

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 525 225**

51 Int. Cl.:

**A61B 5/00** (2006.01)

**A61B 5/12** (2006.01)

**A61B 5/0484** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.07.2007 E 07793316 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.09.2014 EP 2068706**

54 Título: **Método para audiometría automatizada objetiva**

30 Prioridad:

**20.09.2006 KR 20060091469**

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

**19.12.2014**

73 Titular/es:

**EARLOGIC KOREA INC. (50.0%)  
7F Miji Bldg., 141-4 Changjeon-Dong  
Mapo-gu, Seoul 121-881 , KR y  
KWAK, SANGYEOP (50.0%)**

72 Inventor/es:

**KWAK, SANGYEOP**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 525 225 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

Método para audiometría automatizada objetiva

### 5 **Campo Técnico**

La presente invención se refiere a un método para automatizar pruebas de audición objetivas, basado en la valoración del potencial evocado auditivo (AEP), para acortar el tiempo de prueba y para minimizar la imprecisión y los errores en la prueba de audición que pueden resultar de la automatización y el acortamiento del tiempo.

10

### **Antecedentes de la invención**

La audiometría de respuesta auditiva de tallo cerebral (ABR) es el método de uso más amplio para pruebas de audición.

15

Para una audiometría ABR, se coloca un electrodo en la cabeza de un usuario y se presenta repetitivamente un estímulo de prueba al menos más de 1500 veces. Tras promediar los datos, se determina la audibilidad del paciente por la presencia o ausencia de la Onda V.

20

Aunque en la audiometría ABR normalmente se utiliza un chasquido, este estímulo resulta inapropiado para estimar umbrales de audición a frecuencias específicas, tales como 250Hz, 500Hz, 1000Hz, 2000Hz, 4000Hz, y 8000Hz. Por este motivo se utilizan estímulos de tonos puros (o ráfaga de tonos), que tienen una duración muy corta y pueden presentarse como frecuencia individual, para estimar el umbral de frecuencia específico. En este caso, en la actualidad se utiliza el término "audiometría ABR de tonos puros (o ráfaga de tonos)".

25

### **Divulgación de la invención**

En la audiometría ABR de tonos puros, dado que debe estimarse cada umbral de frecuencia específico por separado, comprobar los umbrales de audición ocupa 1,5-2 horas aproximadamente. Adicionalmente, dado que la determinación por el usuario del umbral auditivo de un sujeto depende de la discriminación visual del pico de onda V en el cual la amplitud disminuye más y más a medida que la intensidad se acerca al umbral de audición, resulta difícil evitar la intervención del juicio subjetivo del usuario.

30

El problema más serio de la audiometría ABR de tonos puros convencional es que la prueba de audición ocupa un tiempo muy largo. Se tarda mucho en ajustar manualmente el estímulo de prueba presentado por separado de acuerdo con la frecuencia y la intensidad. Adicionalmente, deberá presentarse cada estímulo de prueba más de 1500 veces para obtener una relación señal/ruido significativa. Sobre todo, debido a que cuanto más se acerca la intensidad del estímulo al umbral auditivo, más disminuye la amplitud de la onda V, el usuario tarda mucho en determinar la presencia o la ausencia de un pico de onda V.

35

40

Para resolver los problemas anteriormente mencionados del método convencional, la presente invención proporciona un método para automatizar la audiometría ABR de tonos puros (o ráfaga de tonos), que puede excluir tanto la operación manual como el juicio subjetivo del usuario. Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un método para determinar un umbral auditivo objetivo mediante el cálculo del espacio entre la onda V y SN10. Otro objetivo más de la presente invención es proporcionar un método para obtener una excelente relación señal/ruido incluso tras minimizar el número de promedios. Finalmente, se da a conocer un dispositivo para llevar a cabo todos los objetivos anteriormente mencionados.

45

50

Para lograr los objetivos anteriormente mencionados, se proporciona un método para automatizar una audiometría ABR de tonos puros o ráfaga de tonos, que comprende las etapas de:

(a) ajustar las condiciones de prueba, lo cual comprende las etapas de:

elegir el número de la frecuencia de estímulos de prueba;

ajustar la frecuencia de filtrado del filtro de muesca para eliminar el ruido eléctrico de fondo originado por la fuente eléctrica;

55

ajustar las frecuencias de filtro de paso de banda alto y filtro de paso de banda bajo para eliminar el artefacto de baja frecuencia del cerebro y los armónicos eléctricos de alta frecuencia, respectivamente;

ajustar el número de promedios de datos de EEG;

60

ajustar el rango de tiempo para distribuir aleatoriamente los intervalos temporales entre los estímulos presentados secuencialmente;

ajustar tanto el rango de tiempo como el valor de intensidad crítico de cambio de potencial, que se necesitan para clasificar como artefacto un cambio de potencial abrupto durante la prueba, y para excluir del proceso de distribución aleatoria el tiempo de análisis con el cambio de potencial abrupto;

65

ajustar un valor crítico, que quiere decir una diferencia de potencial significativa entre la sección A que contiene un pico positivo de onda V y la sección B que contiene un pico negativo de SN10; y ajustar unos

estándares tanto para las coordenadas como para las imágenes gráficas que se visualizan en una interfaz del usuario: lo cual es efectuado arbitrariamente por un usuario antes de comenzar la prueba.

- 5 (b) convertir el EEG espontáneo del sujeto, que está originado por unos electrodos colocados en la cabeza del sujeto justo antes de comenzar la prueba, en una imagen gráfica a tiempo real;
- (c) visualizar cuantitativamente datos de análisis FFT en los artefactos periódicos entre el EEG espontáneo del sujeto;
- (d) filtrar los artefactos periódicos distintivos basándose en los datos de análisis FFT, lo cual un usuario lleva a cabo arbitrariamente;
- 10 (e) a modo de prueba preliminar, presentar un estímulo de prueba estándar a un sujeto de acuerdo con la condición de prueba, en el intervalo de tiempo aleatorio fijado en la etapa (a); contar y notificar a tiempo real el número de tiempos de análisis incluidos para el promedio, y el número de tiempos de análisis excluidos del proceso de promedio de acuerdo con los criterios de tiempo de análisis fijados en la etapa (a);
- 15 promediar los tiempos de análisis en los que parece no haber un cambio de potencial abrupto; filtrar en paso de banda los datos promediados mediante la aplicación de las frecuencias determinadas en la etapa (a) para eliminar el artefacto de baja frecuencia del cerebro y los armónicos eléctricos de alta frecuencia; filtrar mediante filtro de muesca el artefacto de estímulo generado en concierto con el estímulo presentado, mediante la aplicación de la misma frecuencia que la del estímulo de prueba;
- 20 generar imágenes a tiempo real de los datos de EEG promediados en coordenadas de acuerdo con el número de promedios y el estándar de coordenadas fijados en la etapa (a); y buscar el pico positivo de la onda V evocada, y ajustar una sección temporal, que es la sección A y B que contiene el pico positivo de onda V y el pico negativo SN10, respectivamente.
- 25 (f) ajustar la intensidad inicial del estímulo de prueba para la prueba principal, disminuyendo o aumentando gradualmente la intensidad de estímulo, con lo cual se halla la intensidad mínima, en la que la diferencia de potencial entre la sección A y B no excede el valor crítico previamente fijado, y se ajusta a Y, ajustándose la intensidad de estímulo inicial de una prueba principal a  $Y + Z$  dB; y
- (g) a modo de prueba principal, presentar el estímulo de prueba de cada frecuencia, buscar la intensidad mínima en la cual la diferencia potencial entre la sección A y B no excede el valor crítico fijado por adelantado en la etapa
- 30 (a), y determinar un umbral auditivo objetivo de cada frecuencia.

La etapa (a) sirve para ajustar la condición de prueba. Esta etapa comprende las etapas de: elegir el número de frecuencia de comprobación; ajustar la frecuencia de filtrado del filtro de muesca para eliminar el ruido eléctrico de fondo originado por la fuente eléctrica; ajustar las frecuencias de filtro de paso de banda alto y filtro de paso de

35 banda bajo para eliminar el artefacto de baja frecuencia del cerebro y los armónicos eléctricos de alta frecuencia, respectivamente; ajustar el número de promedios; ajustar el rango de tiempo para distribuir aleatoriamente los intervalos temporales entre los estímulos presentados secuencialmente; ajustar tanto el rango de tiempo como el valor de intensidad crítica de cambio de potencial, que resultan necesarios para clasificar como artefacto un cambio de potencial

40 abrupto durante la prueba, y para excluir del proceso de distribución aleatoria el tiempo de análisis con el cambio de potencial abrupto; ajustar un valor crítico, que quiere decir una diferencia de potencial significativa entre la sección A que contiene un pico positivo de onda V y la sección B que contiene un pico negativo de SN10; y ajustar unas especificaciones tanto para las coordenadas como para las imágenes gráficas que se visualizan en una interfaz del

45 usuario.

La etapa (b) es igual al método convencional para convertir el EEG espontáneo del sujeto, que está originado por unos electrodos colocados en la cabeza del sujeto justo antes de comenzar la prueba, en una imagen gráfica a tiempo real.

50 La etapa (c) es una visualización cuantitativa de datos de análisis FFT en los artefactos periódicos entre el EEG espontáneo del sujeto. En esta etapa, se precisa un número elevado de filtros de muesca para eliminar completamente los artefactos insignificantes originados por armónicos eléctricos, dado que los artefactos insignificantes no pueden eliminarse completamente con un número bajo de filtros de muesca, que generalmente se utilizan para eliminar armónicos. Para filtrar con precisión los artefactos insignificantes originados por armónicos

55 eléctricos, se precisa un análisis de espectro de frecuencia a tiempo real para el potencial originado, y resulta deseable utilizar análisis FFT.

La etapa (d) es un filtrado arbitrario de artefactos distintivos periódicos, por parte de un usuario, que se basa en los datos del análisis FFT de la etapa (c). En esta etapa, es deseable utilizar con prudencia filtros de muesca, teniendo

60 en cuenta la frecuencia y la intensidad de los armónicos eléctricos, y la misma frecuencia que la del correspondiente artefacto de armónicos se aplica como frecuencia de un filtro de muesca.

La etapa (e) es una prueba preliminar. En esta etapa, tras buscar el pico de la onda V, se determinan las secciones A y B, que comprenden el pico de onda V y el pico SN10, respectivamente. En detalle, la etapa (e) comprende las

65 etapas de: presentar a un sujeto un estímulo de prueba estándar (p. ej. un usuario puede ajustar arbitrariamente un estímulo estándar de 2KHz, 90dBHL) de acuerdo con la condición de prueba, con el intervalo de tiempo aleatorio

que se haya fijado en la etapa (a); contar y notificar a tiempo real el número de tiempos de análisis incluidos (aceptados) para promedio, y el número de tiempos de análisis excluidos (rechazados) del proceso de promedio de acuerdo con los criterios del tiempo de análisis con cambio de potencial abrupto que se hayan fijado en la etapa (a); promediar los tiempos de análisis aceptados en los que parece no haber un cambio de potencial abrupto; filtrar en paso de banda los datos promediados aplicando las frecuencias determinadas en la etapa (a) para eliminar el artefacto de baja frecuencia del cerebro y los armónicos eléctricos de alta frecuencia; filtrar mediante filtro de muesca el artefacto de estímulo generado en concierto con el estímulo presentado, aplicando la misma frecuencia que la del estímulo de prueba; generar imágenes a tiempo real de los datos de EEG promediados en coordenadas de acuerdo con el número de promedios y el estándar de coordenadas fijados en la etapa (a); y tras buscar el pico positivo de onda V evocada, ajustar las secciones de tiempo, que son ambas secciones A y B que contienen el pico positivo de onda V y el pico negativo SN10, respectivamente. Un ejemplo de frases condicionales utilizadas para ajustar las secciones A y B es tal como sigue; "si el tiempo de generación del pico de onda V, que está entre 6 ms y 9 ms de la sección de EEG promediada, se ajusta a X, la sección A será  $(X - 0,5)$  ms  $\sim (X + 0,5)$  ms, y la sección B será  $(X + 1,5)$  ms  $\sim (X + 3,5)$  ms".

La etapa (f) consiste en ajustar la intensidad inicial del estímulo de prueba para la prueba principal. Disminuyendo gradualmente la intensidad de estímulo (p. ej., 90, 85, 80, 75 dBHL o dBnHL) en la prueba preliminar, se halla la intensidad mínima en la cual la diferencia de potencial entre las secciones A y B no excede el valor crítico fijado por adelantado en la etapa (a), y se ajusta a Y. La intensidad de estímulo inicial de una prueba principal se ajusta a Y + Z dB (Z podrá ser 5, 10, 15, 30, etc.).

Finalmente, la etapa (g) es una prueba principal. Tras presentar un estímulo de prueba de cada frecuencia a un sujeto y buscar la intensidad mínima de cada frecuencia en la cual la diferencia de potencial entre las secciones A y B no exceda el valor crítico fijado por adelantado en la etapa (a), se determina el umbral auditivo objetivo de cada frecuencia de estímulo. Los métodos y procesos detallados aplicados a la etapa (g) son los mismos que los de la etapa (e).

#### Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 es un diagrama de configuración de un dispositivo para llevar a cabo una prueba de audición automatizada objetiva, que no es parte de la presente invención.  
La FIG. 2 es un diagrama de flujo que ilustra todo el proceso de una prueba de audición automatizada objetiva de acuerdo con una realización preferida de la presente invención.

#### Modo para la invención

A continuación, se describirá la realización preferida de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos.

La presente invención proporciona un método para una prueba automatizada ABR de tonos puros (o ráfaga de tonos) que no precisa ni la operación manual ni el juicio subjetivo de un usuario para determinar umbrales de audición objetivos basados en la distancia entre la onda V y SN10, y para adquirir una excelente relación señal/ruido tan solo mediante un número mínimo de promedios.

En la presente memoria, en primer lugar se describe el dispositivo para llevar a cabo una prueba de audición automatizada objetiva, y se describen realizaciones para llevar a cabo una prueba ABR automatizada de tonos puros que no precisa ni la operación manual ni el juicio subjetivo de un usuario para determinar umbrales de audición objetivos basados en la distancia entre la onda V y SN10, y para adquirir una excelente relación señal/ruido tan solo mediante un número mínimo de promedios.

La FIG. 1 es un diagrama de configuración de un dispositivo para llevar a cabo una prueba de audición automatizada objetiva que no es parte de la presente invención.

Con referencia a la FIG. 1, en primer lugar se ilustra con el número 100 la parte tanto para el análisis de EEG como para la determinación del umbral auditivo.

Si los datos de análisis de EEG evocados indican que el umbral auditivo no está determinado, a continuación se presenta un estímulo en la etapa 102.

Con referencia al método de presentación de estímulos, en la presente invención se presentan estímulos impredecibles tanto para un usuario como para un sujeto. Esto se lleva a cabo procesando aleatoriamente la parte de presentación de estímulos y es totalmente diferente del método convencional. Las frecuencias generalmente utilizadas en estímulos de tonos puros (o ráfaga de tonos) para una prueba de audición objetiva son las siguientes; 250Hz, 500Hz, 1000Hz, 2000Hz, y 8000Hz. El número de estímulos de tonos puros puede aumentarse aplicando un intervalo de frecuencia subdividido.

Puede utilizarse para la prueba un amplio rango de intensidad de estímulos entre un máximo de 130dB SPL y un

mínimo.

El estímulo de prueba no se presenta al oído de un sujeto directamente a través de un altavoz, sino tras pasar por una parte de activación 104. La parte de activación transmite una señal de sincronización (114) de un tiempo de inicio de estímulos a la parte de análisis de EEG 100, que se precisa para definir un tiempo inicial para el promedio, y al mismo tiempo presenta el estímulo a un sujeto a través de un altavoz 106.

Con referencia a la localización de los electrodos colocados en un sujeto, en la realización preferida de la presente invención que lleva a cabo una prueba de audición automatizada objetiva se recomienda colocar un electrodo en la parte superior del lóbulo frontal del sujeto. El lóbulo frontal es un punto apropiado para minimizar las dificultades que acompañan a la colocación de electrodos. Adicionalmente, incluso cuando se apliquen a una prueba de audición los diversos métodos sugeridos en la presente invención para mejorar la relación señal/ruido, puede extraerse del lóbulo frontal un EEG evocado con una excelente relación señal/ruido sin deterioro alguno.

El EEG originado por el lóbulo frontal del sujeto se transmite a una parte de muestreo de EEG 112 a través de una parte de conexión de electrodo 110.

Tanto los datos de EEG como la señal de sincronización del tiempo de inicio de estímulos, que son extraídos por la parte de muestreo de EEG y a los que da entrada la parte de activación, respectivamente, se transmiten simultáneamente a la parte de determinación de análisis de EEG y de umbral de audición 100. Tras un análisis a tiempo real, se determina el umbral de audición final del sujeto para cada frecuencia de estímulo.

La FIG. 2 es un diagrama de flujo que ilustra todo el proceso de una prueba de audición automatizada objetiva de acuerdo con una realización preferida de la presente invención.

Con referencia a la FIG. 2, previamente a llevar a cabo una prueba de audición automatizada objetiva, se ajusta la condición de prueba en la etapa 200.

El ajuste de la condición de prueba comprende las etapas de: elegir el número de la frecuencia de prueba; ajustar la frecuencia de filtrado del filtro de muesca para eliminar los artefactos eléctricos originados por la fuente eléctrica; ajustar frecuencias de filtro de paso de banda alto y filtro de paso de banda bajo para eliminar el artefacto de baja frecuencia del cerebro y los armónicos eléctricos de alta frecuencia, respectivamente; ajustar el número de promedios; ajustar el rango de tiempo para distribuir aleatoriamente los intervalos temporales entre los estímulos presentados secuencialmente (es decir, intervalo interestímulos, ISI); ajustar tanto el rango de tiempo como el valor de intensidad crítico de cambio de potencial, que resulta necesario para clasificar como artefacto un cambio de potencial abrupto durante la prueba, y para excluir el tiempo de análisis con el cambio de potencial abrupto del proceso de promedio; ajustar un valor crítico, que quiere decir una diferencia de potencial significativa entre la sección A que contiene un pico positivo de onda V y la sección B que contiene un pico negativo de SN10; y ajustar unos estándares tanto para las coordenadas como para las imágenes gráficas que se visualizan en una interfaz del usuario.

Tras ajustar la condición de prueba, el EEG espontáneo del sujeto, que es originado por los electrodos sujetos a la cabeza del sujeto antes de la comprobación, puede convertirse en una imagen gráfica a tiempo real. Esta etapa 202 es igual que los métodos convencionales.

La siguiente etapa 204 es una visualización cuantitativa de los datos de análisis FFT en artefactos periódicos entre el EEG espontáneo del sujeto. En esta etapa, se precisa un número elevado de filtros de muesca para eliminar completamente los artefactos insignificantes originados por armónicos eléctricos, dado que los artefactos insignificantes no pueden eliminarse completamente con un número bajo de filtros de muesca, que generalmente se utilizan para eliminar armónicos eléctricos. Para filtrar con precisión los artefactos insignificantes originados por armónicos eléctricos, se precisa un análisis de espectro de frecuencia a tiempo real del potencial originado, y es deseable utilizar análisis FFT.

Basándose en los datos de análisis FFT, un usuario filtra arbitrariamente los artefactos distintivos periódicos en la etapa 206. En esta etapa, resulta deseable utilizar filtros de muesca, teniendo en cuenta la frecuencia y la intensidad de los armónicos eléctricos, y la misma frecuencia que la del correspondiente artefacto de armónicos se aplica como frecuencia de un filtro de muesca.

La precisión y la fiabilidad de la prueba de audición pueden aumentarse mediante una prueba preliminar seguida de una prueba principal. En esta etapa, una vez que un usuario presiona el botón de inicio, se presenta un estímulo de prueba estándar con el número 208. Aunque normalmente se utiliza un estímulo de 2KHz, 90dBHL (o 60dBnHL) de tonos puros a modo de estímulo de prueba estándar, un usuario puede ajustarlo arbitrariamente. Todos los estímulos de prueba que contienen estímulos de prueba estándar son presentados a un sujeto con un intervalo de tiempo aleatorio fijado en la etapa de ajuste de la condición de prueba.

Durante la presentación de un estímulo de prueba estándar a un sujeto, el estímulo de tono puro puede generar, junto con el potencial evocado, un cambio de potencial abrupto que distorsiona los datos finales del promedio.

Durante el proceso de promedio de conjuntos de datos, resulta deseable eliminar completamente los tiempos de análisis que contengan el cambio de potencial abrupto en la etapa 210. La eliminación de los tiempos de análisis se lleva a cabo de acuerdo con criterios fijados en la etapa de ajuste de la condición de prueba, que incluye la sección de tiempo y la intensidad crítica.

5 Los tiempos de análisis sin cambio de potencial abrupto se promedian mediante el método convencional en la etapa 212.

10 Mediante filtrado de paso de banda de datos promediados, se cambia brusca o suavemente la forma de onda y se eliminan los artefactos de baja frecuencia del cerebro y los armónicos eléctricos de alta frecuencia.

Dado que el artefacto de estímulo, que se genera en concierto con el estímulo presentado, puede reflejarse en los datos promediados finales, en la etapa 216 se incluye un filtrado por filtro de muesca que aplica la misma frecuencia que la del estímulo de prueba.

15 El pico de la onda V se halla a partir de los datos promediados finales en la etapa 218.

20 Tras buscar el pico positivo de onda V evocada, en la etapa 220 se ajustan ambas secciones A y B, que contienen el pico positivo de onda V y el pico negativo SN10, respectivamente. Un ejemplo de frases condicionales utilizadas para ajustar las secciones A y B es tal como sigue; "si el tiempo de generación del pico de onda V, que está entre 6 ms y 9 ms de la sección de EEG promediada, se ajusta a X, la sección A será  $(X - 0,5)$  ms  $\sim$   $(X + 0,5)$  ms, y la sección B será  $(X + 1,5)$  ms  $\sim$   $(X + 3,5)$  ms".

25 Disminuyendo (p. ej., 90, 85, 80, 75 dBHL) o aumentando (p. ej., 95, 100, 105 dBHL) gradualmente la intensidad de estímulo, se halla la intensidad mínima en la cual la diferencia de potencial entre las secciones A y B no excede el valor crítico fijado previamente, y se ajusta a Y. La intensidad de estímulo inicial de una prueba principal se ajusta a  $Y + Z$  dB en la etapa 222.

30 En una prueba principal 224  $\sim$  232, tras presentar un estímulo de prueba de cada frecuencia a un sujeto y buscar la intensidad mínima de cada frecuencia en la cual la diferencia de potencial entre las secciones A y B no exceda el valor crítico fijado previamente, se determina el umbral auditivo objetivo de cada frecuencia de estímulo. Los métodos y procesos detallados aplicados a la prueba principal son los mismos que los de una prueba preliminar excepto por la diversidad de la frecuencia de estímulo de prueba.

### 35 **Aplicabilidad Industrial**

Tal como se ha descrito anteriormente, de acuerdo con la realización preferida del método para una prueba de audición automatizada objetiva, los usuarios pueden acortar el tiempo de prueba llevando a cabo automáticamente una prueba ABR de tonos puros (o ráfaga de tonos) sin operación manual ni juicio subjetivo por parte del usuario.

40 Adicionalmente, de acuerdo con la realización preferida de la presente invención, pese a la minimización del número de promedios, aplicando un método de decisión de umbrales de audición objetivos basado en el espacio entre la onda V y SN10 se obtienen datos de prueba de audición fiables con una excelente relación señal/ruido.

**REIVINDICACIONES**

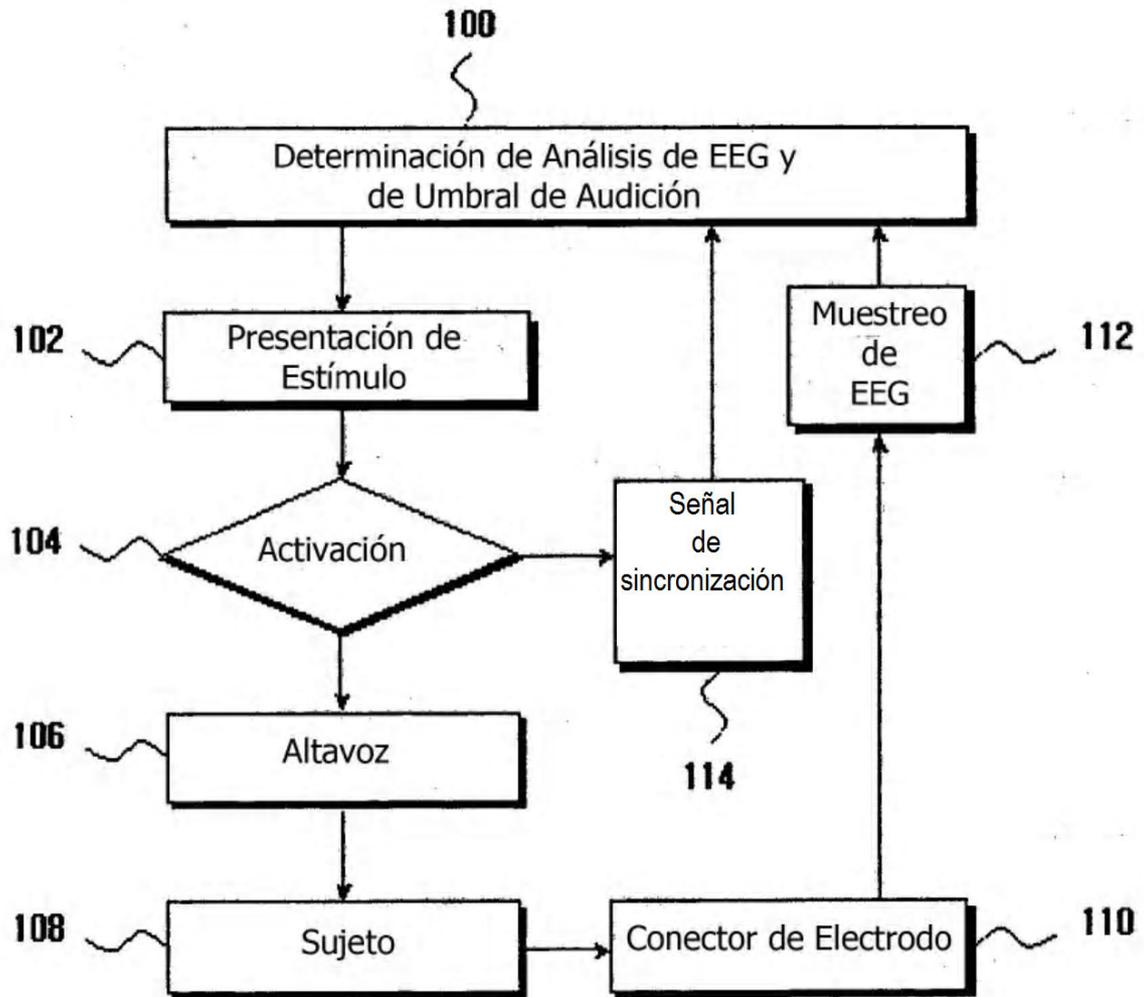
1. Un método para automatizar una audiometría de respuesta auditiva del tallo cerebral (ABR) de tonos puros o ráfaga de tonos, que comprende las etapas de:

- 5 (a) ajustar las condiciones de prueba, que comprende las etapas de:  
elegir el número de la frecuencia de estímulos de prueba;  
ajustar la frecuencia de filtrado del filtro de muesca para eliminar el ruido eléctrico de fondo originado por la fuente eléctrica;
- 10 ajustar las frecuencias de filtro de paso de banda alto y filtro de paso de banda bajo para eliminar el artefacto de baja frecuencia del cerebro y los armónicos eléctricos de alta frecuencia, respectivamente;  
ajustar el número de promedios de datos de EEG;  
ajustar el rango de tiempo para distribuir aleatoriamente los intervalos temporales entre los estímulos presentados secuencialmente;
- 15 ajustar tanto el rango de tiempo como el valor de intensidad crítico de cambio de potencial, que se necesitan para clasificar como artefacto un cambio de potencial abrupto durante la prueba, y para excluir del proceso de distribución aleatoria el tiempo de análisis con el cambio de potencial abrupto;  
ajustar un valor crítico, que quiere decir una diferencia de potencial significativa entre la sección A que contiene un pico positivo de onda V y la sección B que contiene un pico negativo de SN10; y ajustar unos estándares tanto para las coordenadas como para las imágenes gráficas que se visualizan en una interfaz del usuario; lo cual es efectuado arbitrariamente por un usuario antes de comenzar la prueba.
- 20 (b) convertir el EEG espontáneo del sujeto, que está originado por unos electrodos colocados en la cabeza del sujeto justo antes de comenzar la prueba, en una imagen gráfica a tiempo real;
- (c) visualizar cuantitativamente datos de análisis FFT en los artefactos periódicos entre el EEG espontáneo del sujeto;
- 25 (d) filtrar los artefactos periódicos distintivos basándose en los datos de análisis FFT, lo cual realiza un usuario arbitrariamente;
- (e) a modo de prueba preliminar, presentar un estímulo de prueba estándar a un sujeto de acuerdo con la condición de prueba, en el intervalo de tiempo aleatorio fijado en la etapa (a);
- 30 contar y notificar en tiempo real el número de tiempos de análisis incluidos para el promedio, y el número de tiempos de análisis excluidos del proceso de promedio de acuerdo con los criterios de tiempo de análisis fijados en la etapa (a);  
promediar los tiempos de análisis en los que parece no haber un cambio de potencial abrupto; filtrar en paso de banda los datos promediados mediante la aplicación de las frecuencias determinadas en la etapa (a) para eliminar el artefacto de baja frecuencia del cerebro y los armónicos eléctricos de alta frecuencia;
- 35 filtrar mediante filtro de muesca el artefacto de estímulo generado en concierto con el estímulo presentado, mediante la aplicación de la misma frecuencia que la del estímulo de prueba;  
generar imágenes en tiempo real de los datos de EEG promediados en coordenadas de acuerdo con el número de promedios y el estándar de coordenadas fijados en la etapa (a);
- 40 y  
buscar el pico positivo de la onda V evocada, y ajustar una sección temporal, que es las secciones A y B que contiene el pico positivo de onda V y el pico negativo SN10, respectivamente.
- (f) ajustar la intensidad inicial del estímulo de prueba para la prueba principal, disminuyendo o aumentando gradualmente la intensidad de estímulo (p. ej., 95, 100, 105 dBHL), con lo cual se halla la intensidad mínima a la que la diferencia de potencial entre las secciones A y B no excede el valor crítico previamente fijado, y se ajusta a Y, ajustándose la intensidad de estímulo inicial de una prueba principal a Y + Z dB; y
- 45 (g) a modo de prueba principal, presentar el estímulo de prueba de cada frecuencia, buscar la intensidad mínima en la cual la diferencia potencial entre las secciones A y B no excede el valor crítico fijado por adelantado en la etapa (a), y determinar un umbral auditivo objetivo de cada frecuencia

2. El método de la reivindicación 1, en el cual en la etapa (d) la etapa de filtrado se lleva a cabo arbitrariamente aplicando la frecuencia de un artefacto periódico correspondiente a modo de frecuencia de un filtro de muesca.

3. El método de la reivindicación 1, en el cual tras presentar el estímulo de prueba de cada frecuencia a un sujeto y buscar la intensidad mínima de cada frecuencia en la cual la diferencia de potencial entre las secciones A y B no excede el valor crítico fijado previamente, en la etapa (g) se determina el umbral de audición objetivo de cada frecuencia de estímulo.

[Fig. 1]



[Fig. 2]

