelos de tubos desmontables e intercambiables.

25

Figura 3: detalle de la cabeza y orejas con ubicación interna del conducto auditivo externo y los primeros micrófonos.

Figura 4: detalle de una forma de realizar el puente acústico.

30

Figura 5: detalle de la ubicación interna del puente acústico.

Figura 6: detalle de la disposición de los medios de señalización en forma de pendientes LED RGB.

35

Figura7: detalle del sistema giratorio de la cabeza controlado por servomotor.

Figura 8: vista esquemática explosionada del ejemplo anterior.

Figura 9: ejemplo de esquema eléctrico de bloques utilizado en el modelo anatómico.

5

Figura 10: ejemplo del modelo en uso para realizar audiometrías “ATL” y “UCL” por vía aérea (VA).

Figura 11: ejemplo del modelo en uso para realizar audiometrías por vía ósea (VO).

10

Figura 12: ejemplo del modelo en uso para la detección y procedencia del sonido dominante).

Figuras 13: ejemplo del modelo en uso para realizar pruebas de acumetría tipo “Rinne”.

15

Figura 14: ejemplo del modelo en uso para realizar para realizar pruebas de acumetría tipo “Weber”.

Figura 15: ejemplo del modelo en uso para evaluar la percepción del sonido con o sin audífono.

20

Figura 16: ejemplo del modelo en uso para las pruebas en el oído real (REM).

Figura 17: ejemplo del modelo en uso para realizar audiometría verbal.

25

### **MODOS DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION**

A continuación, se pasa a describir de manera breve un modo de realización de la invención, como ejemplo ilustrativo y no limitativo de ésta.

30

Basándonos en las figuras 1 a 17, se aprecia que el dispositivo de la realización preferida parte de una representación de una cabeza (1), que puede corresponder a cualquier fisonomía o dimensiones, sin ser relevante. Por ejemplo, puede ser de hombre, de mujer, de niño, con rasgos étnicos particulares, pelo corto o largo, con gafas...

35



Esta cabeza (1) estará formada una carcasa fina, preferiblemente de la menor transmitancia acústica posible, rellena de un material aislante acústico, como espuma de poliuretano.

5 Las orejas (2) ubicadas en la cabeza (1) serán preferiblemente elásticas, por ejemplo de goma o silicona, para permitir su manipulación. Ambas orejas estarán dotadas de un conducto auditivo externo (3) o CAE, y dentro de estos, en los puntos correspondientes a la situación del tímpano del oído humano, se dispondrán unos primeros micrófonos (4)  
10 interiores para la captación del sonido por vía aérea (VA) tanto por el lado izquierdo como por el derecho. A la vez estos conductos permitirán la inserción de diferentes modelos de tubos (5) abiertos desmontables e intercambiables. Cada modelo de tubo corresponderá a un tipo de fisionomía, defecto o enfermedad del conducto auditivo humano. De esta forma, el institutor u operador podrá emular diferentes tipos de  
15 situaciones.

Las propiedades acústicas de los tubos (5) pueden ser de especial relevancia en cuanto a la resonancia, ganancia acústica y obstrucción. Así, permitirán en mayor o menor grado el paso de sonido y su fidelidad a sendos primeros micrófonos (4) interiores dispuestos a modo de tímpano. Esta fidelidad puede igualmente ser programada en un  
20 controlador (20) y configurada por unos mandos (22, 23 y 24) del modelo conforme al diagrama de Bode deseado en cada oído.

Los primeros micrófonos (4) para captar el sonido por vía aérea (VA), izquierda y derecha, serán preferiblemente electret y estarán conectados a preamplificadores u  
25 otras formas de tratamiento de la señal, como en el ejemplo de esquema electrónico de la figura 9.

Una mejora especial de la invención es la presencia de un puente acústico, representado en las figuras 4 y 5, ubicado internamente en la cabeza (1), entre las  
30 zonas mastoideas de ambos lados, pasando por el vertex craneal. En dichas zonas se colocan unos cuerpos, por ejemplo discos (7), preferentemente metálicos, a los que se fijan dos varillas (6) diagonales que se unen, en el vertex craneal. Estas varillas sean preferiblemente metálicas para transmitir la vibración en el puente. Los discos (7) serán accesibles desde el exterior de la cabeza (1) para acoplar puntos sensores (9) de  
35 vibración. Estos puntos sensores (9) de vibración pueden ser cuerpos en forma de

arandela de plástico rígido, adheridos fijados por tornillos (10) perfectamente a los discos (7) a través de la carcasa.

5 Preferiblemente los discos (7) de las zonas interiores mastoideas, izquierda y derecha, llevan adheridos sendos segundos micrófonos (8) interiores que serán preferiblemente electret, los cuales captan la vibración acústica del puente por “vía ósea” (VO) y la convierten en señal eléctrica analógica. Estos segundos micrófonos (8) estarán conectados a preamplificadores u otras formas de tratamiento de la señal, como en el ejemplo de esquema electrónico de la figura 9.

10

Los puntos sensores (9) permitirán realizar las audiometrías por vía ósea (VO) y también pruebas de acumetría “Rinne” y “Weber”.

15

Debajo de la cabeza (1) de la realización mostrada se dispondrá una base (15) a modo de caja, donde se ubican los componentes y circuitos electrónicos de control, como por ejemplo los contemplados en el esquema de bloques de la figura 9.

20

La unión entre la cabeza (1) y la base (15) está articulada y permite el giro de la cabeza (1), al menos en el plano horizontal. Por ejemplo, permitiendo el giro de 60° a izquierda y derecha (120° en total).

25

El mecanismo de giro puede ser, por ejemplo, como el mostrado en la figura 7. Comprendería de un pequeño servomotor (12) de posicionamiento cuyo eje va atornillado a un plato (14) que soporta la cabeza (1). A su vez, el cuerpo del servomotor (12) se fija a una pletina (13) solidaria a la base (15). Cualquier cableado debe dejar holgura para permitir esos giros.

30

El control de giro del servomotor (12) se lleva a cabo por el microcontrolador (20), orientando la cabeza (1) en función de la proveniencia e intensidad de cualquier sonido detectado por los primeros micrófonos (4) de ambos oídos. El cálculo de la posición puede hacerse teniendo en cuenta la hipoacusia programada y de la intensidad comparada del sonido captado en cada oído.

35

Hay diversas maneras de aplicar la tecnología electrónica para que el modelo realice las funciones propuestas. Tomando como ejemplo para este propósito el expuesto en el esquema de bloques electrónicos de la figura 9, cuyos elementos serían: micrófonos (4,

8), preamplificadores (21), ecualizadores (22), microcontrolador (20), elementos de mando (23, 24, 25), elementos de señalización (18) luminosa (similares a los medios de señalización (11) y pantalla (30), por ejemplo táctil, LCD o similar, reconocedor de voz (26), memoria (27) SD o similar, amplificador de potencia (28), altavoz (29) fuente de alimentación (32), conectores (17, 19, 31), etc.

Los primeros micrófonos (4) captan el sonido correspondiente a la vía aérea (VA) de los oídos izquierdo y derecho, mientras que los segundos micrófonos (8) captan la vibración acústica correspondiente a la vía ósea (VO). Estos micrófonos (4,8) convierten el sonido o la vibración en señal eléctrica analógica y la remiten a los correspondientes preamplificadores (21) para reforzarla. La ganancia de estas señales puede ser modificable como una primera forma de variar la hipoacusia. La señal preamplificada de cada canal se trata en diferentes filtros ecualizadores (22) que pueden hacer la función de pasa bajos, pasa altos, pasa banda y elimina banda, igualmente configurables por potenciómetros (deslizantes o no) u otro sistema accesible al operador. Así se pueden emular pérdidas en función de la frecuencia. Las diferentes señales filtradas de cada canal (VA y VO, izquierdo y derecho) se transmiten los correspondientes elementos o potenciómetros de balanceo(23), que emulan pérdidas auditivas de transmisión (VA) o de percepción (VO). Las señales balanceadas se aplican al microcontrolador (20), que puede ser una placa Arduino Mega. El análisis de la señal digitalizada puede ser por ventanas temporales donde se promedian los valores.

El microcontrolador (20) además puede llevar asociado entre otros elementos un reconocedor de voz (26), una memoria (27) con palabras guardadas, un mando selector (25) para seleccionar el modo de funcionamiento, elementos de señalización (18) y conector (17) para dar la respuesta en las audiometrías. También puede llevar asociado una pantalla (30) LCD o táctil en la que se mostraría el modo de operación seleccionado y cualquier otra información relevante.

La realización más completa permitirá varios modos de operación con diferentes ajustes y configuraciones de hipoacusia.

Los modos de operación pueden ser seleccionados desde el mando selector (25) o desde la pantalla (30), si es táctil.

35

Los elementos de mando (potenciómetros, selectores, etc.), de señalización (LED, LCD), así como el conector de señalización (17) para el equipo de electromedicina (audiómetro) y salida de audio (19) para auriculares, estarán ubicados en el panel frontal de la base (15) o caja y serán accesibles al operador.

5

Un conector de programación (31) permite modificar los parámetros desde un dispositivo externo, como puede ser un ordenador. El conector de programación (31) también puede ser inalámbrico.

10 Las prestaciones del dispositivo permitirán la realización de una serie de operaciones educativas, como las que se citan a continuación.

1. Modo de operación para audiometría tonal liminal (ATL) por vía aérea (VA) interactuando con el operador y con el audiómetro (mostrado en la figura 10): Se  
15 determinará una pérdida auditiva (hipoacusia) mediante el ajuste de mandos de ecualización, balance y umbrales. Con el modelo (1) situado en una estancia sonoamortiguada o cabina anecóica (50) se le pondrá unos auriculares (34) conectados al audiómetro (35) y se preverá la forma de responder al “pulsador de paciente” o conector de señalización (17) entre el dispositivo y el audiómetro (35). El  
20 operador realizará la audiometría como si fuese un paciente real utilizando el audiómetro (35), enviando (a modo de estímulo) a los auriculares (34) una señal eléctrica (36) de determinada amplitud correspondiente a un tono, primero a un oído y luego al otro. En función de la hipoacusia y del sonido percibido el modelo contestará con los medios de señalización eléctrica tomada en el conector de señal  
25 (37) y visual por medio de los medios de señalización (18) con los colores estandarizados (azul para el izquierdo y rojo para el derecho). De este modo se puede comprobar el umbral mínimo de audición (HTL) en cada oído ante el estímulo aplicado.

2. Modo de operación para audiometría del umbral de incomfort (UCL) interactuando  
30 con el operador y con el audiómetro (mostrado igualmente en la figura 10). Se trata de determinar el umbral máximo de audición (UCL), donde el sonido percibido comienza a ocasionar molestia. El audiómetro envía señales a cada oído a los auriculares (34), en modo similar a la audiometría HTL, pero en este caso con mayor amplitud. En función de la hipoacusia y del sonido percibido el modelo responderá  
35 con los medios de señalización (18) y el conector de señal (37) eléctrica.

3. Modo de operación para audiometría tonal liminal (ATL) por vía ósea (VO) interactuando con el operador y con el audiómetro (mostrado en la figura 11): Igualmente parte de una hipoacusia determinada por los mandos de ecualización, balance y umbrales. Se realiza de forma similar a la ATL, pero en lugar de los auriculares se utiliza un vibrador de diadema (34) colocado en uno de los puntos sensores (9) de los mastoides para su captación por los segundos micrófonos (8). En función de la hipoacusia y del estímulo o vibración percibida el modelo responderá con los medios de señalización (18) y el conector de señal (37).
- 5
4. Modo de operación para determinar la procedencia del sonido en campo libre (mostrado en la figura 12): En este caso el servomotor (12) gira la cabeza (1) a izquierda o derecha orientándola (51) hacia el punto del sonido dominante (38, 39). La detección en cada lado dependerá de la hipoacusia programada, de las comparaciones y retardos establecidos por los algoritmos del software. En paralelo, los pendientes LED o medios de señalización (11) dispuestos en ambas orejas pueden emitir destellos multicolores en función de las características del sonido percibido en cada oído.
- 10
- 15
5. Modo de operación para acumetría (Rinne y Weber) interactuando con el operador: Es una prueba instrumental que utiliza diapasones específicos. Hay dos métodos estandarizados: el "Test de Rinne" y el "Test de Weber". Parten de la hipoacusia programada o marcada manualmente.
- 20
- En el test de Rinne (mostrado en la figura 13) se hace vibrar el diapasón (40) cerca de una oreja (2) del modelo, que responderá con los elementos de señalización (18) si se supera un umbral establecido en la hipoacusia. De este modo se valora la transmisión por vía aérea (VA). Después se mide la percepción por vía ósea (VO) colocando el diapasón (40) en vibración en uno de los puntos sensores (9) del mastoides. El modelo responderá con los elementos de señalización (18) LED si se supera un umbral establecido en la hipoacusia
- 25
6. En el test de Weber (mostrado en la figura 14) se estudia la conducción ósea apoyando el diapasón (40) en el punto sensor (9) correspondiente al vertex craneal, y se comprobará mediante los elementos de señalización (18) si la respuesta de ambos segundos micrófonos (8), correspondientes a los lados izquierdo y derecho, es similar. Igualmente, en todos los casos puede verificarse la percepción acústica mediante unos auriculares conectados a la salida de audio (9) de la base (15).
- 30
7. Modo de operación para evaluar la percepción del sonido en campo libre, con o sin audífono, interactuando con el operador (mostrado en la figura 15): Se sitúa el modelo en un campo con ambiente acústico diverso y con la hipoacusia
- 35

programada. El operador conecta la salida de audio (9) unos auriculares para comprobar lo que escucha el modelo, con o sin audífonos u otro dispositivo.

- 5
8. Modo de operación para pruebas en oído real (REM) interactuando con el equipo analizador (mostrado en la figura 16): En una cámara o cabina sonoamortiguada se coloca el modelo a un metro de distancia y alienado con el eje de uno o dos altavoces (43) conectados a un analizador (42) de audífonos y conductos auditivos (disponible comercialmente). En el conducto auditivo externo (3) de cada oído se introduce una sonda microfónica (44) específica conectada al analizador (42). Dicha sonda capta el sonido en el interior del conducto auditivo externo (3) y lo convierte
- 10
- en señal eléctrica (45) para ser analizada. En esta prueba puede utilizarse los tubos (5) introduciendo en el conducto auditivo externo (3) para modificar la anatomía del conducto y su resonancia. Las pruebas REM también puede realizarse con audífonos para poder realizar una mejor adaptación.
- 15
9. Modo de operación para audiometría verbal (AVL) en campo libre interactuando con el operador (mostrado en las figura 17): En una cámara sonoamortiguada o en campo libre se emiten palabras (48) tomadas de una lista específica, bien sea pronunciadas verbalmente por el operador (46) o reproducidas mediante un medio electrónico (47). El modelo toma de su base de datos una palabra que se asimile a la comprendida, ya sea correcta o no y la repite (49) a modo de respuesta por su
- 20
- altavoz (29). La comprensión está muy relacionada con la hipoacusia creada. Esta prueba también puede realizarse con audífonos (41) incorporados al modelo, lo cual permite optimizar el ajuste y la adaptación.

## REIVINDICACIONES

1- Modelo anatómico de cabeza humana, formado por una cabeza (1) sobre una base (15) con dos orejas (2) en sus costados dotadas de conducto auditivo externo (3),  
5 caracterizada por que comprende un primer micrófono (4) al fondo de cada conducto auditivo externo (3), conectado a un controlador (20), todo ello configurado para modificar el umbral de intensidad de respuesta en función de la frecuencia captada por el primer micrófono (4), y enviar una señal de aviso de la superación del umbral de intensidad a unos medios de señalización (11) y a un conector de señalización (17)  
10 configurado para conectar un audiómetro (35).

2-Modelo anatómico de cabeza humana, según la reivindicación 1, caracterizado por que la cabeza (1) está formada por una carcasa rellena de material aislante acústico y comprende un puente acústico interno entre el vértice craneal y los mastoides, y que  
15 comprende sendos segundos micrófonos (8) en los mastoides, configurados de forma idéntica a los primeros micrófonos.

3- Modelo anatómico, según la reivindicación 1, caracterizado por que los conductos auditivos externos (3) están configurados para la colocación e intercambio de diferentes  
20 modelos de tubo (5) abierto y con ello modificar las características acústicas del conducto auditivo externo.

4- Modelo anatómico, según la reivindicación 2, caracterizado por que el puente acústico está formado por tres puntos sensores (9) formados por sendos cuerpos, estando el cuerpo del vertex craneal unido a los otros cuerpos por dos varillas (6).  
25

5- Modelo anatómico, según la reivindicación 1, caracterizado por que comprende una salida de audio (29) o altavoz de repetición de la señal captada por los micrófonos (4,8).

30 6- Modelo anatómico, según la reivindicación 1, caracterizado por que la base (15) está conectada a la cabeza (1) por medio de una articulación de eje vertical, que comprende un servomotor (12) que realiza el giro relativo entre ambos.

7- Modelo anatómico, según la reivindicación 6, caracterizado por que el controlador (20) está configurado, en un modo de operación concreto, para orientar la cabeza (1),  
35

mediante el servomotor (12), hacia el punto de procedencia del sonido dominante, dependiendo de la intensidad y de la hipoacusia creada.

5 8- Modelo anatómico, según la reivindicación1, caracterizado por que el controlador (20) está configurado para emitir destellos de luz multicolor en los medios de señalización (11), preferiblemente pendientes LED, en función de la intensidad del sonido detectado.

10 9- Modelo anatómico, según la reivindicación1, que comprende un reconocedor de voz (26) asociado al controlador (20) y una memoria (27) que contiene una lista de palabras a reconocer por el reconocedor de voz (26) y al menos un altavoz (29).



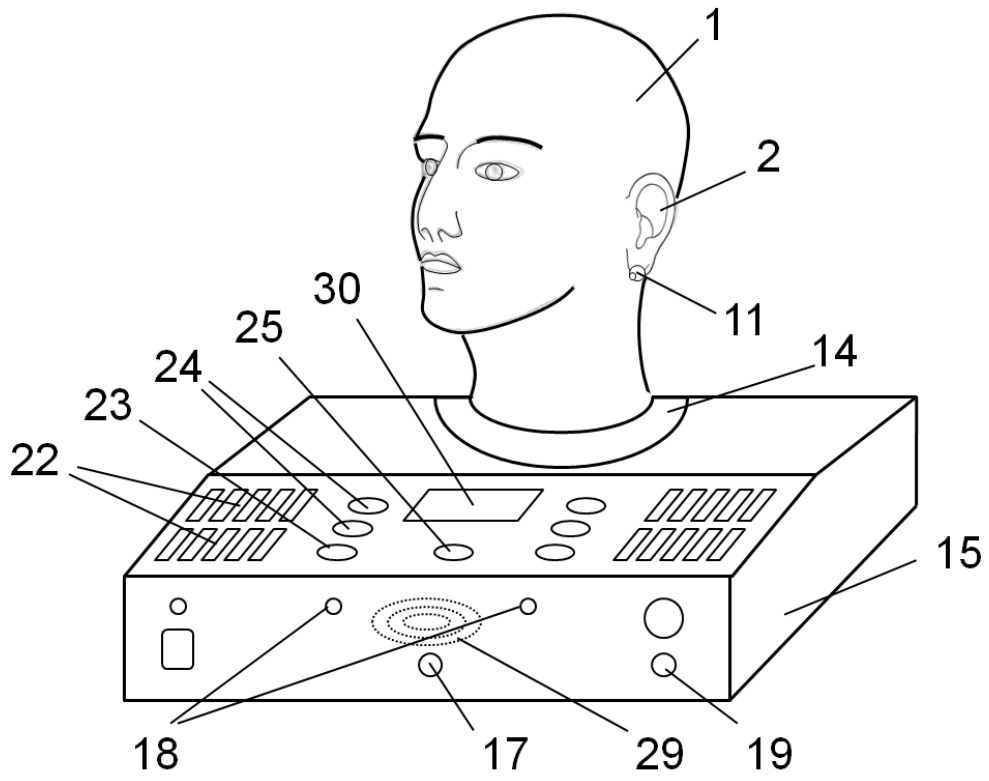


Figura 1

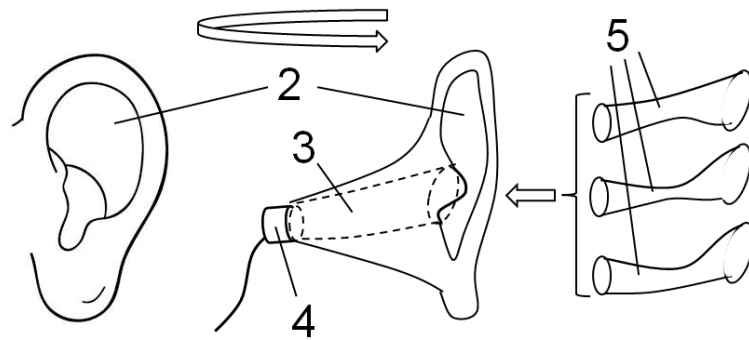


Figura 2

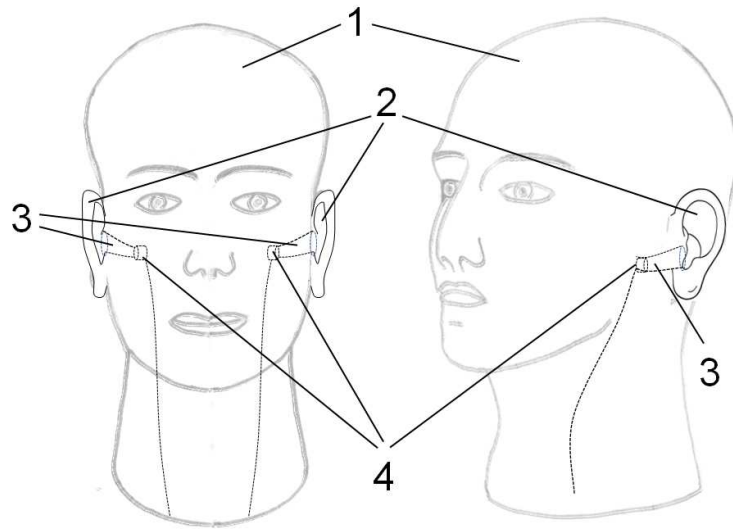


Figura 3

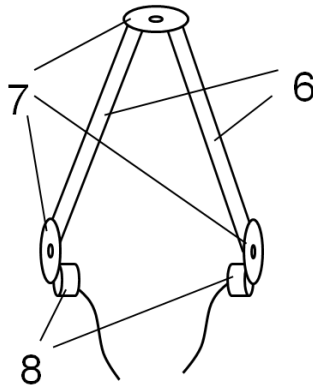


Figura 4

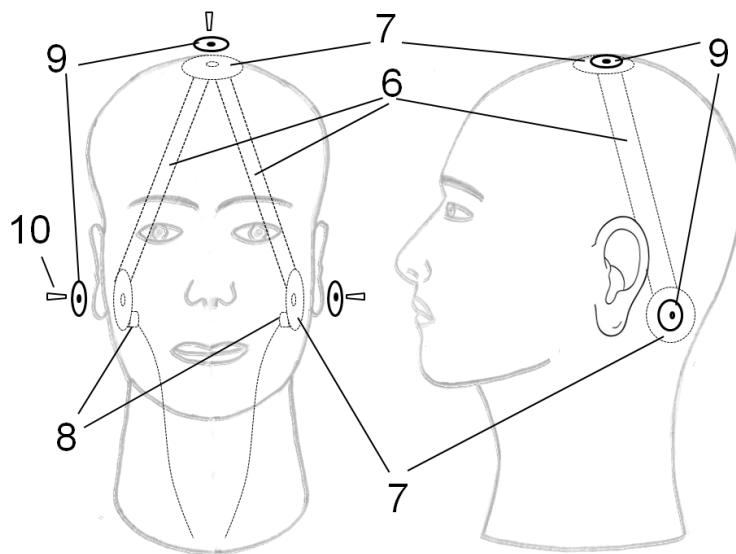


Figura 5

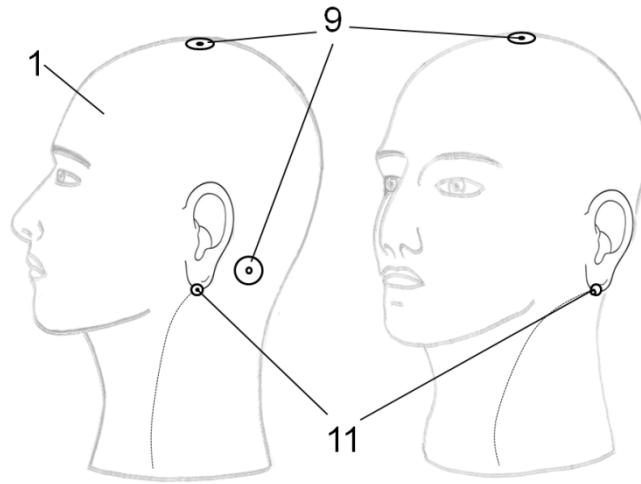


Figura 6

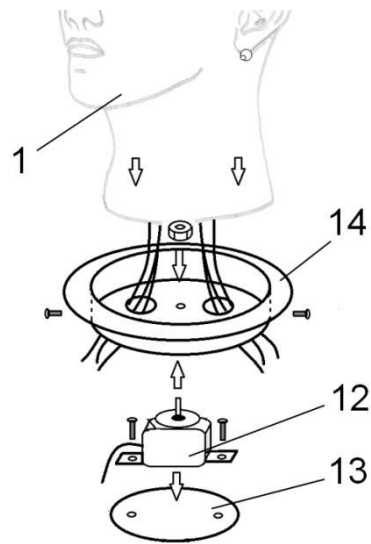


Figura 7

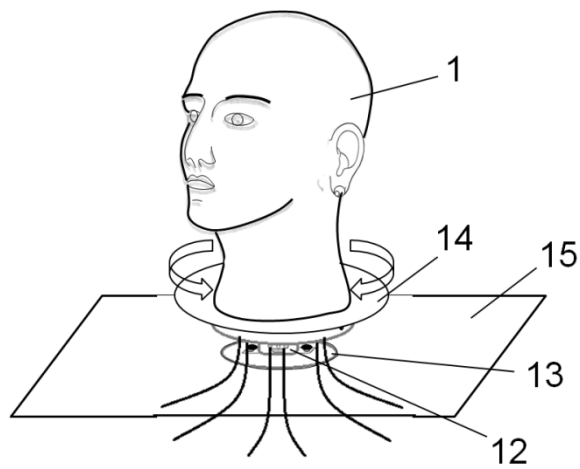


Figura 8

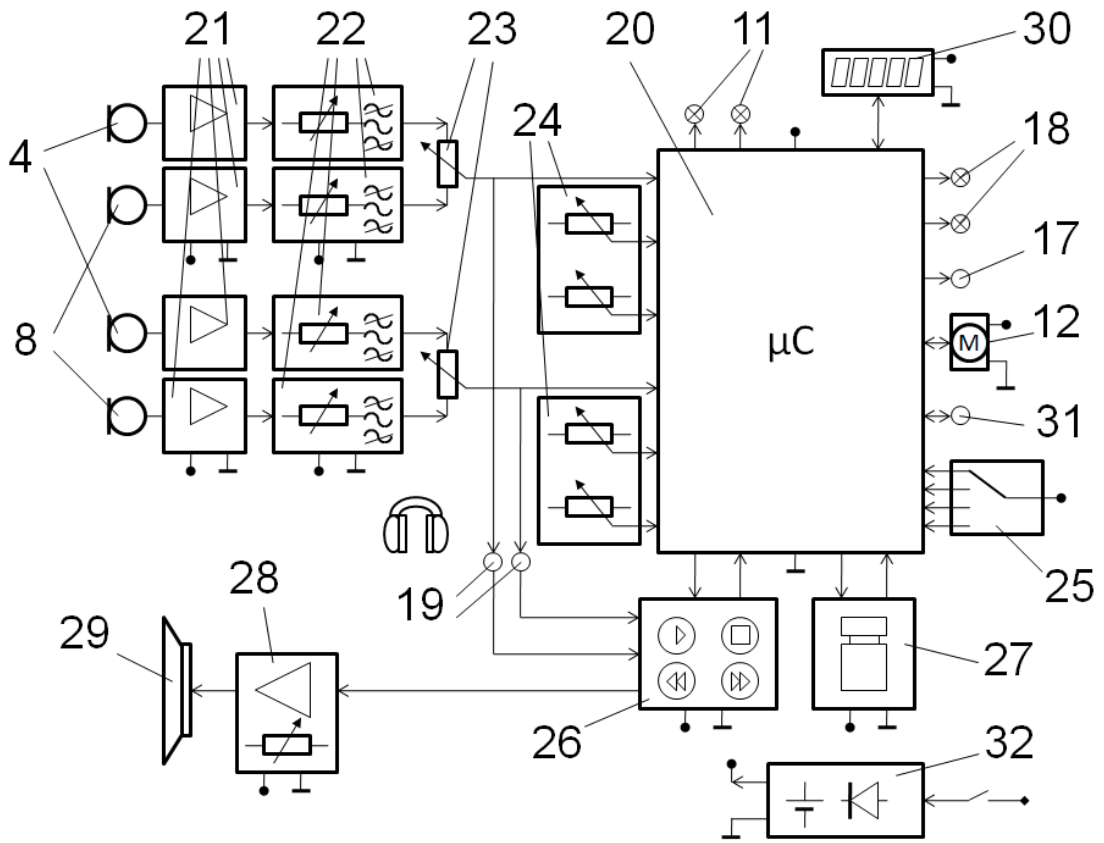


Figura 9

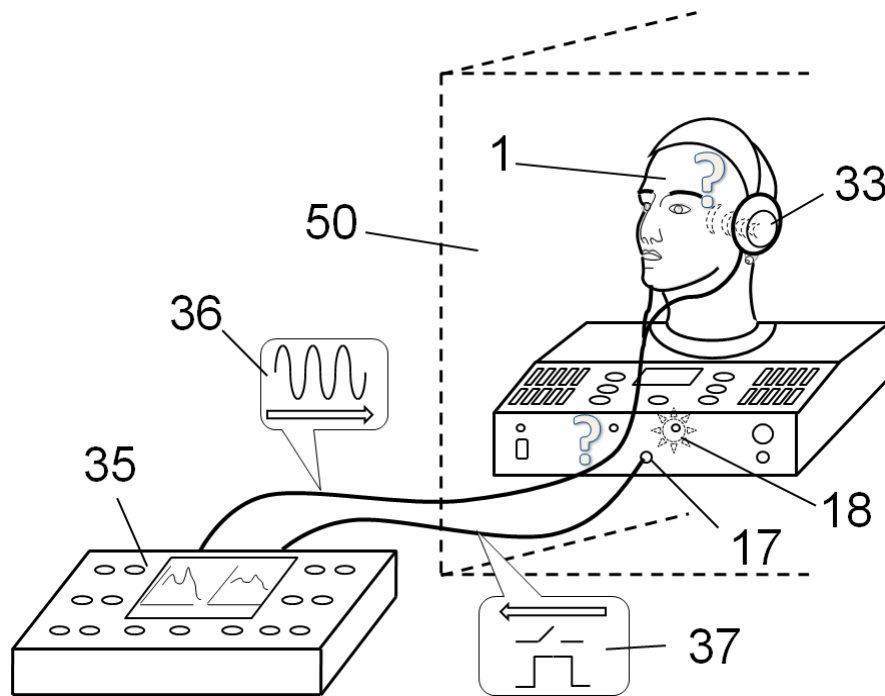


Figura 10

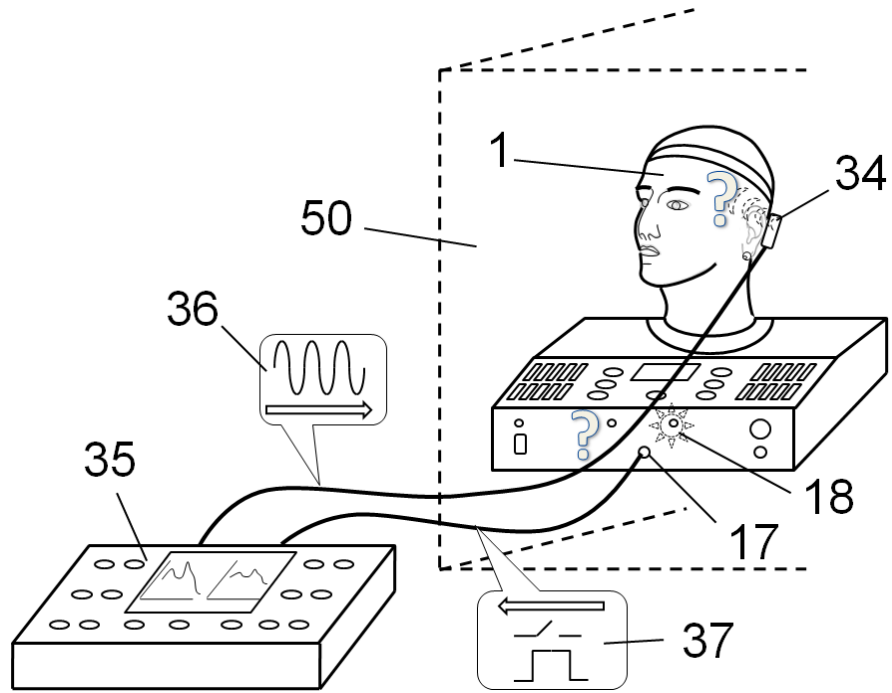


Figura 11

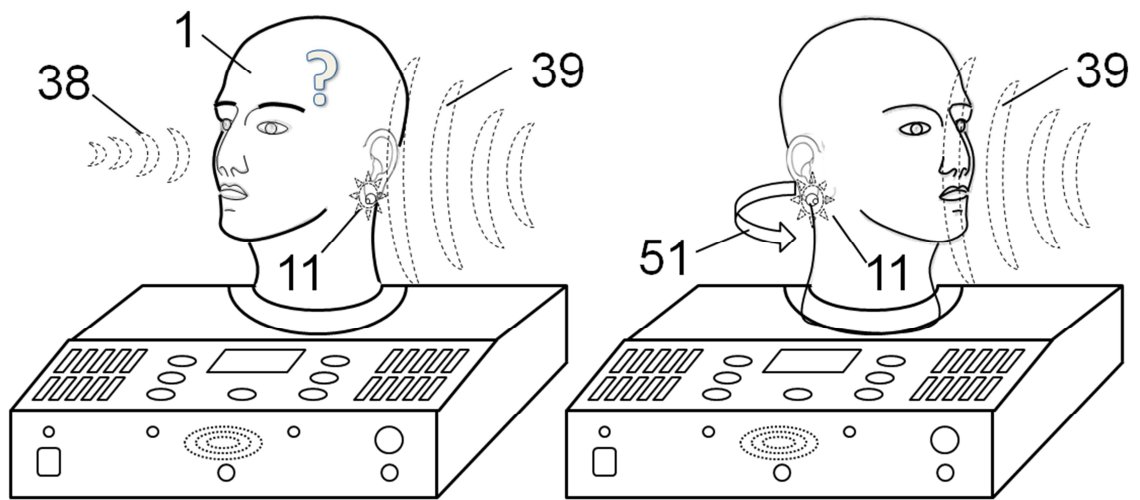


Figura 12

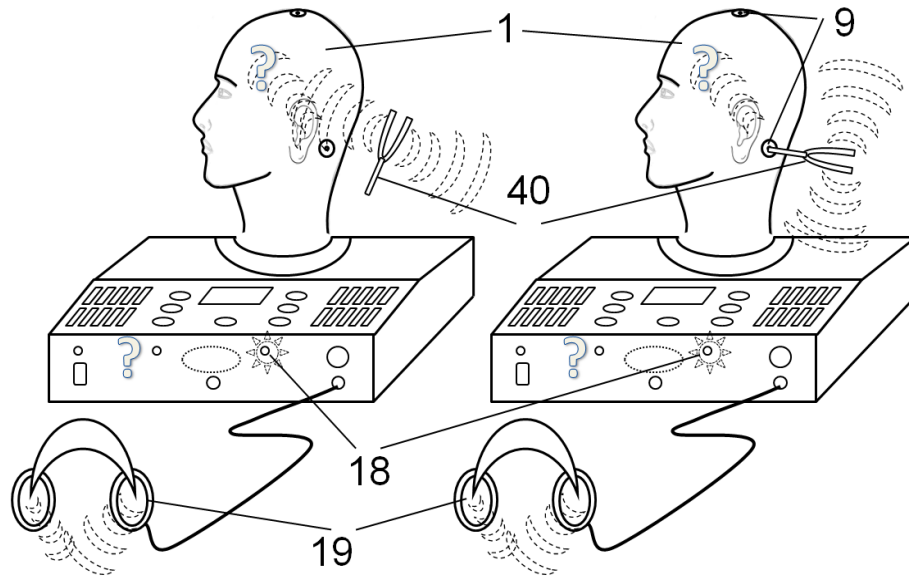


Figura 13

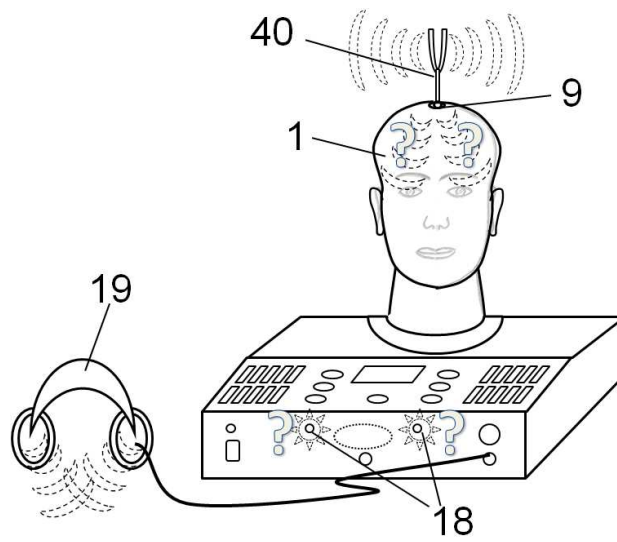


Figura 14

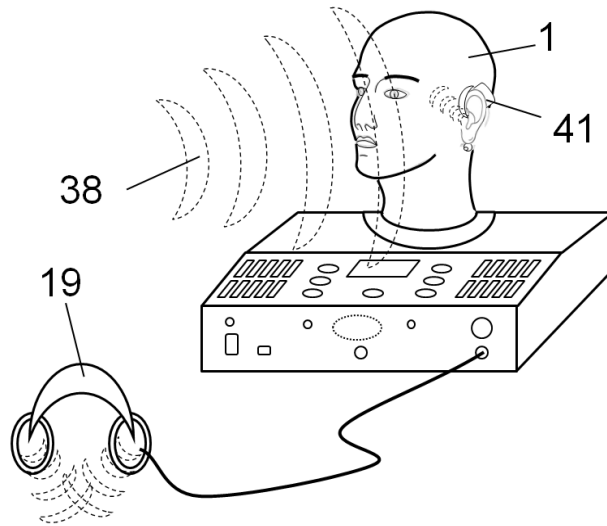


Figura 15

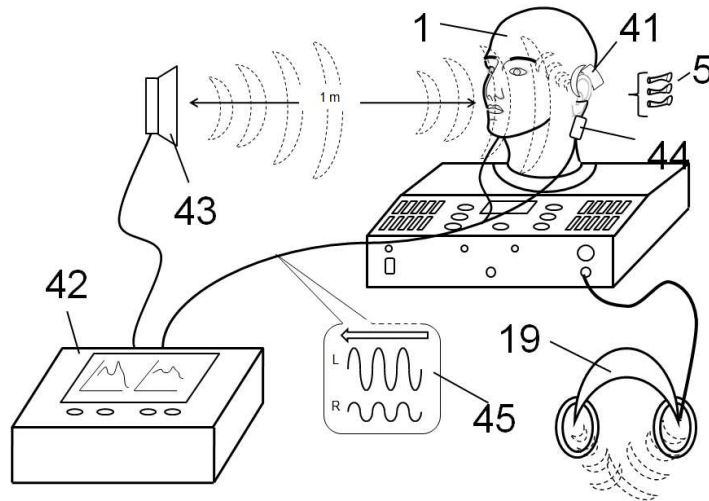


Figura 16

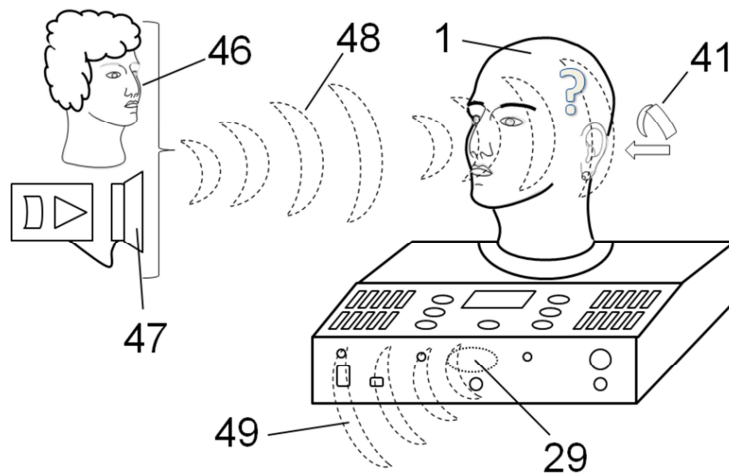


Figura 17