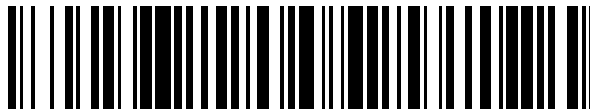


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 756 874**

21 Número de solicitud: 201831036

51 Int. Cl.:

A61B 5/00 (2006.01)

H04R 29/00 (2006.01)

G01R 35/00 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

25.10.2018

43 Fecha de publicación de la solicitud:

27.04.2020

Fecha de concesión:

23.08.2021

45 Fecha de publicación de la concesión:

30.08.2021

73 Titular/es:

**DEVIMETRIX, S.L. (100.0%)
Calle Llacuna 162, Módulo 118
08018 Barcelona (Barcelona) ES**

72 Inventor/es:

PLANA EGUIA, José María

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

54 Título: **SISTEMA DE CALIBRACIÓN PARA UN AUDIÓMETRO**

57 Resumen:

Sistema de calibración para un audiómetro con un transductor acústico (21, 22, 23), un audiómetro (1) que comprende un dispositivo calibrador (4) para generar una referencia de tensión de valor específico en el audiómetro (1) para actualizar su información de calibración. Una memoria (15) del transductor (2) almacena información de identificación y calibración. El audiómetro (1) compensa la respuesta del transductor acústico (21, 22, 23) en función de la información de calibración leída y de la respuesta frecuencial del oído humano. También compensa la respuesta frecuencial del propio audiómetro (1) modificando la señal eléctrica generada, y actualiza su información de calibración de acuerdo con la referencia de tensión del dispositivo calibrador (4).

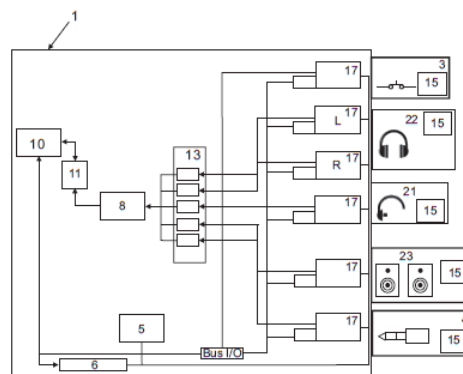


Fig. 2A

ES 2 756 874 B2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015. Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

DESCRIPCIÓN
SISTEMA DE CALIBRACIÓN PARA UN AUDIÓMETRO

5 **Campo técnico de la invención**

La presente invención pertenece al campo de la audiometría. En particular, se refiere a técnicas aplicables para obtener una calibración mejorada de los audiómetros y transductores asociados con las pruebas audiométricas.

10

Antecedentes de la invención

Los audiómetros se utilizan para medir y diagnosticar la capacidad auditiva de las personas. Para medir, se presentan al paciente tonos puros muy precisos u otros
15 estímulos por medio de transductores acústicos (auriculares, altavoces, vibradores). Si el sujeto detecta los tonos u otros estímulos, lo indica apretando un botón o pulsador. Estos tonos puros generados electrónicamente por el audiómetro, se envían a través de fonos (conducción aérea) o de vibradores óseos (conducción ósea). Los umbrales para distintas frecuencias se miden en decibelios. Las frecuencias en audiometría
20 convencional para conducción aérea suelen estar entre los 125 Hz y 8 kHz o 16 kHz. Para conducción ósea suelen estar entre 250 Hz y 6 kHz.

Los transductores acústicos se conectan directamente al audiómetro utilizando conectores de audio estéreo (jacks) estandarizados en la industria o a la pared de una
25 cabina insonorizada que a su vez se conecta al audiómetro haciendo uso de los mismos conectores de audio estéreo.

Con objeto de garantizar medidas correctas para el diagnóstico clínico, los audiómetros y sus transductores han de revisarse regularmente. Esto requiere que los
30 transductores deban calibrarse acústicamente con el audiómetro al que se conectarán. Adicionalmente, debe tenerse cuidado expreso en realizar adecuadamente la conexión, por ejemplo, en las re-calibraciones.

En la calibración se utilizan equipos electroacústicos de simulación del oído y cabeza
35 humanos y sonómetros. Generalmente se calibra toda el conjunto audiómetro y sus transductores en una sola fase eléctrica y acústica. Sin embargo, este tipo de

calibración tiene una desventaja. Los transductores solamente están calibrados correctamente con un audiómetro y, por tanto, formando un único conjunto calibrado. Consecuentemente, el intercambio de transductores con otros audiómetros provoca un error de medida y, con ello, un riesgo inaceptable en el diagnóstico clínico.

5

Actualmente, la calibración se aborda llevando los equipos a un centro especializado o haciendo que un técnico se desplace para llevar a cabo la calibración in situ. Los transductores acústicos son asociados con su audiómetro con un etiquetado que indica además la validez temporal de la calibración (expiración).

10

Breve descripción de la invención

A la vista de las limitaciones observadas en el estado de la técnica, existe pues la necesidad de disponer de un sistema y un método de calibración para un audiómetro capaz de simplificar la calibración y asegurar la veracidad metrológica.

15

En concreto, un aspecto deseable es disponer de capacidad para conectar cualquier transductor ya calibrado acústicamente, y que el conjunto audiómetro con transductores permanezca correctamente calibrado. Para una correcta adaptación, se lee la respuesta en frecuencia y se autoajusta para compensarla si es preciso.

20

Otro aspecto adicional es que reconozca varios tipos de transductores y asegure una correcta conexión.

25

Gracias a estas y otras funcionalidades, se mejora la gestión y el mantenimiento de la calibración individual tanto de transductores como del propio audiómetro, puesto que puede hacerse de manera remota e independiente.

30

Para lograr las funcionalidades, se propone sistema de calibración de acuerdo con la reivindicación 1 para un audiómetro y transductores que integran una memoria propia. Realizaciones particulares y preferentes se definen en las reivindicaciones dependientes. Se dota al audiómetro de un mecanismo de lectura de memorias de los transductores, y de un mecanismo de ajuste de la sensibilidad y compensación de su respuesta frecuencial. Se prevé que el propio audiómetro cuente con una referencia de tensión externa calibrada que permita calibrar automáticamente su respuesta eléctrica.

35

Igualmente, ocurre con la respuesta acústica de los transductores que se conectan a dicho audiómetro.

Breve descripción de las figuras

5

Para un mejor entendimiento de la invención, tanto en lo que respecta a su estructura como a su funcionamiento y sus ventajas, se explican con ayuda de ejemplos de realización con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

10 La FIG. 1 ilustra un esquema descriptivo de un audiómetro y sus transductores (auriculares, vibrador óseo, altavoces) y el pulsador de paciente.

La FIG. 2A ilustra un diagrama de bloques de una realización del sistema.

La FIG. 2B ilustra otro diagrama de bloques de una realización del sistemaLa FIG. 3 ilustra un diagrama esquemático de un transductor con memoria de almacenamiento.

15 La FIG. 4 ilustra un diagrama esquemático de un dispositivo calibrador con un circuito de referencia de tensión y una memoria de almacenamiento.

La FIG. 5 ilustra un diagrama de esquemático de varias etapas desempeñadas en el audiómetro.

Descripción detallada de la invención

20

Con referencia a las figuras anteriores, se describen varias realizaciones del dispositivo objeto de la invención.

25 La FIG. 1 muestra un sistema de audiometría que incluye un audiómetro **1** conectado a varios tipos de transductores acústicos como unos vibradores **21**, auriculares **22** o altavoces **23**. El sistema de audiometría cuenta con un pulsador **3** para registrar la respuesta del paciente. El pulsador **3** se conecta al audiómetro **1** por un cable **7** con conector adaptado para ser insertado en un receptáculo del audiómetro **1**. A su vez, las conexiones del cable **7** al audiómetro **1** se realizan con un conector de audio (p.e. 30 audio jack u otro conector estándar de la industria) que se insertan en los receptáculos también estándar del audiómetro **1**. El pulsador **3** dispone de su propia memoria **15** para identificar el dispositivo y permitir que funcione como plug&play.

35 En funcionamiento, el audiómetro **1** produce señales eléctricas cuyas características son controladas por un microprocesador **10** para ser posteriormente transformada en una señal acústica en los transductores **21**, **22**, **23**. En la medida de umbrales de

audición se usan señales acústicas, generalmente tonos puros o señales vocales, según los procedimientos médicos aceptados. La calibración del sistema conjunto se divide en calibración eléctrica del audiómetro **1** y en calibración acústica de los transductores **21, 22, 23**.

5

La FIG. 2A es un diagrama de bloques de una realización del sistema referido a la detección de la conexión del audiómetro **1** con los posibles transductores **21, 22, 23** y a la lectura de sus datos de calibración. Se puede observar que el audiómetro **1** dispone de un microprocesador **10** con una memoria **5** y que también cada
10 transductor, auriculares **22**, vibradores óseos **21** y altavoces **23**) incorporan su propia memoria **15**, donde se almacena la información relativa a la calibración individual. En el caso del audiómetro **1**, se incorpora un sistema lector **6** para estas memorias **15**.

De forma similar, la FIG. 2B es un diagrama de bloques de otro aspecto del sistema con el audiómetro **1** y los transductores **21, 22, 23** que ilustra cómo, tras realizar la
15 calibración eléctrica con ayuda del calibrador externo **4**, la señal eléctrica se genera internamente en el audímetro **1** de forma individual, multiplexada para cada canal R o L y cada transductor **21, 22, 23**, con lo que emiten la señal acústica calibrada.

Así, el calibrador externo **4** contiene una referencia de tensión y una memoria **15** con
20 la información del dispositivo (para el plug&play) y el valor real calibrado en laboratorio de la referencia de tensión, de forma análoga a los transductores **21, 22, 23**.

El lector **6** lee la información almacenada en las memorias **15** de los transductores **21,**
25 **22, 23** (p.e., identificación del transductor, tipo, datos de sensibilidad, fecha de calibración/validez, etc.) y puede compensar la respuesta frecuencial calibrada grabada de los transductores **21, 22, 23**, la propia del audiómetro **1** y hacerlo de acuerdo con la respuesta frecuencial del oído humano.

El algoritmo de ajuste implementado en el microprocesador **10** se encarga de alinear
30 el fondo de escala para todas y cada una de las frecuencias de trabajo teniendo en cuenta diversos aspectos como son el fondo de escala nominal de la etapa eléctrica del audiómetro **1**, la sensibilidad nominal del transductor **2**, la respuesta frecuencial del oído humano, la corrección de la respuesta frecuencial del transductor respecto a su
35 sensibilidad nominal y la corrección de la respuesta frecuencial de la etapa eléctrica respecto a su fondo de escala nominal. Por tanto, para cada frecuencia de trabajo del audiómetro **1** y transductor específico **21, 22** o **23**, se obtiene un valor de corrección en

dBs respecto al valor nominal del fondo de escala del audiómetro **1** que debe ser compensada.

En mayor detalle, el algoritmo de ajuste calcula la atenuación requerida $Att[i]$ en dB a la frecuencia i de la siguiente forma:

$$Att[i] = FSe_n - Ee[i] - (FSa[i] - Sa_n) \quad [1]$$

siendo FSe_n el fondo de escala eléctrico del audiómetro a la frecuencia i (en dBm), $FSa[i]$ el fondo de escala acústico deseado teniendo en cuenta la respuesta frecuencial del oído humano (en dB SPL) y Sa_n la sensibilidad del transductor acústico en (dB SPL/dBm)

$Att[i] = FSe_n - Ee[i] - (FSa[i] - (Sn - Ea_n))$ siendo FSe_n el fondo de escala eléctrico nominal en dBm y $Ee[i]$ la desviación en dB a la frecuencia i respecto al nominal; siendo Sn la sensibilidad nominal del transductor en dB SPL /dBm y Ea_n la desviación de la sensibilidad en dBs a la frecuencia i respecto a la nominal.

Definiendo $Att_n[i] = FSe_n - FSa[i] - Sn$ queda, a Att_n se le denomina Atenuación nominal:

$$Att[i] = Att_n[i] - Ee[i] - Ea_n \quad [2]$$

Ejemplo concreto:

Se desea un FSa de 120dB HL (hearing level) a la frecuencia de 1 kHz. Como la respuesta del oído a 1kHz con el auricular tipo RadioEar DD45 es de 7,5 dB SPL / dB HL, el FSa objetivo es de 127,5 dB SPL. La sensibilidad nominal del DD45 es 106,7 dB SPL/dBm. El FSe_n es de 31dBm. Suponiendo un $Ee[1k]$ de 0,5 dB y un $Ea[1k]$ de 2 dB $Att_n[1k] = 31dBm - (127,5 dB SPL - 106,7 dB SPL/dBm) - 0,5dB - 2dB = 10,2 - 0,5 - 2 dB = 7,7 dB$

Así, el microprocesador **10** realiza dicha compensación a cada frecuencia activando o desactivando unos dispositivos atenuadores **12**. Este modo de funcionamiento permite sustituir un transductor **2** con la calibración expirada por uno recién calibrado acústicamente evitando un tiempo de parada del audiómetro **1**. Para que la calibración remota sea equivalente a la calibración habitual, es necesario además calibrar eléctricamente el audiómetro. El audiómetro **1** incorpora para ello un mecanismo de comprobación eléctrico basado en un convertidor analógico digital **8** capaz de medir una referencia de tensión externa y compararla con el valor calibrado guardado en su propia memoria **5** y con el valor medido de cada salida eléctrica hacia los

transductores **21**, **22**, **23**. Igualmente, para varias frecuencias de trabajo. Dado que, la generación de señales eléctricas para el audiómetro **1** puede medirse internamente en cada salida y compararse con la referencia de tensión externa para conocer el valor real de la misma, es posible automáticamente calibrar eléctricamente el sistema audiómetro **1** in situ enviando un calibrador **4** vigente, con lo que se consigue obtener toda la cadena eléctrica y acústica calibrada.

Un generador de señales de audio **11** se encarga de reproducir y generar señales de audio en dos canales (izquierdo y derecho) en formato digital y utiliza un conversor digital analógico de alta calidad (no mostrado en la FIG. 2) que entrega una señal analógica de audio de dos canales (estéreo). También existen actualmente procesadores que integran su propio controlador de audio digital que lee/escribe las muestras de audio y las envía/recibe del DAC/ADC, de forma que no se requiere un generador de señales de audio específico.

Un atenuador **12** controlado digitalmente (por el microprocesador **10**) se encarga de compensar la respuesta frecuencial de los transductores **21**, **22**, **23** y al mismo tiempo ajustar el margen dinámico de trabajo del audiómetro **1** para cada frecuencia de uso según la información grabada en las memorias **15**, **5** de los transductores y del propio audiómetro **1**, respectivamente.

Un multiplexador de dos canales (estéreo) **13** se encarga de distribuir las señales de los canales izquierdo y derecho del generador hacia los amplificadores de salida **14** de cada uno de los transductores seleccionados **21**, **22** o **23** o de una combinación de ellos.

Un módulo amplificador **14** se encarga de amplificar las señales eléctricas y adaptar la salida a la impedancia de los transductores **21**, **22**, **23**.

La FIG. 3 ilustra un diagrama esquemático en más detalle de un transductor **21** con su memoria **15** que guarda información útil de cara a la calibración y las conexiones **17** (S, T, R).

Brevemente, se explica la circuitería compensación de la respuesta frecuencial del audiómetro **1**, que se compone generalmente de una cascada de etapas de atenuación por medio de divisores de tensión conmutados con multiplexores

analógicos y separados por seguidores de tensión con amplificadores operacionales de audio de calidad.

En la FIG. 4 se ilustra un diagrama esquemático del dispositivo calibrador **4** que incluye una memoria **15** donde reside la información de calibración del calibrador: (Identificador, número de serie, valor nominal, valor real y fecha de calibración) y un circuito de referencia de tensión **16** que genera un valor fijo de señal eléctrica estable para el rango de temperatura de uso y de valor conocido y trazable para la calibración eléctrica del audiómetro **1**. Se muestra también la conexión utilizando conectores jack estandarizados en aplicaciones de audio, donde entre las conexiones **17** T-S se obtiene una tensión estable proporcionada por la referencia de tensión y en la conexión R acceso a la memoria **15** del calibrador **4** que contiene la información del valor real medido (con trazabilidad a patrones del sistema metrológico internacional). Hay conectores jack **17** que incorporan unos interruptores que pueden ser leídos. De esta forma, se conoce en qué conector concreto se ha insertado un nuevo transductor **21**, **22**, **23** o accesorio. Al leer la memoria **5** se lee el tipo de transductor y el canal R o L y se puede comprobar si el alojamiento es erróneo.

De la medida que realiza el sistema de calibración del audiómetro, de la referencia de tensión respecto a las salidas eléctricas de señal y conociendo el valor real de dicha referencia, se puede realizar una calibración con conocimiento de su calidad (incertidumbre)

De forma análoga, cuando se requiere realizar la calibración eléctrica del sistema, basta con insertar referencia de tensión (Calibrated Voltage reference) mediante el dispositivo calibrador **4** y medirla con un convertidor analógico-digital **8**. En esta etapa de conversión, también se mide la tensión de cada una de las salidas de señal eléctrica. De la comparación entre la referencia de tensión calibrada leída de su memoria **15**, el valor medido por el audiómetro **1** de la referencia de tensión y la medida en las salidas de señal (auriculares vía aérea derecha, auriculares vía aérea izquierda, vía ósea y salida izquierda y derecha para altavoces), se puede verificar y calibrar completamente a nivel eléctrico las señales generadas por el audiómetro **1** que se inyectan en los transductores **21**, **22**, **23** y reajustar el nivel de señal de forma que se cumplan los requisitos de precisión necesarios para el correcto diagnóstico clínico.

Una vez generada en el transductor **21, 22, 23**, la señal acústica puede ser recibida entonces por el paciente con las características previstas y establecidas por el audiómetro **1**. La operación de medición se realiza cuando el audiómetro **1** registra una señal de control accionada mediante el pulsador **3** por el paciente cuando percibe la señal acústica.

Previamente, cuando los transductores **21, 22, 23** se conectan a sus receptáculos, el microprocesador **10** detecta la inserción, lee sus memorias **15** y extrae información sobre la identificación, tipo de transductor, fecha de calibración, sensibilidad y respuesta en frecuencia. Con todo ello, el audiómetro **1** puede controlar varios aspectos, tales como la vigencia de la calibración de los transductores **21, 22, 23**, la correcta conexión, y por medio de la etapa de compensación frecuencial, puede adaptarse a la sensibilidad, impedancia y respuesta en frecuencia de los transductores **21, 22, 23** antes de la emisión de estímulos acústicos al paciente.

Por último, se proporcionan más detalles de una realización preferida, unas tarjetas electrónicas se incorporan en los transductores **21, 22, 23**, en el pulsador **3** y en el calibrador **4**, se incluyen memorias **15** de lectura serie que en este caso utilizan la tecnología de Maxim (antes Dallas) de dispositivos “one-wire”, en concreto la memoria DS28E05, aunque pueden ser dispositivos similares, o de otros fabricantes (precisen o no circuitos de autoalimentación). La tecnología “one-wire” permite integrar las memorias en los conectores de audio estandarizados habituales en los audiómetros **1** y en las cabinas insonorizadas de audiometría sin necesidad de añadir circuitos de autoalimentación o de extraer la energía de las señales de audio conectándose al contacto central del conector de audio (R-Ring). La información de las tarjetas electrónicas residente en las memorias **15** de tipo serie es leída por el microprocesador **10** vía el bus serie (“one-wire” en el caso de Maxim). Para el ajuste de calibración y mantenimiento, los transductores **21, 22, 23** (auriculares, auriculares de alta frecuencia, auriculares de inserción, altavoces y vibrador óseo) se proveen de una tarjeta electrónica (similar a TEDS Transducer Electronic Data Sheet (IEEE 1451.4)) integrada en el conector con una memoria **15** que contiene al menos datos relativos a:

- Identificación del transductor y número de serie.
- Tipo de transductor.
- Canal Izquierdo/Derecho
- Sensibilidad y su respuesta frecuencial.
- Fecha de calibración.

En la FIG. 5 se aprecia esquemáticamente un diagrama de flujo de cuatro procesos que pueden ser asíncronos con varios pasos desempeñados por el microprocesador del audiómetro. Se comienza con un proceso inicial **51** con un paso **71** de lectura de la propia memoria del audiómetro al iniciar el audiómetro. Hay, a continuación, un
5 segundo proceso **52** de conexión con el transductor que se desencadena cuando se detecta una conexión de transductor en el paso **72** de detección de conexión, al que le sigue, un segundo paso **73** de lectura de la memoria del transductor donde se verifica que la conexión es correcta. Cuando se selecciona una frecuencia de trabajo y un
10 transductor, se realiza el proceso de ajuste con la información de las memorias leídas en los pasos **71** y **73**, y se aplica el algoritmo de ajuste ya explicado y resumido en las fórmulas [1] y [2]. Básicamente, se trata de fijar el valor máximo de generación de audio para cada una de las frecuencias. Este tercer proceso **53** de ajuste incluye un primer paso **74** de lectura del parámetro de fondo de escala acústico (FSa) en dBHL
15 para esa frecuencia y transductor, un segundo paso **75** de cálculo del fondo de escala acústico (FSa) en dB SPL o dBuN, teniendo en cuenta la respuesta frecuencial del oído humano; posteriormente, se realiza un tercer paso **76** de cálculo del valor de atenuación (Att) a esa frecuencia y transductor; y termina con un cuarto paso **77** de selección del valor de la etapa de atenuación. Este valor de atenuación es estático
20 mientras no se cambia de frecuencia de trabajo o de transductor.

Por tanto, con la información anterior puede obtenerse una señal de audio calibrada en el transductor y poder realizar una medida de nivel auditivo correcta. Así, cuando se ejecuta el cuarto proceso **54** de generar audio a un nivel determinado se realizan: un
25 primer paso **78** de selección del tipo de señal concreto, que se va a reproducir en la prueba de audiometría, seguidamente en un segundo paso **79** de selección de la ruta de salida, actuando sobre el multiplexor. Se continúa con un tercer paso **80** de establecimiento del nivel de salida en el convertidor DAC para finalmente en un cuarto paso **81** de emisión de señal de audio, reproducir la señal de audio calibrada con una
30 intensidad y frecuencia determinados en el transductor acústico seleccionado

Gracias a las ventajas expuestas, es posible mantener la veracidad metrológica del audiómetro **1** realizando un ajuste de la calibración eléctrica de forma remota y sustituyendo los transductores **2** con periodo de calibración vencido por otros con
35 calibración vigente, simplificando, agilizando y abaratando su puesta en marcha y mantenimiento.

En conclusión, el sistema audiómetro descrito en esta invención resuelve de forma automática el ajuste de la calibración acústica de cualquier transductor **21**, **22**, **23** y la calibración eléctrica del propio audiómetro **1** manteniendo la veracidad metrológica necesaria para realizar el diagnóstico clínico con garantías.

5

REFERENCIAS NUMÉRICAS

- 1 Audiómetro.
- 3 Pulsador.
- 4 Calibrador.
- 10 5 Memoria del microprocesador.
- 6 Lector de memorias.
- 8 Convertidor analógico-digital.
- 11 Generador de señales de audio/digitales/eléctricas.
- 12 Atenuador digital.
- 15 13 Multiplexor.
- 14 Amplificador.
- 15 Memoria del transductor/ calibrador / pulsador
- 17 conexión T R S
- 21 Vibrador (transductor).
- 20 22 Auricular (transductor).
- 23 Altavoz (transductor).
- 51 proceso inicial
- 52 proceso de conexión con el transductor
- 53 proceso de ajuste
- 25 54 proceso de generar audio
- 71 paso de lectura de la memoria del audiómetro
- 72 paso de detección de conexión
- 73 paso de lectura de la memoria del transductor
- 74 paso de lectura del parámetro de fondo de escala acústico
- 30 75 paso de cálculo del fondo de escala acústico
- 76 paso de cálculo del valor de atenuación
- 78 paso de selección del tipo de señal
- 79 paso de selección de la ruta de salida
- 80 paso de establecimiento del nivel de salida
- 35 81 paso de emisión de señal de audio

REIVINDICACIONES

1. Sistema de calibración para un audiómetro que comprende:

- un transductor acústico (21,22,23) configurado para producir una señal acústica a partir de una señal eléctrica;

- un audiómetro (1) configurado para generar una señal eléctrica capaz de producir una señal acústica correspondiente en el transductor (2);

caracterizado por que comprende:

- un dispositivo calibrador (4) que comprende un circuito de referencia de tensión (16)

configurado para generar al menos una referencia de tensión de valor específico en el audiómetro (1) al que se conecta;

donde el transductor acústico (21,22,23) comprende una memoria (15) donde se almacena información de identificación e información de calibración de dicho transductor (2);

y por que el audiómetro (1) está además configurado para leer la memoria (15) del transductor acústico (21,22,23), compensar la respuesta del transductor acústico (21,22,23) en función de la información de calibración leída y de la respuesta frecuencial del oído humano; compensar la respuesta frecuencial del propio audiómetro (1) modificando la señal eléctrica generada, y actualizar su información de calibración de acuerdo con la referencia de tensión del dispositivo calibrador (4).

2. Sistema de calibración para un audiómetro según la reivindicación 1, donde el audiómetro (1) comprende una memoria (15) donde se almacena información de calibración del propio audiómetro (1).

3. Sistema de calibración para un audiómetro según la reivindicación 1 o 2, donde el audiómetro (1) comprende un lector de memorias (6) configurado para leer la memoria (15) del transductor acústico (21,22,23).

4. Sistema de calibración para un audiómetro según la reivindicación 3, donde el audiómetro (1) comprende un microprocesador (10) configurado para comparar la información de calibración del transductor acústico (21,22,23) con la del propio audiómetro (1) almacenada en su memoria (15).

5. Sistema de calibración para un audiómetro según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde el microprocesador (10) está configurado para alinear el

fondo de escala del audiómetro (1) con el fondo de escala nominal para una pluralidad de frecuencias de trabajo.

5 **6.** Sistema de calibración para un audiómetro según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, donde el audiómetro (1) comprende un convertidor analógico digital (8) para medir una referencia de tensión externa proporcionada por un dispositivo calibrador (4).

10 **7.** Sistema de calibración para un audiómetro según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, donde el circuito de referencia de tensión (16) del dispositivo calibrador (4) está configurado para generar una pluralidad de señales senoidales y/o de banda ancha calibradas asociadas a una pluralidad de frecuencias de trabajo y/o banda ancha del audiómetro (1).

15 **8.** Sistema de calibración para un audiómetro según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, donde el audiómetro (1) comprende un atenuador digital (12) y un multiplexor (13).

20 **9.** Sistema de calibración para un audiómetro según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, donde la información de calibración de dicho transductor (2) comprende al menos uno de los siguientes datos: identificación del transductor, número de serie, tipo de transductor, sensibilidad, su respuesta frecuencial y fecha de calibración.

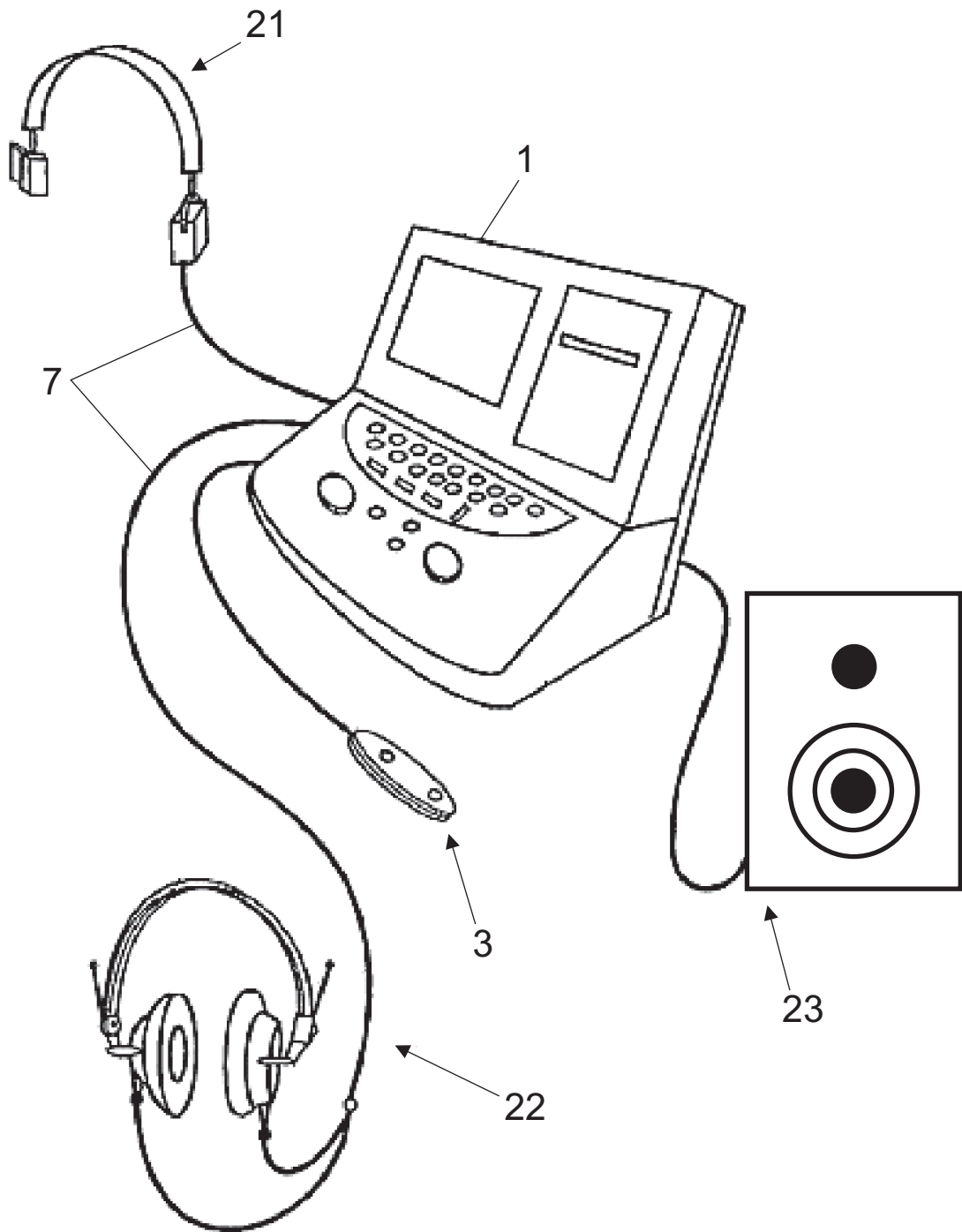


Fig. 1

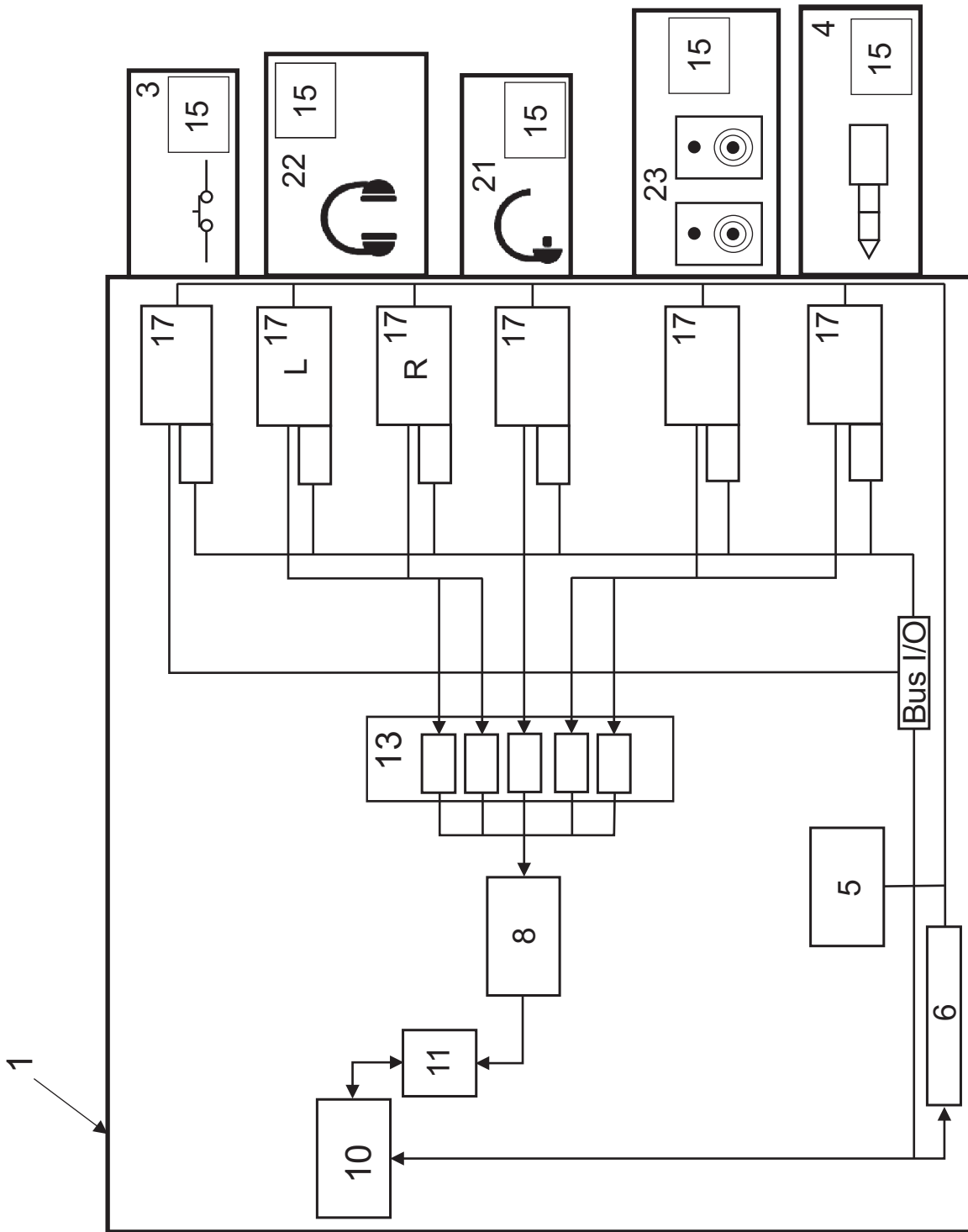


Fig. 2A

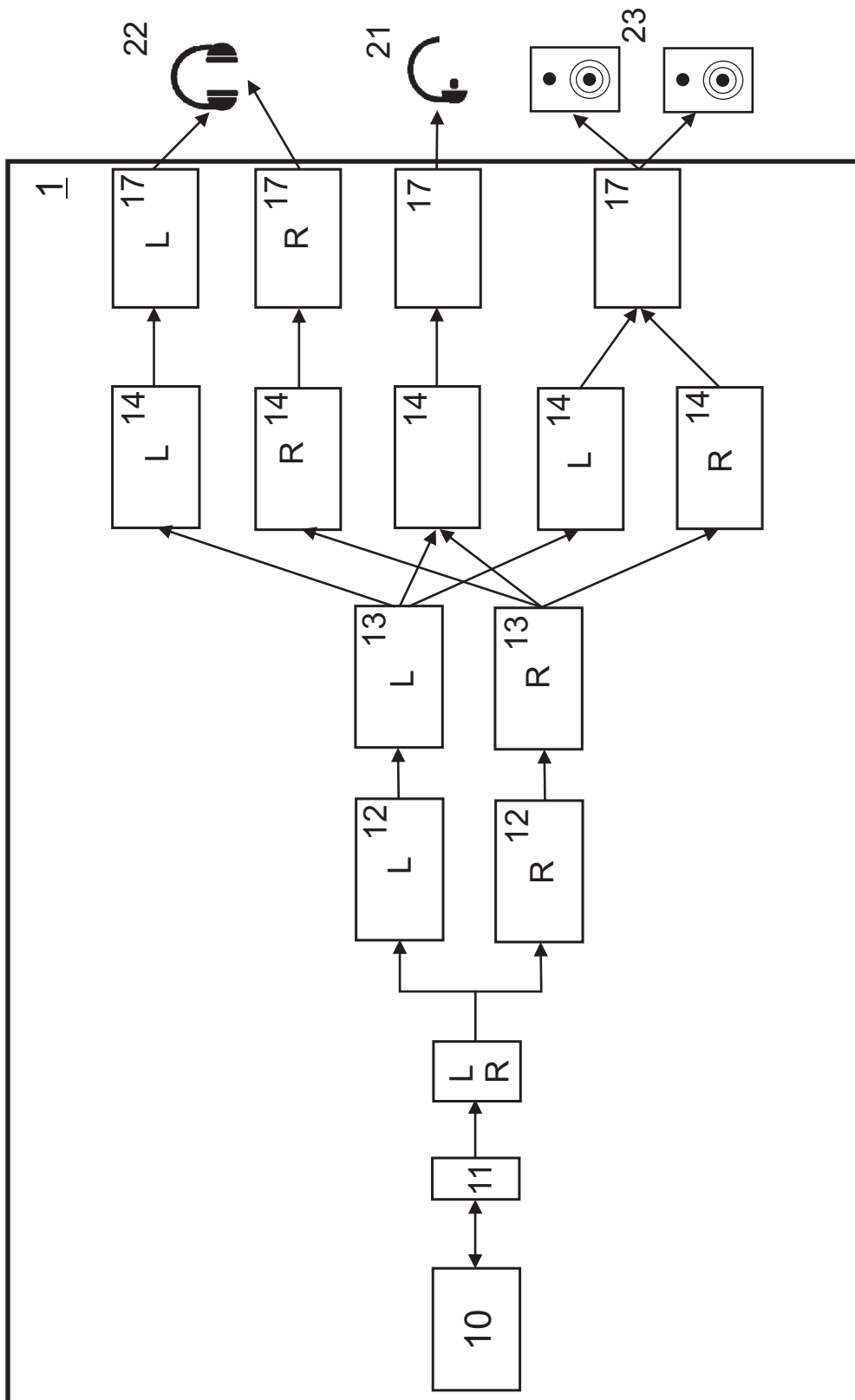


Fig. 2B

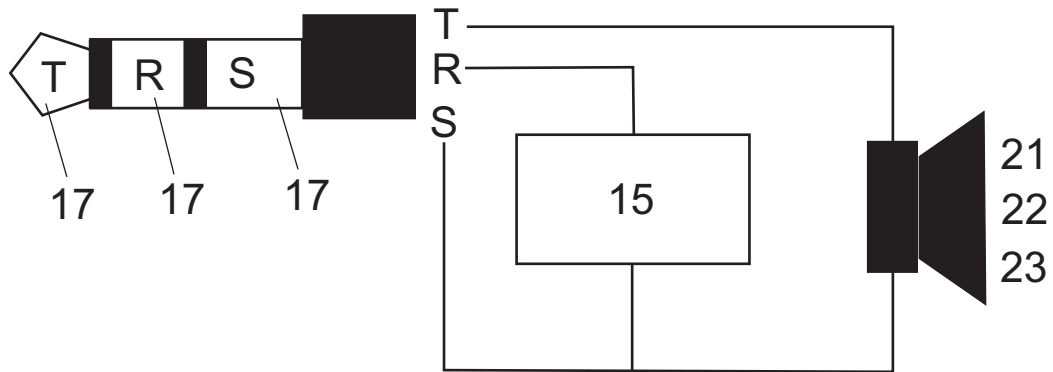


Fig. 3

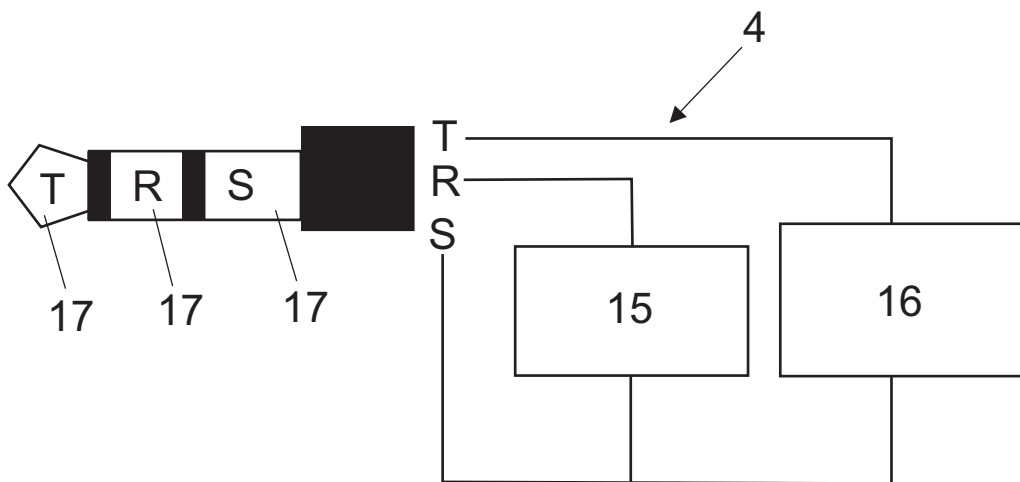


Fig. 4

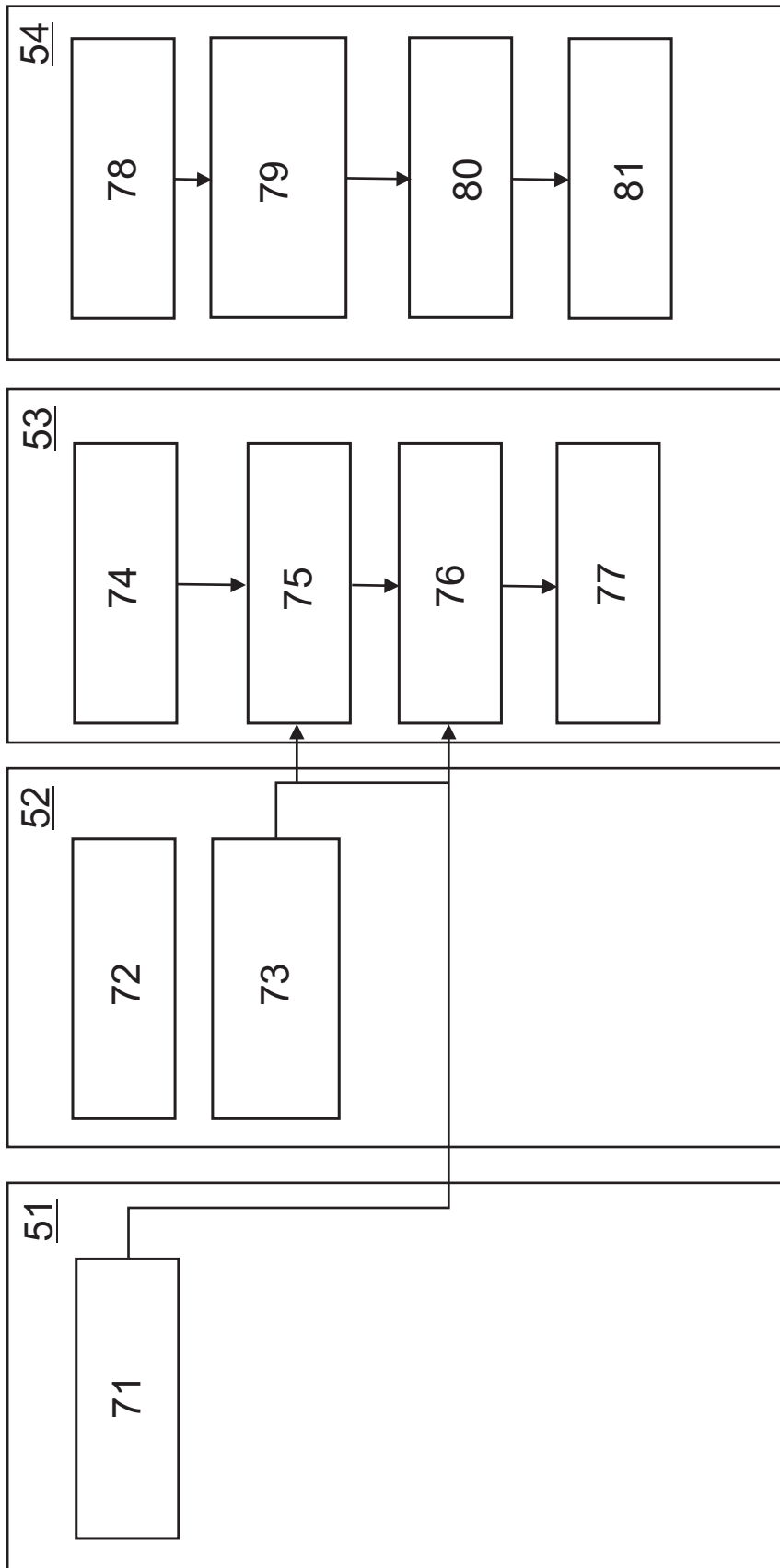


Fig. 5