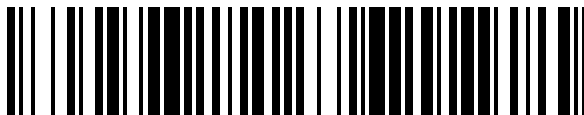


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 330 686**

21 Número de solicitud: 202532049

51 Int. Cl.:

A61B 5/103 (2006.01)

A61B 5/11 (2006.01)

G16H 50/20 (2008.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

20.10.2025

43 Fecha de publicación de la solicitud:

27.07.2026

71 Solicitantes:

**FUNDACIÓN DE INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA DE
SALAMANCA (FIBSAL) (50,00%)
Hospital Universitario de Salamanca, Edificio
Virgen Vega, Paseo de San Vicente, 58-182
37007 Salamanca (Salamanca) ES y
UNIVERSIDAD DE SALAMANCA (50,00%)**

72 Inventor/es:

**SALES MENDES, André Filipe;
PÉREZ ROBLEDO, Fátima;
SÁNCHEZ SAN BLAS, Héctor;
MARTÍN NOGUERAS, Ana María;
BERMEJO GIL, Beatriz María;
SILVA ZENDRON, Luis Augusto;
VILLARRUBIA GONZÁLEZ, Gabriel y
DE PAZ SANTANA, Juan Francisco**

74 Agente/Representante:

MARTÍNEZ, Miguel Ángel

54 Título: **SISTEMA CONFIGURADO PARA MONITORIZAR EL CONTROL POSTURAL Y/O CORREGIR
LA POSTURA O EL EQUILIBRIO EN UN SEGMENTO CORPORAL O MIEMBRO DE UN
SUJETO**

ES 1 330 686 U

DESCRIPCIÓN

SISTEMA CONFIGURADO PARA MONITORIZAR EL CONTROL POSTURAL Y/O CORREGIR LA POSTURA O EL EQUILIBRIO EN UN SEGMENTO CORPORAL O MIEMBRO DE UN SUJETO

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención pertenece al campo médico. Particularmente, la presente invención hace referencia a un sistema configurado para monitorizar el control postural y/o corregir la postura o el equilibrio en un segmento corporal o miembro de un sujeto.

ESTADO DE LA TÉCNICA

10 En el ámbito de la monitorización y corrección postural, se han propuesto diversas soluciones tecnológicas para mejorar el control postural y el equilibrio de los individuos, particularmente en contextos de rehabilitación o prevención de lesiones musculoesqueléticas. Sin embargo, la mayoría de los sistemas disponibles hasta la fecha tienen limitaciones en términos de interacción multimodal, personalización en tiempo real y la capacidad de integrar dispositivos
15 portátiles con análisis avanzados.

Existen dispositivos basados en sensores inerciales, como acelerómetros y giroscopios, que permiten detectar la orientación y el movimiento de segmentos corporales. Estos sistemas están dirigidos a la recopilación de datos para proporcionar retroalimentación al usuario sobre su postura. Por ejemplo, existen sistemas que utilizan sensores de movimiento para monitorizar
20 la postura, pero carece de una interfaz de retroalimentación multimodal o de la capacidad de ajustar la dificultad de los ejercicios en función del rendimiento del usuario.

En la actualidad, algunos dispositivos de rehabilitación utilizan interfaces multimodales para proporcionar retroalimentación visual, sonora o háptica. Sin embargo, la mayoría de estas soluciones no permiten una interacción dinámica ni ajustan la dificultad de las tareas o
25 ejercicios de acuerdo con la evolución del usuario.

El uso de comunicaciones inalámbricas, como Bluetooth o Wi-Fi, para transmitir datos de los sensores a un dispositivo de procesamiento ha sido empleado en algunos sistemas de rehabilitación. Sin embargo, muchos de estos sistemas son limitados en cuanto a la cantidad de

parámetros que pueden analizarse simultáneamente o en tiempo real, lo que restringe su capacidad para detectar desviaciones sutiles en la postura o equilibrio y ajustar automáticamente el nivel de dificultad de los ejercicios.

Aunque los avances mencionados han permitido mejorar algunos aspectos de la monitorización postural, persisten las siguientes limitaciones:

1. Interacción limitada: La mayoría de los sistemas ofrecen retroalimentación visual o sonora, pero no combinan múltiples modalidades (visual, sonora y háptica) de forma integrada.
2. Falta de adaptación dinámica: Los dispositivos existentes no ajustan la dificultad de las tareas basadas en el rendimiento del sujeto de manera automática y en tiempo real.
3. Tecnologías de sensores: Aunque se utilizan sensores inerciales, ópticos y otros tipos, muchos sistemas actuales no integran una variedad de sensores que puedan proporcionar un análisis completo y preciso de los parámetros de postura y movimiento, limitando la capacidad de generar métricas personalizadas.
4. Portabilidad y comodidad: Algunos sistemas son demasiado complejos o incómodos para el uso prolongado, lo que afecta la adherencia del paciente o usuario al tratamiento o seguimiento.

La necesidad de una solución que combine la monitorización precisa con una corrección activa e integrada es evidente. Un sistema que pueda utilizar sensores para detectar una amplia gama de parámetros posturales y de movimiento, que ofrezca retroalimentación multimodal (visual, sonora y háptica), y que ajuste dinámicamente la dificultad de los ejercicios en función de las métricas de rendimiento en tiempo real, podría mejorar significativamente la eficacia de los tratamientos de rehabilitación y prevención de problemas posturales y de equilibrio. Además, la capacidad de transmitir estos datos en tiempo real y procesarlos mediante un análisis avanzado podría permitir una personalización y ajuste continuo del programa de ejercicios para cada individuo.

El sistema propuesto busca superar estas limitaciones mediante una solución integrada que proporcione no solo datos precisos sobre el estado postural del usuario, sino también recomendaciones o correcciones en tiempo real para mejorar el bienestar y prevenir problemas de salud relacionados.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Descripción general de la invención

La presente invención hace referencia a un sistema diseñado para monitorizar el control
5 postural y/o corregir la postura o el equilibrio en un segmento corporal o miembro de un sujeto.

Este sistema integra múltiples tecnologías para recopilar, procesar y analizar datos en tiempo real, permitiendo una interacción personalizada con el usuario y proporcionando información útil para mejorar su postura y estabilidad.

El sistema comprende un dispositivo portátil que se coloca en la parte del cuerpo a analizar,
10 una interfaz multimodal que facilita la interacción con el usuario mediante estímulos visuales, sonoros y/o hápticos, y una unidad de procesamiento que analiza los datos obtenidos para generar métricas e indicadores relevantes sobre la postura y el equilibrio del sujeto.

1. Dispositivo de Monitoreo

El sistema incorpora un dispositivo portátil que se fija en el segmento corporal o miembro del
15 sujeto con el fin de recopilar información sobre su movimiento y posición. Este dispositivo está equipado con uno o más sensores diseñados para medir distintos parámetros, como la orientación, la aceleración o la estabilidad del movimiento.

Para facilitar la comunicación de los datos recopilados, el dispositivo integra un módulo de comunicación inalámbrica, como Bluetooth o Wi-Fi, que permite la transmisión en tiempo real
20 de la información a un programa de ordenador para su posterior análisis y procesamiento.

Los sensores incluidos en el dispositivo pueden comprender distintos tipos de tecnología de medición, como:

- Sensores inerciales, incluyendo acelerómetros, giroscopios y magnetómetros, que permiten capturar la orientación y el movimiento angular del segmento corporal en
25 estudio.
- Sensores ópticos, como cámaras de profundidad o sistemas de infrarrojos, útiles para realizar un seguimiento preciso del movimiento.

- Sensores de posición y desplazamiento, incluyendo encoders rotatorios o potenciómetros, que miden la variación de posición y la trayectoria del movimiento del sujeto.
- Sensores de presión y tacto, tales como sensores de fuerza-resistencia, diseñados para evaluar la distribución de la presión y el contacto del sujeto con superficies externas.

2. Parámetros Analizados

El sistema está diseñado para analizar una amplia variedad de parámetros relacionados con la postura y el equilibrio del sujeto. Estos parámetros incluyen, pero no se limitan a:

- Posición y movimiento, midiendo variables como posición absoluta y relativa, desplazamiento, ángulo articular, orientación y trayectoria del movimiento.
- Aceleración y velocidad, capturando valores como aceleración lineal y angular, magnitud total de la aceleración, velocidad del movimiento y frecuencia del mismo.
- Estabilidad y control postural, incluyendo métricas como desviación de la trayectoria, centro de masa, control del equilibrio y estabilidad postural.
- Patrones de movimiento, evaluando aspectos como tiempo de reacción, cadencia, simetría y fluidez del movimiento.

3. Interfaz Multimodal

- El sistema también incluye una interfaz multimodal, que actúa como un medio de comunicación entre el usuario y el programa de procesamiento de datos. Esta interfaz proporciona retroalimentación en tiempo real y permite al usuario interactuar con el sistema de forma intuitiva.

La retroalimentación puede presentarse a través de diversos medios:

- Visual, mediante pantallas, proyectores o gafas de realidad virtual/aumentada, que muestran información sobre la postura y las correcciones necesarias.
- Sonora, a través de altavoces o auriculares, que pueden proporcionar instrucciones o alertas en función de los datos recopilados.

- Háptica, mediante vibración u otros tipos de retroalimentación táctil, que permiten indicar al usuario ajustes posturales necesarios sin necesidad de estímulos visuales o sonoros.

5 4. Procesamiento de Datos y Personalización

Toda la información recopilada por el dispositivo de monitoreo es enviada en tiempo real a una unidad procesadora, que se encarga de analizar los datos y generar métricas relacionadas con el control postural y el equilibrio del sujeto.

10 El programa de ordenador no solo identifica posibles desviaciones posturales en comparación con valores estándar preestablecidos, sino que también puede generar recomendaciones o ajustes personalizados para mejorar la postura del usuario.

5. Tareas Ajustables y Ejercicios de Entrenamiento

15 Una de las características más innovadoras del sistema es la posibilidad de proporcionar tareas ajustables, diseñadas para mejorar la estabilidad y la coordinación del usuario. Estas tareas pueden incluir:

- Ejercicios específicos para alcanzar un objetivo virtual.
- Actividades para mantener el equilibrio en una plataforma.
- Seguimiento de patrones de movimiento según un ritmo determinado.

20 El sistema adapta automáticamente la dificultad de estas tareas en función del rendimiento del usuario, permitiendo una evolución progresiva y personalizada en su entrenamiento postural.

Por lo tanto, el primer aspecto de la presente invención hace referencia a un sistema configurado para monitorizar el control postural y/o corregir la postura o el equilibrio en un segmento corporal o miembro de un sujeto, que comprende:

- 25 • Un dispositivo (A) que se coloca en el segmento corporal y/o miembro del sujeto a analizar, caracterizado porque comprende: i) uno o más sensores configurados para recopilar parámetros acerca de la posición y/o aceleración del movimiento del segmento corporal y/o miembro del sujeto que está interaccionando con una interfaz multimodal (b); y ii) un módulo de comunicación inalámbrica, como Bluetooth o Wi-Fi,

configurado para transmitir en tiempo real los parámetros recopilados por el dispositivo (A) a un programa de ordenador (C) para su análisis y procesamiento;

- Una interfaz multimodal (B) configurada para interactuar con el sujeto mediante retroalimentación visual, sonora y/o háptica, proporcionando tareas ajustables, como ejercicios de control postural o equilibrio, cuyo nivel de dificultad se adapta automáticamente en función de métricas de rendimiento generadas por el programa de ordenador (C) en tiempo real; y
- Un programa de ordenador (C), que comprende una unidad procesadora configurada para: i) recibir del dispositivo (A) parámetros acerca de la posición y/o aceleración del movimiento del segmento corporal y/o miembro del sujeto a analizar que está interactuando con la interfaz multimodal (B); ii) procesar la información recibida en el paso i) para identificar posibles variaciones o desviaciones de los parámetros acerca de la posición y/o aceleración del movimiento del segmento corporal y/o miembro del sujeto en estudio, en relación con un valor estándar preestablecido de dichos parámetros medidos en un sujeto sano; y iii) generar métricas indicativas del control postural y/o equilibrio del sujeto y/o recomendaciones o ajustes personalizados basados en dichas métricas.

En un aspecto preferido de la invención, el dispositivo a) comprende uno o más sensores seleccionados entre: sensores inerciales, sensores ópticos, sensores de posición y desplazamiento, sensores de presión y tacto, sensores electromiográficos, o combinaciones de los mismos.

En un aspecto preferido de la invención, los sensores inerciales comprenden: acelerómetros, giroscopios o magnetómetros; los sensores ópticos comprenden: cámaras de profundidad o sistemas de infrarrojos; los sensores de posición y desplazamiento comprenden: encoders rotatorios o potenciómetros; y los sensores de presión y tacto comprenden sensores de fuerza-resistencia.

En un aspecto preferido de la invención, los parámetros acerca de la posición y/o aceleración del movimiento de un segmento corporal y/o miembro del sujeto comprenden parámetros de posición seleccionados entre: posición absoluta, posición relativa, desplazamiento, ángulo articular, orientación o trayectoria del movimiento; parámetros de aceleración seleccionados entre: aceleración lineal, aceleración angular o magnitud total de la aceleración; parámetros

derivados del movimiento seleccionados entre: velocidad lineal y angular, frecuencia del movimiento, amplitud del movimiento, simetría del movimiento o sacudida; parámetros de estabilidad seleccionados entre: desviación de la trayectoria, estabilidad postural, centro de masa o gravedad o control del equilibrio; o parámetros relacionados con patrones de movimiento seleccionados entre: tiempo de reacción, cadencia, simetría de patrones o fluidez del movimiento.

En un aspecto preferido de la invención, la interfaz multimodal interactúa con el sujeto de forma visual comprendiendo: pantallas, proyectores o gafas de realidad virtual/aumentada; o de forma sonora comprendiendo: altavoces o auriculares; o táctil comprendiendo vibración o retroalimentación háptica.

En un aspecto preferido de la invención, las tareas ajustables comprenden ejercicios cuyo nivel dificultad cambia en función del rendimiento del sujeto y comprenden ejercicios específicos como alcanzar un objetivo virtual, mantener el equilibrio en una plataforma, o realizar un seguimiento según un ritmo propuesto.

Con el propósito de ayudar a interpretación del alcance de la presente invención, se definen los siguientes términos:

- La expresión "comprende" se usa para indicar que la invención incluye o abarca un conjunto de elementos o características específicas, pero no se limita solo a esos elementos. En otras palabras, "comprende" sugiere que la invención puede incluir otros elementos no mencionados explícitamente en la reivindicación. Esta palabra permite que la invención sea más amplia, ya que no limita el alcance de la invención a los componentes o características listados.
- La expresión "consiste en" tiene un significado más restrictivo y precisa que la invención está formada solo por los elementos mencionados en la reivindicación, sin incluir componentes adicionales no citados explícitamente. Es una manera de limitar el alcance de la invención a los elementos enumerados, de forma que cualquier variante o componente no mencionado podría quedar fuera de la protección solicitada.

Figuras

Figura 1. Esquema de funcionamiento del sistema. Se muestra el dispositivo (A), interfaz multimodal (aplicación) (B) y programa de ordenador (C) con que comprende una unidad procesadora configurada (servicios en la nube).

5 Descripción detallada de la invención

La presente invención se ilustra con el siguiente Ejemplo de realización de la misma sin la intención de limitar el alcance de la invención.

Ejemplo 1. Prueba de concepto

La invención propuesta consiste en un sistema innovador para la rehabilitación de pacientes con trastornos del equilibrio y el control motor, que se encuentra particularmente orientado al tratamiento de pacientes con patologías neurológicas, traumatológicas y musculoesqueléticas.

Este sistema incluye un dispositivo de monitoreo portátil que se coloca en la articulación o segmento corporal afectado, tal como la cabeza, la rodilla o el cuello, para medir la posición y aceleración del movimiento. Los datos recogidos son transmitidos en tiempo real a una aplicación asociada, donde se procesa y analiza la información para ofrecer retroalimentación visual y auditiva al paciente durante su rehabilitación.

El sistema comprende tres componentes principales mostrados en la **Figura 1**: un dispositivo (A) de adquisición de datos, una interfaz multimodal (B) que comprende una aplicación para el análisis y la retroalimentación, y un programa de ordenador (C) con una unidad procesadora que comprende un conjunto de servicios en la nube para el almacenamiento y procesamiento de la información:

- a) Dispositivo de adquisición de datos: el dispositivo es un sensor portátil de tamaño compacto y ligero que se ajusta a diferentes segmentos corporales del paciente mediante un sistema de sujeción cómodo, como una cinta ajustable. Este dispositivo cuenta con sensores inerciales de alta precisión que permiten monitorear la posición y aceleración del movimiento del segmento corporal. La información recogida es transmitida de forma inalámbrica a través de Bluetooth de bajo consumo (BLE) a la aplicación asociada, lo que facilita la conectividad y la portabilidad del sistema.

- b) Interfaz que comprende una aplicación para el análisis y la retroalimentación: la aplicación asociada al dispositivo recibe y procesa los datos del sensor, proporcionando una retroalimentación visual al paciente a través de un mapa de mantenimiento postural o movilidad que aparece en la pantalla de un dispositivo digital (ordenador, tableta o teléfono móvil). Estos mapas son interactivos y se pueden ajustar en función del nivel de dificultad, motivando al paciente a realizar los ejercicios con un reto progresivo. Además, la aplicación cuenta con un sistema de gamificación que incentiva la participación activa del paciente en su rehabilitación. En paralelo, el sistema emite señales auditivas para alertar al paciente cuando no está ejecutando los movimientos correctamente, permitiendo una corrección en tiempo real. Este sistema también permite trabajar con los ojos cerrados, facilitando la activación de los sistemas vestibular y propioceptivo, que son esenciales para la mejora del equilibrio.
- c) Ordenador con una unidad procesadora que comprende un conjunto de servicios en la nube para el almacenamiento y procesamiento de la información: los datos recogidos por el dispositivo son enviados a un servidor en la nube, donde se almacenan y procesan. La plataforma en la nube ofrece un sistema de trazabilidad que permite al profesional de la salud realizar un seguimiento detallado de la evolución del paciente, proporcionando informes periódicos sobre los avances del tratamiento. La plataforma también cuenta con un sistema de análisis basado en algoritmos de inteligencia artificial, que ajustan dinámicamente los ejercicios según el progreso del paciente, optimizando el tratamiento.

El sistema propuesto permite a los pacientes recibir un tratamiento más efectivo y personalizado para mejorar su equilibrio y control motor. Algunas de las ventajas destacadas son:

- Facilidad de uso: el dispositivo es portátil, fácil de colocar y cómodo para el paciente, lo que facilita su implementación en el entorno terapéutico.
- Retroalimentación continua: el paciente recibe retroalimentación en tiempo real sobre su desempeño, lo que favorece la corrección automática de movimientos y mejora la integración del control motor.
- Sistema adaptativo: el algoritmo de inteligencia artificial ajusta el nivel de dificultad de los ejercicios según el progreso del paciente, manteniendo la motivación y promoviendo una rehabilitación continua y eficiente.

- Aplicación multidispositivo: la aplicación es compatible con diversos dispositivos, lo que permite su uso en entornos clínicos y domésticos, facilitando la monitorización remota de los pacientes.
- 5 • Mejora de la propiocepción: el sistema permite trabajar con los ojos cerrados, lo que activa los sistemas vestibular y propioceptivo, fundamentales para el tratamiento de trastornos de equilibrio.
- Accesibilidad: el sistema es accesible tanto en clínicas privadas como públicas, y puede ser utilizado para tratar una variedad de patologías relacionadas con el control motor y el equilibrio.
- 10 • Campo de aplicación: la presente invención tiene aplicación en el campo de la rehabilitación, especialmente en pacientes con alteraciones del equilibrio y el control motor debido a patologías neurológicas como accidentes cerebrovasculares, esclerosis múltiple, esclerosis lateral amiotrófica, Parkinson, y otras enfermedades neuromusculares. También es aplicable a pacientes con trastornos traumatológicos que
- 15 sufren problemas en el control motor y la estabilidad articular.

En resumen, el sistema tiene el potencial de transformar la rehabilitación de pacientes con trastornos de equilibrio, proporcionando un enfoque más autónomo y efectivo para la mejora del control motor y la estabilidad postural.

REIVINDICACIONES

1. Sistema configurado para monitorizar el control postural y/o corregir la postura o el equilibrio en un segmento corporal o miembro de un sujeto, que comprende:
 - a. Un dispositivo (A) que se coloca en el segmento corporal y/o miembro del sujeto a analizar, caracterizado porque comprende:
 - i. Uno o más sensores configurados para recopilar parámetros acerca de la posición y/o aceleración del movimiento del segmento corporal y/o miembro del sujeto que está interaccionando con una interfaz multimodal (B); y
 - ii. Un módulo de comunicación inalámbrica, como Bluetooth o Wi-Fi, configurado para transmitir en tiempo real los parámetros recopilados por el dispositivo (A) a un programa de ordenador (C) para su análisis y procesamiento;
 - b. Una interfaz multimodal (B) configurada para:
 - i. Interaccionar con el sujeto mediante retroalimentación visual, sonora y/o háptica; y
 - c. Un ordenador, que comprende un programa de ordenador (C) con una unidad procesadora configurada para:
 - i. generar métricas indicativas del control postural.
2. Sistema, según la reivindicación 1, caracterizado porque el dispositivo a) comprende uno o más sensores seleccionados entre: sensores inerciales, sensores ópticos, sensores de posición y desplazamiento, sensores de presión y tacto, sensores electromiográficos, o combinaciones de los mismos.
3. Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde los sensores inerciales comprenden: acelerómetros, giroscopios o magnetómetros; los sensores ópticos comprenden: cámaras de profundidad o sistemas de infrarrojos; los sensores de posición y desplazamiento comprenden: encoders rotatorios o potenciómetros; y los sensores de presión y tacto comprenden sensores de fuerza-resistencia.
4. Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la interfaz multimodal interactúa con el sujeto de forma visual comprendiendo: pantallas, proyectores o gafas de realidad virtual/aumentada; o de forma sonora comprendiendo: altavoces o auriculares; o táctil comprendiendo vibración o retroalimentación háptica.

Figura 1

