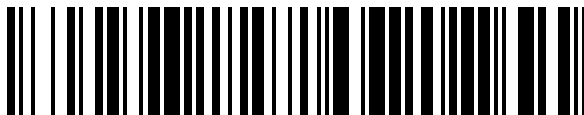


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 305 922**

21 Número de solicitud: 202332030

51 Int. Cl.:

A61B 5/11 (2006.01)

A61B 5/24 (2011.01)

G16H 20/30 (2008.01)

A41D 1/00 (2008.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

15.06.2022

43 Fecha de publicación de la solicitud:

22.02.2024

71 Solicitantes:

UNIVERSIDAD DE ALICANTE (100.0%)
Carretera San Vicente del Raspeig, s/n
03690 San Vicente del Raspeig (Alicante) ES

72 Inventor/es:

ÚBEDA CASTELLANOS, Andrés;
JARA BRAVO, Carlos Alberto;
POMARES BAEZA, Jorge;
GARCÍA GÓMEZ, Gabriel Jesús;
MORELL GIMÉNEZ, Vicente y
RAMÓN CARRETERO, José Luis

54 Título: **DISPOSITIVO SENSORIZADO PARA LA REHABILITACIÓN DE UN MIEMBRO CORPORAL**

ES 1 305 922 U

DESCRIPCIÓN**DISPOSITIVO SENSORIZADO PARA LA REHABILITACIÓN DE UN MIEMBRO CORPORAL**

5

OBJETO DE LA INVENCION

La presente solicitud de patente tiene por objeto un dispositivo sensorizado para la rehabilitación de un miembro corporal, con un recubrimiento textil elástico y al menos un sensor inercial y al menos un sensor electromiográfico fijados al recubrimiento textil, según la reivindicación 1, incorporando adicionalmente notables innovaciones y ventajas. La presente invención se inscribe dentro del campo de los sistemas vestibles para rehabilitación de un miembro corporal.

15 **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

Se ha observado que el número de personas con discapacidades motrices ha aumentado considerablemente en los últimos años debido al envejecimiento global y a la mejora general de la atención clínica y la tecnología sanitaria. Por este motivo, los sistemas sanitarios públicos y privados están realizando una inversión adicional en tecnologías de rehabilitación. Acontecimientos como la pandemia de Covid-19, han puesto en valor la importancia de la tele-rehabilitación tanto en el hogar como en los centros. El uso de sistemas de rehabilitación domiciliaria para los pacientes contribuye a evitar el contacto físico innecesario entre pacientes y terapeutas, además de mejorar el proceso de rehabilitación al aumentar la repetibilidad y la intensidad.

El deterioro motor de los miembros corporales, en concreto de los miembros superiores, es una de las condiciones más limitantes para las actividades de la vida diaria, por lo que una rehabilitación eficaz es fundamental para recuperar la calidad de vida. Puede estar causada por una variedad de afecciones neuromusculares como el ictus, la lesión medular, las enfermedades neurodegenerativas, los errores quirúrgicos o el envejecimiento. Durante las últimas décadas, se ha desarrollado una amplia gama de tecnologías asistidas por robots que superan la eficacia de las terapias manuales convencionales. Los dispositivos antropomórficos, como los exoesqueletos de las extremidades superiores, también son comunes, aunque son biomecánicamente más complejos. Sin embargo, todas estas

tecnologías son caras y no están al alcance de los particulares ni de la mayoría de los centros de rehabilitación.

5 De forma general, los sistemas de rehabilitación domiciliaria se pueden clasificar en dos categorías principales: sistemas basados en realidad virtual, y sistemas maestro-esclavo. La primera categoría incluye aquellos sistemas que permiten a los pacientes en casa realizar de forma independiente una serie de ejercicios funcionales en un entorno de realidad virtual sin ser necesariamente supervisados por un terapeuta.

10 Un documento ilustrativo de lo que es conocido en el estado de la técnica, sería lo descrito en la patente ES2532132A1, que divulga un sistema portable de interacción con entornos remotos a través de información gestual y sensaciones táctiles y procedimiento de uso. El sistema portátil envía información gestual proporcionada por un usuario a través de un traje de captura de movimiento háptico y guantes de datos hápticos. El sistema remoto es
15 estimulado por la información gestual recibida y envía al sistema portátil sensaciones táctiles relacionadas con la reacción a dichos estímulos.

Por otro lado, es conocido, del estado de la técnica, lo descrito en la patente ES2544890A1, un exoesqueleto robótico con soporte de codo deslizante autoajustable para brazo humano.
20 Permite al usuario moverse cómodamente y realizar terapias médicas, fuerzas ortopédicas asistidas, actividades relacionadas con prácticas deportivas o entrenamiento especializado que requieran secuencias de movimientos. El sistema consta de un chaleco, al que se unen el brazo, el antebrazo, una estructura de soporte, con piezas deslizantes y bisagras accionadas, lo que permite seguir los desplazamientos del hombro con respecto al cuerpo y
25 ofrece un sólido punto de apoyo móvil además de un sistema pasivo de compensación de peso mediante husillos, con actuadores de potencia que permiten mover el brazo articulado de forma controlada.

Así, y a la vista de todo lo anterior, se aprecia la necesidad de proporcionar una herramienta
30 de rehabilitación integrada para personas con problemas de movilidad en un miembro corporal, de fácil portabilidad y uso, y basada en la motivación del propio usuario.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Se ha evaluado que el número de personas con discapacidades congénitas y/o adquiridas suponen una gran cantidad de dependientes que carecen de la autonomía necesaria para una vida totalmente independiente. El sector de la tecnología sanitaria está destinando una gran parte de su financiación a proporcionar la mayor calidad de vida posible a dichas personas con discapacidad y a la tercera edad. Uno de los aspectos financiados y con gran importancia es la rehabilitación del paciente afectado. Sin embargo, se observa que los servicios de rehabilitación existentes se han visto interrumpidos en gran medida debido a la pandemia del Covid-19. Esta interrupción, y la necesidad de evitar las visitas y presencialidad de los pacientes en el hospital o en los centros de rehabilitación, refleja la importancia de disponer de sistemas de rehabilitación, tele-rehabilitación y rehabilitación domiciliaria, competitivos, fiables y accesibles.

El dispositivo propuesto en la presente invención consiste en una herramienta que permite la rehabilitación física sobre una plataforma software en personas con movilidad reducida de un miembro corporal. En concreto hace referencia a un dispositivo sensorizado que permite la rehabilitación activa de miembro corporal, preferentemente un miembro superior, mediante realidad virtual y aumentada. El dispositivo propuesto se compone opcionalmente de una serie de elementos, tales como una manga ajustable para el brazo del usuario sensorizada con sensores inerciales o IMUs (Inertial Measurement Units) y sensores tipo EMG (ElectroMioGrafía); una aplicación informática para ofrecer al usuario ejercicios de rehabilitación activa basados en aplicaciones de realidad virtual y/o realidad aumentada que monitoricen los movimientos del paciente y planteen ejercicios específicos a través de la interfaz de usuario, adaptados a la afectación del paciente; y un software inteligente encargado del cálculo de la cinemática del brazo, en concreto de las posiciones y velocidades angulares, y posición del extremo, mediante el análisis de los datos de los sensores inerciales y para el ajuste de los ejercicios dependiendo de la actividad muscular del paciente, tales como amplitud de la fuerza o fatiga, mediante el análisis de datos de los sensores EMG.

El objetivo principal de esta invención es ofrecer un sistema de rehabilitación competitivo y que permita mejorar la recuperación de la función motora del miembro superior del paciente mediante una terapia adaptativa basada en métricas cuantitativas, como pueden ser la actividad muscular, la cinemática del brazo, la amplitud de fuerza, los rangos de movimiento, etc., y, por otro lado, la motivación del propio paciente o usuario. La herramienta permitirá

monitorizar y evaluar al paciente mediante el uso de una manga sensorizada de bajo coste con sensores EMG e IMUs, con la que se evaluará la mejoría del paciente y se podrá ajustar los ejercicios de juegos simulados, basados en aplicaciones de realidad virtual y/o realidad aumentada.

5

Más en particular, el dispositivo sensorizado para la rehabilitación de un miembro corporal comprende un recubrimiento textil elástico configurado para recubrir, al menos parcialmente, dicho miembro corporal, y también comprende al menos un sensor inercial y al menos un sensor electromiográfico, donde el sensor inercial y/o el sensor electromiográfico está fijado a una posición concreta del recubrimiento textil correspondiente a un músculo concreto del miembro corporal de un usuario.

10

Precisar que los sensores inerciales o IMUs permiten registrar la orientación y el movimiento de cada uno de los eslabones cinemáticos que componen el miembro corporal. Por su parte, los sensores electromiográficos o EMG permiten obtener el valor en crudo o envolvente lineal de la señal rectificada de las señales eléctricas de los músculos. Gracias a las señales de dichos sensores es posible analizar biomarcadores relativos a la fatiga muscular o la coordinación del movimiento. Así, ante un movimiento generado por una activación muscular, el análisis combinado de ambas informaciones, la cinemática del sensor inercial por un lado, y la activación muscular del sensor electromiográfico por otro nos da una información más precisa del comportamiento del usuario o paciente a nivel neuro-mecánico.

15

20

Más concretamente, el recubrimiento textil elástico comprende una primera sección para recubrir, al menos parcialmente, un brazo del usuario, configurado especialmente, por su forma de manga y su morfología variable, para ajustar y adaptarse a dicho contorno, sin dejar de encerrar y proteger los sensores y las conexiones del cableado, y sin limitar el movimiento de dicho brazo.

25

Por otra parte, el recubrimiento textil elástico comprende una segunda sección para recubrir, al menos parcialmente, el hombro del usuario anexo a dicho brazo, de manera que la fijación sobre el usuario es más estable y su posición más duradera.

30

Adicionalmente, el recubrimiento textil elástico comprende una tercera sección para recubrir, al menos parcialmente, el pecho y/o espalda del usuario, de manera que la sujeción sobre el miembro corporal es más robusta y estable, al tiempo que se posibilita la toma de datos por

35

los sensores en más puntos del cuerpo, permitiendo una mayor precisión en la medida de los movimientos del usuario.

5 Según otro aspecto de la invención, el recubrimiento textil elástico comprende al menos un material del grupo de nailon, spandex o neopreno, de manera que la flexibilidad y la elasticidad del recubrimiento textil se ven incrementadas, por las propiedades inherentes a dichos materiales.

10 Ventajosamente, el sensor inercial comprende un acelerómetro y un giroscopio, de modo que se puede tomar la medida simultáneamente de la aceleración y de la orientación en el espacio del punto concreto del recubrimiento textil elástico al que el sensor inercial está adherido.

15 Preferentemente, el dispositivo sensorizado comprende al menos tres sensores inerciales, dos sensores inerciales situados en la primera sección, correspondiente al brazo, y un tercer sensor inercial de referencia situado en la tercera sección, correspondiente al pecho, de manera que se puede registrar con una mayor precisión la orientación y el movimiento del miembro corporal.

20 Complementariamente, el dispositivo sensorizado comprende al menos un sensor electromiográfico que está situado en la primera sección, en la posición correspondiente a uno de los músculos bíceps, tríceps y pronador redondo, siendo los músculos más relevantes en la actividad motora del miembro corporal superior, pudiendo colocar varios sensores electromiográficos opcionalmente en varios de dichos músculos a la vez.

25 Así, en una realización preferida de la invención, el dispositivo sensorizado comprende al menos tres sensores electromiográficos situados respectivamente en la posición del músculo bíceps, tríceps y pronador redondo, de manera que la información sobre el movimiento del miembro corporal superior es muy precisa.

30 Según otro aspecto de la invención, el dispositivo sensorizado comprende una batería de suministro eléctrico, para la correcta alimentación eléctrica de todos los componentes electrónicos integrados en el recubrimiento textil.

35 Adicionalmente, el dispositivo sensorizado comprende un transformador reductor DC-DC, de modo que se mantiene el voltaje de salida constante al margen de perturbaciones o

alteraciones en el voltaje de entrada, adaptando la tensión de la batería a la que requiere el microcontrolador o medios de control y los componentes conectados.

5 Ventajosamente, el dispositivo sensorizado comprende una carcasa plástica de alojamiento de todos los componentes electrónicos, para una mejor protección y aislamiento frente a interferencias y golpes.

10 En una realización preferida de la invención, el dispositivo sensorizado comprende medios de control del sensor inercial y/o del sensor electromiográfico, y medios de transmisión inalámbrica, estando los medios de control configurados para recibir los datos captados por dicho sensor inercial y/o sensor electromiográfico, y para enviar dichos datos a través de los medios de transmisión inalámbrica a al menos un dispositivo de procesamiento de datos, aun encontrándose este a una distancia considerable, aprovechando la mayor potencia de procesamiento que pueda tener dicho dispositivo de procesamiento de datos.

15 Preferentemente, los medios de transmisión inalámbrica son un interfaz wifi, y el dispositivo de procesamiento de datos es uno del grupo de ordenador, móvil, monitor, gafas de realidad virtual/aumentada, u otro equivalente.

20 Precisar que, opcionalmente, los medios de control pueden ser un módulo microcontrolador con un procesador integrado que permite realizar el control del sistema y la adquisición de los datos procedentes de los distintos sensores. Este módulo microcontrolador puede integrar un elemento router o interfaz wifi, como medios de transmisión inalámbrica, para poder mandar los datos a otros dispositivos de procesamiento de datos, los cuales puedan contener un software de cálculo específico de la presente innovación.

25 Complementariamente a lo anteriormente descrito, la invención puede englobar, adicionalmente al dispositivo sensorizado, un sistema para la rehabilitación de miembro corporal, que comprende dicho dispositivo sensorizado, y también un dispositivo de procesamiento de los datos captados por el dispositivo sensorizado, el cual comprende un software de cálculo de la cinemática del miembro corporal, donde el software de cálculo comprende i) un bloque de adquisición de los datos captados por el sensor inercial y/o por el sensor electromiográfico del dispositivo sensorizado; ii) un bloque de procesamiento electromiográfico de los datos captados por el sensor electromiográfico; iii) un bloque de cálculo cinemático de la cinemática del miembro corporal a partir de los datos captados por el

30 bloque de adquisición y a partir de los datos procesados por el bloque de procesamiento

35

electromiográfico; iv) un bloque de visualización de los datos captados, procesados y calculados.

5 Señalar en este punto que el software de cálculo se encuentra alojado preferentemente en dispositivo de procesamiento, ante su mayor potencia de cálculo, de cara, por ejemplo, a un mejor análisis de los datos de los sensores electromiográficos para calcular la actividad muscular del paciente y otros marcadores neuromusculares. Precisar que el bloque de procesamiento electromiográfico puede partir de la señal en crudo tomada de los sensores electromiográficos, realizando opcionalmente un rectificado y suavizado para un mejor
10 análisis. Añadir también que el bloque de visualización tiene como objetivo presentar una visualización intuitiva en forma de gráficas de los datos obtenidos en el bloque de procesamiento electromiográfico y en el bloque de cálculo cinemático.

Por otro lado, se puede incluir un protocolo para establecer la comunicación cableada entre
15 los sensores y el módulo microcontrolador de los medios de control, así como la comunicación inalámbrica entre el módulo microcontrolador de los medios de control y los medios de transmisión inalámbrica y el dispositivo de procesamiento. La comunicación inalámbrica con el dispositivo de procesamiento se puede realizar mediante un protocolo UDP (User Datagram Protocol), el cual, debido a su sencillez, permite un intercambio de información de alta
20 frecuencia, lo cual es muy conveniente para un análisis en tiempo real de datos cinemáticos y musculares.

A continuación, se describen con más detalle los módulos o bloques de la arquitectura del software de cálculo. En cuanto al bloque de adquisición, decir que se encarga de tomar
25 directamente las medidas en crudo de los sensores inerciales y de los sensores electromiográficos. Los datos de los sensores inerciales son capturados en formato de ángulos de Euler tras aplicar un filtro complementario a los datos del giroscopio y acelerómetro de cada sensor, y los sensores electromiográficos proporcionan la amplitud de la contracción muscular de cada músculo en Voltios. Por su parte el bloque de cálculo cinemático se encarga
30 de procesar las señales obtenidas de los sensores inerciales para obtener la cinemática del miembro corporal, preferentemente el brazo. Para ello, los ángulos de Euler obtenidos de los sensores se transforman en cuaternios y se establecen las relaciones angulares entre los sensores, que combinadas con la información de las longitudes de las partes del brazo, permiten obtener información de la posición tridimensional de la mano y el codo, el ángulo de
35 flexión del codo y/o las velocidades de movimiento del brazo. Adicionalmente el bloque de

procesado electromiográfico parte de la señal en crudo tomada de los sensores electromiográficos, y realizar un rectificado y suavizado para un mejor análisis. De esta información procesada se extraen parámetros como la fuerza de contracción (amplitud de la señal rectificada y suavizada) y de la fatiga muscular (obtenida de los parámetros
5 frecuenciales de la señal). Por último, el bloque de visualización presenta una visualización intuitiva en forma de gráficas de los datos obtenidos en los bloques anteriores (bloque de procesado electromiográfico y bloque de cálculo cinemático), para que el programador o, incluso el terapeuta, pueda evaluar la correcta colocación del dispositivo y su funcionamiento correcto en relación con los ejercicios específicos a realizar.

10

Según una realización preferente de la invención, el sistema para la rehabilitación de un miembro corporal comprende medios de visualización hacia el usuario de ejercicios de rehabilitación basados en aplicaciones de realidad virtual y aumentada, donde la dificultad de dichos ejercicios de rehabilitación está en función de la cinemática del miembro corporal del
15 usuario determinada por el software de cálculo.

15

Dichas aplicaciones de realidad virtual y aumentada han de ser compatibles con el software de cálculo de modo que se permita proporcionar ejercicios de rehabilitación basados en juegos simulados, diseñados para pacientes con afectación moderada o leve del miembro
20 superior. Por otro lado, también se tiene en cuenta el análisis de los datos de los sensores electromiográficos para calcular la actividad muscular del paciente y otros marcadores neuromusculares, y así poder ajustar de la dificultad de los ejercicios de rehabilitación de los juegos simulados en base a parámetros de la función motora del paciente.

20

El resultado final de todo ello es un dispositivo sensorizado y un sistema para la rehabilitación de miembro corporal de menor coste a los conocidos en el mercado, y con igual o mejores prestaciones, permitiéndose también una rehabilitación domiciliaria individual desde casa por parte del mismo usuario o paciente, siendo además compatible con dispositivos comerciales de realidad virtual y aumentada.

25

30

En los dibujos adjuntos se muestra, a título de ejemplo no limitativo, un dispositivo sensorizado para la rehabilitación de un miembro corporal, constituido de acuerdo con la invención. Otras características y ventajas de dicho dispositivo sensorizado para la rehabilitación de un miembro corporal, objeto de la presente invención, resultarán evidentes a partir de la

descripción de una realización preferida, pero no exclusiva, que se ilustra a modo de ejemplo no limitativo en los dibujos que se acompañan.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

5

Figura 1- Vista en esquema del dispositivo sensorizado para la rehabilitación de un miembro corporal, de acuerdo con la presente invención;

Figura 2- Vista en esquema de los bloques que conforman el software de cálculo, de acuerdo con la presente invención;

10 Figura 3A- Vista del dispositivo sensorizado en un usuario, junto a las gráficas de los datos captados por los sensores inerciales, de acuerdo con la presente invención;

Figura 3B- Vista del dispositivo sensorizado en un usuario, junto a las gráficas de los datos captados por los sensores electromiográficos, de acuerdo con la presente invención;

15 Figura 3C- Vista del dispositivo sensorizado en un usuario, junto a las gráficas de los datos captados por los sensores electromiográficos, de acuerdo con la presente invención;

Figura 4- Vista en esquema de los elementos que integran el sistema para la rehabilitación de miembro corporal, de acuerdo con la presente invención;

DESCRIPCIÓN DE UNA REALIZACIÓN PREFERENTE

20

A la vista de las mencionadas figuras y, de acuerdo con la numeración adoptada, se puede observar en ellas un ejemplo de realización preferente de la invención, comprendiendo las partes y elementos que se indican y describen en detalle a continuación.

25 En la figura 1 se puede observar una vista en esquema del dispositivo sensorizado (3) para la rehabilitación de un miembro corporal (2), de un usuario (1), en concreto de un brazo (21) si bien puede abarcar también el hombro (22), el pecho (23) y la espalda (24), aunque alternativamente podría destinarse a la pierna (25). En el caso particular del brazo (21) la posición (44) del sensor electromiográfico (32) ha de ser una próxima a sus músculos (26)

30 principales, siendo estos el bíceps (26a), el tríceps (26b) y el pronador redondo (26c). Complementariamente cuenta con la presencia de un sensor inercial (31), el cual cuenta con un acelerómetro (31a) y un giroscopio (31b). Todo ello se encuentra distribuido por el recubrimiento textil (4), bien en una primera sección (41), correspondiente al brazo (21), en una segunda sección (42), correspondiente al hombro (22), o bien en una tercera sección (43),

35 correspondiente al pecho (23) y/o espalda (24). Adicionalmente se aprecia la inclusión, como

electrónica asociada, de una batería (33), de un transformador (34), y de medios de control (36), todo ello alojado en una carcasa (35). Adicionalmente se observa la presencia de unos medios de transmisión (37) de los datos captados hacia un dispositivo de procesamiento (5), el cual alberga un software de cálculo (6) contando también con unos medios de visualización (7), pudiendo comprender por otro lado una base de datos para el registro y almacén de los datos, primero captados, y luego procesados.

En la figura 2 se puede observar una vista en esquema de los bloques que conforman el software de cálculo (6), siendo estos el bloque de adquisición (61) de los datos, el bloque de procesado electromiográfico (62), el bloque de cálculo cinemático (63), el bloque de visualización (64) de datos para ser utilizados en los juegos simulados.

En la figura 3A se puede observar una vista del dispositivo sensorizado (3) sobre el miembro corporal (2), en concreto el brazo (21) de un usuario (1), contando con un sensor electromiográfico (32), y un sensor inercial (31) con su acelerómetro (31a) y su giroscopio (31b), apreciándose al costado las gráficas de los datos captados por dichos sensores inerciales (31).

En la figura 3B se puede observar otra vista del dispositivo sensorizado (3) sobre el brazo (21) de un usuario (1), contando con un sensor inercial (31) con su acelerómetro (31a) y su giroscopio (31b), y un sensor electromiográfico (32), y apreciándose al costado las gráficas de los datos captados por dichos sensores electromiográficos (32).

En la figura 3C se puede observar otra vista del dispositivo sensorizado (3) sobre el brazo (21) de un usuario (1), contando con un sensor inercial (31) con su acelerómetro (31a) y su giroscopio (31b), y un sensor electromiográfico (32), y apreciándose al costado las gráficas de los datos captados por dichos sensores electromiográficos (32).

En la figura 4 se puede observar una vista en esquema de los elementos que integran el sistema para la rehabilitación de miembro corporal (2), con el dispositivo sensorizado (3) y su sensor inercial (31) y sensor electromiográfico (32), con los medios de control (36) y medios de transmisión (37) en esta realización en un dispositivo móvil, y el dispositivo de procesamiento (5) con los medios de visualización (7) en un ordenador distante del dispositivo sensorizado (3).

Más en particular, tal y como se observa en las figuras 1 y 4, el dispositivo sensorizado (3) para la rehabilitación de un miembro corporal (2), comprende un recubrimiento textil (4) elástico configurado para recubrir, al menos parcialmente, dicho miembro corporal (2), al menos un sensor inercial (31) y al menos un sensor electromiográfico (32), donde el sensor inercial (31) y/o el sensor electromiográfico (32) está fijado a una posición (44) concreta del recubrimiento textil (4) correspondiente a un músculo (26) concreto del miembro corporal (2) de un usuario (1).

Más concretamente, tal y como se observa en la figura 1, el recubrimiento textil (4) elástico comprende una primera sección (41) para recubrir, al menos parcialmente, un brazo (21) del usuario (1).

Adicionalmente, tal y como se observa en la figura 1, el recubrimiento textil (4) elástico comprende una segunda sección (42) para recubrir, al menos parcialmente, el hombro (22) del usuario (1) anexo a dicho brazo (21).

Por otro lado, tal y como se observa en la figura 1, el recubrimiento textil (4) elástico comprende una tercera sección (43) para recubrir, al menos parcialmente, el pecho (23) y/o espalda (24) del usuario (1).

Cabe mencionar que, tal y como se observa en la figura 4, el recubrimiento textil (4) elástico comprende al menos un material del grupo de nailon, spandex o neopreno.

Más específicamente, tal y como se observa en las figuras 3A, 3B y 3C, el sensor inercial (31) comprende un acelerómetro (31a) y un giroscopio (31b).

Según una realización preferente de la invención, tal y como se observa en la figura 1, el dispositivo sensorizado (3) comprende al menos tres sensores inerciales (31), dos sensores inerciales (31) situados en la primera sección (41), y un tercer sensor inercial (31) de referencia situado en la tercera sección (43).

Preferentemente, tal y como se observa en la figura 1, al menos un sensor electromiográfico (32) está situado en la primera sección (41), en la posición (44) correspondiente a uno de los músculos (26) bíceps (26a), tríceps (26b) y pronador redondo (26c).

En una realización preferida de la invención, tal y como se observa en la figura 1, el dispositivo sensorizado (3) comprende al menos tres sensores electromiográficos situados respectivamente en la posición (44) del músculo (26) bíceps (26a), tríceps (26b) y pronador redondo (26c).

5

Complementariamente, tal y como se observa en la figura 1, el dispositivo sensorizado (3) comprende una batería (33) de suministro eléctrico. La batería se selecciona según el consumo de los componentes electrónicos siendo por ejemplo una batería Li-Po de dos celdas.

10

Adicionalmente, tal y como se observa en la figura 1, el dispositivo sensorizado (3) comprende un transformador (34) reductor DC-DC conectado a dicha batería (33).

15

Según otro aspecto de la invención, tal y como se observa en la figura 1, el dispositivo sensorizado (3) comprende una carcasa (35) plástica de alojamiento, la cual puede estar impresa en PLA, para un cierre sin tornillos sino por medio de la propia carcasa (35) impresa. Dicha carcasa (35) alberga el microcontrolador o los medios de control (36), la batería (33) y el transformador (34) reductor DC-DC.

20

En una realización preferida de la invención, tal y como se observa en las figuras 1 y 4, el dispositivo sensorizado (3) comprende medios de control (36) del sensor inercial (31) y/o del sensor electromiográfico (32), y medios de transmisión (37) inalámbrica, estando los medios de control (36) configurados para recibir los datos captados por dicho sensor inercial (31) y/o sensor electromiográfico (32), y para enviar dichos datos a través de los medios de transmisión (37) inalámbrica a al menos un dispositivo de procesamiento (5) de datos.

25

Adicionalmente, tal y como se observa en las figuras 1 y 2, un sistema para la rehabilitación de un miembro corporal (2) comprende un dispositivo sensorizado (3), y un dispositivo de procesamiento (5) de los datos captados por el dispositivo sensorizado (3), y un software de cálculo (6) de la cinemática del miembro corporal (2), donde el software de cálculo (6) comprende i) un bloque de adquisición (61) de los datos captados por el sensor inercial (31) y/o por el sensor electromiográfico (32) del dispositivo sensorizado (3); ii) un bloque de procesado electromiográfico (62) de los datos captados por el sensor electromiográfico (32); iii) un bloque de cálculo cinemático (63) de la cinemática del miembro corporal (2) a partir de los datos captados por el bloque de adquisición (61) y a partir de los datos procesados por el

30

35

bloque de procesamiento electromiográfico (62); iv) un bloque de visualización (64) de los datos captados, procesados y calculados.

5 Preferentemente, tal y como se observa en las figuras 1 y 4, el sistema para la rehabilitación de un miembro corporal (2) comprende medios de visualización (7) de ejercicios de rehabilitación basados en aplicaciones de realidad virtual y aumentada, donde la dificultad de dichos ejercicios de rehabilitación está en función de la cinemática del miembro corporal (2) del usuario (1) determinada por el software de cálculo (6).

10 Los detalles, las formas, las dimensiones y demás elementos accesorios, así como los componentes empleados en la implementación del dispositivo sensorizado para la rehabilitación de un miembro corporal (2), podrán ser convenientemente sustituidos por otros que sean técnicamente equivalentes, y no se aparten de la esencialidad de la invención ni del ámbito definido por las reivindicaciones que se incluyen a continuación de la siguiente lista.

15

Lista referencias numéricas:

	1	usuario
	2	miembro corporal
20	21	brazo
	22	hombro
	23	pecho
	24	espalda
	25	pierna
25	26	músculo
	26a	bíceps
	26b	tríceps
	26c	pronador redondo
	3	dispositivo sensorizado
30	31	sensor inercial
	31a	acelerómetro
	31b	giroscopio
	32	sensor electromiográfico
	33	batería
35	34	transformador

	35	carcasa
	36	medios de control
	37	medios de transmisión
	4	recubrimiento textil
5	41	primera sección
	42	segunda sección
	43	tercera sección
	44	posición
	5	dispositivo de procesamiento
10	6	software de cálculo
	61	bloque de adquisición
	62	bloque de procesamiento electromiográfico
	63	bloque de cálculo cinemático
	64	bloque de visualización
15	7	medios de visualización

REIVINDICACIONES

- 1- Dispositivo sensorizado (3) para la rehabilitación de un miembro corporal (2), que comprende un recubrimiento textil (4) elástico configurado para recubrir, al menos
5 parcialmente, dicho miembro corporal (2), caracterizado por que comprende al menos un sensor inercial (31) y al menos un sensor electromiográfico (32), donde el sensor inercial (31) y/o el sensor electromiográfico (32) está fijado a una posición (44) concreta del recubrimiento textil (4) correspondiente a un músculo (26) concreto del miembro corporal (2) de un usuario (1).
10
- 2- Dispositivo sensorizado (3) para la rehabilitación de miembro corporal (2), según la reivindicación 1, caracterizado por que el recubrimiento textil (4) elástico comprende una primera sección (41) para recubrir, al menos parcialmente, un brazo (21) del usuario (1).
- 15 3- Dispositivo sensorizado (3) para la rehabilitación de miembro corporal (2), según la reivindicación 2, caracterizado por que el recubrimiento textil (4) elástico comprende una segunda sección (42) para recubrir, al menos parcialmente, el hombro (22) del usuario (1) anexo a dicho brazo (21).
- 20 4- Dispositivo sensorizado (3) para la rehabilitación de miembro corporal (2), según la reivindicación 3, caracterizado por que el recubrimiento textil (4) elástico comprende una tercera sección (43) para recubrir, al menos parcialmente, el pecho (23) y/o espalda (24) del usuario (1).
- 25 5- Dispositivo sensorizado (3) para la rehabilitación de miembro corporal (2), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el recubrimiento textil (4) elástico comprende al menos un material del grupo de nailon, spandex o neopreno.
- 30 6- Dispositivo sensorizado (3) para la rehabilitación de miembro corporal (2), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el sensor inercial (31) comprende un acelerómetro (31a) y un giroscopio (31b).
- 7- Dispositivo sensorizado (3) para la rehabilitación de miembro corporal (2), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende al menos tres sensores

inerciales (31), dos sensores inerciales (31) situados en la primera sección (41), y un tercer sensor inercial (31) de referencia situado en la tercera sección (43).

5 8- Dispositivo sensorizado (3) para la rehabilitación de miembro corporal (2), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que al menos un sensor electromiográfico (32) está situado en la primera sección (41), en la posición (44) correspondiente a uno de los músculos (26) bíceps (26a), tríceps (26b) y pronador redondo (26c).

10 9- Dispositivo sensorizado (3) para la rehabilitación de miembro corporal (2), según la reivindicación 8, caracterizado por que comprende al menos tres sensores electromiográficos situados respectivamente en la posición (44) del músculo (26) bíceps (26a), tríceps (26b) y pronador redondo (26c).

15 10- Dispositivo sensorizado (3) para la rehabilitación de miembro corporal (2), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende una batería (33) de suministro eléctrico.

20 11- Dispositivo sensorizado (3) para la rehabilitación de miembro corporal (2), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende un transformador (34) reductor DC-DC.

25 12- Dispositivo sensorizado (3) para la rehabilitación de miembro corporal (2), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende una carcasa (35) plástica de alojamiento.

30 13- Dispositivo sensorizado (3) para la rehabilitación de miembro corporal (2), según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende medios de control (36) del sensor inercial (31) y/o del sensor electromiográfico (32), y medios de transmisión (37) inalámbrica, estando los medios de control (36) configurados para recibir los datos captados por dicho sensor inercial (31) y/o sensor electromiográfico (32), y para enviar dichos datos a través de los medios de transmisión (37) inalámbrica a al menos un dispositivo de procesamiento (5) de datos.

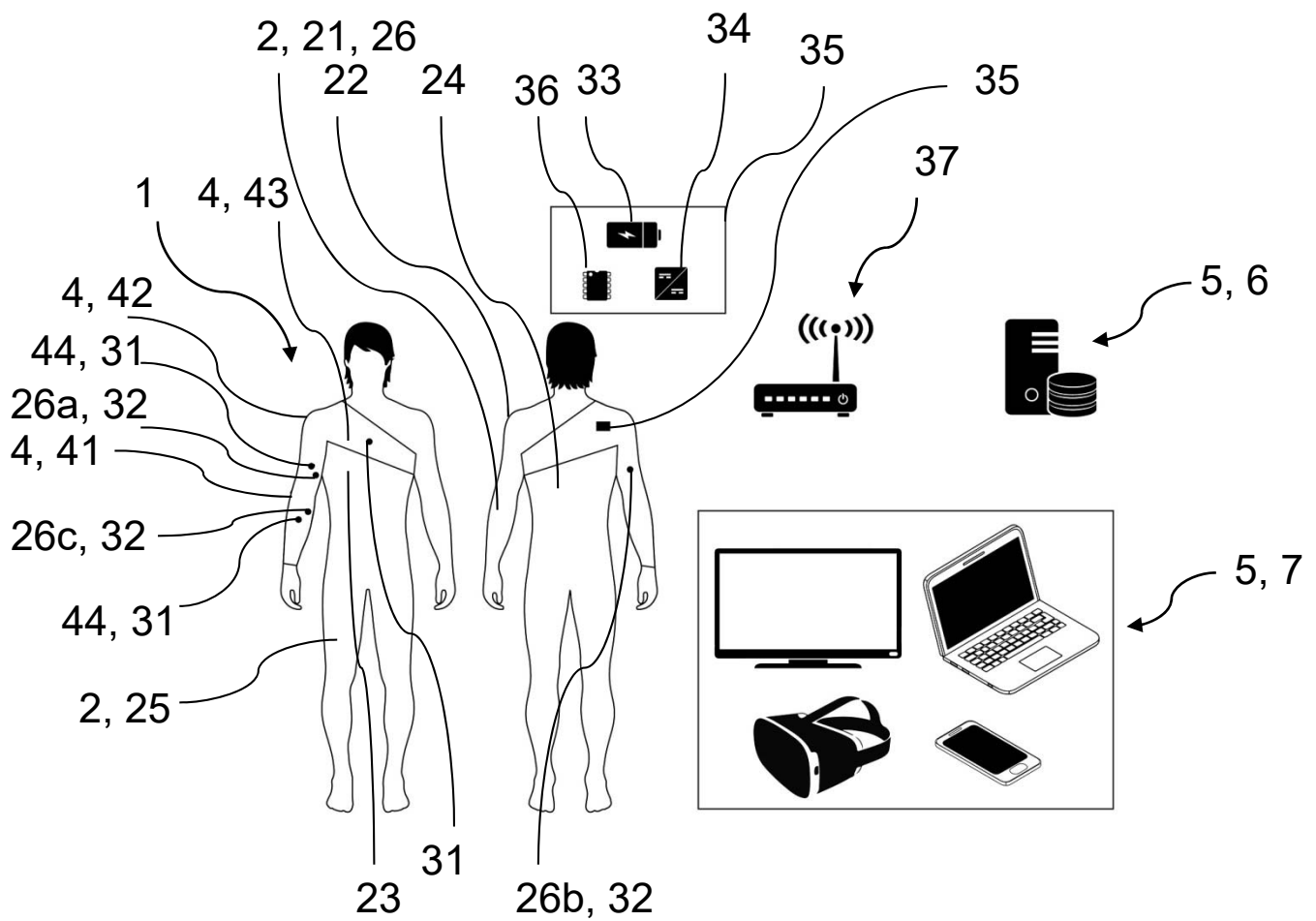


FIG 1

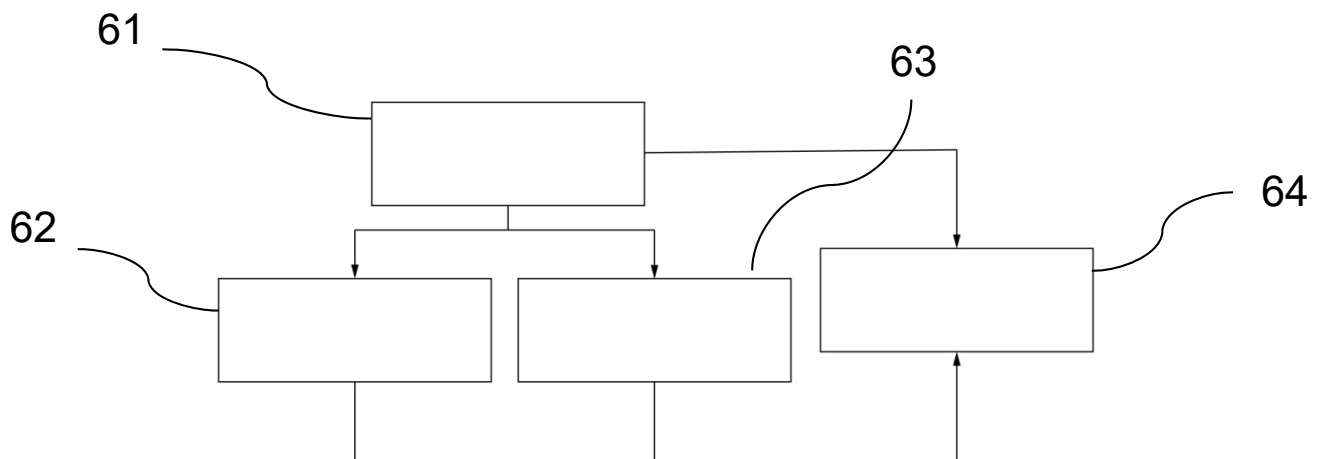


FIG 2

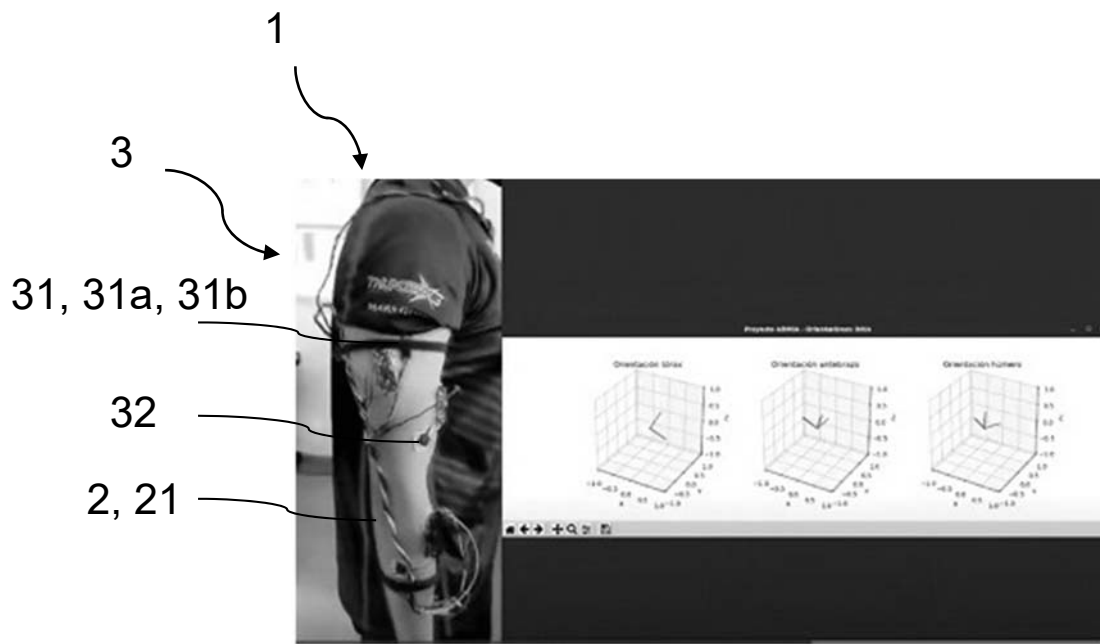


FIG 3A

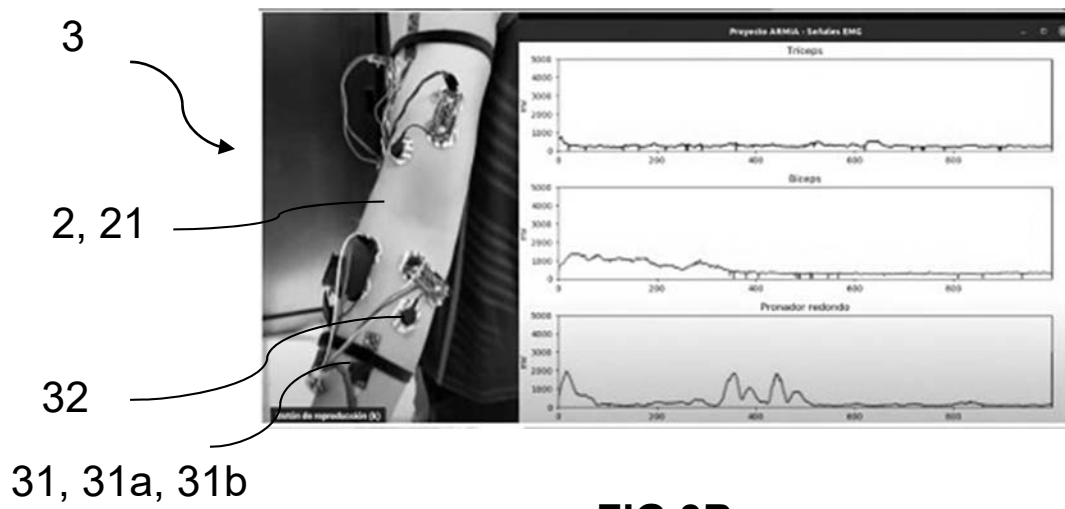


FIG 3B

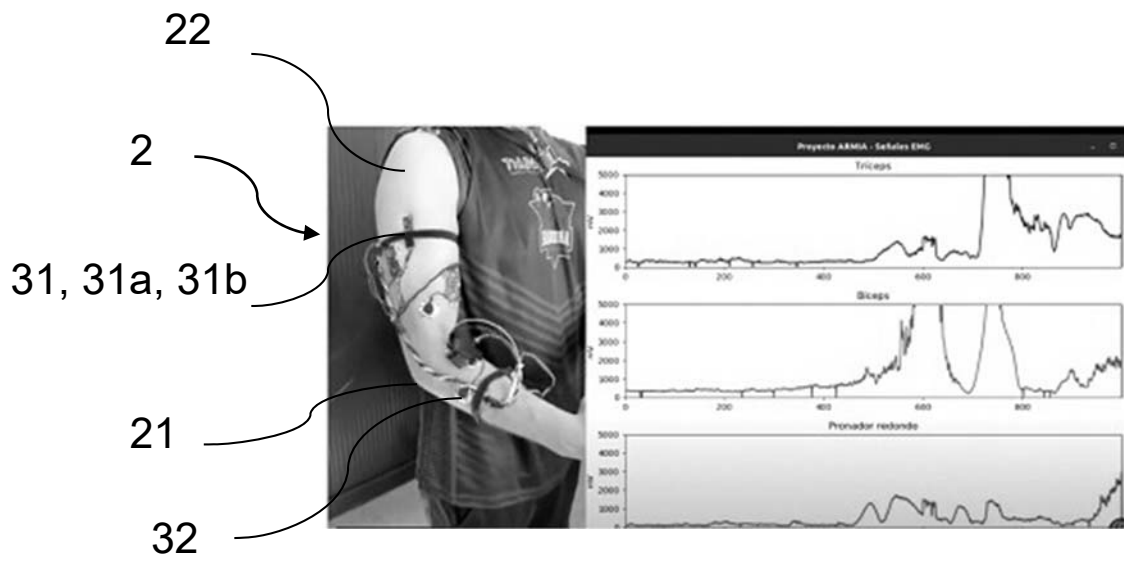


FIG 3C

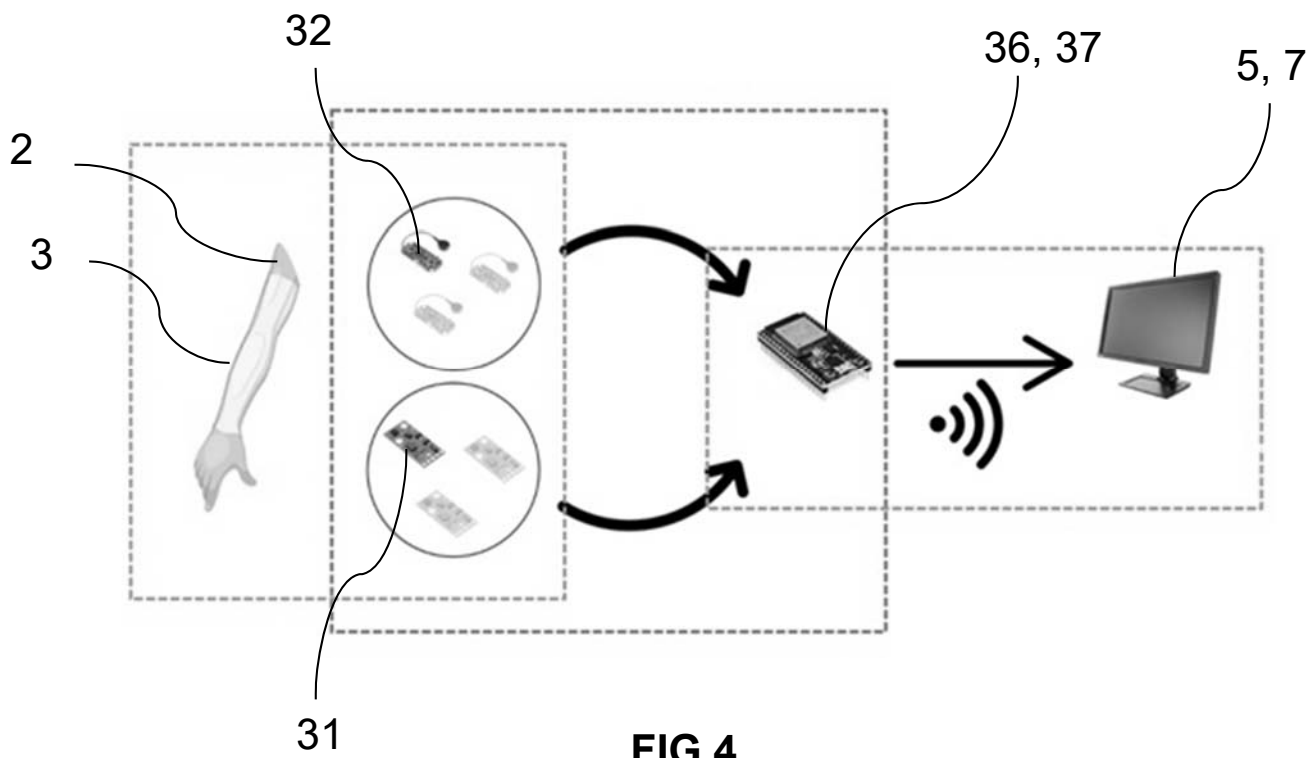


FIG 4