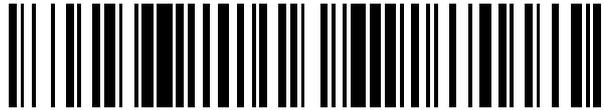


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 932 738**

21 Número de solicitud: 202130682

51 Int. Cl.:

A45B 3/08 (2006.01)
A61H 3/02 (2006.01)
A61B 5/11 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

16.07.2021

43 Fecha de publicación de la solicitud:

24.01.2023

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO / EUSKAL
HERRIKO UNIBERTSITATEA (100.0%)
Barrio Sarriena, s/n
48940 Leioa (Bizkaia) ES**

72 Inventor/es:

**RODRIGUEZ LARRAD, Ana;
ZUBIZARRETA PICO, Asier;
CABANES AXPE, Itziar;
BRULL MESANZA, Asier;
SESAR GIL, Iñigo;
TORRES UNDA, Juan José;
PORTILLO PEREZ, Eva;
ESPÍN, Ander y
SANTISTEBAN, Leire**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

54 Título: **DISPOSITIVO SENSOR PARA MONITORIZAR LA MARCHA**

57 Resumen:

La invención se refiere a un dispositivo sensor (10) configurado para ser acoplado a un extremo de un elemento de ayuda a la marcha (100) de un usuario, comprendiendo el dispositivo sensor:

- una carcasa (19),
- al menos un sensor de fuerza (27),
- al menos un acelerómetro y un giróscopo (3),
- un microcontrolador (7),

estando el sensor de fuerza (27) y el microcontrolador (7) conectados entre sí y situados en el interior de la carcasa (19), y configurados para monitorizar el movimiento del usuario y del elemento de ayuda a la marcha (100);

- medios de transmisión de fuerza (22, 23) para transmitir una fuerza ejercida por el usuario sobre el elemento de ayuda a la marcha (100) al sensor de fuerza (27);

comprendiendo además el dispositivo sensor (10):

- una batería (29) integrada en el interior de la carcasa y recargable desde el exterior de la carcasa (19).

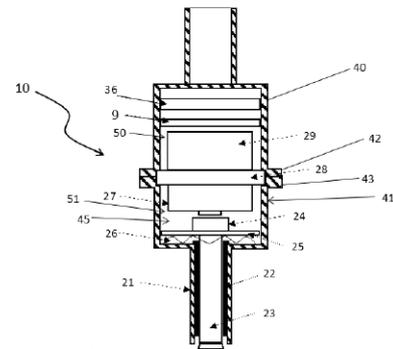


FIG. 1

ES 2 932 738 A1

DESCRIPCIÓN

DISPOSITIVO SENSOR PARA MONITORIZAR LA MARCHA

5 **SECTOR DE LA TÉCNICA**

La presente invención se engloba dentro de la ingeniería biomédica, dentro de los dispositivos de ayuda para personas que necesitan ayuda durante la marcha, como pueden ser, por ejemplo, muletas, bastones, andadores o similares, y en determinados tipos de prótesis como pueden ser las prótesis para miembros inferiores, dentro de las cuales se encuentran las prótesis transtibiales. Más en concreto, la presente invención se engloba en el campo de los dispositivos sensores para monitorizar cómo se realiza esa marcha o movilidad del usuario.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 La monitorización de la marcha es un área de interés demostrada en el ámbito de la salud, dado que permite ofrecer información sobre el nivel de actividad física, se correlaciona estrechamente con parámetros de salud y tiene relación con la predicción de variables relevantes como el riesgo de hospitalización, discapacidad e incluso mortalidad. En el caso de personas que requieren dispositivos de ayuda como muletas o bastones u otros dispositivos complementarios de ayuda para caminar, los sistemas de monitorización de la marcha actuales no resultan satisfactorios, tal y como se expondrá a continuación.

Las soluciones tecnológicas para la monitorización de la marcha existentes se clasifican en cuatro grandes grupos: las alfombras o tapices sensorizados, los sistemas de captura de movimiento 3D, los sensores vestibles y las muletas sensorizadas.

Las alfombras y tapices sensorizados son dispositivos fijos que se colocan en superficies planas y que permiten detectar el movimiento y la presión ejercida por la persona usuaria cuando camina por encima de las mismas. Existen dos tecnologías para esta monitorización: 1) Cintas basadas en la detección de la fuerza ejercida al caminar sobre la misma mediante sensores de presión/fuerza incorporados. Esta tecnología permite caracterizar tanto parámetros cinemáticos de la marcha (movimiento, cadencia de pasos, etc.) como la distribución de peso en cada paso; y 2) Cintas basadas en sensores fotoeléctricos, que permiten determinar únicamente los parámetros cinemáticos de la marcha. Estos productos están pensados para definir un recorrido sobre un amplio espacio para realizar las pruebas y permiten caracterizar de forma precisa la marcha. Sin embargo,

su utilidad en la monitorización continua de una persona es limitada, dado que sólo permite monitorizar la marcha en un entorno controlado, acotado, nunca fuera de él.

5 Por otra parte, los sistemas de captura de movimiento 3D basados en visión se basan en la adquisición y en la toma de imágenes a través de cámaras incorporadas en el entorno, para posteriormente, y mediante la utilización de algoritmos de visión artificial, extraer el movimiento de los diferentes miembros del cuerpo de una persona. Entre los dispositivos existentes se pueden realizar dos divisiones: 1) Aquellos dispositivos que requieren el incorporar marcadores ubicados en el cuerpo de la persona y los dispositivos que pueda
10 acarrear (como muletas o bastones), de modo que las cámaras detecten la posición relativa de los marcadores. La precisión de estos sistemas es elevada, pero requieren de un minucioso procedimiento de calibración. 2) Y aquellos dispositivos que no requieren de marcadores, y usan algoritmos de visión artificial para detectar patrones (como el cuerpo de una persona), y/o detectar su movimiento. La precisión de este tipo de sistemas es inferior a la del grupo anterior. En cualquier caso, estos sistemas basados en visión están
15 limitados al área abarcada con las cámaras, que adicionalmente requieren una línea directa de visión con los marcadores sin interferencias con objetos del entorno. Por otra parte, la captura de imágenes puede presentar problemas de privacidad.

20 Es decir, tanto las alfombras sensorizadas como los sistemas de captura de movimiento 3D solo permiten la monitorización de la marcha en un espacio determinado y no fuera de él. Esto limita su uso en la monitorización de la marcha de la persona usuaria en una variedad de situaciones en la vida real, como subiendo escaleras o andando en una cuesta.

25 Otra estrategia habitual empleada en la monitorización del movimiento de los pacientes es el uso de sensores incorporados en la vestimenta o cuerpo del paciente. A diferencia de las dos anteriores tecnologías, estos sensores vestibles tienen un tamaño reducido, por lo que pueden ser incorporados en la vestimenta o cuerpo del paciente, permitiendo recopilar información de diversa índole a lo largo de todo el día y sin estar limitados a un entorno o
30 espacio concreto. En el caso particular de la monitorización de la marcha, es frecuente el uso de unidades de medición inerciales (IMU), compuestas por giróscopos, acelerómetros y magnetómetros triaxiales que, combinados con algoritmos de fusión de sensores, permiten estimar orientaciones, posiciones y velocidades de la parte del cuerpo a la que el sensor está unida. Sin embargo, la gran portabilidad de estos dispositivos va ligada a un
35 aumento en el grado de invasión en los usuarios: al ir fijados sobre la vestimenta, generan incomodidad en aquellos usuarios que los portan. Y el roce de los sensores con el propio

cuerpo puede ser fuente de interferencias que alteran las medidas recogidas. Además, no han demostrado un grado aceptable de precisión cuando los patrones de la marcha no son simétricos, que es el tipo de movimiento habitual en aquellas personas que necesitan ayudas técnicas para caminar.

5

Otra estrategia consiste en incorporar unos sensores a un elemento de ayuda a la movilidad -tal como una muleta, un bastón o similar- para recoger datos sobre la interacción del usuario con ese elemento de ayuda, como la fuerza y cargas aplicadas y de esta forma monitorizar su movimiento 3D. Este tipo de dispositivo es altamente ventajoso ya que permite monitorizar la marcha sin estar restringido a un área de monitorización. Además, es mínimamente invasivo ya que los sensores no se colocan en el cuerpo o la vestimenta de la persona. Y por último, permite caracterizar el patrón de movimiento de las personas que requieren de la utilización de un elemento de ayuda a la marcha. Este patrón de marcha difiere de aquel de las personas que no requieren elemento de ayuda. Un ejemplo de este sistema es el descrito en el documento de patente WO2011039389. Aunque este sistema tiene la ventaja de que la célula de carga está colocada de manera óptima en el extremo de la caña de una muleta, únicamente es capaz de medir la presión ejercida en la muleta, sin proporcionar datos sobre el movimiento de la misma. No consigue integrar el sistema electrónico de medición ya que requiere de un cable que se extiende a lo largo del interior de la caña de la muleta y de un amplificador de señal conectado a una tarjeta de adquisición de datos que está alimentada por una batería. De igual modo, el único elemento de este dispositivo que está colocado en el extremo de la caña es la célula de carga. El resto de elementos necesarios (sistema electrónico de medición y batería) se incorporan a un cinturón que se conecta mediante un cable a la muleta.

25

Los dispositivos enmarcados en este grupo típicamente monitorizan la carga aplicada sobre la muleta y su movimiento. Estos valores medidos generalmente son capturados por un dispositivo que los almacena y envía por Bluetooth o Wifi a un dispositivo de captura.

30 En referencia a los componentes utilizados en los dispositivos de medición del movimiento, es habitual el uso de galgas extensiométricas que suelen ser adheridas a la caña de la muleta con el objeto de medir las fuerzas ejercidas sobre ella. El uso de galgas presenta el problema de que necesitan una correcta calibración en vista de la deformación que puede sufrir la muleta y de la existencia de deriva en sus mediciones debido a cambios en la temperatura ambiente.

35

A la hora de monitorizar el movimiento, es habitual el uso de acelerómetros, giróscopos e IMUs que combinan ambos. No es posible utilizar únicamente acelerómetros con el objeto de medir el movimiento ya que sus mediciones sufren una gran perturbación cuando se produce el apoyo del elemento de ayuda a la marcha. Con el objeto de poder paliar este problema y obtener datos suficientes para poder medir el movimiento de manera continua, se emplean de manera complementaria giróscopos que, aunque no sufren el mismo problema que los acelerómetros, proporcionan medidas que pueden variar con la temperatura y que varían a lo largo de su vida útil. Debido a estos problemas, aunque se utilicen IMUs que incorporan tanto un acelerómetro como un giróscopo, es necesaria la utilización de algoritmos que tengan en cuenta los errores de medición de acelerómetros y giróscopos.

El artículo "*Sensorized tip for monitoring people with multiple sclerosis that require assistive devices for walking*"; A. Brull, A. Zubizarreta, I. Cabanes et al; *I Sensors*; August 2020 describe un dispositivo del cual es parte un subdispositivo sensor que se coloca en la punta de la caña de una muleta. El subdispositivo está formado por una carcasa que contiene varios elementos, entre ellos un vástago que transmite la fuerza de apoyo a un sensor de fuerza, un barómetro y una unidad de medición inercial IMU que contiene un acelerómetro, un magnetómetro y un giróscopo. El subdispositivo contiene además una placa de control con un procesador capaz de procesar las señales provenientes de los sensores y comunicarse en base a un protocolo bluetooth de manera inalámbrica con un aparato exterior. Aunque la integración de este sistema es mucho mayor que la de otros dispositivos del estado del arte, este subdispositivo sensor necesita para su funcionamiento estar conectado a una batería exterior mediante un cable conectado en un primer extremo al subdispositivo y que dispone en su extremo opuesto de un conector USB mediante el cual puede ser conectado a una batería.

Aunque con una integración substancialmente mayor a otros dispositivos del estado del arte, el paciente debe de todas maneras transportar la batería externa y el cable. Esto conlleva varios inconvenientes como la necesidad de un alojamiento suplementario para transportar la batería, la posibilidad de que dicha batería se pueda caer al suelo o de que el cable se enrede con el elemento de ayuda a la marcha provocando en el peor de los casos que la punta del elemento de ayuda a la marcha no contacte con el suelo con el ángulo deseado por el paciente provocando la caída del mismo. Es de señalar que el dispositivo sensor descrito en la publicación "*Sensorized tip for monitoring people with multiple sclerosis that require assistive devices for walking*", aunque capaz de medir de

manera mucho más precisa que otros dispositivos del estado del arte la fuerza de apoyo del elemento de ayuda a la marcha, presenta imprecisiones en la medición cuando las fuerzas de apoyo son de pequeña magnitud.

- 5 Existen documentos del estado del arte que contemplan el problema de la integración de sistemas de alimentación. Este es el caso de US-B1-7969315 que describe un dispositivo destinado a medir el esfuerzo soportado por una parte del cuerpo humano. US-B1-7969315 describe que con el objeto de medir el esfuerzo soportado por el pie de un paciente se mide la presión ejercida sobre la plantilla de las zapatillas del paciente por medio de unos
- 10 sensores de presión. La medida de esta presión es conducida por medio de un cable a un sistema electrónico contenido en una carcasa. Dicha carcasa contiene un sistema electrónico alimentado por una fuente de energía interna y se comunica con un sistema electrónico externo sujeto a un elemento de ayuda a la marcha. US-B1-7969315 no describe ni que este elemento sea recargable ni que esté diseñado para ser colocado en el extremo
- 15 de un elemento de ayuda a la marcha. Este sistema electrónico externo no está diseñado para ser colocado en el extremo de un elemento de ayuda a la marcha y cumple entre otras funciones la de hacer sonar una alarma de alerta cuando la presión supera cierto nivel predeterminado y guardado en el mismo elemento.
- 20 Por lo tanto, sería ventajosa la provisión de un dispositivo sensor que supere las limitaciones de las técnicas conocidas.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

- La invención se refiere a un dispositivo sensor según se define en la reivindicación 1.
- 25 Realizaciones preferidas del dispositivo se definen en las reivindicaciones dependientes.

Para superar los inconvenientes del estado de la técnica, la presente invención propone un dispositivo sensor que está diseñado y previsto para que pueda ser acoplado de forma sencilla a un elemento de ayuda a la marcha de las personas. Una vez acoplado, el

30 dispositivo sensor puede tomar datos de movimiento y de carga aplicada por el usuario. Los datos capturados son procesados mediante algoritmos que permiten ofrecer información de soporte al personal sanitario y al propio usuario sobre parámetros relacionados con su capacidad de caminar, permitiendo una individualización en el diseño de la terapia de rehabilitación y/o conocer el avance del proceso patológico; o en el caso de que el elemento

35 de ayuda a la marcha sea una prótesis, los datos capturados pueden proporcionar ayuda al especialista (por ej., traumatólogo) sobre el correcto posicionamiento de la prótesis.

El dispositivo sensor aquí descrito puede ser adaptado a diferentes muletas, bastones, andadores y en elementos ortopédicos con el fin de monitorizar en tiempo real y de forma continuada el movimiento 3D y la carga aplicada en dichos dispositivos. A diferencia de
5 otras soluciones, el dispositivo sensor se puede adaptar a dichos dispositivos y ninguna de sus partes tiene que ser transportada por el cuerpo del paciente/usuario de manera que el dispositivo es no invasivo. De igual modo, el dispositivo sensor transmite los datos para ser capturados de forma sencilla en un dispositivo móvil, usando estándares de consumo. El dispositivo puede integrar un sistema mecánico de pre-tensión de fuerza para mejorar la
10 medición de fuerza. El dispositivo sensor, en concreto su microcontrolador, dispone de un algoritmo que permite estimar el movimiento 3D en función de la dirección de avance del usuario de forma independiente a la colocación de dispositivo sensor en la muleta o bastón a monitorizar.

15 La presente invención proporciona un dispositivo sensor configurado para ser acoplado a un extremo de una caña de un elemento de ayuda a la marcha. El dispositivo sensor comprende:

- una carcasa,
- al menos un sensor de fuerza,
- 20 - al menos un acelerómetro y un giróscopo,
- un microcontrolador,

estando el sensor de fuerza y el microcontrolador conectados entre sí y situados en el interior de la carcasa, y configurados para monitorizar el movimiento del usuario y del elemento de ayuda a la marcha;

- 25 - medios de transmisión de fuerza para transmitir una fuerza ejercida por el usuario sobre el elemento de ayuda a la marcha al sensor de fuerza, típicamente durante el uso del elemento de ayuda a la marcha al contactar con un suelo;

comprendiendo además el dispositivo sensor:

- una batería integrada en el interior de la carcasa y recargable desde el exterior de
30 la carcasa,

evitando al usuario tener que llevar una batería externa, con el correspondiente cableado e incomodidad que esto le supone. Esto es, en el dispositivo sensor aquí descrito, la batería queda integrada de manera ventajosa en el interior de la carcasa.

35 El acelerómetro y el giróscopo pueden ser elementos separados, o bien formar parte de una unidad de medición inercial (o IMU). El dispositivo también puede comprender un

magnetómetro que igualmente puede ir por separado o formar parte de una IMU.

5 En ciertas realizaciones, la carcasa del dispositivo sensor comprende una abertura. Esta abertura tiene las dimensiones adecuadas para poder introducir un conector desde el exterior con el objeto de recargar la batería integrada dentro de la carcasa. También es posible que la carga se realice por inducción electromagnética.

10 La batería puede estar configurada para alimentar al menos el microcontrolador, la IMU (o el acelerómetro y giróscopo) y el sensor de fuerza.

15 En ciertas realizaciones el dispositivo sensor además comprende medios de precarga del sensor de fuerza, de modo que cualquier fuerza aplicada sobre los medios de transmisión de fuerza es detectable por el sensor de fuerza. De esta forma, el dispositivo sensor es capaz de medir incluso pequeños valores de fuerza que el usuario ejerza sobre el elemento de ayuda a la marcha. Los medios de precarga del sensor de fuerza pueden comprender una arandela toroidal, pudiendo tener la arandela toroidal una superficie ondulada y un hueco para alojar los medios de transmisión de fuerza.

20 El dispositivo sensor puede comprender en un primer extremo medios de acoplamiento con el extremo del elemento de ayuda a la marcha. El dispositivo sensor puede también comprender en un segundo extremo medios de acoplamiento con un elemento elástico, de forma que el dispositivo sensor quede protegido cuando apoya sobre una superficie y que además tiene una función antideslizante. Este elemento elástico protector puede ser, por ejemplo, una contera o una goma de la caña.

25 Los medios de acoplamiento del dispositivo sensor pueden comprender un elemento cilíndrico insertable en un hueco del extremo del elemento de ayuda a la marcha, comprendiendo el elemento cilíndrico una ranura transversal configurada para permitir la compresión del elemento cilíndrico.

30 Los medios de acoplamiento del dispositivo a la caña pueden comprender adicionalmente o alternativamente un mecanismo de apriete, como puede ser una brida y una palomilla.

35 El dispositivo sensor puede además comprender uno o más sensores pertenecientes al siguiente grupo: acelerómetros, giróscopos, sensores barométricos, magnetómetros, unidades de medición inercial, en donde los uno o más sensores están alojados en la

carcasa.

En ciertas realizaciones, estos uno o más sensores están conectados a una primera placa de circuitos, estando al menos un sensor de fuerza, el acelerómetro y el giróscopo
5 conectado a dicha primera placa de circuitos.

En ciertas realizaciones el dispositivo sensor comprende una segunda placa de circuitos, para adaptación de tensiones y gestión de carga de la batería.

10 De acuerdo con una posible disposición, la primera y segunda placas de circuitos están dispuestas de manera paralela en el interior de la carcasa. Y según una realización preferida, hay una conexión entre la segunda placa de circuitos y la abertura de la carcasa.

En ciertas realizaciones en el interior de la carcasa hay un soporte que define una primera
15 y una segunda cavidades en el interior de la carcasa. En esta realización, el sensor de fuerza puede estar sujeto al soporte por su parte inferior, alojándose en la segunda cavidad, y la batería puede estar sujeta al soporte por su parte inferior, alojándose en la primera cavidad.

20 Dichas primera y segunda placas de circuitos pueden estar situadas en la primera cavidad por encima de la batería. Esta configuración resulta ventajosa para la integración de la batería y de los diferentes elementos que forman el dispositivo sensor dentro de la carcasa o encapsulado.

25 Los medios de transmisión de fuerza pueden comprender un vástago, que está configurado para interactuar con el sensor de fuerza. Este vástago puede moverse de forma recíproca y está alojado en un extremo del dispositivo sensor. De esta forma se realiza una correcta medición de la fuerza ejercida en el extremo del elemento de ayuda a la marcha que apoya en el suelo hasta el sensor de fuerza. En ciertas realizaciones el dispositivo sensor
30 comprende además un casquillo que está situado rodeando al vástago; este casquillo puede ser un casquillo de plástico, de bajo rozamiento, que mejora la transmisión de fuerza entre el vástago y el sensor de fuerza. y hace posible que el sensor mida también fuerzas pequeñas desde un valor prácticamente igual a cero.

35 El dispositivo sensor puede además comprender un elemento elástico dispuesto en un extremo del mismo, de forma que el dispositivo sensor quede protegido cuando apoya sobre

una superficie.

La batería puede ser una batería de litio-polímero.

- 5 El microcontrolador del dispositivo sensor puede ser del tipo Nrf52IC, lo cual es ventajoso por ser de bajo consumo.

10 El dispositivo sensor puede además comprender un circuito de adaptación de tensiones y carga alimentado por la batería. Este circuito proporciona corriente al menos al microcontrolador.

El dispositivo sensor puede además comprender un circuito de amplificación y adaptación de señal que adapta la señal producida por el sensor de fuerza.

- 15 La presente invención también se refiere a un conjunto formado por un elemento de ayuda a la marcha y un dispositivo sensor de acuerdo con lo que se ha definido en lo anterior.

20 Los diferentes aspectos y realizaciones de la invención definidos anteriormente pueden combinarse entre sí, siempre que sean mutuamente compatibles.

Las ventajas y características adicionales de la invención se harán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada y se señalarán particularmente en las reivindicaciones adjuntas.

25 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

Para complementar la descripción y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con ejemplos de realizaciones prácticas de la misma, se acompaña como parte integrante de la descripción, un juego de dibujos en el que, con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

30

La Figura 1 muestra un corte longitudinal del dispositivo sensor.

La Figura 2 muestra una perspectiva frontal del dispositivo sensor según una primera realización de la invención.

35

La Figura 3 muestra una perspectiva frontal del dispositivo sensor según una segunda

realización de la invención.

La Figura 4 muestra una muleta con el dispositivo sensor de la segunda realización acoplado.

5

La Figura 5 muestra un diagrama de bloques de algunos elementos del dispositivo sensor.

La Figura 6 muestra un gráfico de medida experimental de fuerza tomada con el dispositivo sensor de la invención. En la figura 7 muestra una medida de fuerza tomada con un dispositivo sensor existente.

10

La Figura 8 muestra un esquema del plano de avance y de cómo se referencia la posición de la muleta respecto al plano de avance.

15

DESCRIPCIÓN DE REALIZACIONES DE LA INVENCION

La presente descripción y las realizaciones mostradas en las figuras son particularmente adecuadas para un dispositivo o conjunto sensor, que puede ser adaptado a un elemento de ayuda a la marcha, como puede ser un bastón o una muleta o una prótesis de pierna, con el fin de monitorizar en tiempo real y de forma continuada el movimiento 3D y la carga aplicada en el bastón, muleta o prótesis (u otro elemento de ayuda a la marcha). A diferencia de otras soluciones existentes, el dispositivo sensor aquí presentado es flexible y puede adaptarse al bastón o muleta personalizado de cada persona, minimizando su invasividad. Como se explicará en lo que sigue, el dispositivo sensor lleva integrada una batería, así como un mecanismo para mejorar la medición de un sensor de fuerza integrado en el mismo y que monitoriza la carga aplicada, y un microprocesador que ejecuta un algoritmo que permite estimar el movimiento 3D en función de la dirección de avance del usuario y de forma independiente a la colocación del dispositivo en la muleta o bastón a monitorizar. El dispositivo sensor captura estos datos y los transmite a un dispositivo móvil, usando estándares de bajo consumo.

20

25

30

La figura 1 muestra una vista en sección longitudinal de un dispositivo sensor 10 de acuerdo con la invención. La figura 2 ilustra una posible primera realización del dispositivo sensor, que está configurado para ser colocado en el extremo de una caña 13 de un elemento de ayuda a la marcha, como puede ser una muleta 100 (véase Fig. 4). En otra posible realización del dispositivo sensor (como se comentará más adelante en relación con las figuras 3 y 4), la sujeción del dispositivo sensor 10 a la muleta comprende una palomilla.

35

Con referencia a las figuras 1 y 2, el dispositivo sensor 10 está compuesto por una carcasa 19 fabricada en base a un material o un compuesto ligero, como puede ser aluminio, que proporciona rigidez al conjunto del dispositivo sensor 10. En las realizaciones mostradas el dispositivo sensor 10 está integrado en un encapsulado o carcasa 19 cilíndrica, que aporta rigidez necesaria al conjunto y que está compuesta de una primera parte 40 y una segunda parte 41. Tanto la primera parte 40 como la segunda parte 41 presentan respectivos primer y segundo salientes 42, 43, de forma circular que se extienden de manera perpendicular (radial) al eje axial de la carcasa, siendo el diámetro exterior de estos primer y segundo salientes 42, 43 superior al de sus respectivas primer y segunda partes 40, 41. De manera que al unir las primer y segunda partes 40, 41 juntando los primer y segundo salientes 42, 43 la superficie de unión es mayor que la superficie de unión entre las partes de la carcasa si estas no dispusiesen de estos salientes. Este hecho hace posible la utilización de un elemento, o elementos de unión, por ejemplo, de unos tornillos 44, que unen las primera y segunda partes 40, 41 de la carcasa 19 entre sí. Dichas primera y segunda partes 40, 41 al unirse definen una cavidad interior 45. Esta cavidad 45 está dividida por un soporte 28 en una primera cavidad 50 y una segunda cavidad 51; este soporte está situado en coincidencia con los primer y segundo salientes 42, 43 y está rígidamente unido a la carcasa.

En el interior de la carcasa 19 hay una pluralidad de sensores, entre los que hay un sensor de fuerza 27. En la realización mostrada también hay un acelerómetro, un giróscopo, un magnetómetro y/o un sensor barométrico 2 (véase figura 5). Uno o varios de estos elementos -por ejemplo, el sensor de fuerza 27, el sensor barométrico 2 y el acelerómetro, u otros- pueden formar parte de una misma unidad de medición inercial 3, IMU (véase la figura 5).

Como se ilustra en la figura 2, la carcasa 19 dispone de una abertura 38 a través del cual puede ser introducido un conector 39 (véase Fig. 5). Mediante este conector 39, que puede ser un conector USB u otro conector, se puede recargar una batería 29 dispuesta en el interior de la primera cavidad 50 (véanse figuras 1 y 5).

La longitud del dispositivo sensor 10 puede variar entre 10 y 16 cm; su diámetro puede variar entre 4 y 6 cm, medido como la distancia mayor entre dos puntos de la periferia del primer saliente 42 o del segundo saliente 43, aquella distancia que sea mayor, aunque en el caso habitual salvo errores de tolerancia ambos diámetros serán iguales eligiéndose en este caso uno de ellos; y su peso varía entre 130 y 160 gramos.

La primera parte 40 de la carcasa 19 del dispositivo sensor en una posible realización tiene en uno de sus extremos una zona de acople 16 cilíndrica que incluye una ranura 60 diametral y dos semicilindros 61, 62 en sus laterales (véase figura 2). Esta disposición es
5 ventajosa para el acoplamiento del dispositivo sensor 10 en el extremo libre de la caña 13 de la muleta 100, ya que los dos semicilindros 61, 62 pueden desplazarse ligeramente hacia la ranura 60 diametral, de manera que la zona de acople 16 pueda introducirse con más facilidad en un extremo libre hueco de la caña de la muleta. Una vez introducida la zona de
10 acople 16 en el extremo libre hueco de la caña del elemento de ayuda a la marcha los semicilindros 61,62 intentarían recuperar su posición inicial presionando con su parte exterior en la pared interior de la caña de la muleta asegurando así la sujeción entre el extremo libre de la caña de la muleta y el dispositivo sensor.

Otra posible realización del acople se ilustra en la figura 3. El extremo de la caña de la
15 muleta dispone de un elemento rectangular (no mostrado en las figuras) que sobresale de dicho extremo y que está dimensionado para encajar en la ranura 60 diametral (figura 2). Como puede verse en la figura 3, la zona de acople 16 está rodeada por una brida a la cual está acoplada una palomilla 37. Una vez introducido el elemento rectangular en la ranura
20 60 diametral se gira la palomilla de manera que la brida reduzca su diámetro y comprima los semicilindros sobre el elemento rectangular asegurando la sujeción entre el extremo de la caña del elemento de ayuda al movimiento y el dispositivo sensor.

En otro posible modo de realización también ilustrado en la figura 3, la pared del extremo
25 de la caña de la muleta se introduce entre la parte interna de la brida y la superficie externa de los dos semicilindros 61, 62. A la brida está acoplada una palomilla 37 que al girar en un sentido o en otro disminuye o aumenta el perímetro de dicha brida. En el caso de que el perímetro de la brida disminuya, se ejerce una fuerza de compresión sobre los dos
30 semicilindros 61, 62, la pared de la caña de la muleta comprimiendo el extremo de la caña sobre los semicilindros 61,62, asegurando así la sujeción entre el extremo de la muleta y el dispositivo sensor.

Sea cual fuere el tipo de acople empleado, una vez sujeto el dispositivo sensor 10 en el
extremo de la caña de la muleta se dispone una contera 15 con el fin de proteger el
35 dispositivo sensor 10 cuando la muleta 100 apoye en una superficie, normalmente el suelo. La contera 15 puede ser un elemento elástico realizado de una goma de caña tradicional.

Como se ha indicado, la batería 29 está alojada en la primera cavidad 50 y está conectada mecánicamente a la parte superior del soporte 28. La batería 29 tiene alta densidad energética y una relación baja de peso/volumen. En el ejemplo mostrado la batería es una batería de litio-polímero. Preferiblemente la batería tiene una capacidad superior a 500 mAh para garantizar una duración adecuada. En el otro lado del soporte 28, en la segunda cavidad 51 y conectado mecánicamente al soporte 28 hay un sensor de fuerza 27. Esta disposición concreta de batería 29, soporte 28 y sensor de fuerza 27 es especialmente ventajosa ya que cuando un vástago 18 realiza una presión sobre el sensor de fuerza 27, esta presión no afecta mecánicamente a la batería ya que el soporte 28 que está rígidamente conectado a la carcasa 19 absorbe el posible movimiento que pudiera ser transmitido a la batería 29 (como se explica más adelante en detalle). En el extremo opuesto del soporte 28 hay una primera placa 6 de circuitos en la que, según las necesidades de medición pueden estar situados uno, varios o todos de los siguientes elementos: un acelerómetro, un giróscopo, un sensor barométrico 2, un procesador/microcontrolador 7 y la circuitería adecuada que posibilita la comunicación a través de la placa de estos dispositivos. El acelerómetro y el giróscopo pueden estar comprendidos en una única unidad de medición inercial IMU 3.

En la figura 5 se muestran en forma de diagrama de bloques algunos elementos del dispositivo sensor, y la interacción entre dichos elementos. El sensor de fuerza 27 es una señal analógica que es amplificada y adaptada antes de ser capturada por el microcontrolador 7, para lo que el microcontrolador 7 dispondrá de puertos analógicos. En un modo de realización alternativo I el sensor de fuerza 27 dispone de circuitería integrada en particular de un convertidor analógico digital de manera que no es necesario que el microcontrolador 7 disponga de puertos analógicos, sino que recibe directamente una señal digital proveniente del sensor de fuerza.

Las señales provenientes tanto del sensor barométrico 2 como del acelerómetro y el giróscopo (acelerómetro y giróscopo ilustrados en la figura 5 como parte de la unidad de medición inercial 3 IMU) son transmitidas al microcontrolador 7 de acuerdo con protocolos de comunicación conocidos en el estado del arte.

El microcontrolador 7 se programa con el algoritmo deseado. El microcontrolador 7 procesa las señales de los sensores de acuerdo con dicho algoritmo con el objeto de estimar la dirección de avance 31 del usuario (véase Fig. 8) que utiliza la muleta 100. A partir de esta dirección de avance 31 y considerando el eje vertical z (paralelo al vector de gravedad)

genera un plano de avance 32 (mostrado en la figura 8), en base al cual es posible definir un primer ángulo θ , que es el ángulo formado entre el eje vertical z y la proyección del dispositivo de ayuda a la marcha, en este caso la muleta 100, en un plano perpendicular al plano de avance (plano yz); y el ángulo ψ que es el ángulo formado entre el eje vertical z y la proyección de la muleta en el plano de avance (plano xz). Al conocer la posición del plano de avance y los ángulos θ y ψ queda determinada la posición 3D del dispositivo de ayuda a la marcha.

Es de señalar que este cálculo no se realiza de manera independiente a la orientación del dispositivo sensor 10 en la muleta, lo cual es ventajoso ya que de esta forma el dispositivo sensor 10 no requiere de una calibración compleja.

Con el fin de aumentar la autonomía del dispositivo sensor 10 el microcontrolador 7 elegido es un procesador de bajo consumo, es decir, con un consumo inferior a 100 μ A a 3V; en el ejemplo mostrado se ha utilizado el procesador Nordic nRF5832. Este microcontrolador no sólo procesa las señales provenientes de los diferentes sensores integrados en el dispositivo sensor 10 consumiendo poca energía, sino que es capaz de comunicarse con un aparato exterior (por ejemplo, un móvil) de manera eficiente desde el punto de vista energético. Un ejemplo de este tipo de comunicación es la del nombrado procesador Nordic nRF5832 que es capaz de comunicarse con un dispositivo de captura 12 de acuerdo con conectividad BLE "Bluetooth low energy".

El sensor barométrico 2 situado en la primera placa 6 de circuitos opera midiendo la presión del aire y permite medir la altura relativa del dispositivo sensor. Como se ha indicado anteriormente, en la realización mostrada se incluye la unidad de medición inercial IMU 3, que además de un acelerómetro y un giróscopo comprende un magnetómetro.

Con el objeto de que poder colocar la primera placa 6 de circuitos en el interior de la carcasa de una manera mecánicamente fiable se elige de manera preferencial una placa de circuitos que tenga una forma circular.

La primera cavidad 50 contiene además de la primera placa 6 de circuitos una segunda placa 9 de circuitos (véase figura 5) también con forma circular y colocada en posición paralela a la primera placa 6 de circuitos (véase fig. 1) y que está destinada a la gestión de la batería. Una primera función comprendida dentro dicha gestión de la batería es la carga de la batería. Con el objeto de poder recibir la intensidad necesaria para cargar la batería

la segunda placa 9 dispone en uno de sus extremos del conector 39 -preferentemente un conector USB-, que puede ser conectado mecánica y eléctricamente a otro conector externo que es introducido en la abertura 38 de la carcasa. En el caso más habitual de un conector USB dos de los terminales son utilizados para transmitir la intensidad necesaria para cargar la batería mientras que los otros dos terminales pueden utilizarse para comunicar parámetros de carga de manera que la carga de la batería se realice de una manera eficiente.

La primera placa 6 de circuitos, o placa de sensores, está alimentada por medio de una conexión eléctrica existente entre la segunda y la primera placas de circuitos. Este modo de realización es ventajoso frente a la posibilidad de conectar ambas placas de circuitos a la batería de manera independiente debido a la disposición en paralelo de las placas 6, 9. También es técnicamente posible que ambas primera y segunda placas de circuitos estén conectadas eléctricamente a la batería 29.

La segunda placa 9 de circuitos incluye un circuito regulador de voltaje, preferentemente lineal, de manera que se alimente los sensores situados en la primera placa 6 de circuitos con el voltaje adecuado de manera independiente a otros factores, como la cantidad de recargas que haya experimentado la batería 29.

Aunque la primera placa 6 de circuitos está alimentada eléctricamente por la segunda placa 9, dado que los circuitos están situados en placas diferentes, no existe la posibilidad de interacción eléctrica entre los circuitos de gestión de carga y los circuitos de control de la primera placa. Esto asegura que las señales correspondientes a las medidas tomadas por los sensores y procesadas en el procesador/microcontrolador no sufren distorsión debido a las intensidades de carga de la batería.

La disposición en paralelo de las primera y segunda placas 6, 9 de circuitos tiene la ventaja añadida de que el espacio de la primera cavidad 50 es aprovechado de manera óptima.

En el extremo opuesto a la zona de acople 16 con la muleta, el dispositivo sensor 10 tiene un extremo 21 con forma sustancialmente cilíndrica en cuyo interior está alojado un vástago 23 que puede moverse en dirección axial respecto a él. En el caso de que la muleta apoye sobre una superficie, el vástago 23 sufre una fuerza que tiende a provocar un movimiento en dirección del sensor de fuerza 27. La señal generada por el sensor de fuerza 27 depende de la fuerza con la que el vástago actúe sobre él.

El rozamiento entre el vástago 23 y el extremo 21 sustancialmente cilíndrico del dispositivo sensor 10 durante el deslizamiento del vástago 23 supone dos problemas en ciertos dispositivos sensores del estado del arte.

5

El primer problema consiste en que, debido al rozamiento dinámico, que actúa en dirección opuesta al desplazamiento del vástago 23, la fuerza ejercida por el vástago 23 sobre el sensor de fuerza 27 es diferente a la fuerza que la superficie de apoyo transmite al vástago. Esto tiene como consecuencia que la señal generada por el sensor de fuerza 27
10 corresponde a una fuerza inferior a aquella ejercida por la superficie de apoyo sobre el vástago 23 lo que implica una disminución de precisión en la medida del sensor de fuerza 27.

El segundo problema se debe al rozamiento estático entre el vástago y el extremo 21
15 sustancialmente cilíndrico del dispositivo sensor. Partiendo de una posición de reposo en el que el vástago no está en contacto con el sensor, debido a dicho rozamiento estático, por debajo de un determinado nivel de fuerza el vástago 23 no es capaz de moverse con respecto al extremo 21 sustancialmente cilíndrico, de manera que no ejerce presión alguna sobre el sensor de fuerza, aunque sí que está sometido a cierta fuerza por la superficie de
20 apoyo. Esto tiene como consecuencia que no es posible medir la fuerza ejercida sobre el vástago, es decir la fuerza ejercida sobre el dispositivo sensor por la superficie de apoyo cuando está por debajo de un determinado nivel.

De manera análoga, partiendo de la posición en la que el vástago 23 ha ejercido una fuerza
25 sobre el elemento sensor 27 debido a estar sometido a una fuerza por parte de la superficie de apoyo, fuerza que en un momento determinado en el tiempo deja de actuar, debido al rozamiento estático, el vástago no se despegaba completamente del sensor de fuerza de manera que continúa ejerciendo sobre él una determinada fuerza. Esto tiene como consecuencia que la medida de la fuerza tomada por el sensor de fuerza nunca es menor
30 de un determinado valor.

El dispositivo sensor de la presente invención resuelve este problema del estado de la técnica mediante a) la introducción de un casquillo 22 (típicamente de bajo rozamiento) entre el vástago 23 y el extremo 21 sustancialmente cilíndrico del dispositivo sensor, y b)
35 mediante la introducción de un sistema mecánico de pretensión del vástago. Se entiende por bajo rozamiento a un coeficiente de rozamiento estático entre 0.1×10^{-6} y 0.50×10^{-6} .

El casquillo 22 disminuye el rozamiento de manera que debido a lo anteriormente descrito la medida tomada por el sensor de fuerza 27 aumenta en precisión; de esta forma, el dispositivo sensor es capaz de llegar a valores de medida fuerza por debajo de 50 N.

5

El casquillo 22 está preferentemente compuesto de un material plástico (como puede ser, por ej., de teflón).

El sistema mecánico de pre-tensión comprende una primera arandela 26 ondulada toroidal cuya parte inferior se coloca sobre la superficie de la segunda cavidad 51 más cercana al extremo 21 sustancialmente cilíndrico del dispositivo sensor. En la parte superior de la primera arandela 26 se coloca una segunda arandela 25 sustancialmente plana también de forma toroidal.

15 El vástago 23 del dispositivo sensor, como puede apreciarse en la figura 1, está compuesto de una cabeza 24 cilíndrica de un determinado diámetro y de un cuerpo alargado de menor diámetro que parte de dicha cabeza. La cabeza 24 del vástago 23 contacta con el sensor de fuerza 27.

20 De acuerdo con lo ilustrado en la figura 1, el cuerpo del vástago 23 atraviesa los huecos centrales de la primera y segunda arandelas 26, 25 toroidales extendiéndose en el interior del extremo 21 sustancialmente cilíndrico y lo largo de la parte interior del casquillo 22 de bajo rozamiento.

25 En la figura 1 se ilustra también cómo la segunda arandela 25 entra en contacto con la cabeza 24 del vástago transmitiendo la fuerza ejercida por la primera arandela 26. Esto tiene como consecuencia que el vástago 23 ejerce una determinada presión, pre-tensión, sobre el sensor de fuerza 27 aun en el caso de que la superficie de apoyo no ejerza ninguna fuerza sobre dicho vástago.

30

Una vez pretensado el sensor de fuerza 27 se calibra para que la señal generada por dicho sensor cuando sólo es sometido a la fuerza correspondiente al pretensado sea la correspondiente a fuerza 0. De esta manera por pequeña que sea la fuerza que la superficie de apoyo somete al vástago, a través de la goma que protege el dispositivo sensor, dicha fuerza es transmitida al sensor de fuerza que genera una señal correspondiente a dicha fuerza.

35

La figura 6 muestra la precisión con la que el dispositivo sensor 10 de la invención es capaz de medir la fuerza con la que la muleta apoya sobre una superficie. Para ello se ensaya el dispositivo sensor ejerciendo una fuerza sobre el vástago que varía con el tiempo y que es conocida. La gráfica de dicha fuerza en función del tiempo está ilustrada con recuadros en la figura 6. De manera simultánea se mide la fuerza por medio del sensor de fuerza y la electrónica del dispositivo sensor de la invención. Dicha fuerza dependiente del tiempo (representada en el eje Y en Newtons en función del número de muestras -eje X) aparece con aspas en la figura 6.

10

Como puede apreciarse ambas gráficas son prácticamente iguales. Merece la pena señalar que el ensayo correspondiente a la figura 6 prueba que el dispositivo sensor de la invención es capaz de medir valores de fuerza ejercidos por la superficie sobre la que apoya prácticamente nulos al mismo tiempo que es capaz de medir valores elevados de fuerza que de acuerdo con este ensayo pueden llegar hasta 600 N. Esto no era posible en los sensores existentes, como se muestra en la Figura 7, en los que no se podía llegar a medir valores de fuerza inferiores a 50 N (en esta figura 7 la fuerza -en el eje Y en Newtons- se representa en función del tiempo -en el eje X, en segundos).

15

20

En este texto, las palabras primer, segundo, tercer, etc. han sido usadas para describir distintos dispositivos o elementos; se debe considerar que los dispositivos o elementos no están limitados por estas palabras pues dichas palabras solo se han usado para distinguir un dispositivo o elemento de otro. Por ejemplo, el primer dispositivo podría haber sido nombrado segundo dispositivo, y el segundo dispositivo podría haber sido nombrado primer dispositivo sin salirse del alcance de la presente divulgación.

25

En este texto, la palabra “comprende” y sus variantes (como “comprendiendo”, etc.) no deben interpretarse de forma excluyente, es decir, no excluyen la posibilidad de que lo descrito incluya otros elementos, pasos etc.

30

Por otra parte, la invención no está limitada a las realizaciones concretas que se han descrito sino abarca también, por ejemplo, las variantes que pueden ser realizadas por el experto medio en la materia (por ejemplo, en cuanto a la elección de materiales, dimensiones, componentes, configuración, etc.), dentro de lo que se desprende de las reivindicaciones.

35

REIVINDICACIONES

1. - Dispositivo sensor (10) configurado para ser acoplado a un extremo de un elemento de ayuda a la marcha (100) de un usuario, comprendiendo el dispositivo sensor:
- 5 - una carcasa (19),
- al menos un sensor de fuerza (27),
- al menos un acelerómetro y un giróscopo (3),
- un microcontrolador (7),
- estando el sensor de fuerza (27) y el microcontrolador (7) conectados entre sí y situados en
- 10 el interior de la carcasa (19), y configurados para monitorizar el movimiento del usuario y del elemento de ayuda a la marcha (100);
- medios de transmisión de fuerza (22, 23) para transmitir una fuerza ejercida por el usuario sobre el elemento de ayuda a la marcha (100) al sensor de fuerza (27);
- comprendiendo además el dispositivo sensor (10):
- 15 - una batería (29) integrada en el interior de la carcasa y recargable desde el exterior de la carcasa (19).
- 2.- El dispositivo sensor (10) de la reivindicación 1, que además comprende medios de precarga (25, 26) del sensor de fuerza (27), de modo que cualquier fuerza aplicada sobre
- 20 los medios de transmisión de fuerza (23) es detectable por el sensor de fuerza (27).
- 3.- El dispositivo sensor (10) de cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en donde la carcasa (19) comprende una abertura (38) adaptada para recibir un conector (39) para recargar la
- batería (29).
- 25
- 4.- El dispositivo sensor (10) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la batería (29) está configurada para alimentar al menos el microcontrolador (7) y el al menos un sensor de fuerza (27).
- 30
- 5.- El dispositivo sensor (10) de cualquiera de las reivindicaciones 2-4, en donde los medios de precarga del sensor de fuerza (27) comprenden una arandela toroidal (26).
- 6.- El dispositivo sensor (10) de la reivindicación 5, en donde la arandela toroidal (26) tiene una superficie ondulada y un hueco para alojar los medios de transmisión de fuerza (22,
- 35 23).

7.- El dispositivo sensor (10) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el dispositivo sensor (10) comprende en un primer extremo medios de acoplamiento con el extremo (13) del elemento de ayuda a la marcha (100).

5 8.- El dispositivo sensor (10) de la reivindicación 7, en donde los medios de acoplamiento comprenden un elemento cilíndrico (16) insertable en un hueco del extremo (13), comprendiendo el elemento cilíndrico (16) una ranura transversal configurada para permitir la compresión del elemento cilíndrico (16).

10 9.- El dispositivo sensor (10) de cualquiera de las reivindicaciones 7-8, en donde los medios de acoplamiento comprenden un mecanismo de apriete (37).

10.- El dispositivo sensor (10) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el dispositivo sensor (10) uno o más sensores de entre: acelerómetros, 15 giróscopos, sensores barométricos, magnetómetros, unidades de medición inercial, en donde los uno o más sensores están alojados en el interior de la carcasa (19).

11.- El dispositivo sensor (10) de la reivindicación 10, en donde los uno o más sensores están conectados a una primera placa (6) de circuitos, estando el al menos un sensor de 20 fuerza (27) conectado a dicha primera placa (6) de circuitos.

12.- El dispositivo sensor (10) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende una segunda placa (9) de circuitos, para adaptación de tensiones y gestión de carga (9) de la batería (29).

25 13.- El dispositivo sensor (10) de la reivindicación 12, donde la primera y segunda placas (6, 9) de circuitos están dispuestas de manera paralela en el interior de la carcasa (19).

14.- El dispositivo sensor (10) de cualquiera de las reivindicaciones 12-13 y de la 30 reivindicación 3, habiendo una conexión entre la segunda placa (9) de circuitos y la abertura (38).

15.- El dispositivo sensor (10) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo un soporte (28) en el interior de la carcasa (19), que define primera y 35 segunda cavidades (50, 51).

16.- El dispositivo sensor (10) de la reivindicación 15, en donde el sensor de fuerza (27) está sujeto al soporte (28) en la segunda cavidad (51) y la batería (29) está sujeta al soporte (28) en la primera cavidad (50).

5 17.- El dispositivo sensor de cualquiera de las reivindicaciones 15 y 16 cuando dependen de una de entre 12-14, en donde la primera y la segunda placas (6, 9) de circuitos están situadas en la primera cavidad (50) por encima de la batería (29).

10 18.- El dispositivo sensor de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los medios de transmisión de fuerza (22, 23) comprenden un vástago (23) configurado para interactuar con el sensor de fuerza (27).

15 19.- El dispositivo sensor (10) de la reivindicación 18, en el que el vástago (23) está configurado para moverse de forma recíproca y está alojado en un extremo del dispositivo sensor (10).

20.- El dispositivo sensor (10) de cualquiera de las reivindicaciones 18-19, comprendiendo el dispositivo sensor (10) un casquillo (22) que está situado rodeando al vástago (23).

20 21.- El dispositivo sensor (10) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que además comprende un elemento elástico (15) dispuesto en un extremo del dispositivo sensor (10).

25 22.- El dispositivo sensor de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el acelerómetro y el giróscopo están integrados en una unidad de medición inercial (3).

23.- El dispositivo sensor (10) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la batería (29) es una batería de litio-polímero.

30 24.- Conjunto formado por un elemento de ayuda a la marcha (100) y un dispositivo sensor (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

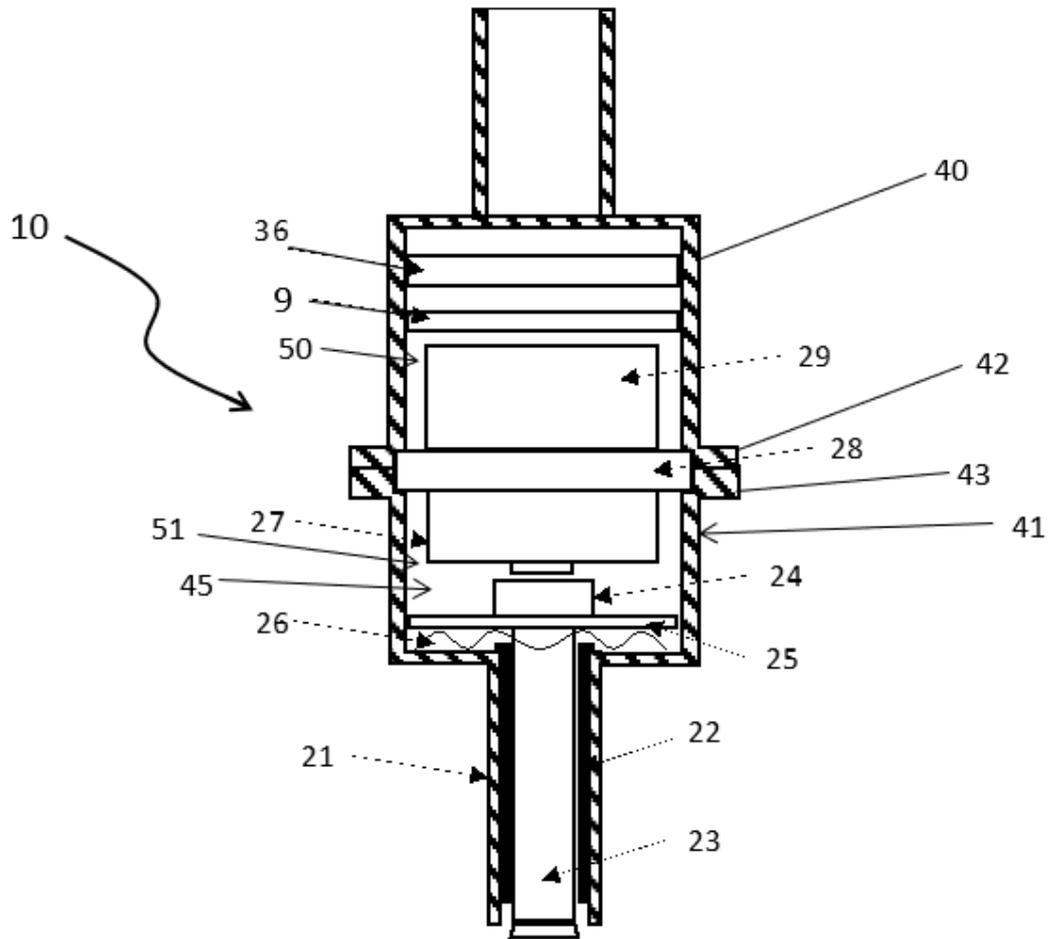


FIG. 1

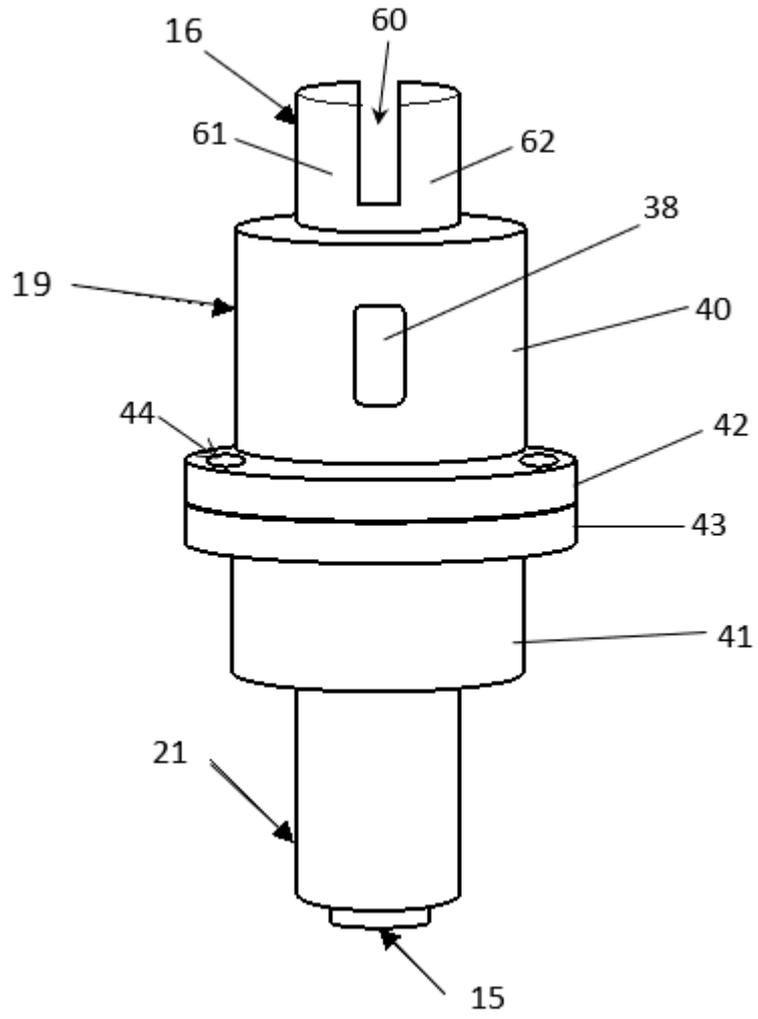


FIG. 2

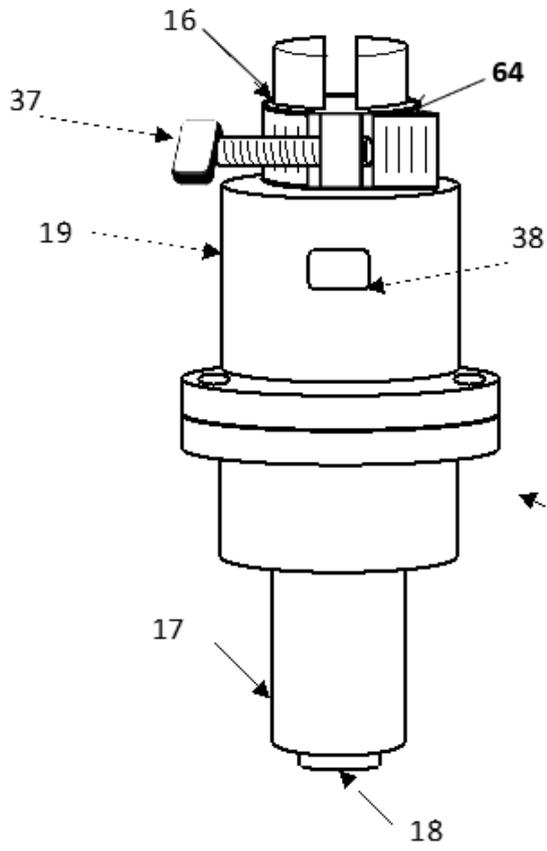


FIG. 3

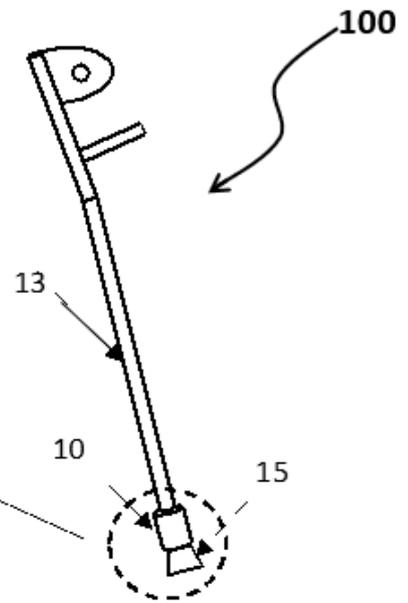


FIG. 4

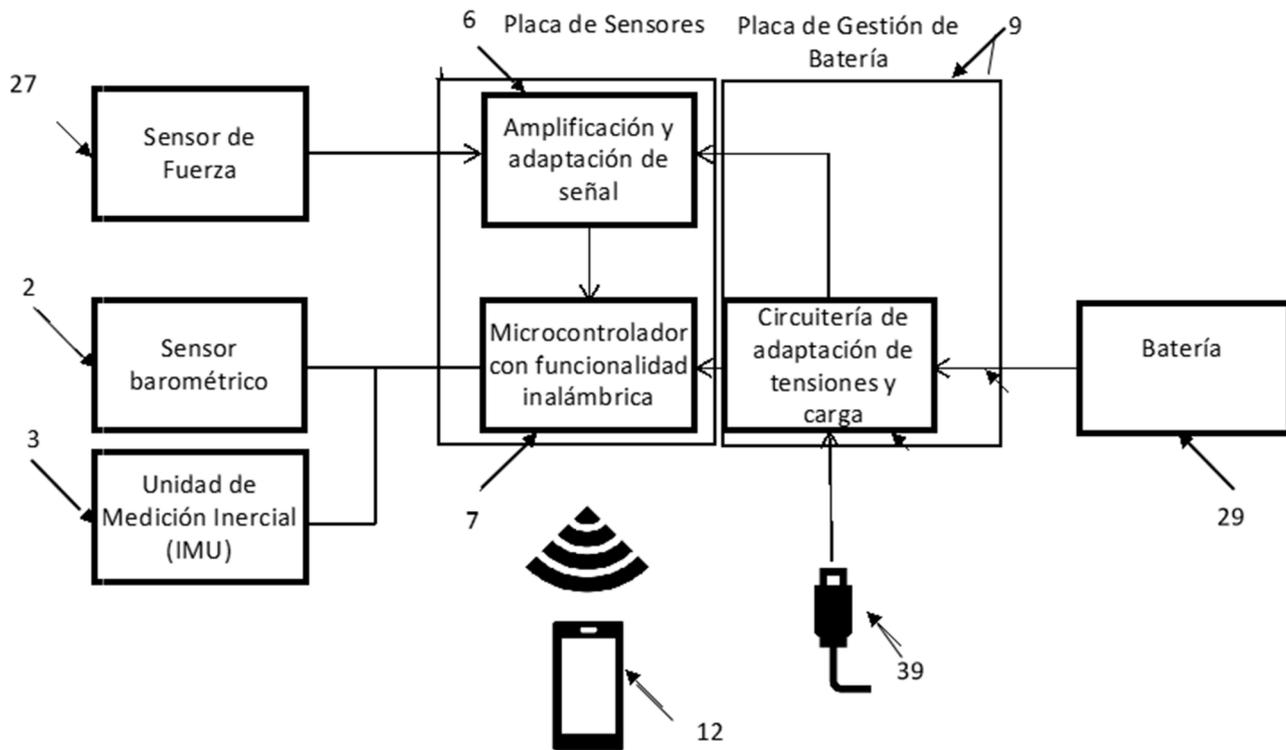


FIG. 5

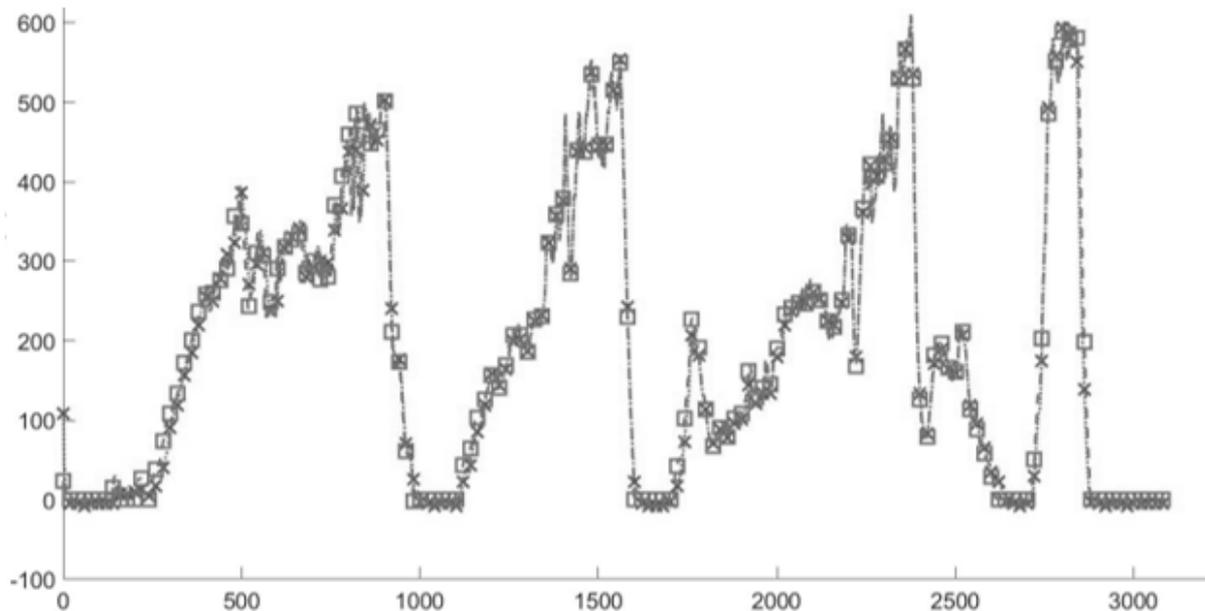


FIG. 6

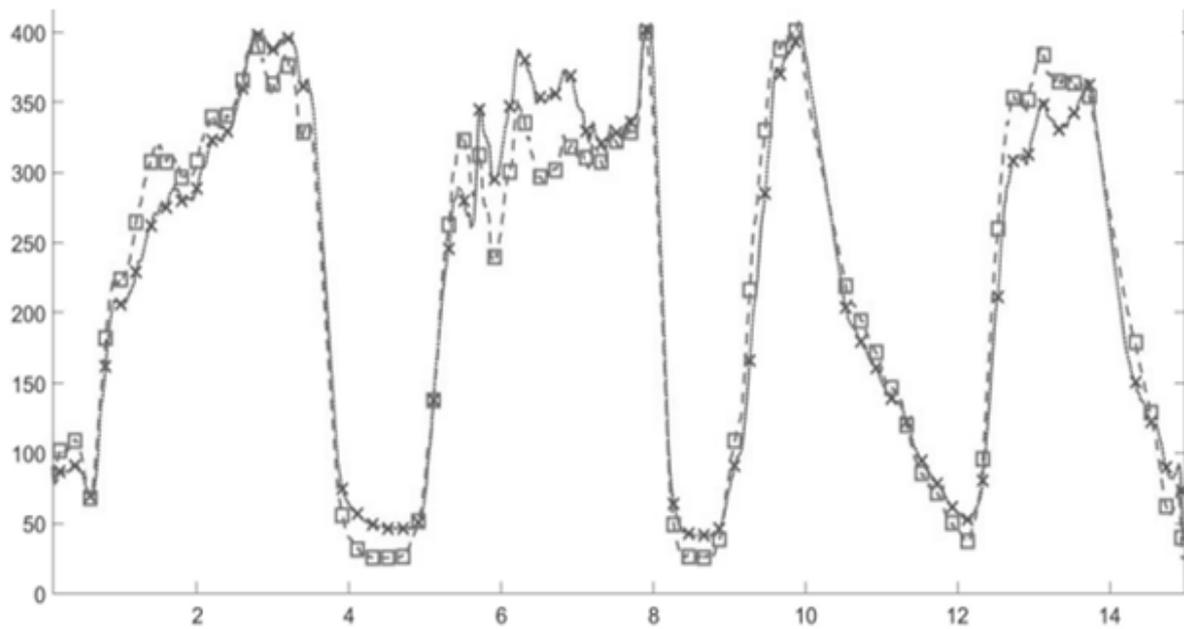


FIG. 7
(estado de la técnica)

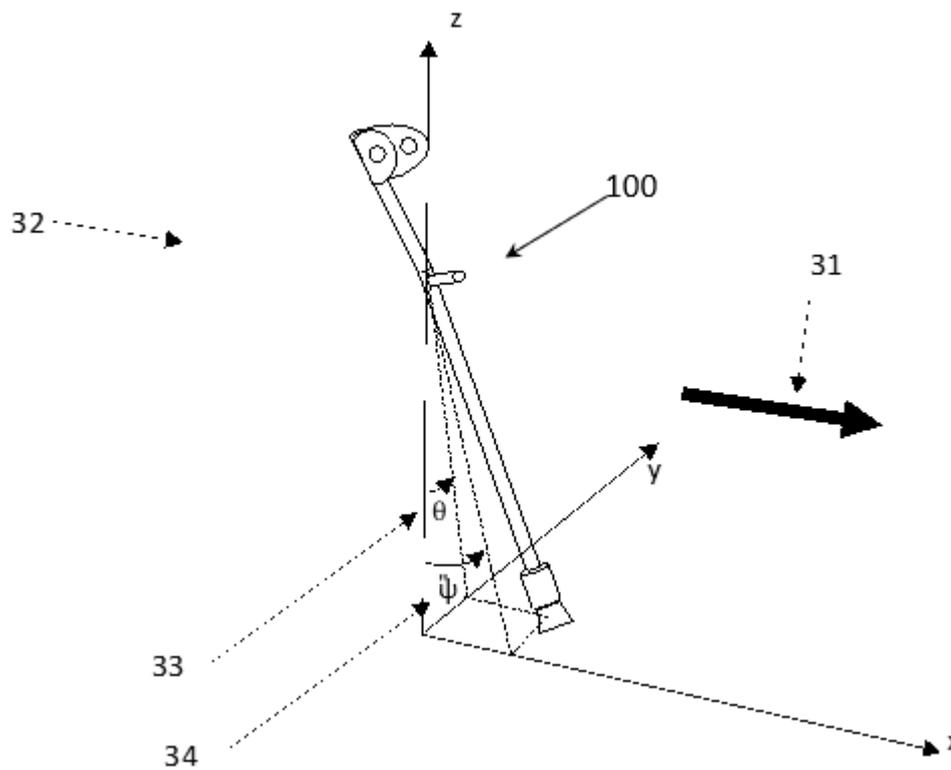


FIG. 8



- ②① N.º solicitud: 202130682
②② Fecha de presentación de la solicitud: 16.07.2021
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X Y	BRULL, ASIER, et al. Sensorized Tip for Monitoring People with Multiple Sclerosis that Require Assistive Devices for Walking. Sensors, 2020, Vol. 20, Páginas 4329	1,3,4,7-11,14-24 2,5,6,12,13
X Y	CHEN, YONGQI FELIX, et al. Smart crutches: Towards instrumented crutches for rehabilitation and exoskeletons-assisted walking. 7th IEEE International Conference on Biomedical Robotics and Biomechatronics (Biorob), 2018, Páginas 193-198	1,3,4,7,10,11,21-24 2,5,6,12,13
X	US 2019328282 A1 (ALGHAZI) 31/10/2019, página 6, párrafos [40 - 41]; página 6, párrafos [68 - 76]; página 8, párrafos [133 - 134]; figuras 1A, 2, 7A.	1,3,4,7,10,11,21-24
X	WADE, JOSHUA W., et al. Feasibility of automated mobility assessment of older adults via an instrumented cane. IEEE journal of biomedical and health informatics, 2018, Vol. 23, Páginas 1631-1638	1,3,4,7,10,11,21-24

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
21.10.2021

Examinador
R. San Vicente Domingo

Página
1/2

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

A45B3/08 (2006.01)

A61H3/02 (2006.01)

A61B5/11 (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

A45B, A61H, A61B

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC