(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **1 330 806**

(21) Número de solicitud: 202532569

(51) Int. CI.:

A61H 3/00 (2006.01)

(12) SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD U

(22) Fecha de presentación:

18.12.2025

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

03.08.2026

(71) Solicitantes:

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (100,00%)
Plaza del Colegio de Santa Cruz 8
47002 Valladolid (Valladolid) ES

(72) Inventor/es:

SANTOS MARTÍN, Francisco Javier;
VALVERDE REDONDO, Lucas;
DE CASTRO DE FRUTOS, Julián;
MERINO GÓMEZ, Elena;
SAN JUAN BLANCO, Manuel;
SANTOS DEL APIO, Javier;
MINGO GÓMEZ, Maria Teresa;
CEBALLOS LAITA, Luis y
JIMÉNEZ DEL BARRIO, Sandra

(74) Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

(54) Título: **DISPOSITIVO PORTABLE DE ESTIMULACIÓN MULTISENSORIAL PARA EVITAR LA CONGELACIÓN DE LA MARCHA EN LA DEAMBULACIÓN ASISTIDA EN PACIENTES CON LA ENFERMEDAD DE PARKINSON**

ES 1 330 806 U

DESCRIPCIÓN

DISPOSITIVO PORTABLE DE ESTIMULACIÓN MULTISENSORIAL PARA EVITAR LA CONGELACIÓN DE LA MARCHA EN LA DEAMBULACIÓN ASISTIDA EN PACIENTES CON LA ENFERMEDAD DE PARKINSON

SECTOR DE LA TÉCNICA

La presente invención se refiere a un dispositivo multisensorial de diseño portátil destinado a ser acoplado de manera universal a distintos sistemas de ayuda técnica para la deambulación utilizados por personas con la enfermedad de Parkinson, concretamente en sistemas multiapoyo como son los andadores. Este dispositivo proporciona tres estímulos sensoriales de manera sincronizada, que contribuyen a la prevención de episodios de congelación de la marcha, facilitando la recuperación del patrón de movimiento y evitando una posible caída.

El sector principal en el que se encuadra la invención es la técnica médica y dentro de éste el apartado que recoge los aparatos para ayudar a caminar o moverse, aparatos con medios electrónicos y equipos con estimulación sensorial.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

A medida que la población mundial envejece, los problemas neurológicos como el Parkinson se están volviendo más frecuentes, afectando la movilidad y calidad de vida de millones de personas. Uno de los síntomas más incapacitantes en enfermedades neurodegenerativas como el Parkinson es el congelamiento de la marcha (FOG, “Freezing of Gait”), que puede causar caídas, pérdida de autonomía y altos costos en atención médica.

La enfermedad de Parkinson constituye una patología neurodegenerativa de carácter progresivo que compromete predominantemente el sistema motor, presentando signos clínicos cardinales como rigidez muscular, temblor en reposo, bradicinesia y alteraciones de la postura y la marcha. Uno de los síntomas más incapacitantes en enfermedades neurodegenerativas como el Parkinson es el congelamiento de la marcha (FOG, “Freezing of Gait”), definido como una interrupción súbita e involuntaria del

desplazamiento a pesar de la intención consciente del paciente de continuar la locomoción. Quienes experimentan esta manifestación describen la sensación como si los pies estuvieran “pegados al suelo”, especialmente al iniciar la marcha, al girar o al enfrentar obstáculos. Este evento incrementa de manera significativa el riesgo de caídas, produce pérdida de autonomía y altos costos en atención médica, y contribuye al deterioro funcional y a la disminución de la calidad de vida.

El fenómeno de la congelación de la marcha se produce por una disfunción en los circuitos neuronales que controlan el movimiento automático, principalmente en los ganglios basales, una estructura cerebral que regula la planificación y ejecución de movimientos. La dopamina, un neurotransmisor clave en este sistema, está deficiente en la enfermedad de Parkinson, lo que provoca fallos en la señalización neuronal y en la sincronización de los movimientos.

Diversas estrategias terapéuticas han explorado la estimulación sensorial externa como medio para compensar la pérdida funcional derivada de la degeneración dopaminérgica, al activar circuitos neuronales alternativos. En este contexto, se han desarrollado dispositivos multisensoriales que integran estímulos como señales externas facilitadoras del inicio y la continuidad del patrón de marcha. No obstante, estos sistemas presentan limitaciones importantes en cuanto a su arquitectura cerrada y nula portabilidad, lo cual restringe su accesibilidad y aplicabilidad clínica.

La presente invención resuelve estos problemas, proporcionando un dispositivo portable acoplable a cualquier andador y que permite prevenir o superar episodios de FOG de manera efectiva.

EXPLICACIÓN DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere a un dispositivo portable de estimulación multisensorial para evitar la congelación de la marcha en la deambulación asistida en pacientes con la enfermedad de Parkinson. El dispositivo comprende una carcasa; unos medios de fijación configurados para acoplar la carcasa a un andador; un módulo de estimulación visual configurado para proyectar una línea luminosa sobre el suelo; un módulo de estimulación auditiva configurado para emitir una señal sonora rítmica; un módulo de estimulación táctil configurado para generar vibraciones rítmicas en las empuñaduras del andador; y una unidad de control configurada para activar el módulo de estimulación

visual, el módulo de estimulación auditiva y el módulo de estimulación táctil de forma sincronizada.

El dispositivo tiene un diseño portátil que permite su fácil y universal adaptación a uno de los sistemas de ayuda técnica para la deambulación más demandados: los andadores. Los pacientes con la enfermedad de Parkinson que utilizan este tipo de ayudas pueden sufrir episodios de congelación de la marcha que pueden derivar en una caída o en la imposibilidad de continuar con el patrón de la marcha. Para evitar esta situación, el dispositivo genera de manera continua y síncrona estímulos auditivos, sensoriales y táctiles, que actúan como señales externas moduladoras del patrón locomotor, contribuyendo a la prevención de episodios de congelamiento y, por tanto, a la reducción del riesgo de caídas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

La Figura 1 muestra una vista frontal del interior del dispositivo.

La Figura 2 muestra una vista en perspectiva del dispositivo con la carcasa abierta para mostrar su disposición interior.

La Figura 3 muestra una vista en perspectiva del dispositivo con la carcasa cerrada, incluyendo además el sistema articulado de fijación del dispositivo al andador.

La Figura 4 muestra una vista del lateral derecho del dispositivo con los potenciómetros de actuación.

La Figura 5 muestra una vista del lateral izquierdo del dispositivo con el puerto de alimentación y el interruptor de apagado/encendido.

La Figura 6 muestra una vista frontal del dispositivo completo, incluyendo los módulos de vibración.

Las referencias numéricas que se encuentran reflejadas en las figuras corresponden con los siguientes elementos del dispositivo:

1. Puerto de alimentación del dispositivo.
2. Interruptor de encendido/apagado.
3. Unidad de control.
4. Puerto de alimentación de la unidad de control.
5. Placa de circuito impreso PCB.
6. Primer potenciómetro rotativo para la regulación de la frecuencia acústica.
7. Segundo potenciómetro rotativo para la regulación de la cadencia del sonido.
8. Módulo zumbador.
9. Módulo láser lineal.
10. Soporte superior de sujeción del módulo láser.
11. Tuerca de apriete del soporte superior del módulo láser.
12. Tuerca de apriete del soporte superior del módulo láser.
13. Tuerca de apriete de la tapa del dispositivo.
14. Tuerca de apriete de la tapa del dispositivo.
15. Tuerca de apriete de la tapa del dispositivo.
16. Tuerca de apriete de la tapa del dispositivo.
17. Primer anclaje de fijación de regleta eléctrica a 5 V.
18. Segundo anclaje de fijación de regleta eléctrica a 5 V.
19. Tercer anclaje de fijación de regleta eléctrica a 3 V.
20. Cuarto anclaje de fijación de la placa de circuito impreso PCB.
21. Cuarto anclaje de fijación de la placa de circuito impreso PCB.
22. Cuarto anclaje de fijación de la placa de circuito impreso PCB.
23. Cuarto anclaje de fijación de la placa de circuito impreso PCB.
24. Anclaje de fijación de la placa del módulo zumbador.
25. Anclaje de fijación de la sujeción articulada del dispositivo.
26. Asiento del módulo láser.
27. Rejillas de ventilación del dispositivo.
28. Rejillas de ventilación del dispositivo.
29. Anclaje de fijación de la sujeción articulada del dispositivo.
30. Anclaje de fijación de la sujeción articulada del dispositivo.
31. Entrada del cable del módulo de vibración derecho.

32. Entrada del cable del módulo de vibración izquierdo.
33. Tapa frontal de cierre de la carcasa.
34. Agujero pasante para la fijación de la tapa.
35. Agujero pasante para la fijación de la tapa.
36. Agujero pasante para la fijación de la tapa.
37. Agujero pasante para la fijación de la tapa.
38. Parte inferior del soporte articulado del dispositivo.
39. Parte inferior de la brida de apriete.
40. Parte superior de la brida de apriete.
41. Agujero pasante para la fijación de la brida de apriete.
42. Agujero pasante para la fijación de la brida de apriete.
43. Tornillo-tuerca de apriete para regulación de la sujeción articulada.
44. Módulo de vibración izquierdo.
45. Módulo de vibración derecho.
46. Cable de 3 hilos para la conexión al módulo de vibración izquierdo.
47. Cable de 3 hilos para la conexión al módulo de vibración derecho.
48. Carcasa del dispositivo.
49. Sujeción articulada del dispositivo.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCIÓN

La presente invención se materializa en un dispositivo portable con una carcasa en forma de caja cuadrada que incluye en su interior la electrónica necesaria para la operatividad de este. La **Figura 1** muestra una vista frontal del interior del dispositivo, una vez que se ha retirado la tapa frontal de la carcasa. Para facilitar su comprensión se muestran los elementos electrónicos y su disposición sin el cableado necesario. La **Figura 2** muestra una vista en perspectiva del dispositivo abierto mostrando su disposición interior.

Mediante un puerto de alimentación del dispositivo (1) de tipo USB C, ubicado en el lateral izquierdo del dispositivo, se consigue la energía necesaria para su funcionamiento, dada por una tensión de 5 V. En este mismo lateral se ubica un interruptor de encendido/apagado (2) que dispone de un LED que se ilumina cuando el dispositivo está funcionando. En un primer anclaje (17) se fija una regleta eléctrica que permite el paso de la corriente eléctrica desde el puerto de alimentación del dispositivo (1) hasta el interruptor de encendido/apagado (2), mientras que en un segundo anclaje

(18) se fija una regleta eléctrica encargada de suministrar la tensión de 5 V a los componentes electrónicos del dispositivo. Un tercer anclaje (19) permite la fijación de una regleta eléctrica a la que se conectan los componentes electrónicos que trabajan a 3 V.

En el interior de la carcasa (48) se ubica una placa de circuito impreso PCB (5) a la que se conecta una unidad de control (3) conformada preferentemente por una placa de desarrollo (e.g., NodeMCU ESP32 Wroom), si bien se podrían utilizar otros tipos de unidades de control o placas de desarrollo. La placa de circuito impreso PCB (5) se fija a la carcasa (48) mediante unos cuartos anclajes (20, 21, 22, 23).

La unidad de control (3) recibe la tensión necesaria para su funcionamiento a través de un puerto de alimentación (4) de tipo USB C a 5 V. Esta unidad de control (3) lleva incorporado en su memoria interna el código informático que permite la operatividad del dispositivo.

Tal y como se ilustra en la **Figura 3**, la carcasa (48) encapsula los componentes del dispositivo usando una tapa frontal (33) fijada al resto de la carcasa (48) mediante unas tuercas (13, 14, 15, 16), que pasan a través de respectivos agujeros pasantes (34, 35, 36, 37).

En la Figura 3 también se ilustra un sistema articulado de fijación del dispositivo al andador. Con el objetivo de permitir la fijación universal del dispositivo a tubos de diferentes diámetros del bastidor de cualquier tipo de andador, se ha diseñado un soporte articulado o sujeción articulada (49) que comprende un soporte inferior (38) que se fija a la carcasa (48) mediante unos anclajes de fijación (25, 29, 30) junto con una brida de apriete (39, 40) al exterior de cualquier tubo del bastidor del andador. Esta sujeción articulada (49) permite la orientación del módulo láser lineal (9) de manera que su haz se pueda ubicar de forma perpendicular al movimiento, regulando la distancia adecuada para que el paciente pueda avanzar un paso, en función de su condición de movilidad. La sujeción articulada (49) se puede regular mediante un tornillo-tuerca de apriete (43).

Las **Figura 4** muestra una vista del lateral derecho del dispositivo con los potenciómetros de actuación. Por su parte, la **Figura 5** muestra una vista del lateral

izquierdo del dispositivo con el puerto de alimentación y el interruptor de apagado/encendido.

El dispositivo incluye los siguientes componentes electrónicos:

- Módulo láser lineal (9), preferentemente de luz verde (e.g., con una longitud de onda de 532 nm y con una potencia de salida de 45 mW). La alimentación del láser se realiza a través de la unidad de control (3) con una tensión de 3 V. El objetivo del módulo láser lineal (9) es, una vez está en posición de uso, la proyección en el suelo de una línea perpendicular al sentido de la marcha. Esta proyección supone un estímulo visual al paciente con Parkinson, de manera que restaura el patrón del movimiento en el caso de que éste entre en un estado de bloqueo de la marcha. El módulo láser lineal (9) se fija a la carcasa (48) mediante un asiento (26) y un soporte superior (10) fijados entre sí mediante unas tuercas de apriete (11, 12). Para facilitar la evacuación del calor generado por el módulo láser lineal (9) se han dispuesto en la parte inferior de la carcasa (48) una serie de ranuras de ventilación (27, 28) oblicuas.

- Módulo zumbador (8) tipo piezoeléctrico pasivo (e.g., modelo MH-FMD), alimentado con una tensión de 3 V y conectado a la unidad de control (3) para su activación y regulación. Este módulo zumbador (8) tiene una frecuencia de audio en el rango de 2 kHz a 5 kHz. El objetivo de este módulo zumbador (8) es la generación de un patrón auditivo rítmico que permita al paciente con Parkinson mantener el patrón de deambulación e impedir que entre el estado de bloqueo de la marcha. La frecuencia acústica de este módulo zumbador (8) se regula a través de un primer potenciómetro rotativo (6) de 20 kΩ, de manera que ésta pueda adaptarse a las posibles pérdidas auditivas que tiene el paciente y que suelen estar asociadas a la edad de este. Así mismo, mediante un segundo potenciómetro rotativo (7) de 20 kΩ se regula la cadencia de la señal acústica, de manera que el patrón rítmico pueda adaptarse manualmente a la velocidad de marcha habitual y a las condiciones de deambulación del paciente. Para evitar que este estímulo acústico sea memorizado e ignorado por el paciente, cada 10 segundos el dispositivo modifica automáticamente, a través de la unidad de control (3), la frecuencia de manera que el paciente siga siendo consciente de la señal emitida por el dispositivo. El módulo zumbador se fija a la carcasa (48) mediante el anclaje (24).

- Primer potenciómetro rotativo (6) cónico lineal de 20 kΩ y con una tensión de operación de 3 V. Este dispositivo se encuentra conectado a la unidad de control (3). El paciente con Parkinson o en su defecto la persona que asiste al paciente puede regular mediante la rotación de este potenciómetro la frecuencia acústica de la emisión sonora del módulo zumbador (8) pasivo. Así, de esta manera, se acomoda la señal a las posibles limitaciones auditivas del paciente. Además, el código informático grabado en la unidad de control (3) introduce periódicamente (e.g., cada 10 segundos) pequeñas variaciones en la frecuencia acústica seleccionada, de manera que el paciente no se acostumbre e ignore el estímulo auditivo.

- Segundo potenciómetro rotativo (7) cónico lineal de 20 kΩ y con una tensión de operación de 3 V. Este dispositivo se encuentra conectado a la unidad de control (3). El paciente con Parkinson o en su defecto la persona que asiste al paciente puede regular mediante la rotación de este potenciómetro la cadencia de la señal rítmica emitida por el módulo zumbador (8) pasivo. Así, de esta manera, se acomoda el ritmo de la señal a las posibles limitaciones motoras del paciente.

- Módulos vibratorios (44, 45), ilustrados en la **Figura 6** que representa una vista frontal del dispositivo completo. Los módulos vibratorios (44, 45) son unos vibradores de tipo PWM ubicados, en posición de uso, en las empuñaduras del andador, conectados a la unidad de control (3) mediante cableado, en concreto unos cables de 3 hilos (46, 47) con una longitud de, por ejemplo, 1,5 m. El acceso de los cables de 3 hilos (46, 47) al interior de la carcasa (48) se realiza a través de unas entradas (31, 32) practicadas en el lateral de la carcasa (48). Para conseguir una mayor potencia en la señal vibratoria, los módulos se conectan a la regleta de 5 V del segundo anclaje (18) recibiendo la señal de activación mediante una conexión del cable de señal a la unidad de control (3). La unidad de control (3) genera un estímulo vibratorio con un patrón rítmico que el paciente percibe al apoyar sus manos sobre las empuñaduras del andador. Al igual que en el caso de las anteriores señales, este patrón rítmico trata de romper el posible bloqueo del paciente cuando surge un episodio de congelación de la marcha.

La descripción del dispositivo y sus correspondientes elementos permite su aplicación industrial, centrada en la generación física de un dispositivo portable y de sujeción

universal que se puede colocar, de manera sencilla, en el bastidor de cualquier tipo de andador. La articulación de la brida de apriete permite la correcta orientación del estímulo visual.

La invención funciona del siguiente modo:

- Se fija el dispositivo de forma universal mediante la brida articulada a alguna de las barras que conforman el bastidor del andador. Mediante la regulación de la sujeción articulada (49) se coloca la posición del haz láser de manera que el paciente vea una línea verde, perpendicular al sentido de la marcha, sobre el suelo.
- Se colocan los módulos vibratorios (44, 45) sobre las empuñaduras del andador. Para evitar su movimiento se pueden cubrir con una cinta de agarre.
- Se conecta una fuente de alimentación a 5 V en el puerto de alimentación del dispositivo (1).
- Se enciende el dispositivo mediante el interruptor de encendido/apagado (2). En ese momento, el dispositivo genera las tres señales que permiten la estimulación externa del paciente con Parkinson: auditiva, visual y táctil. El código almacenado en una memoria y ejecutado por la unidad de control (3) comienza una rutina rítmica de las citadas señales.
- Se acomoda la frecuencia auditiva a las necesidades del paciente mediante el primer potenciómetro rotativo (6).
- Se acomoda la cadencia del estímulo sonoro a las capacidades de deambulación del paciente mediante el segundo potenciómetro rotativo (7).
- Se inicia el proceso de deambulación por parte del paciente con la enfermedad de Parkinson.
- Al concluir la deambulación, se apaga el dispositivo mediante el interruptor de encendido/apagado (2).

REIVINDICACIONES

1.- Dispositivo portable de estimulación multisensorial para evitar la congelación de la marcha en la deambulación asistida en pacientes con la enfermedad de Parkinson, caracterizado por que comprende:

- una carcasa (48);
- unos medios de fijación configurados para acoplar la carcasa (48) a un andador;
- un módulo de estimulación visual configurado para proyectar una línea luminosa sobre el suelo;
- un módulo de estimulación auditiva configurado para emitir una señal sonora rítmica;
- un módulo de estimulación táctil configurado para generar vibraciones rítmicas en las empuñaduras del andador; y
- una unidad de control (3) configurada para activar el módulo de estimulación visual, el módulo de estimulación auditiva y el módulo de estimulación táctil de forma sincronizada.

2.- Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que los medios de fijación comprenden una sujeción articulada (49) preparada para su fijación al bastidor del andador.

3.- Dispositivo según la reivindicación 2, caracterizado por que el módulo de estimulación visual comprende un módulo láser lineal (9), y por que la sujeción articulada (49) comprende un soporte inferior (38) fijado a la carcasa (48), una brida de apriete (39, 40) y un tornillo-tuerca de apriete (43), estando dicha sujeción articulada (49) configurada para la regulación de la orientación del módulo láser lineal (9) respecto del bastidor del andador, de manera que el módulo láser lineal (9) pueda proyectar en el suelo una línea perpendicular al sentido de la marcha del andador.

4.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el módulo de estimulación auditiva comprende un módulo zumbador (8) piezoeléctrico cuya frecuencia y cadencia son ajustables manualmente mediante respectivos potenciómetros rotativos (6, 7).

5.- Dispositivo según la reivindicación 4, caracterizado por que el módulo zumbador (8) está conectado a la unidad de control (3) y tiene una frecuencia de audio en el rango de 2 kHz a 5 kHz.

6.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el módulo de estimulación táctil comprende dos módulos vibratorios (44, 45) tipo PWM ubicados en las correspondientes empuñaduras del andador y conectados a la unidad de control (3) mediante cableado.

7.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la unidad de control (3) está configurada para generar patrones rítmicos de los estímulos visual, auditivo y táctil.

8.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la proyección de la línea luminosa es perpendicular al sentido de la marcha y ajustable en distancia para adaptarse a la zancada del paciente.

9.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que incorpora medios de ajuste de la frecuencia de la señal sonora.

10.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que incorpora medios de ajuste de la cadencia de la señal sonora para adaptarla a la velocidad de marcha habitual del paciente.

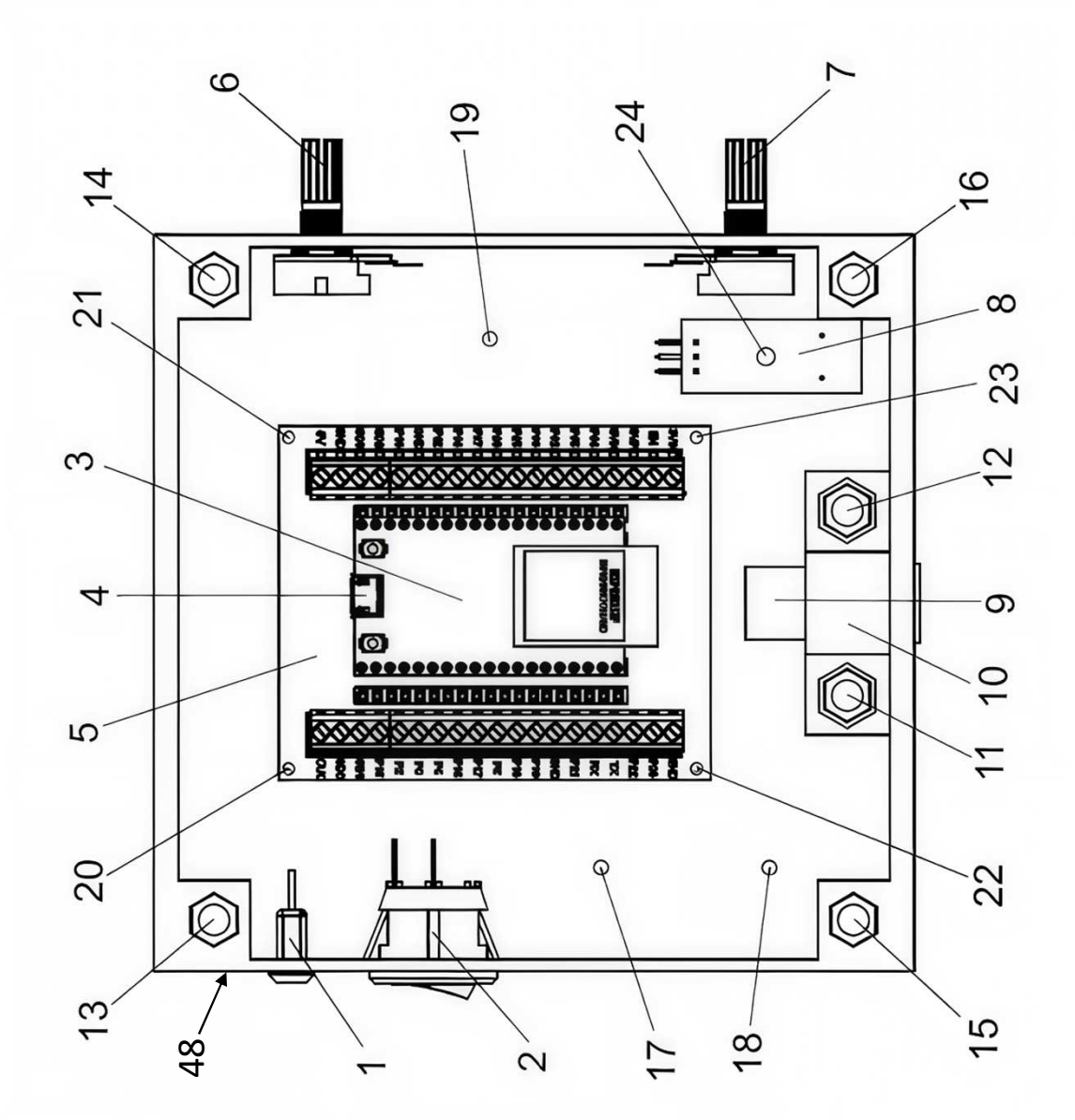


FIG. 1

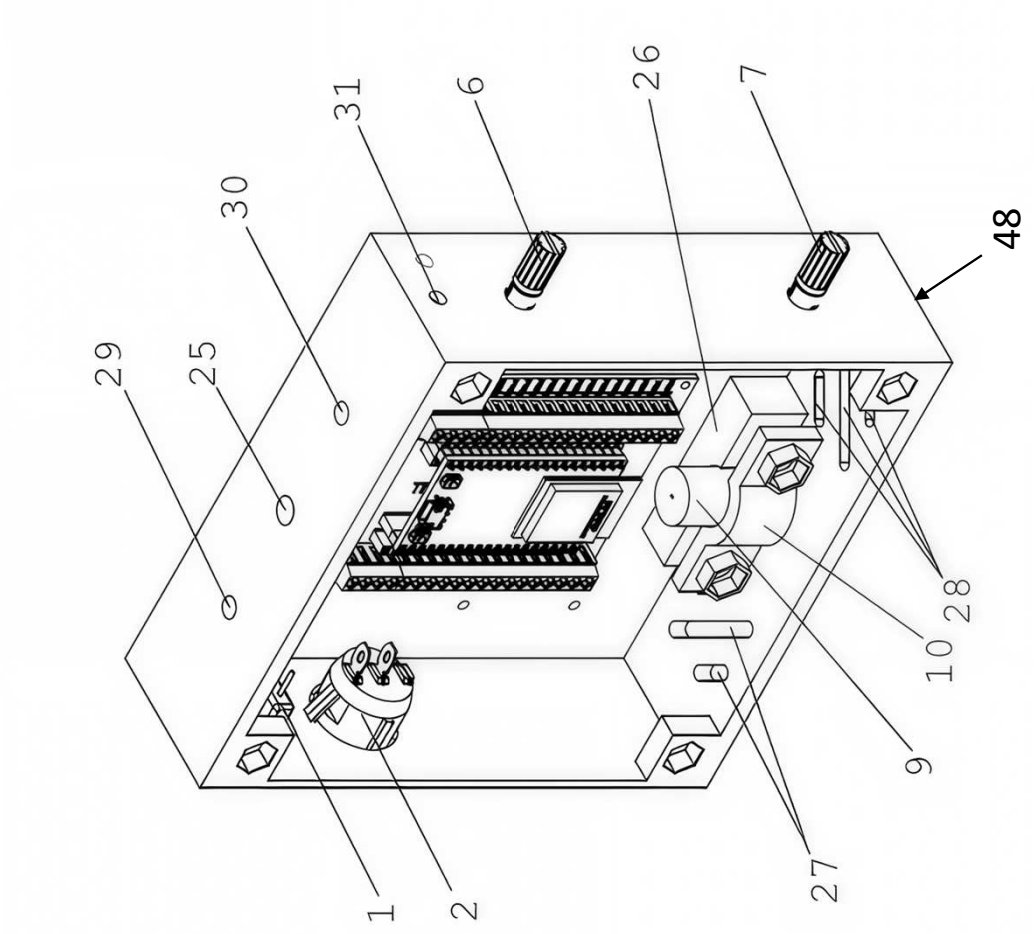


FIG. 2

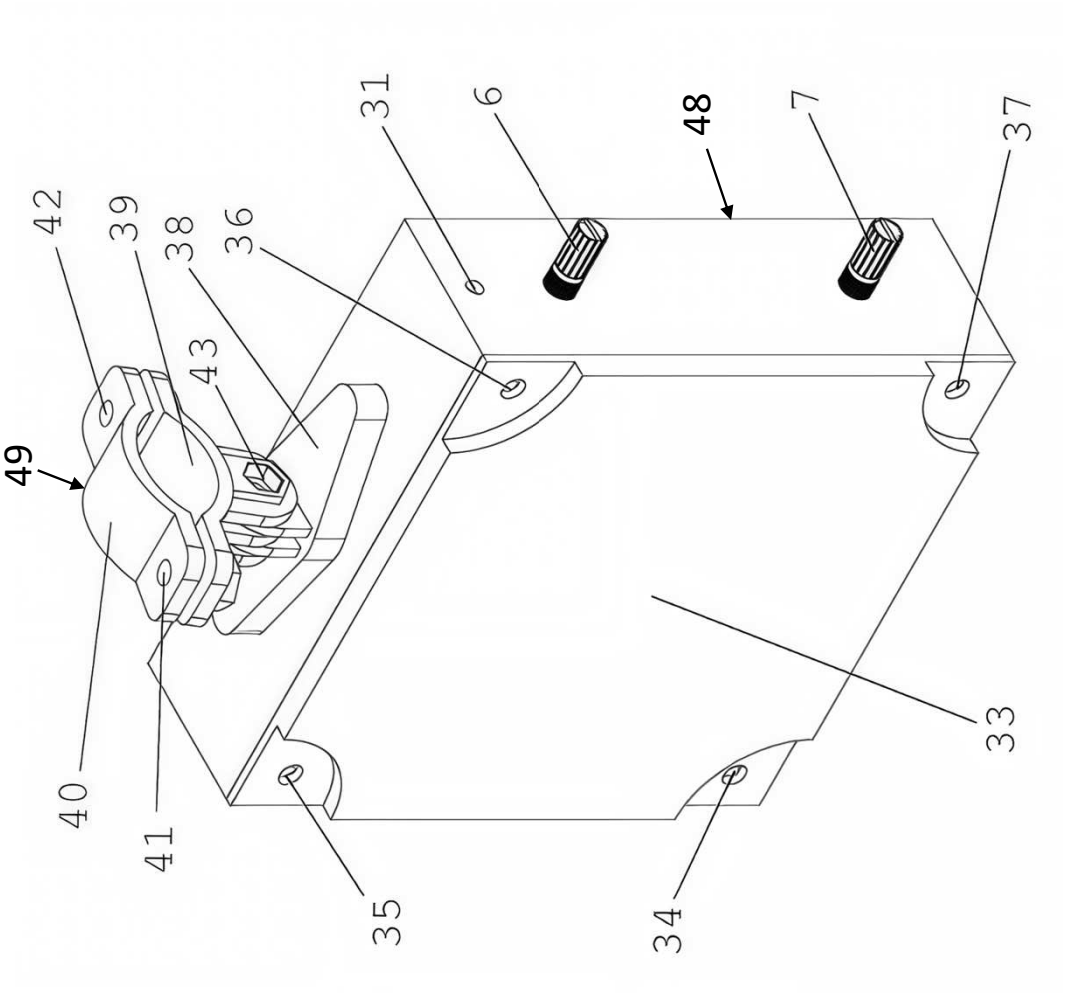


FIG. 3

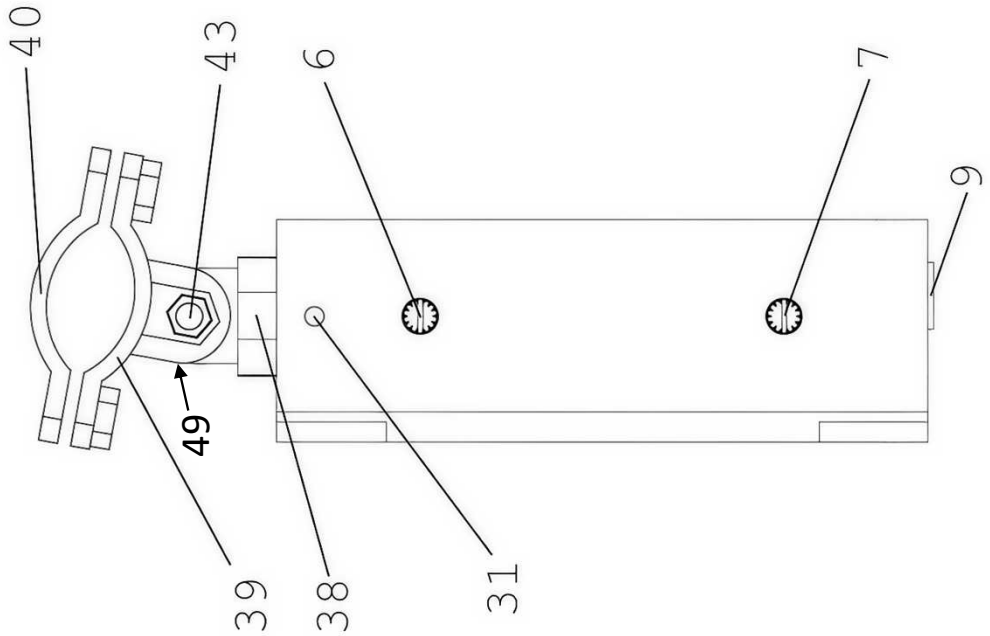


FIG. 4

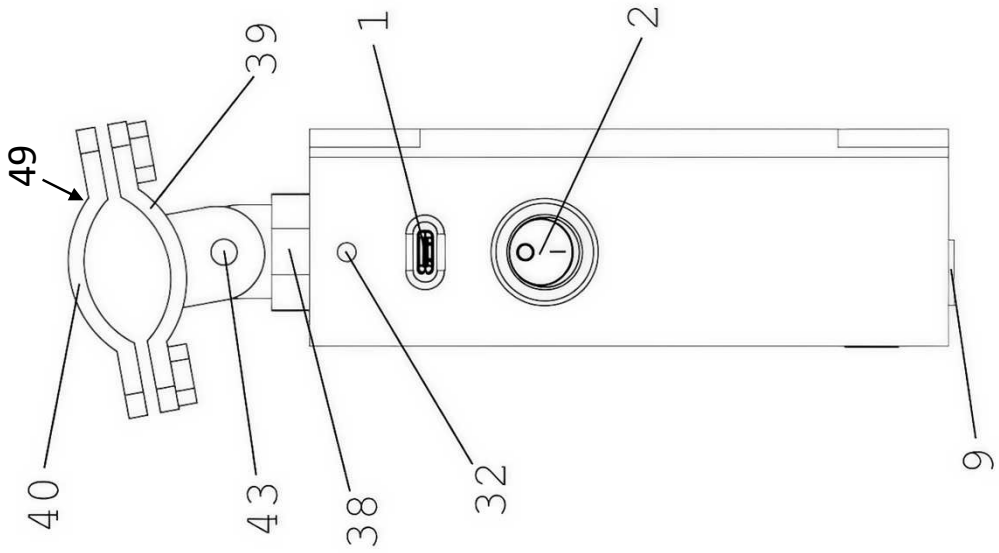


FIG. 5

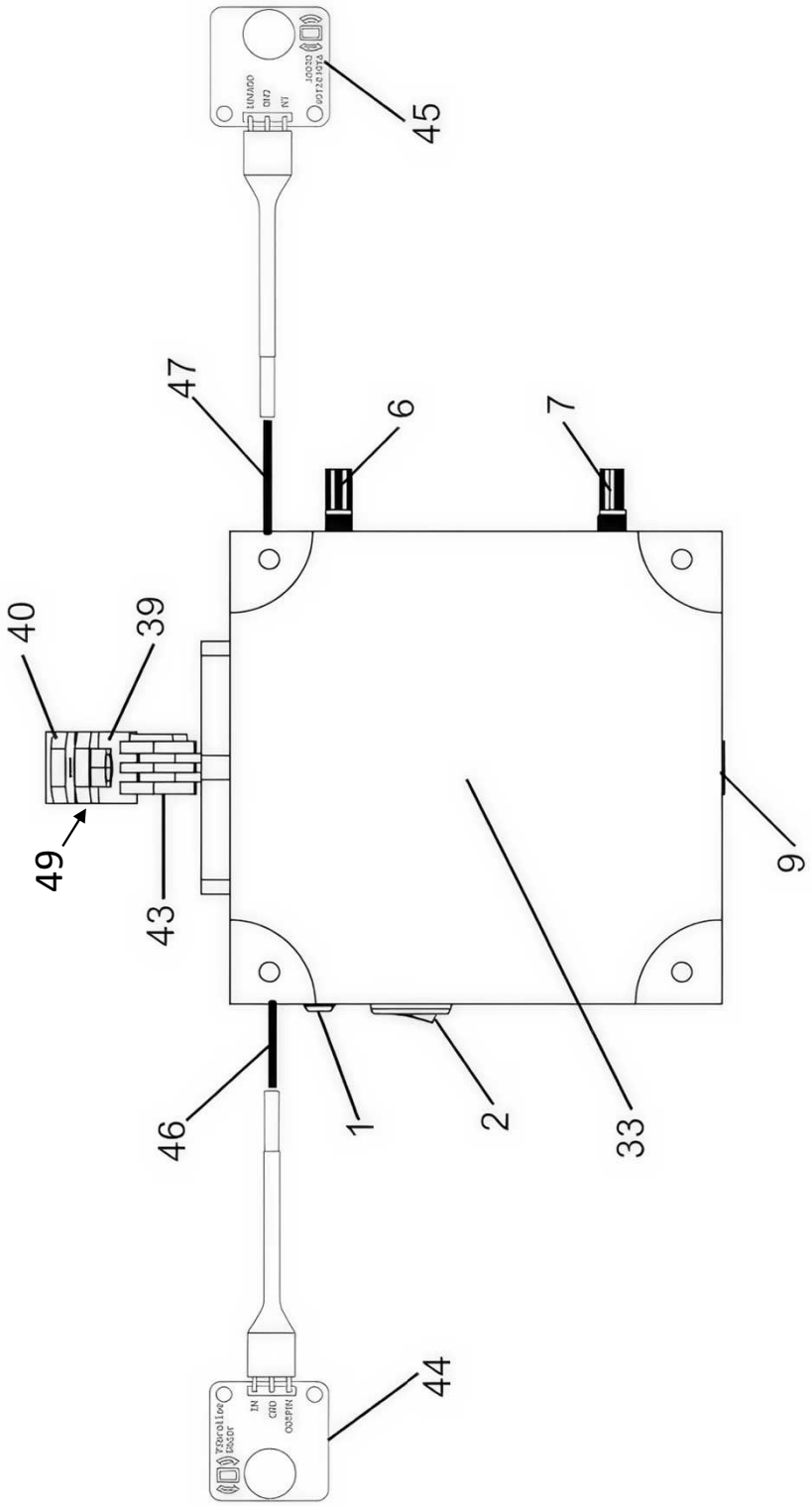


FIG. 6