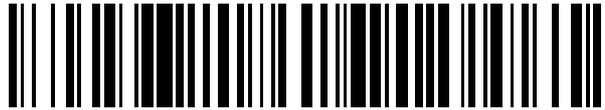


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 865 291**

51 Int. Cl.:

A61B 5/0478 (2006.01)
A61B 5/00 (2006.01)
A61B 5/0476 (2006.01)
A61B 5/0402 (2006.01)
A61B 5/0488 (2006.01)
A61B 5/0496 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.12.2015 PCT/EP2015/079034**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.06.2016 WO16091911**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.12.2015 E 15805521 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.02.2021 EP 3229677**

54 Título: **Auriculares para captación de bioseñales**

30 Prioridad:

08.12.2014 EP 14196835
08.12.2014 US 201414563049

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.10.2021

73 Titular/es:

MYBRAIN TECHNOLOGIES (100.0%)
28 allée Hoche
92130 Issy-les-Moulineaux, FR

72 Inventor/es:

ATTAL, YOHAN y
DUMAS, THIBAUD

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 865 291 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

Auriculares para captación de bioseñales

Campo de invención

5 La presente invención se refiere a un equipo para la captación de bioseñales. La presente invención se refiere particularmente a un auricular que comprende electrodos que permiten la captación de bioseñales, teniendo dicho auricular un estado contraído y un estado expandido en el que los electrodos están en contacto con la piel.

Antecedentes de la invención

10 La bioseñal es una señal biomédica ultrafina que fluye a través del cuerpo humano. La bioseñal tiene la forma de corriente o voltaje generado, por ejemplo, a partir de una célula nerviosa o una célula muscular. La medición de la bioseñal se puede lograr mediante un electrodo de superficie colocado sobre la piel y hecho de un material conductor a través del cual fluye la corriente. El grupo de medición electrobiológico comprende elementos como electrocardiografía (ECG, corazón), electromiografía (EMG, contracción muscular), electroencefalografía (EEG, onda cerebral), magnetoencefalografía (MEG, onda cerebral), electrogastrografía (EGG, estómago), electrooculografía (EOG, campo dipolo ocular). Cuando se adquieren y se transforman en forma eléctrica, las bioseñales tienden a describirse por voltajes bajos, y la captación de las bioseñales puede capturar ruido no deseado, como el ruido de modo común (por ejemplo, corriente continua (CC), compensaciones de detectores de bioseñales, interferencia de radiofrecuencia). Además, los artefactos biológicos también pueden contaminar las bioseñales adquiridas. El ruido o los artefactos no deseados pueden tener un voltaje más alto que la bioseñal deseada, lo que hace que el proceso de captación sea complicado y costoso. En particular, las señales de EEG suelen oscilar entre el intervalo de 10 μV y 100 μV y pueden contaminarse fácilmente con las actividades fisiológicas del sujeto, por ejemplo, con cualquier movimiento menor (movimiento ocular), ECG (pulso), EMG (activación muscular, especialmente mordiendo y parpadeando), respiración etc.

25 Los electrodos de registro de EEG son fundamentales para adquirir datos de alta calidad adecuados. Una de las técnicas de cancelación de ruido implica acondicionar la piel donde se debe aplicar el electrodo para minimizar la impedancia en la interfaz de la piel y minimizar la interferencia. Normalmente, la preparación en la interfaz de la piel es invasiva, incluida la operación abrasiva, depilatoria o incisiones para raspar la piel. Otro enfoque para minimizar la impedancia y la interferencia es llenar el espacio entre el electrodo y la interfaz de la piel con un medio de conducción como un gel conductor o una solución salina. Una de las principales ventajas de los electrodos a base de gel es su robusta calidad de señal, pero las principales desventajas son el largo tiempo de montaje y la necesidad de lavar la tapa y el cabello del usuario después de la grabación. Por tanto, para adquirir una bioseñal en la cabeza de un sujeto, es conveniente proporcionar un electrodo no invasivo y sin gel que garantice la calidad de la captación de la señal.

35 Son bien conocidos los electrodos secos, que utilizan una ruta de corriente continua entre la piel del sujeto para adquirir una señal y están diseñados para funcionar sin un electrolito explícito. Sin embargo, emplear electrodos secos para adquirir una señal de la piel, particularmente EEG, es algo más desafiante en la práctica debido a la capa de alta resistencia de la piel, presencia de pelo, y el movimiento relativo de los electrodos con respecto al cuerpo creando un movimiento de fricción de los electrodos en contacto con la superficie del cuerpo. De hecho, los electrodos secos que no tienen el beneficio de un gel conductor son mucho más sensibles al estado de la piel y son altamente susceptibles a los artefactos de movimiento, mala conductancia eléctrica debido a una impedancia muy alta o cualquier fuente de interferencia.

40 Por lo tanto, todavía existe la necesidad de proporcionar una solución técnica para resolver el problema del contacto seco entre el electrodo y la piel para una detección de señal biológica de bajo ruido y artefactos. Para EEG, la grabación de señales de alta calidad de manera confiable a través de capas gruesas de cabello sigue siendo uno de los desafíos clave para mejorar la relación señal/ruido.

45 Es bien conocido el uso de auriculares para colocar el electrodo en la cabeza de los sujetos. Por ejemplo, el documento US 8,706,182 divulga una diadema para la cabeza que se puede usar para la biodetección que incluye una pluralidad de electrodos impregnados con una solución electrolítica. El auricular está diseñado para poner en contacto electrodos de bioseñal con el sitio donde hay cabello. El auricular incluye una diadema principal de forma arqueada que se extiende desde la frente hasta los lóbulos parietal y occipital del sujeto que comprende electrodos occipital y parietal para medir el EEG. La diadema principal sujeta el auricular con su fuerza elástica. La diadema también comprende 50 cuatro brazos que se extienden desde la diadema principal, cada uno de los cuales sostiene electrodos: electrodos electrooculares derecho e izquierdo diseñados para colocarse en las sienes y; electrodos de referencia derecho e izquierdo colocados en los lóbulos de las orejas. El electrodo incluye miembros terminales en forma de varilla que llevan puntas, estando dichos miembros inclinados en un cierto ángulo hacia el plano en el que están colocadas sus puntas para asegurar un contacto entre la piel y las puntas. Contrariamente a la presente invención, este tipo de auricular no proporciona un contacto directo entre los electrodos secos y la piel, ya que los electrodos no atraviesan completamente el cabello. Además, el número y la ubicación de los electrodos son fijos, lo que impide que los electrodos midan otra señal que no sean las ondas cerebrales parietales y occipitales. Este ejemplo también enfatiza un problema que se encuentra comúnmente en la práctica de la captación de EEG por medio de un auricular: no se

puede colocar instantáneamente en la posición correcta instantáneamente, en un solo movimiento, mientras se mantiene el auricular en una posición estable y cómoda.

Además, el documento WO2009/102430 divulga un auricular de audio para la captación de señales de EEG.

5 La presente invención está diseñada para evitar las desventajas de la técnica anterior al proporcionar un auricular para medir bioseñales por medio de electrodos secos (es decir, electrodos de contacto directo con la piel) para una detección de bioseñales de bajo ruido y artefactos que se puede colocar en una cabeza instantáneamente, de acuerdo con los sistemas habituales 10-20 y 10-10 (Jurcak, Tsuzuki y Dan, 2007) para la definición de ubicaciones del cuero cabelludo.

Sumario

10 Por lo tanto, la invención se refiere a un auricular que comprende ramas flexibles para posicionar adecuadamente los electrodos secos en contacto con la piel, particularmente para poner en contacto directo óptimo dichos electrodos de bioseñal con el sitio de la piel, incluso cuando el cabello sale por los sitios de la piel. El auricular también está configurado para evitar el movimiento indebido de los electrodos en contacto con la superficie de la piel, reduciendo así los artefactos. El diseño específico del auricular permite un posicionamiento correcto instantáneo del auricular, en un solo movimiento. Durante este movimiento, los electrodos secos se deslizan sobre la cabeza del sujeto desde la parte superior de la cabeza hasta su ubicación correcta y atraviesan el cabello. El uso de los auriculares es indoloro, no incisivo y cómodo. El auricular de electrodo no cubre toda la superficie superior de la cabeza del sujeto, aunque es lo suficientemente cómodo y discreto para su uso en un entorno clínico o no clínico. Además, dicho auricular permite elegir la ubicación y el número de ramas en la piel en función de las necesidades. El alcance de la invención está definido por las reivindicaciones adjuntas.

Definiciones

En la presente invención, los siguientes términos tienen los siguientes significados:

- "Electrodo de captación" se refiere a un electrodo activo o pasivo diseñado para medir una bioseñal.
- 25 - "Electrodo activo" se refiere a un electrodo que comprende al menos un amplificador y opcionalmente otros componentes electrónicos.
- "Rama" se refiere a un miembro alargado que se extiende desde el concentrador y que tiene una forma convexa diseñada para imponer una carga mecánica (es decir, una presión) cuando dicha rama está en contacto con la piel, in situ.
- 30 - "Estado contraído" o "configuración contraída" se refiere al estado no deformado del auricular en el que las ramas flexibles se retraen de manera que la abertura formada por los segundos extremos libres de las ramas flexibles es más pequeña que la abertura formada por los segundos extremos libres de las ramas flexibles en el estado expandido.
- "Contacto" o "contacto directo" se refiere a la proximidad inmediata con la piel de un sujeto que proporciona una ruta de corriente continua entre un electrodo y el cuerpo del sujeto para adquirir una bioseñal.
- 35 - "Electrodo seco" se refiere a un electrodo que no necesita el uso de un electrolito (por ejemplo, un gel conductor) para adquirir una bioseñal (por ejemplo, un electrodo que comprende pasadores de electrodo con resorte).
- "Estado expandido" o "configuración expandida" se refiere al estado del auricular en uso (es decir, en una posición estable sobre la cabeza del sujeto), en el que las ramas flexibles se deforman debido a la presión aplicada por la rama flexible en contacto con la piel.
- 40 - "Elemento de flexión" se refiere a un soporte elástico deformable reversiblemente y configurado para soportar y mover al menos un pasador a lo largo de al menos un eje. El elemento de flexión permite que la distancia entre el auricular y el pasador varíe dentro de un cierto intervalo determinado por la cantidad de flexión permitida por el elemento de flexión. Un elemento de flexión es, por ejemplo, un resorte, una membrana elástica o cualquier otro medio conocido por los expertos en la técnica.
- 45 - "Electrodo de tierra" o "electrodo de polarización" se refiere a un electrodo configurado para servir como un punto de referencia común para todo el voltaje en el sistema. En una realización, el electrodo de tierra puede desviar el cuerpo del sujeto a un potencial de referencia conocido utilizado para el amplificador de excitación incorporado en el concentrador.
- 50 - "Ángulo de carga" o "ángulo" se refiere al ángulo entre una rama en la configuración expandida y dicha rama en la configuración contraída. Dicho ángulo corresponde a la desviación de una rama en el estado expandido con respecto al estado contraído.

- "Estado mental" se refiere a una condición mental relacionada con mecanismos cerebrales conscientes o inconscientes. Dicho estado mental puede medirse, por ejemplo, para cuantificar o modelar un proceso cerebral intelectual, emocional, psicológico.
- 5 - "Modular" se refiere al diseño intercambiable del auricular que está construido y organizado en unidades autónomas. Por tanto, en una realización, el auricular está configurado para permitir que se añadan ramas, electrodos o pasadores individuales flexibles al auricular básico que comprende al menos 3 electrodos, según el requisito. Según una realización, el auricular es modular para llevar una unidad a cualquier lugar de la cabeza del sujeto. El término "modular" también puede referirse al hecho de que dichas unidades individuales pueden montarse o reemplazarse fácilmente independientemente de las otras unidades montadas dentro del auricular.
- 10 - "Cerca" (el segundo extremo libre) significa que un elemento está ubicado en una rama flexible a una distancia corta de una ubicación, preferiblemente a una distancia menor que la mitad de la longitud de la rama flexible (es decir, la dimensión que se extiende desde el concentrador hasta el extremo libre).
- "Dimensión de apertura" se refiere a un valor cuantitativo que define el tamaño de la apertura formada por los segundos extremos libres. Según una realización, dicha dimensión es un tramo de ramificación, la circunferencia de la abertura formada por los extremos libres de las ramificaciones flexibles o el paso entre dos extremos libres adyacentes.
- 15 - "Paso" se refiere a la dimensión del espacio entre dos extremos libres adyacentes de dos ramas flexibles adyacentes.
- "Electrodo pasivo" se refiere a un electrodo que no comprende ningún amplificador.
- "Pasador" se refiere a un miembro alargado o similar a una varilla que comprende un primer extremo libre que comprende una interfaz de contacto con la piel y un segundo extremo conectado a al menos un elemento de flexión.
- 20 - "Electrodo de referencia" se refiere a un electrodo con el que las señales recibidas de otro electrodo se pueden comparar como una diferencia de potencial para medir el voltaje entre los dos electrodos.
- Los términos "Derecha" e "Izquierda" corresponden a la derecha y la izquierda de un sujeto cuando el sujeto usa los auriculares.
- 25 - "Sujeto" se refiere a un animal, preferiblemente un mamífero, más preferiblemente un ser humano. El sujeto puede ser un paciente, es decir, el sujeto está esperando recibir o está recibiendo atención médica o es/será objeto de un procedimiento médico.
- "Tramo" se refiere a la dimensión del espacio entre dos ramas flexibles opuestas, desde un extremo libre de un rancho flexible, hasta el extremo libre opuesto.
- 30 - "Sistema 10-10" se refiere a un método reconocido internacionalmente que describe la ubicación de los electrodos del cuero cabelludo en el contexto de una prueba o experimento de EEG. El "10" se refiere al hecho de que las distancias reales entre electrodos adyacentes son el 10% de la distancia total de adelante hacia atrás o de derecha a izquierda del cráneo. Las letras AF, F, T, C, P, TP, CP, PO, FC y O representan los lóbulos frontal, temporal, central, parietal y occipital, respectivamente. Los números pares (por ejemplo, 2, 4, 6, 8) se refieren a las posiciones de los electrodos en el hemisferio derecho, mientras que los números impares (por ejemplo, 1, 3, 5, 7) se refieren a los del hemisferio izquierdo. Además, los códigos de letras A, Pg y Fp identifican los lóbulos de las orejas, los sitios polares nasofaríngeos y frontales, respectivamente.
- 35

Descripción detallada

- 40 Esta invención se refiere a un auricular para la captación de bioseñales configurado para colocar uno o más electrodos montados en el auricular dentro de una región objetivo predeterminada en la cabeza de un sujeto (basado en el sistema 10-10). La región objetivo se elige de acuerdo con un esquema de colocación de electrodos deseado (por ejemplo, en los lóbulos parietal y occipital) dependiendo de la naturaleza de la medición. Por ejemplo, la medición es de varios EEG en diferentes lugares para definir un estado mental.
- 45 Según una realización, con referencia a la figura 1, el auricular para la captación de bioseñales comprende un concentrador (4); al menos 3 ramas (1, 2, 3) flexibles, cada rama tiene un primer extremo (1a, 2a, 3a) que se extiende desde el concentrador (4) y un segundo extremo (1b, 2b, 3b) libre definir una abertura formada por la posición relativa de dichos extremos (1b, 2b, 3b) libres. Según una realización, el auricular también comprende al menos 3 electrodos (5), en el que al menos un electrodo está ubicado en cada una de las al menos 3 ramas (1, 2, 3) flexibles, estando configurados dichos electrodos (5) para adquirir una bioseñal.
- 50 De acuerdo con una realización, las al menos 3 ramas (1, 2, 3) flexibles del auricular están configuradas para tener un estado contraído y un estado expandido reversiblemente; en el que en el estado expandido, la abertura es mayor que en el estado contraído; en el que en el estado expandido, los al menos 3 electrodos están en contacto con la piel; y en el que después de colocarse sobre la cabeza de un sujeto, el auricular alcanza el estado expandido bajando

progresivamente el auricular hasta que el concentrador está en contacto con la parte superior de la cabeza del sujeto. En el estado expandido, los al menos tres electrodos (5) y las al menos tres ramas (1, 2, 3) flexibles mantienen el auricular in situ.

5 Según una realización, dichas al menos 3 ramas (1, 2, 3) flexibles están conectadas mecánicamente al concentrador (4). En una realización, las al menos 3 ramas (1, 2, 3) flexibles están conectadas de forma reversible. En otra realización, el auricular está hecho de una sola pieza, el concentrador (4) y las al menos 3 ramas (1, 2, 3) flexibles son integrales (es decir, están conectadas de manera irreversible). Según una realización, el auricular de una sola pieza se fabrica mediante procesos de moldeo tales como moldeo por compresión; moldeo por extrusión; moldeo por inyección; moldeo por soplado; fundición; extrusión; proceso de impresión 3D, etc.

10 Según una realización, el concentrador (4) tiene cualquier forma o forma adecuada para mantener dichas al menos 3 ramas (1, 2, 3) flexibles en una posición estable en la parte superior de la cabeza de un sujeto, por ejemplo, el concentrador (4) tiene una forma cóncava de diamante o una forma triangular cóncava (como se ve en las figuras 1-7).

15 Según una realización, el auricular comprende al menos 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 o 18 ramificaciones (1, 2, 3) flexibles. Según una realización, cada una de dichas ramas comprende al menos un electrodo (5).

Según una realización, dichas al menos 3 ramas (1, 2, 3) flexibles son deformables elásticamente.

20 De acuerdo con una realización, dichas al menos 3 ramas (1, 2, 3) flexibles están configurados para ser deformables, lo que permite modificar la abertura formada por los segundos extremos (1b, 2b, 3b) libres (por ejemplo, el tamaño y la forma de la abertura). En una realización, la dimensión de la abertura formada por los segundos extremos (1b, 2b, 3b) libres puede medirse mediante un ángulo de carga (α , β), un tramo de rama, una circunferencia o un paso entre dos ramas flexibles extremos (1b, 2b, 3b) libres. Según una realización, el ángulo de carga de los auriculares varía de 2 a 70°, o de 5 a 70°, o de 10 a 70°, o de 15 a 70°, o de 20 a 70°, o de 30 a 70°, o de 40 a 70°, o de 50 a 70°, o de 60 a 70°. En una realización, el auricular en el estado expandido tiene una extensión de rama que varía de 10 cm a 30 cm, o de 12 cm a 20 cm. En una realización, el auricular en el estado expandido tiene una circunferencia formada por los extremos libres de las ramas flexibles (1b, 2b, 3b) que van desde 30 cm a 70 cm, que van desde 52 cm a 62 cm. En una realización, el auricular en el estado expandido tiene un paso de dos ramas (1, 2, 3) flexibles que van desde 5 cm a 20 cm, 5 a 15 cm o 5 a 10 cm.

30 Según una realización, el auricular está hecho de un material a base de polipropileno. Según una forma de realización, los auriculares están hechos de material a base de silicona. Según una realización, el auricular está hecho al menos parcialmente de metal, aleación de metal, plástico, polímero, material compuesto o una mezcla de estos. Según una realización, dichas al menos 3 ramas (1, 2, 3) flexibles están hechas parcialmente de varillas metálicas. Según una forma de realización, las al menos 3 ramas (1, 2, 3) flexibles están hechas de acrilonitrilo butadieno estireno. Según una forma de realización, las al menos 3 ramas (1, 2, 3) flexibles son de poliamida. Según un modo de realización, las al menos 3 ramas (1, 2, 3) flexibles están hechas de una chapa metálica magnética; dicha hoja de metal amagnético evita la perturbación del EEG. Según una realización, la hoja de metal amagnético tiene al menos 0.5 mm de espesor. Según una realización, la hoja de metal amagnética está estampada o moldeada. Según una realización, una pieza de caucho o una espuma se conecta a la hoja de metal magnética. Según una realización, dicha parte de goma o espuma está en contacto con la cabeza del sujeto cuando se usa el auricular para asegurar la comodidad del sujeto y así mejorar la calidad de la señal de EEG al disminuir la impedancia. Según una forma de realización, la espuma se termoconforma. Según una forma de realización, la espuma está hecha de polietileno o poliamida. Según una forma de realización, la espuma o el caucho comprende al menos una carcasa y el al menos un electrodo de cada rama puede estar ubicado en dicha carcasa.

45 Según una realización, dicho material proporciona a las ramas (1, 2, 3) flexibles al menos suficiente flexibilidad para flexionarse en respuesta al posicionamiento del auricular en la cabeza de un sujeto de modo que las ramas (1, 2, 3) flexibles impongan una presión indolora sobre la cabeza del sujeto y mantengan los electrodos (5) en contacto con la piel. Según una realización, el material de ayuda proporciona a las ramas (1, 2, 3) flexibles al menos suficiente elasticidad y flexibilidad para que el auricular pueda moverse entre una configuración expandida a una configuración contraída sin romperse o sin deformarse plásticamente (es decir, deformado permanente e irreversiblemente). Según una realización, las ramas (1, 2, 3) flexibles presentan una dureza Shore que varía de 50 a 95 Shores.

50 Según una realización, el auricular está hecho de un material aislante, es decir, que permite aislar el cable conectado a los electrodos (5) ubicados dentro de la estructura del auricular. Ventajosamente, dicho material aislante puede proporcionar aislamiento de la bioseñal de las interferencias ambientales. Según una realización, la estructura del auricular (es decir, las ramas (1, 2, 3) flexibles y el concentrador (4)) encierra cables/canales electrónicos conectados a cada al menos un electrodo (5) ubicado en cada rama (1, 2, 3) flexible y la conducción de la bioseñal. En una realización, la estructura de los auriculares comprende componentes electrónicos como, por ejemplo, un circuito electrónico o un transmisor/transceptor inalámbrico. Esta forma de realización es ventajosa en el caso de electrodos secos pasivos.

Según una realización, la presión impuesta por las ramas (1, 2, 3) flexibles y/o los electrodos (5) a la piel es inferior a 5 N, por ejemplo 0,25 N, 0,75 N, 1N, 2N, 3N, 4N, 5N o menos. Según una realización, la presión impuesta por el auricular en contacto con la piel puede variar, dependiendo de la ubicación en la cabeza y la sensibilidad de un sujeto.

5 Según una realización, una rama (1, 2, 3) flexible tiene una sección circular, ovalada, rectangular, sección triangular o cuadrada o cualquier geometría que tenga forma ergonómica y esté diseñada para garantizar la adecuada flexibilidad y elasticidad de las ramas (1, 2, 3) flexibles. Por ejemplo, las ramas (1, 2, 3) flexibles pueden tener una sección que tenga una o dos dimensiones (por ejemplo, un diámetro, una anchura, una longitud) que oscilen entre 1 mm y 1 cm, o entre 1 mm y 5 mm.

10 Según una forma de realización, dichas al menos 3 ramas (1, 2, 3) flexibles consisten en una única ramificación. Según otra forma de realización, las al menos 3 ramas (1, 2, 3) flexibles están formadas por varias ramificaciones, por ejemplo, al menos 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 o 10 ramificaciones. Según una forma de realización, al menos una rama flexible comprende varias ramificaciones, por ejemplo, al menos 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 o 10 ramificaciones.

15 Según una realización, una rama (1, 2, 3) flexible tiene una longitud (es decir, la dimensión de la rama (1, 2, 3) flexible que se extiende desde el concentrador (4) hasta el extremo (1b, 2b, 3b) libre) que oscilan entre 1 cm y 30 cm, o entre 10 cm y 15 cm. Según una realización, la rama al menos flexible (1, 2, 3) tiene diferente longitud dependiendo de la parte de la cabeza a alcanzar, el tamaño y la forma del cráneo del sujeto. Las al menos 3 ramas (1, 2, 3) flexibles pueden tener diferentes tamaños y formas dependiendo de la señal biológica a medir. Por ejemplo, el tamaño y la forma dependen de la morfología del sujeto, el área que es adecuada para alcanzar para medir una bioseñal (por ejemplo, un EEG, un ECG) en una ubicación deseada mientras se asegura una posición estable del auricular en la cabeza del sujeto. Según una realización, dichas al menos tres ramas (1, 2, 3) flexibles tienen una longitud configurada para doblarse debido a las propiedades elásticas del material.

20 Según una realización, dichas al menos 3 ramas (1, 2, 3) flexibles son telescópicas, es decir, extensibles o comprimibles mediante el deslizamiento de secciones superpuestas. Según una forma de realización, las ramas (1, 2, 3) flexibles tienen una longitud variable que se puede ajustar (es decir, se puede acortar o alargar) dependiendo del requisito.

25 Ventajosamente, las al menos 3 ramas (1, 2, 3) flexibles están diseñadas para adaptarse a cualquier tamaño y forma de un sujeto. De hecho, cada individuo tiene una morfología única; particularmente una forma de cráneo única. Dichas ramas (1, 2, 3) flexibles son adaptables a cualquier cráneo proporcionando al menos 3 puntos de contacto en contacto con la piel, ubicados en los extremos (1b, 2b, 3b) libres de las ramas (1, 2, 3) flexibles. Además, la flexibilidad y el número reducido de ramas mejoran la adaptabilidad del auricular a cualquier tipo de morfología del cráneo.

30 Según una realización, el auricular para la captación de una bioseñal de un sujeto comprende:
 - un concentrador (4);
 - al menos 3 ramas (1, 2, 3) flexibles, teniendo cada rama un primer extremo (1a, 2a, 3a) que se extiende desde el concentrador (4) y un segundo extremo (1b, 2b, 3b) libre; y
 35 - al menos 3 electrodos (5), en el que cada rama (1, 2, 3) flexible comprende al menos un electrodo (5), estando configurados dichos electrodos (5) para adquirir una bioseñal;
 en el que la primera rama (1) flexible comprende una superficie cóncava con un radio de curvatura, un estado contraído cuando el sujeto no usa el auricular y un estado expandido cuando un sujeto usa el auricular.

40 Según una realización, el radio de curvatura en el estado contraído (CRc) y el radio de curvatura en el estado expandido (CRe) es tal que:

$$CRc = \frac{CRe}{\Delta};$$

en el que Δ es igual a al menos dos veces la desviación estándar del radio de curvatura del cuero cabelludo en una posición dada en el sistema 10-10.

45 Según un modo de realización, la segunda rama (2) y la tercera rama (3) están unidas y forman un arco. Según una forma de realización, dicho arco está estampado o moldeado. Según una realización, el concentrador está conectado (por ejemplo, atornillado) al arco entre la segunda y la tercera rama (2, 3) (es decir, en la parte superior del arco).

Según una realización, el auricular comprende una pluralidad de ramas flexibles que comprenden una superficie cóncava con un radio de curvatura, un estado contraído y un estado expandido. Según una realización, cada una de dichas ramas está conectada al arco.

50 Según una realización, la segunda y tercera rama (2, 3) forman un arco y la primera rama (1) es extraíble del arco. Según una realización, el auricular comprende una pluralidad de ramas extraíbles. Según una forma de realización,

cada rama que se puede retirar del arco comprende una superficie cóncava con un radio de curvatura, un estado contraído y un estado expandido.

5 Según una realización, el auricular comprende al menos 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 o 18 ramas (1, 4) flexibles que comprende una superficie cóncava con un radio de curvatura, un estado contraído y un estado expandido.

Según una realización, el auricular comprende al menos 3 electrodos (5), al menos un electrodo (5) está ubicado en cada una de las al menos 3 ramas (1, 2, 3) flexibles. Los al menos tres electrodos están configurados para adquirir bioseñales.

10 Según una realización, los al menos tres electrodos (5) se colocan en la superficie interna del auricular (es decir, el concentrador (4) o las ramas (1, 2, 3) flexibles). Según una forma de realización, los al menos tres electrodos (5) están situados en la superficie interna cerca del segundo extremo (1b, 2b, 3b) libre de las ramas (1, 2, 3) flexibles. En una realización, los al menos tres electrodos (5) están ubicados en el extremo de una rama (1, 2, 3) flexible. Según una realización, los al menos tres electrodos (5) se colocan en cualquier lugar a lo largo de la superficie interna del auricular.

15 Ventajosamente, el al menos un electrodo (5) situado en el extremo de cada rama (1, 2, 3) flexible mejora la presión aplicada sobre los electrodos en contacto con la piel del sujeto, in situ. En consecuencia, dichos al menos tres electrodos (5) también mejoran el posicionamiento seguro del auricular en la cabeza de un sujeto.

Según una realización, dichos al menos 3 electrodos (5) comprenden un electrodo de tierra, un electrodo de referencia y al menos un electrodo de captación.

20 Los registros de bioseñal son bipolares, es decir, representan la diferencia de potencial entre el electrodo de captación de interés y un electrodo de referencia. En una realización, los electrodos de referencia y de tierra se colocan sobre la piel para medir la señal cerebral en comparación con otra señal cerebral como referencia. La actividad biológica (como la actividad cerebral) pero también los campos eléctricos y magnéticos ambientales pueden generar diferencias de potencial en la piel. Por lo tanto, según una realización, el auricular también incluye un electrodo de tierra que aísla a un sujeto humano de la tierra de la fuente de alimentación. Esta configuración que comprende un electrodo de toma de tierra, un electrodo de referencia y de captación está diseñado para rechazar el potencial de modo común espacialmente constante y amplificar la diferencia de potencial entre pares de ubicaciones de la piel de modo que el voltaje de salida sea proporcional a la diferencia de la piel en la diferencia de potencial generada dentro del cuerpo. Las impedancias de todos los electrodos de captación se comparan tanto con el electrodo de tierra como con el de referencia durante el procesamiento de datos.

30 Según una realización, el auricular incluye al menos un electrodo de tierra y al menos un electrodo de referencia. En alguna realización, tanto los electrodos de referencia como los de tierra están configurados para ubicarse detrás de las orejas, en las mastoides. Según una realización, los electrodos de captación se colocan en un área donde el voltaje de la piel está cambiando y el electrodo de referencia en un sitio neutral, es decir, un área donde el voltaje de la piel varía lo menos posible. Según una realización, el auricular está configurado de manera que el electrodo de referencia se coloca en la mastoides, vértice, lóbulos de la oreja (particularmente oreja ipsilateral, oreja contralateral), área no cefálica o en la punta de la nariz. Según otra realización, la referencia se calcula promediando la señal de varios electrodos de captación. Según una forma de realización, el electrodo de referencia está situado en la mastoides del lado derecho. Según una forma de realización, el electrodo de referencia está situado en la mastoides del lado izquierdo. Las mastoides son dos ubicaciones ideales para medir potenciales no cerebrales con una cantidad mínima de artefactos.

40 Según una realización, el auricular está configurado de tal manera que el electrodo de tierra se coloca en la frente del sujeto. En alguna realización, el electrodo de referencia está ubicado en cualquier lugar de la cabeza de un sujeto. Según una realización, el auricular está configurado de tal manera que el electrodo de tierra se coloca en la ubicación de la oreja del sujeto. Según una forma de realización, dicho electrodo de tierra está situado en la mastoides del lado izquierdo. Según una forma de realización, dicho electrodo de tierra está situado en la mastoides del lado derecho. Según una realización, el auricular también incluye al menos un electrodo (5) colocado en el lóbulo frontal. En una realización, dos electrodos (5) ubicados respectivamente en el hemisferio derecho e izquierdo; y al menos un electrodo (5) colocado en el lóbulo parietal. En una realización, dos electrodos (5) ubicados respectivamente en el hemisferio derecho e izquierdo. Según una realización, el auricular comprende varios electrodos de captación, por ejemplo 1, 4, 5, 8, 10, 16, 20, 25, 30, 40 o 50 electrodos de captación. En una realización, el auricular puede comprender un número igual de electrodos de captación y de referencia, un número igual de electrodos de captación y de tierra y/o un número igual de electrodos de captación, de tierra y de referencia.

55 Ventajosamente, dicho electrodo de tierra permite mejorar y optimizar la reducción de ruido en el amplificador, particularmente el rechazo en modo común. Se necesita un electrodo de tierra que sirva como punto de referencia común para todos los voltajes del sistema.

Según una realización, cada rama (1, 2, 3) flexible comprende al menos un electrodo (5). Según una realización, cada rama (1, 2, 3) flexible comprende 1, 2, 3, 4 o 5 electrodos (5).

- Según una realización, dichos al menos 3 electrodos (5) comprenden al menos un electrodo seco. Según una realización, los al menos 3 electrodos (5) son electrodos activos. Según una realización, los al menos 3 electrodos (5) son electrodos pasivos. Según una realización, al menos un electrodo de captación es un electrodo seco. Según una realización, los electrodos de tierra y/o de referencia son electrodos pasivos. Según una realización, todos los electrodos de captación son electrodos pasivos secos (es decir, electrodos secos que no tienen circuitería incorporada). Según una realización, los electrodos de referencia y de tierra son electrodos activos secos (es decir, electrodos secos que tienen un circuito incorporado). En alguna realización, los electrodos de tierra o/y de referencia comprenden una sustancia adherente o una sustancia conductora. En alguna realización, todos los electrodos (5) ubicados en un área donde existe cabello son electrodos secos.
- 5
- 10 Según una realización, el electrodo activo comprende al menos un amplificador, teniendo dicho amplificador una ganancia que varía de 1 a 5000 o de 1 a 2500, o de 1 a 1000, o de 1 a 500. Según una realización, el electrodo activo comprende un convertidor de impedancia. Según una realización, el electrodo activo comprende un amplificador y un conjunto de protecciones tales como diodos de supresión de voltaje transitorio (TVS) y filtros de frecuencia de señal, por ejemplo.
- 15 Según una realización, el electrodo activo comprende un amplificador que tiene un ruido intrínseco bajo (<76nV P-P) en el intervalo de frecuencia de 0.1 a 10 Hz, por ejemplo. El amplificador puede tener una baja desviación y tensión de compensación. Esta configuración permite proporcionar la mejor separación entre bioseñales y señales de interferencia y ruido. En alguna realización, el amplificador tiene una alta relación de rechazo en modo común, por ejemplo, al menos 110 dB.
- 20 Según una realización, los al menos tres electrodos (5) están conectados eléctricamente a un circuito (13) electrónico que está configurado para recibir y procesar una señal sin procesar de los electrodos (5) y para proporcionar una señal de salida. Según una realización, el circuito (13) electrónico está montado o alojado dentro de un electrodo activo, preferiblemente en electrodos de captación. Según una realización, el circuito (13) electrónico está montado o alojado dentro de al menos un electrodo activo.
- 25 Según una realización, dichos al menos 3 electrodos (5) están configurados para realizar una electroencefalografía (EEG) y/u opcionalmente electromiografía (EMG), electrooculografía (EOG) o electrocardiografía (ECG).
- En alguna realización, al menos 2 electrodos de captación están configurados para realizar un EEG, y los electrodos de captación opcionales están configurados para medir la actividad muscular, actividad ocular cardíaca para correlacionar bioseñales con un estado mental, o para mejorar la captación de señales discriminando diferentes artefactos fisiológicos del voltaje de la piel.
- 30 Según una realización, cada uno de los al menos 3 electrodos (5) comprende al menos 1 pasador (6), dicho al menos un pasador (6) está conectado a al menos un elemento (7) de flexión en un primer extremo y comprende una interfaz (8) de contacto con la piel en un segundo extremo. Según una realización, los electrodos de referencia, tierra y captación comprenden al menos una pasador (6). Según una realización, los electrodos de captación comprenden al menos una pasador (6). Según una realización, el electrodo de la primera rama (1) comprende al menos 1 pasador (6), dicho al menos un pasador (6) está conectado a al menos un elemento (7) de flexión en un primer extremo y comprende una interfaz (8) de contacto con la piel en un segundo extremo. Según una realización, el electrodo de cada rama que se conecta al arco comprende al menos 1 pasador (6), dicho al menos un pasador (6) está conectado a al menos un elemento (7) de flexión en un primer extremo y comprende una interfaz (8) de contacto con la piel en un segundo extremo.
- 35
- 40 Según una realización, dichos pasadores (6) situadas en contacto con la piel del sujeto forman una interfaz (8) de contacto con la piel. Según una realización, los pasadores (6) están configuradas para atravesar los cabellos asegurando un contacto conductor. En una realización, solo el electrodo de captación comprende al menos dos pasadores (6), estando ubicado dicho electrodo de captación en la cabeza del sujeto. En una realización, el electrodo comprende al menos 1, 2, 4, 8, 16, 20, 24, 28, 32 o 50 pasadores (6). En una realización, los pasadores son miembros en forma de varilla que tienen un diámetro que varía de 0.25 mm a 1 cm, o de 1 a 2 mm. En una realización, los pasadores (6) están hechos de un material conductor que forma protuberancias alargadas. Según una realización, dichas protuberancias alargadas tienen cualquier forma que proporcione un contacto suficiente e indoloro con la piel del sujeto a través del cabello, por ejemplo una forma cilíndrica, triangular o rectangular con un extremo libre redondeado que forma la interfaz (8) de contacto con la piel. De acuerdo con una realización, los electrodos de tierra y/o de referencia que no están ubicados en un área donde existe cabello comprenden solo una única interfaz de contacto de la piel (8) con la piel del sujeto.
- 45
- 50 Según una realización, un pasador impone una presión aplicada por el pasador en contacto con la piel que es menor que 5N, por ejemplo 0.25N, 0.75N, 1N, 2N, 3N, 4N, 5N o menos.
- 55 Según otra realización, la longitud del pasador (6) puede ser variable y la longitud varía de 1 mm a 20 mm, o de 4.5 a 7.5 mm. Ventajosamente, la variabilidad de la longitud permite elegir la longitud óptima en función de la ubicación de la cabeza, la longitud y densidad del cabello y, de manera más general, en función de la morfología del sujeto.

Según una realización, dichos al menos 3 electrodos (5) comprenden al menos 2 pasadores (6), cada uno de dichos al menos dos pasadores (6) está conectado a al menos un elemento (7) de flexión en un primer extremo y comprende una interfaz (8) de contacto con la piel en un segundo extremo. Según una forma de realización, los al menos 2 pasadores están dispuestos eléctricamente en paralelo. Según una realización, el electrodo de la primera rama (1) comprende al menos 2 pasadores (6), cada uno de dichos al menos dos pasadores (6) está conectado a al menos un elemento (7) de flexión en un primer extremo y comprende una interfaz (8) de contacto con la piel en un segundo extremo. Según una forma de realización, los al menos 2 pasadores están dispuestos eléctricamente en paralelo. Según una realización, el electrodo de cada rama que se conecta al arco comprende al menos 2 pasadores (6), cada uno de dichos al menos dos pasadores (6) está conectado a al menos un elemento (7) de flexión en un primer extremo y comprende una interfaz (8) de contacto con la piel en un segundo extremo. Según una forma de realización, los al menos 2 pasadores están dispuestos eléctricamente en paralelo.

Ventajosamente, la configuración eléctricamente paralela permite disminuir la impedancia de contacto mientras adquiere fácilmente muchos más puntos de cabeza a través de los cabellos. El uso de electrodos activos también contribuye a reducir la impedancia de contacto.

En una realización, las dimensiones de los pasadores (6) y el material están configuradas para proporcionar una impedancia de contacto que varía de 1 Ω a 300 k Ω . Esta impedancia disminuirá con el número de pasadores y su conexión eléctricamente paralela, independientemente de la naturaleza del electrodo (es decir, activo o pasivo). Además, el electrodo activo disminuyó drásticamente la impedancia utilizando un amplificador como convertidor de impedancia que disminuye aún más dicha impedancia. De hecho, la impedancia de contacto del electrodo no seco es de aproximadamente 5 k Ω en lugar de que la impedancia de contacto de un electrodo seco podría aumentar hasta aproximadamente 500 k Ω . Para proporcionar un sistema de captación que comprenda electrodos secos que permita realizar una captación de bioseñal con una calidad comparable a un sistema no seco, es particularmente importante reducir dicha impedancia de contacto.

Según una realización, el patrón de contacto de al menos un electrodo (5) en contacto con la piel es variable mediante un ajuste (10) de matriz. Un ajuste (10) de matriz es una carcasa de electrodo que impone un patrón específico de pasadores (6) que permite que los pasadores (6) se monten de manera fácil e independiente en el auricular.

Según una realización, los pasadores (6) están hechas de un material impermeable al agua, duradero y biocompatible para el contacto con la piel. En una realización, dichos pasadores (6) están montados en una configuración de matriz (10) imponiendo un patrón con un número de conexiones de pasadores y una distancia predeterminada entre dos pasadores. Dichos pasadores (6) están conectados reversiblemente al ajuste (10) de matriz, independientemente de otros pasadores (6). En una realización, los pasadores (6) están conectadas de forma reversible en el ajuste (10) de matriz. Según una realización, la distancia entre dos pasadores (6) está comprendida entre 0.25 mm y 10 mm, o entre 2 mm y 3 mm. Según una realización, los pasadores (6) en contacto con la piel están hechas y opcionalmente recubiertas con un material conductor.

Según una realización, la interfaz (8) de contacto con la piel está hecha de oro. Según una realización, el pasador (6) está conectado a una interfaz (9) electrónica que comprende un circuito (13) electrónico tal como CMS. Según una realización, el extremo del pin en contacto/conectado a la interfaz (9) electrónica está fabricado en Níquel-Oro. En una realización, la calidad de la superficie de la interfaz (8) de contacto con la piel está configurada para ser suave o lisa para mejorar la comodidad de los auriculares. Ventajosamente, los pasadores (6) pueden entrar en contacto directo con la piel del sujeto por medio de su estructura saliente que puede atravesar fácilmente el cabello.

En alguna realización, los electrodos de referencia, de tierra y de captación, más particularmente los pasadores (6), están conectados individualmente a un elemento (7) de flexión individual. Según una realización, ambos pasadores (6) están conectados a un elemento (7) de flexión común. Según una realización, el elemento (7) de flexión está realizado en un material conductor. Por ejemplo, un elemento (7) de flexión puede ser un resorte metálico cargado en un pasador o una membrana conductora flexible. Según una realización, los electrodos de referencia, de tierra y de captación están cargados por resorte. Según una realización alternativa, solo los electrodos de captación están cargados por resorte. Ventajosamente, el elemento (7) de flexión aumenta la adaptación a la forma de la piel y permite controlar e indoloro la presión impuesta por los pasadores (6) en contacto con la piel. Dicho elemento (7) de flexión empuja los pasadores (6) a través de los mechones de cabello y mantiene una presión constante e indolora impuesta por los pasadores (6) en contacto con la piel, para todas las posiciones. El elemento (7) de flexión también permite que la distancia desde el elemento de contacto (es decir, el extremo (8) libre o el pasador (6)) para variar dentro de un cierto intervalo determinado por la cantidad de flexión permitida por el elemento (7) de flexión y las ramas (1, 2, 3) flexibles. Por ejemplo, la distancia desde la interfaz (8) de la piel y la interfaz de contacto del circuito (9) varía de 1 mm a 5 mm, o de 3 mm a 4 mm. Finalmente, el uso de pasadores (6) cargadas en un elemento (7) de flexión mejora el posicionamiento seguro del auricular en la cabeza del sujeto, particularmente cuando los pasadores (6) están ubicados en el extremo (1b, 2b, 3b) libre de las ramas (1, 2, 3) flexibles. De hecho, los pasadores (6) proporcionan un soporte adicional sobre la piel del sujeto.

Según una realización, con referencia a la figura 8, al menos un electrodo (5) del auricular está hecho de 3 pasadores (6) cargadas en un resorte (7). El extremo libre superior (8) del pasador (6) está destinado a estar en contacto con el sujeto de la piel y de ese modo formar una interfaz (8) de contacto con la piel. El conjunto de dicho pasador (6) y

resorte (7) está conectado a una configuración (10) de matriz. El extremo inferior del resorte (7) está conectado a un dispositivo montado en superficie (CMS) y forma una interfaz (9) electrónica que permite una conexión electrónica entre un pasador (6) y un circuito (13) electrónico para procesar la bioseñal.

5 En una realización, cada electrodo (5) comprende al menos un elemento de contacto (por ejemplo, un pasador, un miembro saliente, una placa) en contacto con la piel de un sujeto y diseñado para conducir una corriente y opcionalmente dicho elemento de contacto está conectado a un circuito sensor. En alguna realización, el electrodo de captación para medir una bioseñal es un electrodo resistivo que tiene un contacto directo con la piel del sujeto con una trayectoria de corriente continua entre la piel del sujeto y el elemento de contacto/interfaz. En otra realización, los
10 electrodos son electrodos capacitivos sin contacto con la piel pero que tienen un enlace capacitivo entre la piel y el electrodo, por ejemplo, el electrodo está hecho de un material altamente dieléctrico.

Según una realización, el auricular está diseñado para una aplicación clínica o no clínica. Ventajosamente, el auricular está diseñado para colocarse rápidamente sin la ayuda de un técnico capacitado y también es discreto y cómodo para un uso ambulatorio.

15 Según una realización, el auricular tiene una configuración expandida in situ (es decir, bajada sobre la cabeza del sujeto) correspondiente a un estado deformado de las ramas (1, 2, 3) flexibles. Según una realización, la dimensión de apertura del auricular en el estado expandido es al menos 1.5; 2; 2.5; 3; 3.5; 4; 4.5; 5; 6; 7; 8; 9 o 10 veces mayor que dicha dimensión en estado contraído. Según una realización, dicha dimensión de apertura es el tramo de rama, la circunferencia de la abertura formada por los extremos libres de las ramas (1b, 2b, 3b) flexibles o el paso entre dos extremos (1b, 2b, 3b) libres adyacentes.

20 Según una realización, cada una de las ramas (1, 2, 3) flexibles en el estado expandido presenta un ángulo (α , β) entre la configuración expandida y la configuración contraída que varía de 2° a 70° , o de 5° a 70° , o de 10° a 70° , o de 15° a 70° , o de 30° a 70° , o de 50° a 70° .

25 La figura 2 ilustra la deformabilidad del auricular, particularmente la variación de su forma/tamaño entre las configuraciones contraídas y expandidas. Según una realización, con referencia a la figura 2, el auricular se ilustra con las ramas flexibles en la configuración (1, 2) expandida y en la configuración (1', 2') contraída. La posición de la rama flexible en el estado (1, 2) expandido y la posición de la rama flexible en el estado (1', 2') contraído forman ángulos de carga (α , β). El primer ángulo de carga (α) relativo a la flexibilidad de una primera rama (1, 1') flexible es sustancialmente igual a 40° . El segundo ángulo de carga (β) relativo a la flexibilidad de una segunda rama (2, 2') flexible es sustancialmente igual a 15° . Según una realización, los ángulos de carga (α , β) son iguales o diferentes.
30 Según una realización, el valor de los ángulos de carga (α , β) depende de las propiedades mecánicas de las ramas (1, 2, 3) flexibles (por ejemplo, la flexibilidad, la elasticidad ...).

35 Según una realización, el auricular tiene una configuración contraída cuando no se usa (es decir, antes o después del uso) correspondiente a un estado no deformado de las ramas (1, 2, 3) flexibles. Según una realización, en el estado contraído, dicha abertura es más pequeña que el tamaño de la cabeza del sujeto. Ventajosamente, las ramas (1, 2, 3) flexibles son deformables reversiblemente para adaptarse a cualquier tipo de morfología, tamaño y particularmente forma de la cabeza del sujeto. De hecho, la deformabilidad del auricular y el número reducido de ramas (1, 2, 3) flexibles permiten que el auricular se adapte a una amplia gama de morfologías del cráneo única para cada individuo, a diferencia de los auriculares clásicos para la grabación de EEG.

40 Según una realización, el auricular, inicialmente en un estado plegado, está diseñado para ser bajado sobre la cabeza, preferiblemente utilizando las ramas (1, 2, 3) para posicionar y empujar el auricular. El movimiento de descenso se refiere a un movimiento de empuje del auricular, estando posicionada la abertura formada por los segundos extremos (1b, 2b, 3b) libres en la superficie superior del sujeto. Durante dicho movimiento de descenso, la cabeza del sujeto aplica una presión contra las ramas (1, 2, 3) flexibles deformándolas progresivamente y agrandando la abertura formada por dichos extremos (1b, 2b, 3b) libres del auricular. El auricular también está diseñado para ser retirado de
45 la cabeza del sujeto tirando solo del auricular, preferiblemente por medio de las ramas (1, 2, 3) flexibles, retrayendo así progresivamente dicha abertura y volviendo así el auricular en un estado contraído. El auricular se mantiene en una posición segura por medio de puntos de contacto en contacto con la piel del sujeto. En una realización, dichos puntos de contacto están ubicados en los extremos (1b, 2b, 3b) libres de las ramas (1, 2, 3) flexibles. En una realización, dichos puntos de contacto comprenden los electrodos (5) que se presionan contra la piel del sujeto. Según
50 una realización, dicho punto de contacto es un pasador (6). Según una realización, dicho punto de contacto no es un electrodo (5) ni un pasador (6). Según una realización, el auricular se mantiene en una posición segura por medio de los al menos tres electrodos (5) ubicados en los extremos libres de las al menos 3 ramas (1b, 2, 3b) flexibles.

55 De manera ventajosa, la configuración expandida está diseñada para adaptarse a diferentes morfologías, tamaños y formas de la cabeza al tiempo que garantiza un posicionamiento estable del auricular. De manera ventajosa, dichas configuraciones de los auriculares permiten que los auriculares se plieguen en el estado contraído para un fácil almacenamiento. También permite que los auriculares se coloquen rápida y adecuadamente en la cabeza del sujeto.

Según una forma de realización, con referencia a la figura 3, se muestra in situ una implementación de los auriculares divulgados en la figura 4. Los términos "izquierda" y "derecha" se refieren a la derecha y la izquierda del sujeto que

lleva el auricular. En esta realización, el auricular se coloca sobre la cabeza del sujeto en un estado expandido. El auricular incluye ramas (1r, 11) flexibles derecha e izquierda en las que los extremos libres de las ramas (1rb, 11b) flexibles se colocan en el lóbulo parietal. Dichas ramas (1r y 11) derecha e izquierda incluyen electrodos de captación para adquirir una bioseñal (por ejemplo, un EEG). En una realización, los al menos 3 electrodos (5) están ubicados cerca de los segundos extremos libres de las ramas (1rb, 11b) flexibles, en contacto con la piel del sujeto. El auricular está configurado para medir la actividad cerebral del área del lóbulo parietal. Más específicamente, en una realización, ambas posiciones medidas son P3 y P4, respectivamente en los lóbulos parietales izquierdo y derecho, refiriéndose al sistema 10-10. El auricular también comprende ramas (2 y 3) periféricas derecha e izquierda que se extienden desde el concentrador (4) colocado sobre la cabeza del sujeto: la rama (3) derecha se extiende en el lado derecho de la cabeza directamente detrás de la oreja en la mastoides. La rama (2) izquierda se extiende en el lado izquierdo de la cabeza directamente detrás de la oreja en la mastoides. Las mastoides son dos ubicaciones ideales para medir potenciales no cerebrales con una cantidad mínima de artefactos. Esta configuración permite evitar el movimiento del auricular en la cabeza del paciente, bloqueando el auricular mediante las ramas (2, 3) periféricas. Dichas ramas (2, 3) periféricas incluyen respectivamente un electrodo de tierra y uno de referencia, y están ubicados en los segundos extremos (2b, 3b) libres de las ramas (2, 3) periféricas, en contacto con la piel del sujeto.

De acuerdo con una realización, con referencia a la figura 6, se muestra in situ una implementación del auricular divulgado en la figura 5. En esta realización, el auricular se coloca sobre la cabeza del sujeto en un estado expandido. El auricular incluye ramas (1r y 11) derecha e izquierda en las que los extremos libres se colocan en el área frontal. Más específicamente, en una realización, ambas posiciones medidas son AF3 y AF4, respectivamente en los lóbulos frontales izquierdo y derecho, refiriéndose al sistema 10-10. Dichas ramas flexibles derecha e izquierda (1ra y 1rb) incluyen electrodos de captación para adquirir una bioseñal. Los al menos 3 electrodos (5) están ubicados cerca de los extremos libres de las ramas (11b, 1rb) flexibles, en contacto con la piel del sujeto. El auricular está configurado para medir la actividad cerebral del área del lóbulo frontal. El auricular también comprende ramas periféricas derecha e izquierda (3 y 2, no mostradas en la figura 4) que se extienden desde el concentrador (4) colocado sobre la cabeza del sujeto.

Según una realización, con referencia a la figura 7, se divulga una implementación de los auriculares. En esta realización, el auricular incluye ramas (2, 3) periféricas derecha e izquierda que se extienden desde el concentrador (4) colocado sobre la cabeza del sujeto. El auricular incluye además dos ramas (11r, 11i) flexibles anteriores derecha e izquierda en las que los extremos libres se colocan en el área del lóbulo frontal; y dos ramas (12r, 12i) posteriores derecha e izquierda en las que los extremos libres se colocan en el área del lóbulo parietal.

Según una forma de realización, el auricular es modular. Según una realización, el auricular se configura para ser modular agregando al menos una rama (1, 2, 3) flexible al concentrador (4), y/o agregando al menos un electrodo (5) a una rama (1, 2, 3) flexible, y/o agregando un pasador (6) a un electrodo (5). En esta realización, los electrodos (5) son unidades modulares, es decir, los electrodos (5) están configurados para permitir que los electrodos (5) individuales se monten o reemplacen fácilmente independientemente de los otros electrodos (5) montados en el auricular. Según otra realización, las ramas (1, 2, 3) flexibles son unidades modulares, es decir, las ramas (1, 2, 3) flexibles están configuradas para ser montadas o reemplazadas fácilmente en el auricular, por ejemplo conectando/desconectando dichas ramas (1, 2, 3) flexibles al concentrador (4) dependiendo de los requisitos. En alguna realización, los electrodos (5) están hechos ellos mismos de unidades individuales (por ejemplo, pasadores (6) o placa conductora o el componente electrónico incluido en el electrodo) que son modulares, es decir, que pueden montarse o reemplazarse fácilmente. En alguna otra realización, se pueden agregar otras unidades modulares, como componentes electrónicos (transmisor inalámbrico, casco, amplificador, cables) a los auriculares para personalizar los auriculares según los requisitos (por ejemplo, tipo de estado mental que se pretende detectar con los auriculares o la necesidad de imponer una neuroretroalimentación al sujeto). En una realización, una o más unidades modulares (por ejemplo, rama (1, 2, 3) flexible, electrodo (5), casco, componente electrónico) se pueden agregar a los auriculares de forma independiente entre sí según el requisito o la aplicación de la captación de la bioseñal. En una realización, las ramas (1, 2, 3) flexibles se montan de acuerdo con un esquema de colocación de electrodos deseado en relación con la cabeza del sujeto. Por ejemplo, los electrodos (5) ubicados en las ramas (1, 2, 3) flexibles se colocan en la zona frontal, central, temporal, parietal y/u occipital.

Ventajosamente, la modularidad del auricular permite adaptar fácilmente el número de ramas (1, 2, 3) flexibles y/o electrodos (5) en función de la aplicación, la morfología del sujeto o el coste del auricular. También permite reemplazar rápidamente cualquier elemento defectuoso en el auricular.

Según una realización, la segunda y tercera rama (2, 3) forman un arco y la primera rama (1) está conectada de forma desmontable a dicho arco. Según una realización, el auricular comprende una pluralidad de ramas extraíbles. Según una forma de realización, las ramificaciones se conectan al concentrador mediante un enchufe. Según una forma de realización, el enchufe ofrece una resistencia mecánica de al menos 15N. Según una realización, el auricular comprende un primer enchufe que mira hacia la parte delantera del auricular y un segundo enchufe que mira hacia la parte posterior del auricular. Según una forma de realización, el tapón se basa en la deformación elástica de las ramas. Según una forma de realización, como se muestra en la figura 15, los auriculares (16) de audio comprenden un arco (15) y un concentrador (4). Las ramas (11, 1r) están conectadas de forma desmontable al concentrador mediante un enchufe. En particular, las ramas (11, 1r) comprenden láminas (17) elásticas que pueden deformarse para sujetar las

- 5 ramas al concentrador (4). Una vez colocadas en el concentrador (4), dichas láminas (17) elásticas encajan en un rebajo. Para desenchufar las ramas, es necesario aplicar una fuerza para deformar elásticamente las láminas (17). Según un modo de realización, cada rama conectada al arco comprende al menos una lámina (17) elástica. Según una realización, dicha lámina (17) elástica está hecha de acrilonitrilo butadieno estireno. Según una realización, cuando las ramas se conectan al concentrador, se asegura la conexión eléctrica entre las ramas y el concentrador.
- 10 En la figura 9 se ilustra una realización ejemplar de los dispositivos electrónicos integrados en el auricular. Se colocan electrodos (5) en la cabeza del sujeto y se adquiere una señal analógica. Dicha señal se envía al circuito (13) electrónico ubicado dentro del auricular. Dicho circuito (13) electrónico también está conectado a un procesador externo, por ejemplo un dispositivo externo (teléfono inteligente o nube). Con referencia a la figura 9, según una realización ejemplar, el circuito (13) electrónico comprende al menos una de las siguientes partes funcionales:
- una interfaz A/D;
 - una parte de procesamiento de señales;
 - una fuente de alimentación;
 - una parte de comunicación por cable y/o una parte de comunicación inalámbrica; y
- 15 - una unidad de microcontrolador (MCU).
- 20 Según una realización, la interfaz A/D está diseñada para digitalizar la señal analógica. Según una realización, la interfaz A/D comprende un multiplexor de entrada de señal y/o comprende un amplificador de ganancia programable y/o comprende un medio para medir la impedancia. Por ejemplo, la interfaz A/D comprende un amplificador de señal de entrada, un amplificador de ganancia programable, un convertidor de analógico al digital y/o una medición de impedancia. Según una realización, el concentrador (4) comprende un convertidor analógico al digital (A/D). En alguna realización, dicho convertidor A/D después de la amplificación codificada con una resolución de 24 bits tiene una relación señal/ruido (SNR) de 120 dB por canal.
- 25 Según una realización, la parte de procesamiento de señales está diseñada para pretratar la señal (es decir, antes de enviar la señal a un procesador para su análisis). Según una realización, el procesamiento de la señal está configurado para analizar la señal. Un algoritmo de preprocesamiento ejemplar comprende medir la calidad de la captación, imponer un filtro digital y/o codificar/cifrar datos.
- 30 Según una realización, las partes de comunicación por cable o inalámbrica están diseñadas para transmitir la señal a una entidad externa, por ejemplo, un teléfono inteligente. Según una realización, dicho dispositivo externo está diseñado para procesar la bioseñal, por ejemplo, para analizar el EEG e interpretar el estado mental del sujeto que lleva el auricular. Según una realización, el auricular incluye enlaces de comunicación por cable (por ejemplo, mediante una comunicación USB) adecuados para instalar un firmware, exportar datos almacenados o incluso cargar una fuente de alimentación, por ejemplo, una batería.
- 35 Según una realización, una unidad de microcontrolador (MCU) está diseñada para controlar todas o una parte de las partes funcionales conectadas a la MCU. Según una realización, dicha MCU está conectada para enviar y recibir datos desde un medio para preprocesar un algoritmo y un medio de comunicación inalámbrica.
- 40 Según una realización, la arquitectura del circuito (13) electrónico está integrada en una de las al menos 3 ramas (1, 2, 3) flexibles del auricular o integrada en el concentrador (4). Según una realización, dicho auricular incluye un circuito (13) electrónico para adquirir una bioseñal que comprende un amplificador, un convertidor A/D y opcionalmente un filtro de señal.
- 45 Según una realización, el circuito (13) electrónico comprende un amplificador de señal. La señal debe amplificarse para que sea compatible con dispositivos como pantallas, grabadoras o convertidores A/D. Según una realización, el amplificador se selecciona para proporcionar amplificación selectiva a la señal fisiológica, por ejemplo, señal EEG y ruidos superpuestos rechazados tanto para pacientes como para componentes electrónicos de los electrodos (5). Según una realización, el auricular comprende un convertidor de impedancia que comprende un amplificador.
- 50 Según una realización, dicho circuito (13) electrónico comprende un filtro de señal de paso bajo. Según una realización, el filtro de paso bajo es del orden de 1 a 8. Ventajosamente, el filtro de paso bajo está configurado para proteger las bioseñales de señales no biológicas tales como interferencias ambientales. Según una realización, la amplificación se basa en la conversión de impedancia (es decir, para pasar de una impedancia alta a una baja) utilizando un amplificador, preferiblemente un amplificador de ruido ultrabajo, de ganancia igual a 1. Según otra realización, la amplificación se basa en la amplificación de la señal con valores de ganancia más altos con una configuración que permite una ganancia al menos igual a 2, por ejemplo, una ganancia de 10, 20, 30, 40, 50, 100 para un amplificador de ganancia programable clásico o 1000, 5000 o 10^6 en el caso de un amplificador de alta ganancia. Ventajosamente, la amplificación permite mejorar y leer la calidad de la captación de bioseñal. En alguna realización, el circuito (13) electrónico comprende un filtro de paso alto para reducir las bajas frecuencias provenientes de potenciales de flujo

bioeléctricos (por ejemplo, respiración, actividad cardíaca ...), por ejemplo, con una frecuencia de corte de 0,1 a 2 Hz, o de 0,1 a 0,7 Hz, o igual a 0,4 Hz.

5 Según una realización, el concentrador (4) comprende un montaje amplificador que comprende uno o más amplificadores. En alguna realización, dicho amplificador tiene una ganancia que varía de 2 a 5000, o de 2 a 2500, o de 2 a 1000, o de 2 a 50. Según una realización, el concentrador (4) comprende un convertidor de impedancia. Según una realización, el concentrador (4) comprende un amplificador que tiene un ruido de entrada referido muy bajo de aproximadamente 1 mV (70 Hz-BW) y un ruido intrínseco bajo (<76 nV P-P) en el intervalo de frecuencia de 0.1 a 10 Hz por ejemplo. El amplificador puede tener una baja desviación y tensión de compensación.

10 Según una realización, dicho circuito (13) electrónico comprende una protección. Según una realización, la protección incluye al menos un diodo para protección de circuito, por ejemplo un diodo con baja corriente de fuga para proteger de picos de tensión y/o diodos dobles con baja fuga. Según una forma de realización, la protección también incluye al menos una resistencia, para protección contra la variabilidad de la corriente. Según una realización preferida, el valor de la resistencia se muestra en un intervalo de 500 Ω a 1 MΩ, por ejemplo de 500 a 0,5 MΩ, incluso 1 KΩ. Ventajosamente, la protección actúa como un blindaje de la entrada, especialmente en caso de ausencia de un amplificador para convertir la impedancia.

15 Ventajosamente, dicho circuito (13) electrónico amplifica la señal biomédica a un nivel tratable para una medición más precisa y fácil de la señal, especialmente EEG en el que el nivel de señal es excesivamente fino (es decir, varias decenas de microvoltios).

20 Según una forma de realización, los auriculares están conectados además a un procesador de bioseñal para analizar e interpretar la bioseñal medida. Según una realización, los auriculares están conectados físicamente al procesador o están conectados de forma remota al procesador.

25 En una realización, una parte de la bioseñal se pretrata dentro del concentrador (4) y se envía al procesador para su análisis. En una realización, el procesador para interpretar/analizar bioseñales medidas por medio de los electrodos (5) está localizado en el concentrador (4), y es un picado, por ejemplo, el chip de Neurosky o el chip de Emotiv. En una realización, el procesador es un procesador externo (es decir, el auricular no comprende el procesador) para interpretar/analizar la bioseñal medida por los electrodos. Según una realización, el procesador externo está ubicado, por ejemplo, en un teléfono inteligente, una computadora, un servidor o la nube.

30 Según una realización, dicho procesador externo está conectado remotamente al auricular, por ejemplo mediante un transmisor y/o receptor inalámbrico. Según una realización, dicho procesador externo está conectado físicamente al auricular, por ejemplo mediante un cable.

35 Según una realización, el procesador externo es un programa o software como Neuroscan, BioSemi, G-tech, productos Brain o cualquier software equivalente para monitorizar una señal de EEG. El procesador también puede incluir un software o un programa para interpretar al menos una bioseñal (por ejemplo, un EEG, ECG) con el fin de correlacionar dicha al menos una bioseñal con un estado mental particular. Según una realización, el auricular también comprende una memoria para almacenar datos relacionados con las bioseñales.

40 Según una realización, las bioseñales detectadas por los electrodos (5) se alimentan a través de una interfaz de sensor y se digitalizan para ser almacenadas para su posterior procesamiento. Según una realización, la memoria configurada para almacenar dichas bioseñales se ubica en el auricular, preferiblemente en el concentrador (4). Según una realización, la memoria configurada para almacenar dichas bioseñales no se encuentra en el auricular y los datos se envían a una memoria externa.

Según una realización, el auricular comprende además una fuente de alimentación o una batería. Según una realización, cada electrodo (5) está conectado a una batería incorporada individual. Según una forma de realización, la fuente de alimentación para el concentrador y/o cada electrodo (5) es simétrica o asimétrica.

45 En una realización, los cables/canales de captación conectados a cada electrodo (5) en un extremo forman una red en la que todos los cables/canales de captación están conectados a una placa base o una PCB incluida en el concentrador (4). Según una realización, las al menos 3 ramificaciones (1, 2, 3) flexibles encerraron múltiples canales de captación formando una red para conectar electrodos (5) a una PCB o una placa base para el procesamiento de datos. Según una realización, el concentrador (4) comprende una placa de circuito impreso (PCB). Según una realización, el concentrador (4) comprende la placa base del sistema de captación de señales, es decir, el PCB contiene una parte de los componentes electrónicos del sistema (por ejemplo, un amplificador, una unidad central de procesamiento (CPU), una memoria) y proporciona conectores para otros periféricos (por ejemplo, los electrodos).

50 En una realización, el procesador conocido como un programa de computadora, software o una lógica de control de computadora hace que realice el paso funcional deseado, por ejemplo, detectando y clasificando un tipo de estado mental como, por ejemplo, monitoreo y ayuda para el diagnóstico en aplicaciones médicas. Los estados mentales determinados por dicho procesador pueden incluir emoción, deseo, intención, concentración, atención, memoria, relajación, meditación, etc. Estos estados mentales están compuestos tanto por procesos cerebrales sanos como por

el lado patológico de procesos cerebrales como la enfermedad de Alzheimer, el trastorno por déficit de atención con hiperactividad, ansiedad, insomnio, estrés, etc. Según una realización, cuando se detecta un estado mental, se transmite una señal de control a una interfaz de entrada/salida para estimular al sujeto con una neuroretroalimentación, por ejemplo, una retroalimentación auditiva.

5 [0094] Según una realización, el auricular comprende además al menos un casco o receptor. Dicho al menos un casco se utiliza para imponer un estímulo auditivo, por ejemplo una neuroretroalimentación auditiva. Según una realización, el casco es parte del auricular. Según otra realización, el casco es independiente del auricular. Según una forma de realización, el casco está ubicado en una rama (1, 2, 3) flexible. Según una realización, el casco se conecta al auricular por medio de un cable y se configura para insertarse en el oído por separado del paso de colocar el auricular.

10 Según una realización, el auricular comprende además un primer receptor y un segundo receptor. Según una realización, la segunda rama (2) comprende el primer receptor y la tercera rama (3) comprende el segundo receptor. Según una realización, cada rama (2, 3) y su auricular están conectados con una pieza metálica que permite controlar la altura del receptor con respecto a su rama. Según una forma de realización, cada rama (2, 3) y su receptor están configurados de modo que el receptor se coloque sobre la oreja de un sujeto cuando el sujeto lleve puesto el auricular de audio.

15 Según una realización, el primer receptor comprende el electrodo de la segunda rama y el segundo receptor comprende el electrodo de la tercera rama.

20 Según una realización, el primer receptor y el segundo receptor son receptores circumaurales; y el electrodo de la segunda rama y el electrodo de la tercera rama se colocan en sus ramas respectivas de modo que los electrodos descansen contra la piel dispuestos sobre las apófisis mastoides cuando un sujeto lleva puesto el auricular de audio. Los procesos mastoideos se encuentran detrás de las orejas donde la superficie es plana, lo que proporciona resultados sólidos en varios sujetos. Según el solicitante, es ventajoso colocar los electrodos contra las apófisis mastoides y no directamente contra las orejas debido a la gran variabilidad morfológica de las orejas.

25 Según una realización, el electrodo de la segunda rama y el electrodo de la tercera rama son electrodos de material textil, preferiblemente electrodos de tela.

30 Según una realización, como se muestra en las figuras 11, los audífonos (16) comprenden un arco (15), un primer receptor (14) y un segundo receptor (14), y al menos una rama que se extiende desde el arco. Como se muestra en la figura 11, la rama tiene un estado contraído (1') cuando no la usa un sujeto. De acuerdo con una realización, como se muestra en las figuras 12, los audífonos (16) comprenden un arco (15), un primer receptor (14) y un segundo receptor (14), y al menos dos ramas que se extienden desde el arco. Como se muestra en la figura 12 con fines ilustrativos, una rama tiene un estado expandido (1) y una rama tiene un estado contraído (1').

35 Según una realización, la al menos una rama (1) que se extiende desde el concentrador, y por tanto desde el arco, es una rama posterior o una rama anterior. Según una realización en la que al menos una rama es una rama posterior, el al menos un electrodo (5) está configurado para adquirir una bioseñal en la posición P3 o P4 en el sistema 10-10. Según una realización en la que la al menos una rama es una rama anterior, el al menos un electrodo (5) está configurado para adquirir una bioseñal en la posición AF3 o AF4 en el sistema 10-10.

Según una realización, el radio de curvatura en el estado contraído (CRc) y el radio de curvatura en el estado expandido (CRe) es tal que:

$$CRc = \frac{CRe}{\Delta};$$

40 En el que Δ es igual a al menos dos veces la desviación estándar del radio de curvatura del cuero cabelludo en una posición dada en el sistema 10-10.

Según una realización, el radio de curvatura en una ubicación dada en el cuero cabelludo en el estado expandido (CRe) se estima usando una estimación tridimensional de la morfología local del cuero cabelludo. Dicho método se denomina esferas superpuestas morfológicas (MOS).

45 De acuerdo con una realización como se muestra en las figuras 13 y 14, el método de esferas morfológicas superpuestas comprende los siguientes pasos:

- Se extrae la imagen resonancia magnética de un cuero cabelludo, en particular se extrae la teselación del cuero cabelludo con imagen de resonancia magnética ponderada en T1;

50 - Las posiciones de los sensores EEG se colocan en el cuero cabelludo, por ejemplo, dichas posiciones están definidas por un sistema internacional estandarizado 10-10 (ver los puntos en la figura 13);

- Las esferas se estiman en la ubicación de cada sensor. Dichas esferas corresponden a la estimación de una esfera que se ajusta localmente a la forma del cuero cabelludo en el entorno de cada sensor y que pasa por el punto de contacto del concentrador;

- 5 - L y CRe se calculan gracias a las esferas estimadas. CRe es el radio promedio de las esferas sobre la población y L es la distancia geodésica entre el sensor y el punto de contacto del concentrador.

Dicha estimación proporciona dos parámetros L y CRe, a saber, la longitud de la rama que se extiende desde el concentrador y el radio de curvatura de la rama.

El método de esferas superpuestas morfológicas se aplica a más de 152 imágenes de resonancias magnéticas humanas en todas las posiciones del cuero cabelludo para poder calcular los datos estadísticos relevantes.

- 10 En particular, se puede calcular la desviación estándar σ . A partir de dicha desviación estándar σ , se puede obtener un parámetro Δ tal que $\Delta > 2 \sigma$. Las estimaciones de CRe siguen una distribución gaussiana, se eligieron 2σ para basarse en un intervalo de confianza del 95% sobre la población probada.

Dicho método puede usarse para cualquier posición dentro del sistema 10-10.

Rama anterior

- 15 En una realización ejemplar, para una rama anterior, especialmente para una rama que tiene un electrodo configurado para adquirir una bioseñal en la posición AF3 o AF4 en el sistema 10-10, el radio de curvatura en el estado expandido es de 9,21 cm.

La desviación estándar es de 1,05 cm.

- 20 Por tanto, en dicha realización, la relación entre el radio de curvatura en el estado expandido (CRe) y el radio de curvatura en el estado contraído (CRc) es superior a 2,10.

Rama posterior

En una realización ejemplar, para una rama anterior, especialmente para una rama que tiene un electrodo configurado para adquirir una bioseñal en la posición P3 o P4 en el sistema 10-10, el radio de curvatura en el estado expandido es de 8,80 cm.

- 25 La desviación estándar es de 1,18 cm.

Por tanto, en dicha realización, la relación entre el radio de curvatura en el estado expandido (CRe) y el radio de curvatura en el estado contraído (CRc) es superior a 2,36.

- 30 Según el solicitante, dicha relación entre el estado expandido y el estado contraído asegura un posicionamiento adecuado de los electrodos. Es particularmente útil para poner en contacto directo óptimo dichos electrodos con el cuero cabelludo, incluso cuando el cabello sale por el cuero cabelludo.

Según una realización, el al menos un electrodo (5) de la al menos una rama posterior o la al menos una rama anterior comprende al menos dos pasadores (6) que tienen un primer extremo libre que comprende una interfaz (8) de contacto con la piel y un segundo extremo conectado a al menos un elemento (7) de flexión.

- 35 Dichos electrodos con pasadores independientes permiten un contacto adecuado de cada pasador independientemente de la morfología del cuero cabelludo. Según el Solicitante, los electrodos con pasadores utilizados con el auricular de la invención aseguran un posicionamiento óptimo de los electrodos tanto a macroescala como a escala local.

- 40 Según una realización, el primer receptor y el segundo receptor comprenden cada uno al menos un electrodo de material textil (5), estando configurados los receptores y el arco de modo que los electrodos de material textil (5) descansen contra la piel dispuestos sobre las apófisis mastoideas cuando un sujeto lleva puesto el auricular de audio.

Según el solicitante, el proceso mastoideo es un área sensible en la que los electrodos con pasador pueden resultar desagradables para el sujeto. El uso de electrodos de material textil asegura la comodidad del sujeto.

- 45 Según una realización, los auriculares de audio comprenden al menos dos ramas posteriores (1r, 11), cada una de las cuales tiene un primer extremo que se extiende desde el concentrador (4) y un segundo extremo libre; cada rama posterior comprende al menos un electrodo (5) configurado para adquirir una bioseñal, preferiblemente, la primera rama posterior está configurada para adquirir una bioseñal en la posición P3 en el sistema 10-10 y la segunda rama posterior está configurada para adquirir una bioseñal en la posición P4 en el sistema 10-10; en el que las al menos dos ramas posteriores (1r, 11) comprenden una superficie cóncava con un radio de curvatura, un estado contraído y un estado expandido; en el que la relación entre el radio de curvatura en el estado expandido (CRe) y el radio de curvatura en el estado contraído (CRc) es superior a 2,36.
- 50

- Según una realización, los auriculares de audio comprenden al menos dos ramas anteriores (1r, 11), cada una de las cuales tiene un primer extremo que se extiende desde el concentrador (4) y un segundo extremo libre; cada rama anterior comprende al menos un electrodo (5) configurado para adquirir una bioseñal, preferiblemente, la primera rama anterior está configurada para adquirir una bioseñal en la posición AF3 en el sistema 10-10 y la segunda rama anterior está configurada para adquirir una bioseñal en la posición AF4 en el sistema 10-10; en el que las al menos dos ramas anteriores (1r, 11) comprenden una superficie cóncava con un radio de curvatura, un estado contraído y un estado expandido; en el que la relación entre el radio de curvatura en el estado expandido (CRe) y el radio de curvatura en el estado contraído (CRc) es superior a 2,10.
- Según una realización, el auricular comprende al menos una rama anterior conectada al arco y al menos una rama posterior conectada al arco.
- Según una realización, la al menos una rama posterior o la al menos una rama anterior están conectadas de forma liberable al concentrador. Por lo tanto, los auriculares se pueden utilizar en 2 modos:
- Modo de grabación, con las ramas tapadas; y
 - Modo nómada, con las ramas desconectadas.
- Según una realización, el primer receptor y el segundo receptor son receptores circumaurales.
- Según una realización, el al menos un electrodo (5) del primer receptor y el al menos un electrodo (5) de los segundos receptores son electrodos de tela. Según una realización, el al menos un electrodo (5) del primer receptor y el al menos un electrodo (5) de los segundos receptores comprenden un textil revestido de plata, preferiblemente un textil de poliéster revestido de plata.
- Según una realización, el al menos un electrodo (5) del primer receptor y el al menos un electrodo (5) de los segundos receptores comprenden una pluralidad de superficies de contacto. Especialmente como se muestra en la figura 17, el electrodo de material textil comprende una parte (51) común desde la cual se extiende una pluralidad de tiras (52); siendo dichas tiras independientes. Según una realización, como se muestra en la figura 18, cuando el receptor (14) comprende un electrodo, la parte (51) común está incrustada dentro del auricular y al menos parte de las tiras (52) están ubicadas en la superficie exterior del receptor. Preferiblemente, las tiras (52) se cosen a la superficie exterior del receptor (14).
- Según una realización, la al menos una rama posterior o la al menos una rama anterior comprende una lámina de metal amagnética para evitar la perturbación del EEG. Según una realización, la hoja de metal amagnético tiene al menos 0.5 mm de espesor. Según una realización, la hoja de metal amagnética está estampada o moldeada. Según una realización, una pieza de caucho o una espuma se conecta a la hoja de metal magnética. Según una realización, dicha parte de goma o espuma está en contacto con la cabeza del sujeto cuando se usa el auricular para asegurar la comodidad del sujeto. Según una forma de realización, la espuma se termoconforma. Según una forma de realización, la espuma está hecha de polietileno o poliamida. Según una realización, los electrodos se colocan en una carcasa moldeada en la espuma o en la pieza de goma. Según una realización, la al menos una rama posterior o la al menos una rama anterior está hecha de acrilonitrilo butadieno estireno. Según una forma de realización, la al menos una rama posterior o la al menos una rama anterior está hecha de poliamida.
- Según una realización, los al menos 3 electrodos de los auriculares de audio comprenden un electrodo de tierra, un electrodo de referencia y al menos un electrodo de captación.
- Según una realización, los al menos 3 electrodos (5) del audífono están configurados para realizar una electroencefalografía (EEG), y/u opcionalmente electromiografía (EMG), electrooculografía (EOG) o electrocardiografía (ECG).
- Según una realización, los auriculares de audio están conectados además a un procesador de bioseñal para analizar e interpretar la bioseñal medida.
- Según una realización, los audífonos comprenden un circuito (13) electrónico para adquirir una bioseñal que comprende un amplificador, un convertidor A/D y un filtro de señal.
- Según una realización, los auriculares de audio comprenden un transmisor y/o receptor inalámbrico.
- La presente invención también se refiere a un método para proporcionar neuroretroalimentación a al menos un sujeto, el método comprende los siguientes pasos:
- colocar en la parte superior de la cabeza de un sujeto un audífono para la captación de bioseñales de acuerdo con la presente invención;
 - adquirir una bioseñal utilizando los auriculares;
 - adquirir una bioseñal utilizando los auriculares;

- proporcionar una retroalimentación de audio a dicho sujeto de acuerdo con la bioseñal medida.

Según una realización, el método comprende además el paso de proporcionar una retroalimentación adicional tal como una retroalimentación táctil, visual o auditiva.

5 Según una realización, el análisis de la bioseñal comprende correlacionar la bioseñal con un estado mental específico y proporcionar al sujeto una retroalimentación que comprende al menos una sugerencia para mejorar el estado mental del sujeto.

10 Según una forma de realización, el auricular no es un auricular de audio. En dicha realización, el auricular comprende un concentrador; al menos 3 ramas flexibles, teniendo cada rama un primer extremo que se extiende desde el concentrador y un segundo extremo libre, al menos 3 ramas flexibles, teniendo cada rama un primer extremo que se
15 extiende desde el concentrador y un segundo extremo libre, y al menos 3 electrodos, en el que al menos un electrodo está ubicado en cada una de las al menos 3 ramas flexibles, estando configurados dichos electrodos para adquirir una bioseñal; en el que al menos una rama comprende una superficie cóncava con un radio de curvatura, un estado
20 contraído cuando un sujeto no usa el auricular y un estado expandido cuando el auricular se usa por un uso, en el que el al menos un electrodo (5) de dicha rama comprende al menos dos pasadores que tienen un primer extremo libre que comprende una interfaz (8) de contacto con la piel y un segundo extremo conectado a al menos un elemento de flexión; y en el que las otras dos ramas comprenden cada una al menos un electrodo (5) textil, estando configurada
25 cada una de dichas dos ramas de modo que los electrodos (5) de material textil descansen contra la piel dispuestos sobre las apófisis mastoides cuando un sujeto lleva el auricular.

30 Según una realización, el auricular comprende además un transmisor y/o receptor inalámbrico. En una realización, el transmisor y/o receptor inalámbrico está ubicado en el concentrador (4), en su superficie externa. Ventajosamente, dicho transmisor y/o receptor inalámbrico está configurado para enviar salidas a un procesador externo. Según otra
35 realización, el transmisor y/o receptor inalámbrico también está configurado para recibir entradas de un programa informático, software o cualquier procesador capaz de generar neuroretroalimentaciones o instrucciones para el auricular. Por ejemplo, el transmisor y/o receptor inalámbrico es un transmisor/receptor Wi-Fi, Bluetooth o XBee. En
40 alguna forma de realización, el auricular está conectado de forma remota a una computadora para analizar bioseñales. En alguna realización, el transmisor y/o receptor inalámbrico está configurado para recibir salida digitalizada de un convertidor A/D y transmitir los datos digitalizados a un dispositivo externo, por ejemplo, una computadora, una tableta o un teléfono inteligente. Según una realización, los datos se digitalizan dentro del concentrador (4). Según una
45 realización, los datos se digitalizan dentro de los al menos tres electrodos (5).

50 Según una realización, el auricular está configurado para monitorear ondas cerebrales para lograr un estado mental deseado. De manera ventajosa, los dispositivos y métodos pueden ser portátiles para un uso adecuado en cualquier entorno y ubicación donde el estado mental del sujeto pueda mejorarse o controlarse.

55 En alguna realización, el auricular está configurado para recibir datos de EEG del sujeto, analizar los datos de EEG, correlacionarlos con un estado mental específico; y proporcionar al sujeto retroalimentación que comprende al menos una sugerencia para mejorar el estado mental del sujeto. En una realización, una sugerencia para mejorar un estado
60 mental es una neuroretroalimentación, por ejemplo, un retroalimentación auditivo como la música. Según una realización, la retroalimentación de audio la proporciona el casco.

En una realización de ejemplo, el auricular se usa para proporcionar una neuroretroalimentación en el que, al principio, se usa un conjunto de datos para fines de calibración compuesto por los siguientes pasos:

40 - registro de datos de bioseñales usando un hilo;

- calcular en otro hilo el parámetro de calibración que se utilizará durante la sesión actual, es decir, calcular la calidad de la señal, la detección de artefactos y las características espectrales individuales, por ejemplo, mediante la actualización de las características de calibración anteriores;

- iniciar una sesión de neuroretroalimentación en otro hilo.

45 Según una realización, la sesión de neuroretroalimentación calcula el nivel de relajación del sujeto mezclando dos bioseñales, por ejemplo, la frecuencia de los latidos del corazón y la frecuencia de la señal del cerebro y características espaciales como el ritmo alfa o beta registrado en varias ubicaciones del cuero cabelludo como P3, P4 o Pz. En una
50 realización adicional, la sesión de neuroretroalimentación también comprende el paso de calcular estadísticas basadas en la anticorrelación de dichas dos bioseñales. En una realización preferida, la neuroretroalimentación es una retroalimentación de audio, en la que la música está compuesta por un impacto de baja frecuencia del medidor y una música diseñada con sonido de fondo.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una representación esquemática de un auricular que comprende al menos 3 ramas (1, 2, 3) flexibles en una configuración expandida.

La figura 2 es una representación esquemática de un auricular que comprende al menos 3 ramas (1, 2, 3) flexibles en una configuración contraída y una configuración expandida.

La figura 3 es una representación esquemática de un auricular con 4 ramas (1r, 11, 2, 3) flexibles para la captación de bioseñal en una configuración expandida.

5 La figura 4 es una representación esquemática de un auricular con 4 ramas (1r, 11, 2, 3) flexibles para la captación de bioseñal in situ, colocado en una cabeza en una configuración expandida.

La figura 5 es una representación esquemática del auricular con 4 ramas (1r, 11, 2, 3) flexibles para la captación de bioseñal en una configuración expandida.

10 La figura 6 es una representación esquemática del auricular con 4 ramas (1r, 11, 2, 3) flexibles para la captación de bioseñal in situ, colocado en una cabeza en una configuración expandida.

La figura 7 es una representación esquemática del auricular con 6 ramas flexibles para la captación de bioseñal en una configuración expandida.

La figura 8 es una representación esquemática de un electrodo (5) que comprende pasadores (6) cargados por resorte hundidos en una configuración (10) de matriz.

15 La figura 9 es una representación esquemática de los dispositivos electrónicos integrados en el auricular.

La figura 10 es un gráfico que representa la evolución de la PSD (Densidad espectral de potencia - Decibel/Hertz) según la frecuencia (Hz).

La figura 11 es una representación esquemática de un auricular de audio de acuerdo con una realización de la invención en la configuración contraída.

20 La figura 12 es una representación esquemática de un auricular de audio con, con el propósito de ilustración, una rama posterior en la configuración (1) expandida y una rama posterior es la configuración (1') contraída.

La figura 13 es una ilustración esquemática del método de esferas superpuestas morfológicas (MOS).

25 La figura 14 es una representación esquemática del radio de curvatura de una rama en un estado contraído (CRc) y en un estado expandido (CRE). El rectángulo ilustra el concentrador (4). El punto de contacto con el concentrador ilustra el primer extremo de la rama. La línea de relleno (respectivamente punto) ilustra la rama en la configuración contraída (configuración expandida respectivamente). Los puntos en el extremo libre de cada rama representan la posición de los electrodos. Los círculos son las secciones de las esferas que definen el radio de curvatura de cada rama. La flecha en el concentrador muestra el movimiento que está aplicando el sujeto para colocar el auricular y, por lo tanto, la extensión de la rama desde la configuración contraída a la configuración expandida.

30 La figura 15 ilustra la conexión entre el concentrador y la rama de los auriculares de audio de la invención.

La figura 16 ilustra un mapa de frecuencia de tiempo de EEG para EO-EC que muestra la detección de bloqueo alfa; la señal se ha registrado con electrodos de material textil.

La figura 17 ilustra un electrodo de material textil según una realización de la invención.

La figura 18 ilustra un receptor que comprende un electrodo de material textil según una realización de la invención.

35 Referencias

1 - Rama flexible de captación (en estado expandido)

1' - Rama flexible de captación (en estado contraído)

1r - Rama flexible de captación derecha

11 - Ramal flexible de captación izquierda

40 1a - Primer extremo de la rama flexible de captación

1b -Final libre de la rama flexible de captación

11 - Rama flexible anterior

11r - Rama flexible anterior derecha

111 - Rama flexible anterior izquierda

- 12 - Rama flexible posterior
- 12r - Rama flexible posterior derecha
- 121 - Rama flexible posterior izquierda
- 2 - Rama periférica izquierda (en estado expandido)
- 5 2' - Rama periférica izquierda (en estado colapsado)
- 2a - Primer extremo de la rama periférica izquierda
- 2b - Extremo libre de la rama periférica izquierda
- 3 - Rama periférica derecha
- 3a - Primer extremo de la rama periférica derecha
- 10 3b - Extremo libre de la rama periférica derecha
- 4 - Concentrador
- 5 - Electrodo
- 51 - Parte común de un electrodo de material textil
- 52 - Tiras de un electrodo de material textil
- 15 53 - Cable de conexión que conecta el electrodo de material textil al PCB
- 6 - Pasador
- 7 - Elemento de flexión
- 8 - Interfaz de contacto con la piel
- 9 - Interfaz de contacto de circuito
- 20 10 - Configuración de matriz
- 13 - Circuito electrónico
- 14 - Receptor
- 15 - Arco
- 16 - Audífonos de audio
- 25 17 - Lámina elástica
- α, β - Ángulos de carga

Ejemplos

La presente invención se ilustra adicionalmente mediante el siguiente ejemplo.

Ejemplo 1:

- 30 Este ejemplo muestra los resultados de los potenciales evocados visualmente en estado estable (SSVEP). Las bioseñales de EEG se registraron durante las estimulaciones visuales en la ubicación del cuero cabelludo Oz usando el auricular de acuerdo con la presente invención. La estimulación visual estaba compuesta por un tablero de ajedrez que parpadeaba a la frecuencia específica de 30Hz. También se realizó una sesión de grabación en reposo para comparar los resultados en el mismo lugar sin estímulos visuales. La figura 10 muestra la densidad espectral de potencia (PSD) de una grabación de un minuto. Podemos ver que el PSD aumenta a 30Hz (y también su armónico a 60Hz) directamente relacionado con el SSVEP. Según nuestro análisis, la amplitud máxima a 30 Hz alcanza el doble del nivel de PSD a 30 Hz en estado de reposo utilizando solo 3 segundos de captación de búfer. Esta relación alcanza cinco veces usando 15 segundos de captación de búfer y diez veces usando un minuto de captación de búfer.
- 35

Ejemplo 2:

La figura 16 ilustra un mapa de tiempo-frecuencia (cálculo basado en la ondícula de Morlet) de un registro de EEG durante una condición de ojos cerrados. Es bien sabido desde el comienzo del EEG que la condición de ojos cerrados versus la condición de ojos abiertos muestra "bloqueo alfa". Esta figura muestra en el eje x el tiempo de grabación y el PSD en el eje y. Podemos ver una potencia alfa claramente fuerte (8-12Hz) aumentando durante toda la grabación.

5

REIVINDICACIONES

1. Un auricular de audio para la captación de una bioseñal de un sujeto, que comprende:
- un primer receptor y un segundo receptor;
 - un arco que conecta el primer receptor y el segundo receptor y que comprende un concentrador (4); en el que el arco, el primer receptor y el segundo receptor están configurados de modo que cada receptor cubra la superficie de un oído cuando el sujeto lleva puesto el auricular de audio; y
 - al menos una rama (1) posterior o al menos una rama (1) anterior, que tiene un primer extremo (1a) que se extiende desde el concentrador (4) y un segundo extremo (1b) libre;
- en el que
- la al menos una rama (1) posterior o la al menos una rama (1) anterior comprende al menos un electrodo (5) configurado para adquirir una bioseñal;
 - la al menos una rama (1) posterior o la al menos una rama (1) anterior comprende una superficie cóncava, con un radio de curvatura, configurado para estar en un estado contraído cuando el sujeto no usa los auriculares de audio y un estado expandido cuando el sujeto usa los auriculares de audio;
- en el que
- el primer receptor y el segundo receptor comprenden cada uno al menos un electrodo (5) textil, estando configurados los receptores y el arco de modo que los electrodos (5) de material textil descansan contra la piel dispuestos sobre las apófisis mastoides cuando el sujeto lleva puesto el auricular de audio; caracterizado porque la relación entre el radio de curvatura en el estado expandido (CR_e) y el radio de curvatura en el estado contraído (CR_c) es superior a 2,36 para la al menos una rama posterior (1) o superior a 2,10 para la al menos una rama anterior; y en eso
 - el al menos un electrodo (5) de la al menos una rama (1) posterior o la al menos una rama (1) anterior comprende al menos dos pasadores (6), cada pasador tiene un primer extremo libre que comprende una interfaz (8) de contacto con la piel y un segundo extremo conectado a al menos un elemento (7) de flexión, estando cada pasador conectado a un elemento de flexión respectivo.
2. El auricular de audio según la reivindicación 1, que comprenden al menos dos de dichas ramas (1r, 11) posteriores.
3. El auricular de audio según la reivindicación 1 o 2, en el que los electrodos (5), comprendidos en las dos ramas posteriores, están dispuestos de modo que la primera rama posterior esté configurada para adquirir una bioseñal en la posición P3 en el sistema 10-10 y la segunda rama posterior esté configurada para adquirir una bioseñal en la posición P4 en el sistema 10-10.
4. El auricular de audio según la reivindicación 1, que comprende al menos dos ramas (1r, 11) anteriores, en el que los electrodos (5) comprendidos en las dos ramas anteriores están dispuestos de manera que la primera rama anterior esté configurada para adquirir una bioseñal en la posición AF3 en el sistema 10-10 y la segunda rama anterior está configurada para adquirir una bioseñal en la posición AF4 en el sistema 10-10.
5. El auricular de audio según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la al menos una rama posterior o la al menos una rama anterior están conectadas de forma liberable al concentrador.
6. El auricular de audio según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en los que el primer receptor y el segundo receptor son receptores circumaurales.
7. El auricular de audio según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en los que al menos un electrodo (5) del primer receptor y al menos un electrodo (5) de los segundos receptores son electrodos de tela.
8. El auricular de audio de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el al menos un electrodo (5) del primer receptor y el al menos un electrodo (5) de los segundos receptores comprenden un textil revestido de plata, preferiblemente un textil de poliéster revestido de plata.
9. El auricular de audio según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en los que al menos un electrodo (5) del primer receptor y al menos un electrodo (5) de los segundos receptores comprenden una pluralidad de superficies de contacto.
10. El auricular de audio según la reivindicación 9, en los que el al menos un electrodo (5) del primer receptor y el al menos un electrodo (5) de los segundos receptores comprenden una parte común desde la que se extienden una pluralidad de tiras; y en el que la parte común está incrustada dentro del receptor y al menos parte de las tiras están ubicadas en la superficie exterior del receptor.

11. El auricular de audio según las reivindicaciones 1 a 10, en los que la al menos una rama posterior o la al menos una rama anterior comprende una lámina de metal amagnética.
12. El auricular de audio según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que los electrodos (5) de los auriculares de audio comprenden un electrodo de tierra, un electrodo de referencia, y al menos un electrodo de captación.
13. El auricular de audio según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, que además están conectados a un procesador de bioseñal para analizar e interpretar la bioseñal medida.
14. Un método para proporcionar neuroretroalimentación a al menos un sujeto, el método comprende los siguientes pasos:
- 10 - colocar en la parte superior de la cabeza de un sujeto unos auriculares de audio para la captación de bioseñales según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13;
- adquirir una bioseñal utilizando los auriculares;
- analizar la bioseñal adquirida; y
- proporcionar una retroalimentación de audio a dicho sujeto de acuerdo con la bioseñal medida.
- 15 15. El método para proporcionar neuroretroalimentación según la reivindicación 14, en el que el análisis de la bioseñal comprende el paso de correlacionar la bioseñal con un estado mental específico y proporcionar al sujeto una retroalimentación que comprende al menos una sugerencia para mejorar el estado mental del sujeto.

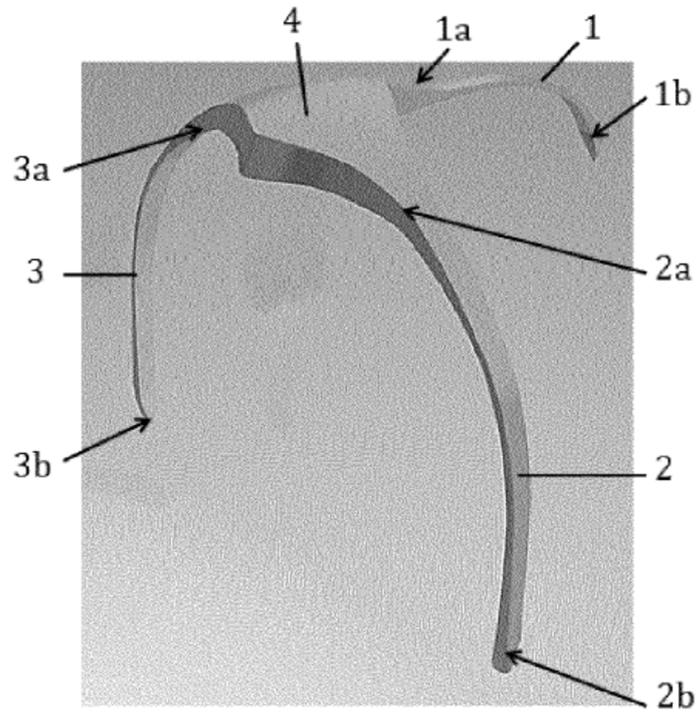


FIG. 1

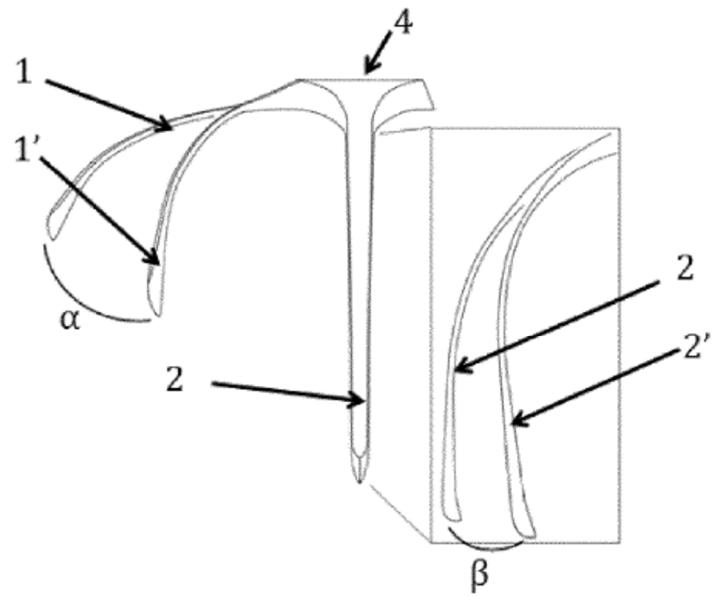


FIG. 2

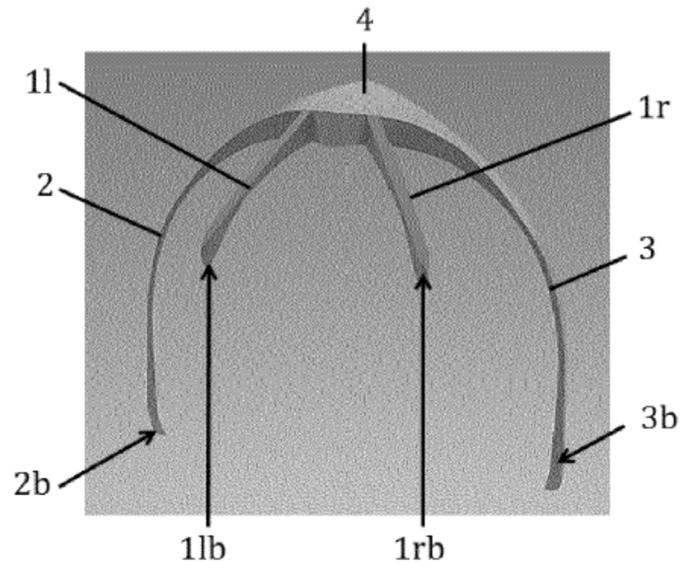


FIG. 3

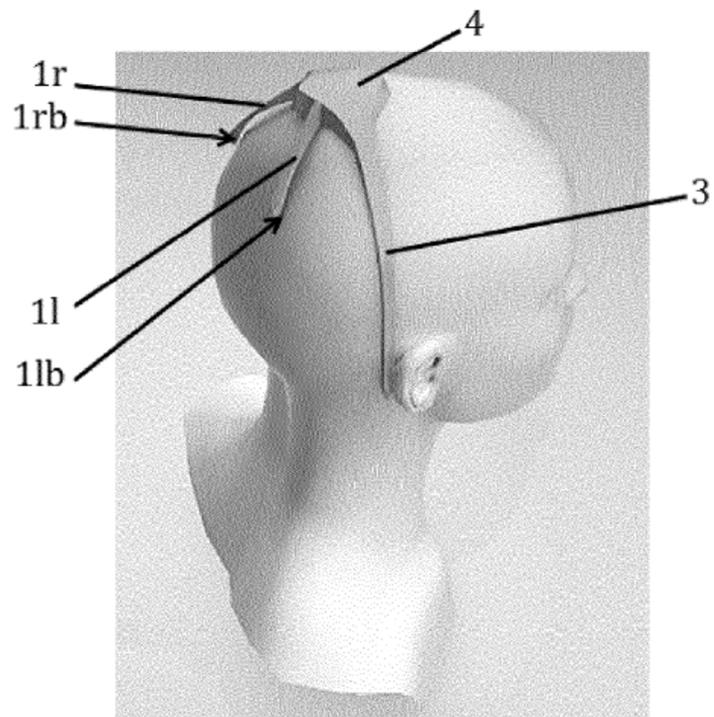


FIG. 4

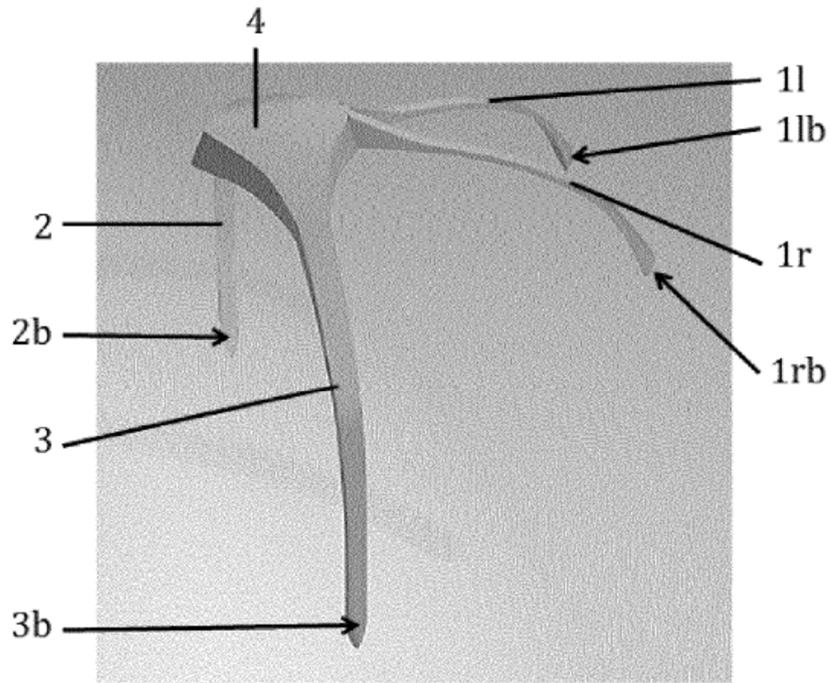


FIG. 5

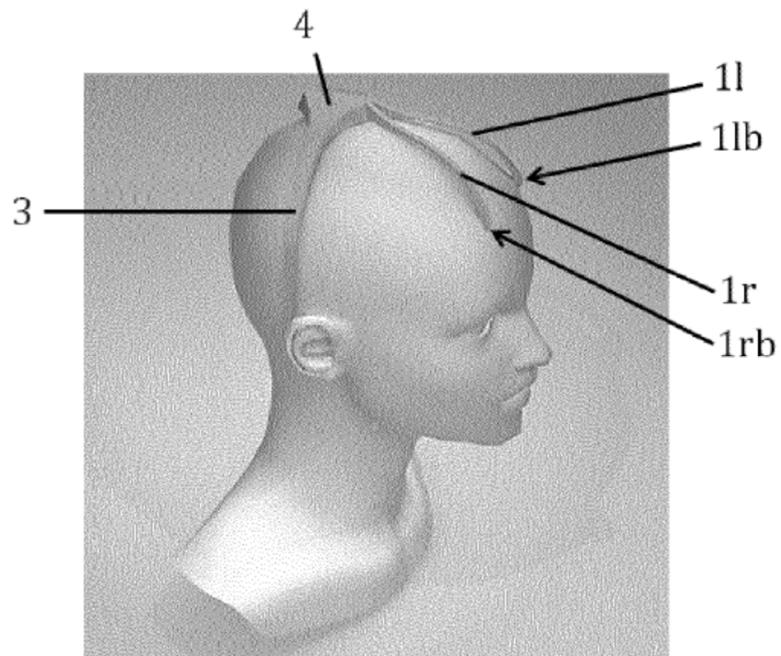


FIG. 6

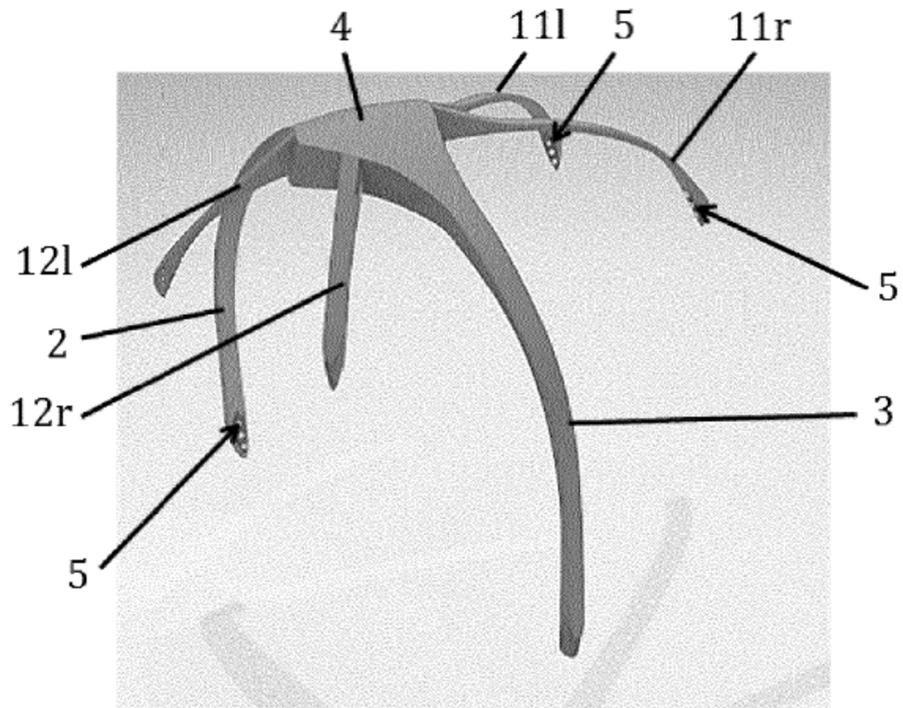


FIG. 7

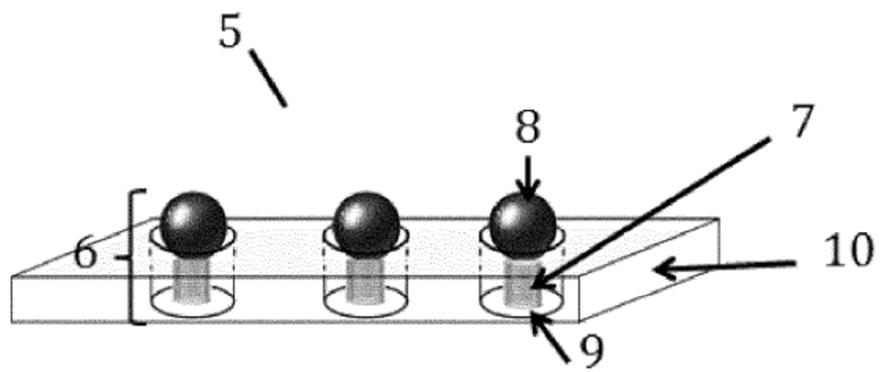


FIG. 8

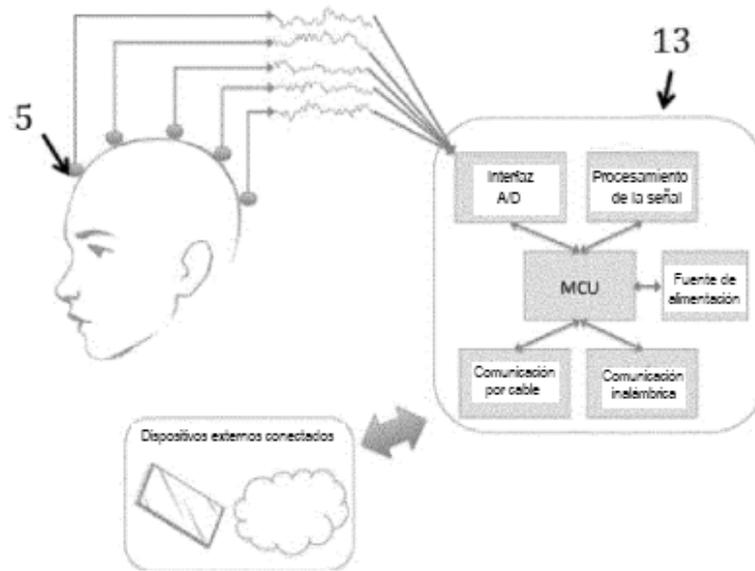


FIG. 9

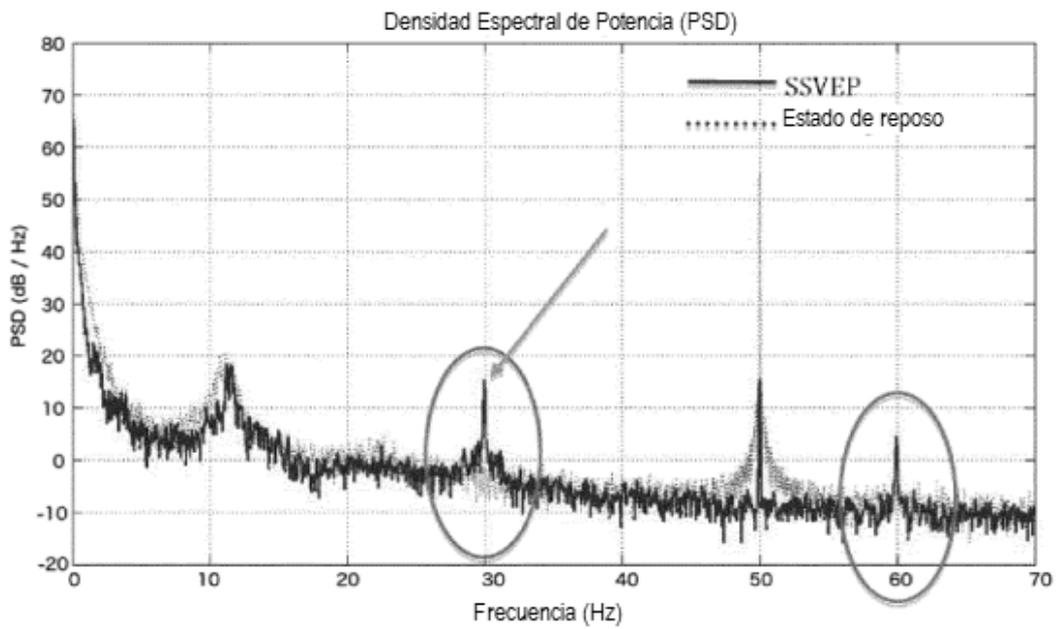
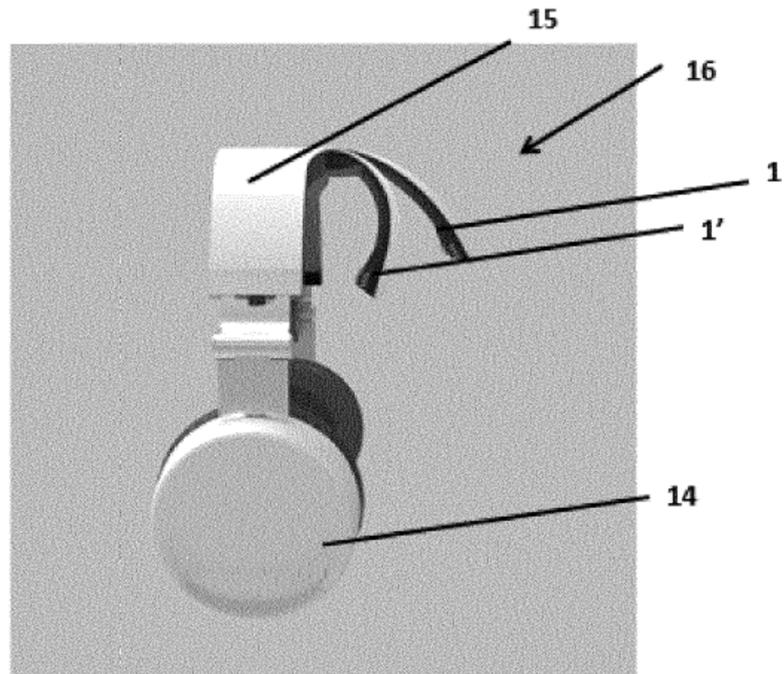
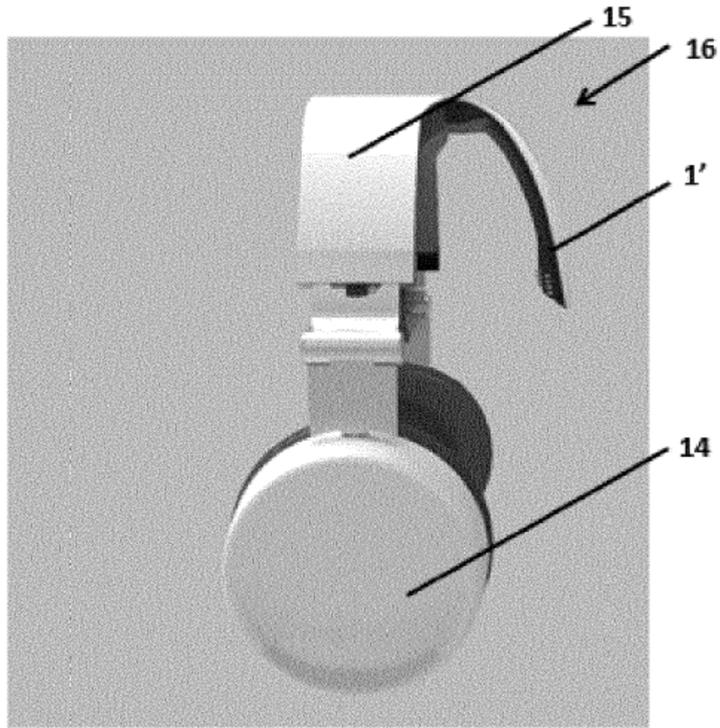


FIG. 10



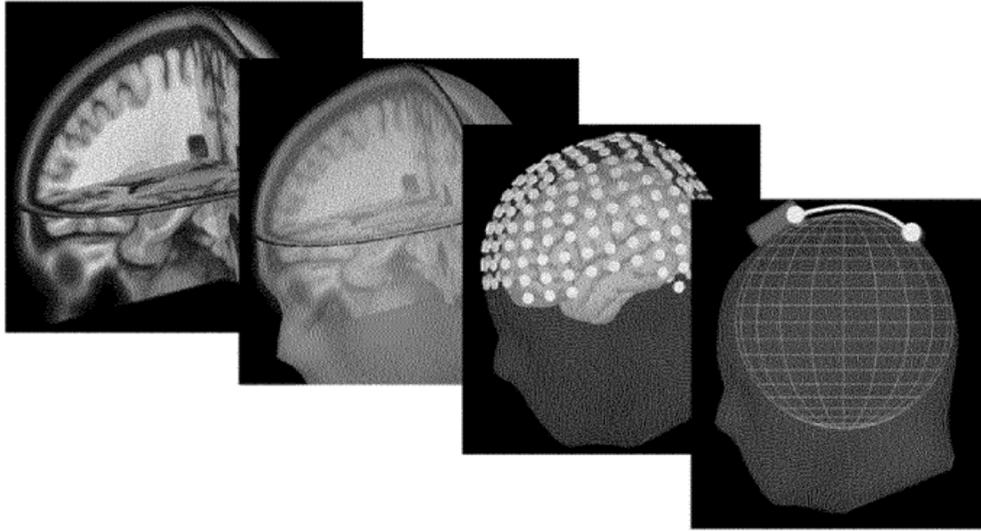


FIG. 13

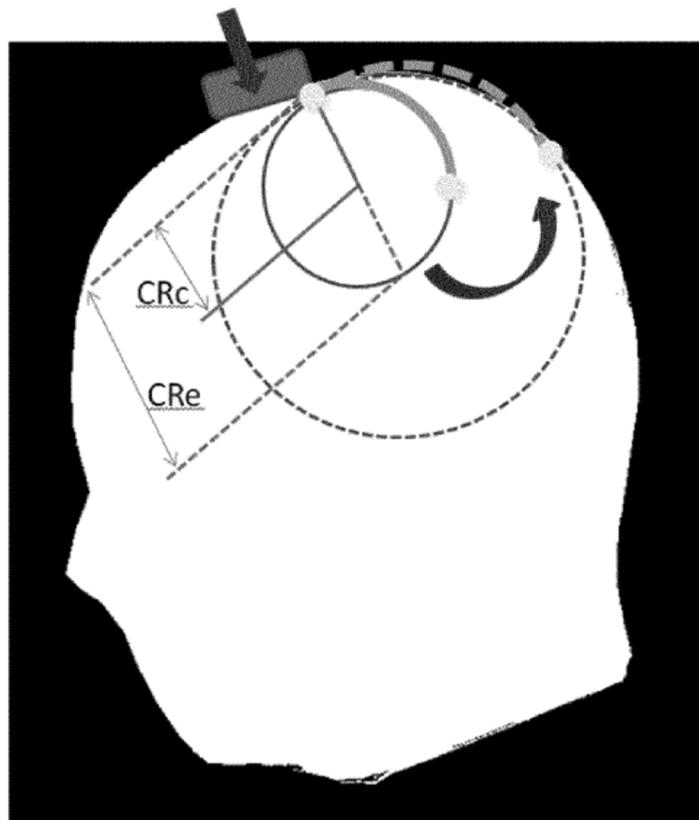


FIG. 14

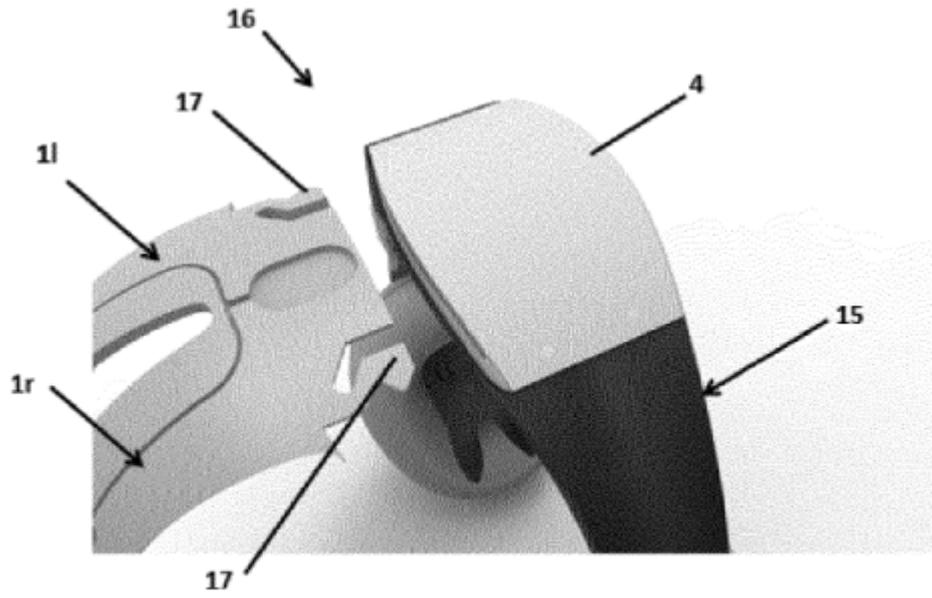


FIG. 15

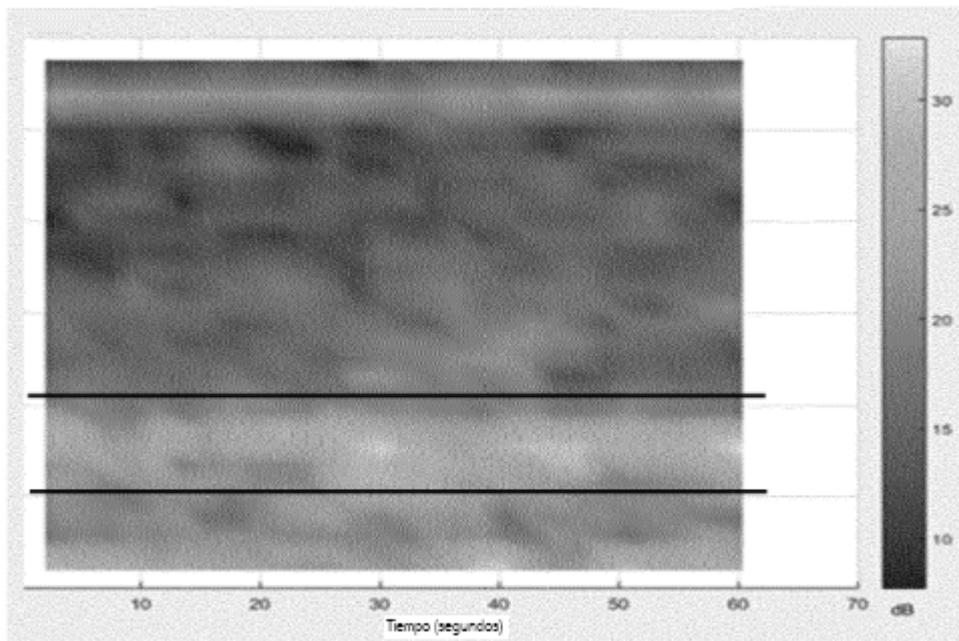


FIG. 16

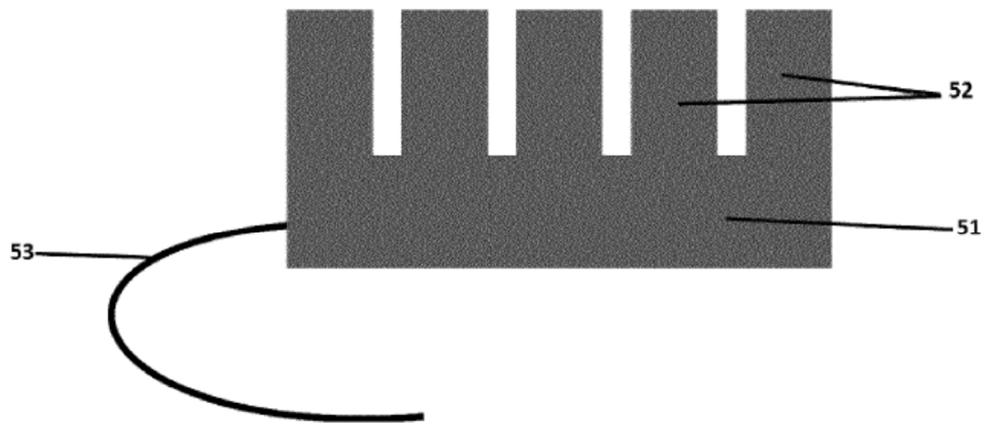


FIG. 17

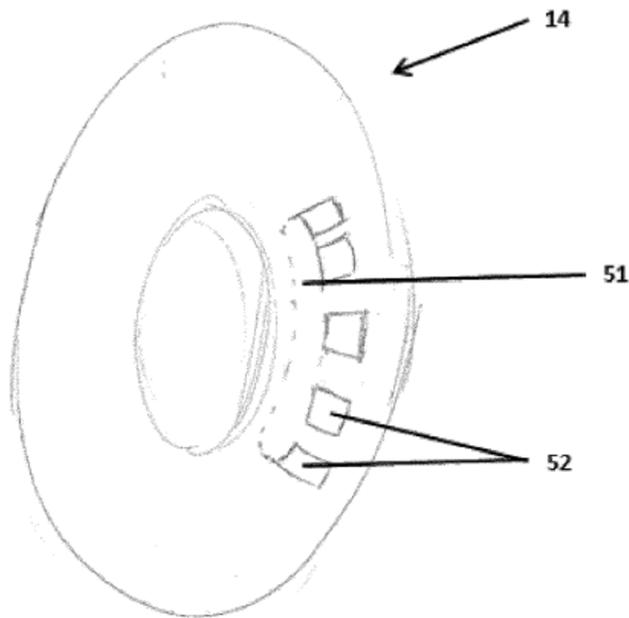


FIG. 18