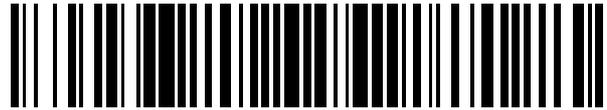


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 689 218**

21 Número de solicitud: 201730499

51 Int. Cl.:

A61H 1/02

(2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

30.03.2017

43 Fecha de publicación de la solicitud:

12.11.2018

56 Se remite a la solicitud internacional:

PCT/ES2018/070054

71 Solicitantes:

GOGOA MOBILITY ROBOTS, S.L. (100.0%)
Pol. Ind. Mugitegi, vial C, nº 17-18
20700 Urretxu (Gipuzkoa) ES

72 Inventor/es:

MORENO SASTOQUE, Juan Camilo;
SANCHEZ VILLAMAÑAN, Maria Del Carmen;
ASÍN PRIETO, Guillermo;
PONS ROVIRA, José Luis;
FERNANDEZ ISOIRD, Carlos y
MARTIN PRADO, Juan Antonio

74 Agente/Representante:

URÍZAR BARANDIARAN, Miguel Ángel

54 Título: **Sistema robotizado para rehabilitación funcional asistida de articulaciones**

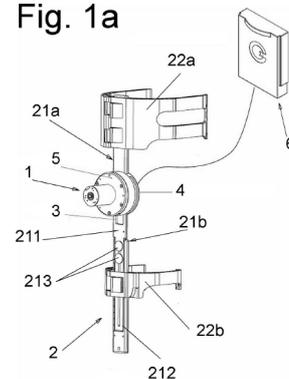
57 Resumen:

Sistema robotizado para rehabilitación funcional asistida de articulaciones, que consta de un actuador (1) de transmisión mecánica coadyuvante de la correspondiente articulación del miembro a rehabilitar; una ortesis (2) para sujeción al paciente; sensores (3) capaces de medir tanto los parámetros como la posición angular, velocidad, fuerza y par de interacción entre el sistema (1) y el miembro a rehabilitar; electrónica de control (4), para recoger la medida de los sensores (3) y específicamente su control en tiempo real; algoritmo de control (5) para asistencia en marcha que tiene en cuenta el par de interacción entre el paciente y el sistema (1) con el fin de producir una referencia adaptativa para la asistencia de la marcha; y una fuente de alimentación (6).

Particularmente, la fuente de alimentación (6) es una batería que hace al conjunto portable, susceptible de desplazarse con el paciente.

De aplicación en rehabilitación funcional asistida de articulaciones.

Fig. 1a



DESCRIPCIÓN

Sistema robotizado para la rehabilitación funcional asistida de articulaciones

Objeto de la invención

El objeto del invento se refiere a un sistema robotizado, con un grado de libertad utilizado, en
5 general, para rehabilitación funcional asistida de articulaciones.

Más en particular, el objeto del invento se refiere a un sistema robotizado portátil, con un grado de libertad utilizado para la rehabilitación de las lesiones de rodilla, que puede ser utilizado para la asistencia al movimiento durante la marcha natural del paciente.

Antecedentes de la invención

10 En el actual estado de la técnica ya se conocen los denominados "sistemas de Rehabilitación Asistida Robótica" (RAR) empleados en la rehabilitación clínica de pacientes con diferentes tipos de lesiones ya sean éstas consecuencia de accidentes o de daños cerebrales adquiridos.

En el actual estado de la técnica se conocen también los denominados "sistemas de Movilidad Pasiva Continua" (CPM) que dan una solución robótica a movimientos repetitivos de
15 rehabilitación.

Los documentos EP0760641, EP1503707, por ejemplo y entre otros, describen algunos de estos sistemas/aparatos cuya utilización requiere, generalmente, que el paciente esté tumbado. El equipo se ajusta al entorno de la articulación o zona que se desea rehabilitar y el aparato realiza repetidamente movimientos programados de flexión/extensión, con ángulos y/o velocidades
20 previamente regulados.

En el actual estado de la técnica, incluso se conocen aparatos de rehabilitación que utilizan dispositivos de realidad virtual; por ejemplo el documento EP0782843.

También se han descrito modos de controlar o asistir estos dispositivos, existiendo principalmente en literatura diversa tres estrategias:

- 25
- Control de trayectoria: se parte de una trayectoria de la marcha de un sujeto sano como referencia (previamente grabada), y en base a los ángulos girados por el mecanismo y el tiempo se actúa sobre el motor para que el usuario siga el patrón de referencia mediante un controlador en posición (Colombo, G. et al., 2000; Aoyagi, D. et al., 2007).

- Control de trayectoria adaptativo: la estrategia anterior tiene el inconveniente de que no todos los usuarios son iguales, con lo que el patrón de referencia tomado puede no ser válido para el paciente. En este caso, además del ángulo girado en la rodilla se monitoriza el par que está ejerciendo el usuario sobre el mecanismo. Con ello se permite al controlador de posición una desviación sobre su referencia en función de dicho par (Emken, J.L. et al., 2008).
- Control en Admitancia: en este caso no habría ningún control en posición en base a un patrón previamente definido. El sistema detectaría la intención del usuario midiendo el par que ejerce sobre el mecanismo, y asistiría al usuario "ayudándole" en su movimiento. La desventaja de esta metodología es que si el usuario realiza algún movimiento brusco, el controlador tiende a amplificar más todavía el movimiento (Nef, T. et al., 2009).

Problema técnico a resolver

El principal problema planteado en las soluciones técnicas conocidas radica en el hecho de que no importa la fuerza o movimientos que pueda hacer el paciente, ya que el aparato realiza repetidamente movimientos programados de flexión/extensión, con ángulos y/o velocidades previamente regulados. La rehabilitación tiene lugar en todo caso sin intervención voluntaria y sin tener en cuenta el esfuerzo que pueda aportar el propio paciente. El documento EP2231096 es quizá el mas claro exponente del problema no resuelto: referido a un exoesqueleto adecuado como una ayuda para andar, andador o dispositivo médico para un usuario discapacitado sustituye "las funciones completamente inhabilitadas de un usuario necesarias para andar".

Problemas adicionales que presentan las soluciones conocidas en el actual estado de la técnica radican en que:

- actualmente no existe una solución activa que permita al paciente realizar la rehabilitación funcional, por ejemplo de una rodilla, durante una marcha normal: por ejemplo, caminando por la calle sin necesidad de acudir a un centro de salud, consulta o rehabilitación, con el consiguiente ahorro de tiempo/dinero, además del factor anímico que supone para el propio paciente.
- actualmente no existe un sistema que ofrezca al paciente una asistencia "solo cuando la necesite" (los sistemas conocidos ofrecen una asistencia basada en el tipo "todo/nada")

30 Descripción de la invención

El objeto del invento es un sistema robotizado, para la rehabilitación funcional asistida de articulaciones de un paciente lesionado.

El sistema objeto del invento asiste al paciente solo cuando y donde lo necesite; de manera inteligente mediante un control adecuado.

- 5 El sistema robotizado objeto del invento se caracteriza porque consta de:
- un actuador coadyuvante de la correspondiente articulación del miembro a rehabilitar;
 - una ortesis para sujeción al paciente;
 - sensores capaces de medir tanto los parámetros como la posición angular, velocidad, fuerza y par de interacción entre el sistema actuador y el miembro a rehabilitar;
- 10
- electrónica de control, para recoger la medida de los sensores y específicamente el control en tiempo real;
 - algoritmo de control para asistencia en marcha que tiene en cuenta el par de interacción entre el paciente y el sistema actuador con el fin de producir una referencia adaptativa para la asistencia de la marcha; y
- 15
- una fuente de alimentación, suministradora de la energía necesaria para el funcionamiento del conjunto. La citada fuente de alimentación puede ser la propia instalación ó red eléctrica (en modo estático) o puede ser una batería autónoma, recargable o sustituible (en modo móvil/portátil).

También se caracteriza porque, particularmente, el sistema actuador es una transmisión mecánica incluye, como mínimo, un motor y un engranaje planetario, con el que se consigue un par nominal en la articulación del miembro a rehabilitar.

También se caracteriza porque, particularmente, la ortesis de sujeción incluye, como mínimo,

- sendas barras de estructura, montadas con posibilidad de girar en torno al actuador; y
- sendas bridas, asociadas cada una a la respectiva barra de estructura.

25 También se caracteriza porque, particularmente, al menos una de las citadas barras de estructura es telescópica, para ajustarse a diferentes tamaños o zonas del cuerpo del paciente.

También se caracteriza porque, particularmente, los sensores incluyen, como mínimo, un encoder absoluto, tres sensores de efecto Hall y cuatro galgas de fuerza.

5 También se caracteriza porque, particularmente, la electrónica de control incluye, como mínimo, una placa de control principal, una placa de control de la articulación a rehabilitar y otra placa para recoger la medida de los sensores.

También se caracteriza porque la fuente de alimentación es una batería, en cuyo caso el sistema robotizado objeto del invento es móvil/portátil, susceptible de desplazarse con el paciente.

10 En modo móvil/portátil (es decir, cuando la fuente de alimentación es una batería) el sistema robotizado objeto del invento se desplaza con el paciente: acompañando al paciente para que éste reciba sólo justamente la asistencia necesaria para completar la capacidad natural de su propio movimiento cuando ya es capaz de andar por si mismo (aunque sea mínimamente) y, por tanto, no necesita todo si no solamente un pequeño par motor; proporcionándole solo esa la cantidad necesaria de par motor que le acompañe para completar sus movimientos de rehabilitación funcional.

15 Ventajas el sistema objeto del invento respecto a los conocidos en el actual estado de la técnica radican en que:

- Permite realizar el proceso de rehabilitación en cualquier lugar: el paciente podrá rehabilitarse, por ejemplo, mientras camina, sin tener que acudir a un centro sanitario o consulta a realizar ejercicios con un fisioterapeuta;
- 20 • Permite acortar la fase final de rehabilitación: al integrar el sistema en un equipo portable mejora la intencionalidad y la motivación del paciente durante el proceso para acortar el tiempo total de rehabilitación.
- El nuevo algoritmo desarrollado en el sistema objeto del invento integra las técnicas de control conocidas en un algoritmo de control híbrido que posee la estabilidad de la metodología de control de trayectoria adaptativa, pero con la flexibilidad del control en admitancia cuyas características diferenciales son:
 - Permite realizar la rehabilitación de la rodilla durante la marcha normal del paciente, siguiendo un patrón de marcha natural. Se trata de un producto innovador que no existe hasta la fecha y que podrá revolucionar la metodología actual en las últimas
- 25
- 30

- Ofrece al paciente una asistencia “sólo cuando lo necesite”, cuando actualmente los dispositivos actuales ofrecen una asistencia basada en un todo o nada. Los sistemas actuales se dedican exclusivamente a repetir los movimientos que un fisioterapeuta realizaría en una sesión. El sistema objeto del invento sólo ayuda al movimiento en el tramo en el que el paciente no puede. Si el paciente puede realizar la mitad del movimiento, el sistema le asistirá tan sólo en la otra mitad. Ello implica una intencionalidad por parte del paciente que permite acelerar la rehabilitación ya que el esfuerzo realizado es superior. Además, el sistema está concebido para rehabilitar sobre la marcha, sin necesidad de acudir al centro de salud o a la consulta, con el consiguiente ahorro en tiempo y dinero, además del factor anímico del paciente; y
- El equipo acabado es compacto y ligero, ofreciendo un par muy elevado en la articulación a rehabilitar.

Otras configuraciones y ventajas de la invención se pueden deducir a partir de la descripción siguiente, y de las reivindicaciones dependientes.

15 Descripción de los dibujos

Para comprender mejor el objeto de la invención, se representa en las figuras adjuntas una forma preferente de realización, susceptible de cambios accesorios que no desvirtúen su fundamento. En este caso:

Las figuras 1a y 1b representan un esquema general del sistema robotizado para la rehabilitación funcional asistida de articulaciones objeto del invento, con sus componentes básicos integrantes y la interconexión entre ellos.

En la figura 1a el sistema está extendido. En, por ejemplo, una rehabilitación funcional de rodilla, esta posición se correspondería con la de un paciente de pie.

En la figura 1b el sistema está plegado. En, por ejemplo, una rehabilitación funcional de rodilla, esta posición se correspondería con la de un paciente sentado.

La figura 2a representa una vista esquemática en perspectiva ampliada del sistema, en posición extendida como en la figura 1a y con sus componentes básicos montados para un ejemplo de realización.

La figura 2b representa una vista esquemática similar a la figura 2a, con sus componentes básicos explosionados en disposición de montaje para un ejemplo de realización.

Descripción detallada de una realización preferente

Se describe a continuación un ejemplo de realización práctica, no limitativa, del presente invento. No se descartan en absoluto otros modos de realización en los que se introduzcan cambios accesorios que no desvirtúen su fundamento.

5 De conformidad con la invención, el sistema robotizado para la rehabilitación funcional asistida de articulaciones consta, como mínimo, de:

- un actuador (1);

- una ortesis (2);

- sensores (3);

10 - electrónica de control (4);

- algoritmo de control (5); y

- una fuente de alimentación (6).

El actuador (1) ejerce la función de coadyuvante de la correspondiente articulación del miembro a rehabilitar. En un ejemplo de realización, el actuador (1) incluye, por ejemplo, motor (11) de tipo
 15 Maxon EC-i 40 plano sin escobillas (potencia 100 vatios, par nominal 222 mNm) y un engranaje planetario (12) de tipo Harmonic Drive (relación de transmisión 160: 1). Con esta relación se consigue un par nominal de 35 Nm en la articulación.

La ortesis (2) se emplea para sujetar el equipo al paciente. En un ejemplo de realización representado, incluye, como mínimo, sendas barras de estructura (21a), (21b) montadas con
 20 posibilidad de girar en torno al actuador (1); y sendas bridas (22a), (22b), asociadas cada una a la respectiva barra de estructura (21a), (21b).

Está incluido en el objeto del invento que al menos una de las citadas barras de estructura (21a), (21b) de la ortesis de sujeción (2) sea telescópica, para ajustarse a diferentes tamaños o zonas del cuerpo del paciente. Según la realización representada, una de las barras de estructura (21a)
 25 consta de dos porciones (211), (212) telescópicas (con lo que la longitud total es variable), para ajustarse a diferentes tamaños o zonas del cuerpo del paciente. En el ejemplo de realización representado la porción (211) va guiada en la porción (212) y pueden desplazarse en línea recta una respecto de la otra, así como fijarse en cualquier posición relativa empleando, por ejemplo,

prisioneros (213). Es indistinto y está incluido en el objeto del invento que sean telescópicas una o ambas barras de estructura (21a), (21b).

Los sensores (3) son capaces de medir tanto los parámetros como la posición angular, velocidad, fuerza y par de interacción entre el actuador (1) y el miembro a rehabilitar. Controlan tanto la
5 velocidad y posición (encoder absoluto) como la fuerza (media de intensidad y galgas extensiométricas).

En un ejemplo de realización, los sensores (3) incluyen, como mínimo, un encoder absoluto, tres sensores de efecto Hall y cuatro galgas de fuerza que permiten medir parámetros como la posición angular, la velocidad, la fuerza y el par de interacción entre el sistema y la articulación del
10 paciente a rehabilitar.

La electrónica de control (4), es capaz de recoger la medida de los sensores (3) y específicamente el control en tiempo real.

En un ejemplo de realización, la electrónica de control (4) incluye, como mínimo, una placa de control principal, una placa de control de la articulación y otra placa para recoger la medida de los
15 sensores (3); todas diseñadas para el control en tiempo real del sistema.

El algoritmo de control (5) para asistencia en marcha tiene en cuenta el par de interacción entre el paciente y el actuador (1) con el fin de producir una referencia adaptativa para la asistencia de la marcha.

En un dispositivo portable (cual es el objeto del invento cuando la fuente de alimentación (6) es
20 una batería autónoma, según se describe mas adelante), es necesario que la asistencia al paciente sea justamente la necesaria para completar la capacidad natural del movimiento del paciente, proporcionándole solo la cantidad necesaria de par motor. El algoritmo de control (5) desarrollado tiene en cuenta el par de interacción entre el paciente y el sistema robotizado, con el fin de producir una referencia adaptativa para la asistencia de la marcha.

25 El almacenamiento de datos se realiza, por ejemplo, mediante comunicación Bluetooth o Wifi con un equipo informático.

La fuente de alimentación (6), suministra la energía necesaria para el funcionamiento del conjunto.

La citada fuente de alimentación puede ser la propia instalación ó red eléctrica (en modo estático) o puede ser una batería autónoma, recargable o sustituible (en modo móvil/portátil).

Cuando la citada fuente de alimentación (6) es una batería autónoma se hace al conjunto portable, susceptible de desplazarse con el paciente. En un ejemplo de realización, la fuente de alimentación (6) es una batería de ion-litio, de 22,5 voltios y capacidad de 4 Ah

5 Con esta estructuración, componentes y particularidades, el sistema objeto del invento ofrece dos protocolos/modos de funcionamiento:

a) Modo estático

- Velocidad programable, desde 40°/ min hasta 160°/min.
- Incremento de velocidad programable, en escala de 1°.
- Incremento gradual del ángulo de flexión.
- 10 • Pausas programables (0 -60 seg).
- Protocolo de calentamiento.
- Funciones Start /Stop / Reverse.
- Ajuste de la duración de la sesión.

b) Modo móvil

- 15 • Asistencia al movimiento natural del paciente, suministrándole el par que el paciente necesite en cada momento.
- Nivel de asistencia regulable: se podrá regular en una escala del 1 al 10 (control de asistencia variable).
- Velocidad regulable: la velocidad máxima al caminar será de 4 km/hora.

20 Podrán ser variables los materiales, dimensiones, proporciones y, en general, aquellos otros detalles accesorios o secundarios que no alteren, cambien o modifiquen la esencialidad propuesta.

Los términos en que queda redactada esta memoria son ciertos y fiel reflejo del objeto descrito, debiéndose tomar en su sentido más amplio y nunca en forma limitativa.

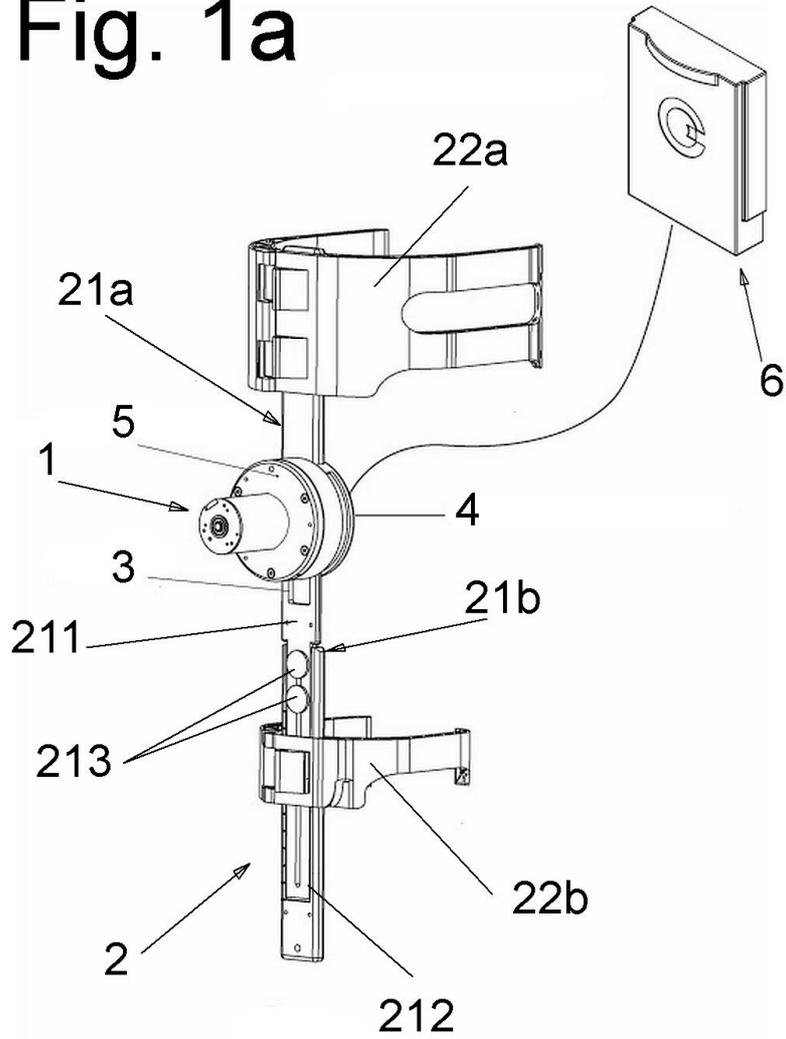
REIVINDICACIONES

- 1.- Sistema robotizado para la rehabilitación funcional asistida de articulaciones; caracterizado porque consta de:
- a) un actuador (1) coadyuvante de la correspondiente articulación del miembro a rehabilitar;
 - 5 b) una ortesis (2) para sujeción al paciente;
 - c) sensores (3) capaces de medir tanto los parámetros como la posición angular, velocidad, fuerza y par de interacción entre el sistema (1) y el miembro a rehabilitar;
 - d) electrónica de control (4), para recoger la medida de los sensores (3) y específicamente el control en tiempo real;
 - 10 e) algoritmo de control (5) para asistencia en marcha que tiene en cuenta el par de interacción entre el paciente y el sistema (1) con el fin de producir una referencia adaptativa para la asistencia de la marcha; y
 - f) una fuente de alimentación (6), suministradora de la energía necesaria para el funcionamiento del conjunto.
- 15 2.- Sistema robotizado, según reivindicación 1, caracterizado porque el actuador (1) es una transmisión mecánica que incluye, como mínimo, un motor (11) y un engranaje planetario (12), con el que se consigue un par nominal de rotación en la articulación del miembro a rehabilitar.
- 3.- Sistema robotizado, según reivindicación 1, caracterizado porque la ortesis de sujeción (2) incluye, como mínimo, sendas barras de estructura (21a), (21b) montadas con posibilidad de girar
- 20 en torno al actuador (1); y sendas bridas (22a), (22b), asociadas cada una a la respectiva barra de estructura (21a), (21b).
- 4.- Sistema robotizado, según reivindicación 3, caracterizado porque, al menos una de las citadas barras de estructura (21a), (21b) de la ortesis de sujeción (2) es telescópica, para ajustarse a diferentes tamaños o zonas del cuerpo del paciente.
- 25 5.- Sistema robotizado, según reivindicación 1, caracterizado porque los sensores (3) incluyen, como mínimo, un encoder absoluto, tres sensores de efecto Hall y cuatro galgas de fuerza.

6.- Sistema robotizado, según reivindicación 1, caracterizado porque la electrónica de control (4) incluye, como mínimo, una placa de control principal, una placa de control de la articulación y otra placa para recoger la medida de los sensores (3).

5 7.- Sistema robotizado, según reivindicación 1, caracterizado porque la citada fuente de alimentación (6) es una batería autónoma, que hace al conjunto portable, susceptible de desplazarse con el paciente.

Fig. 1a



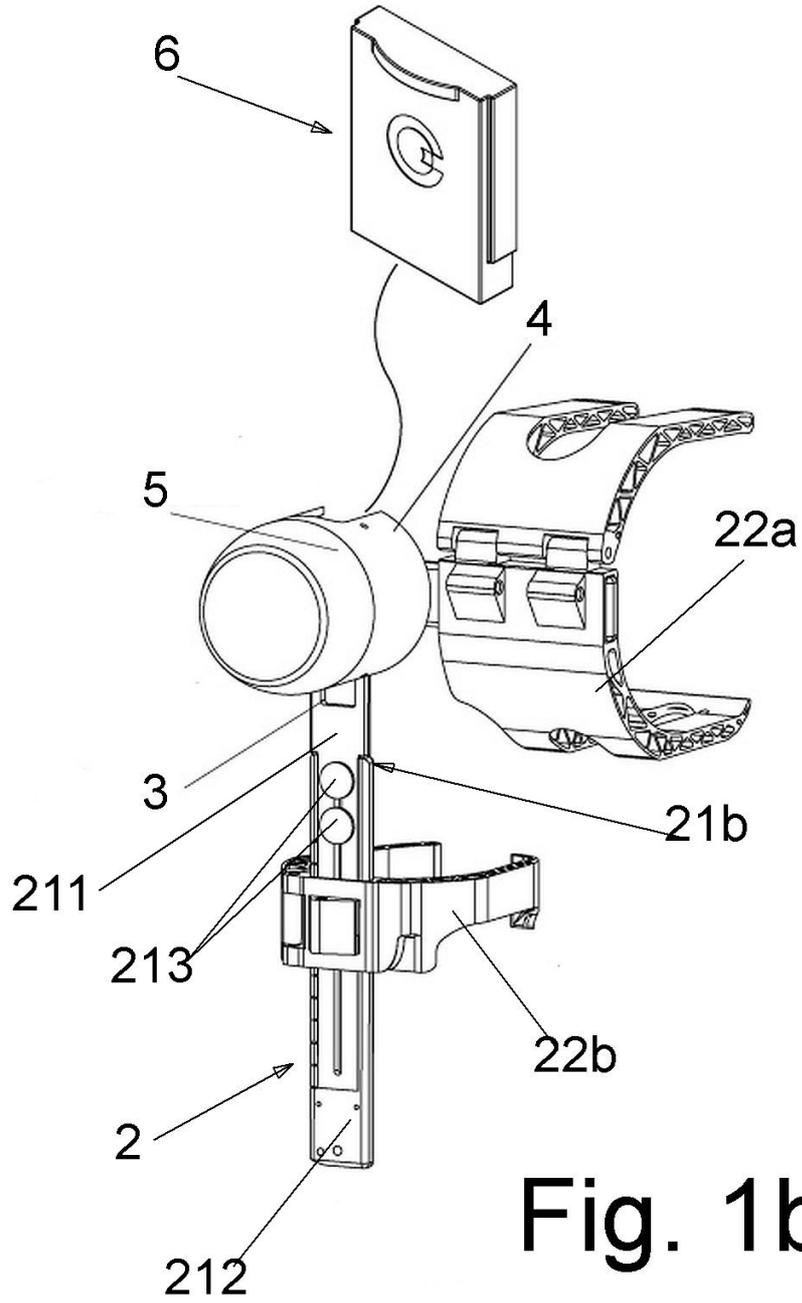


Fig. 1b

Fig. 2a

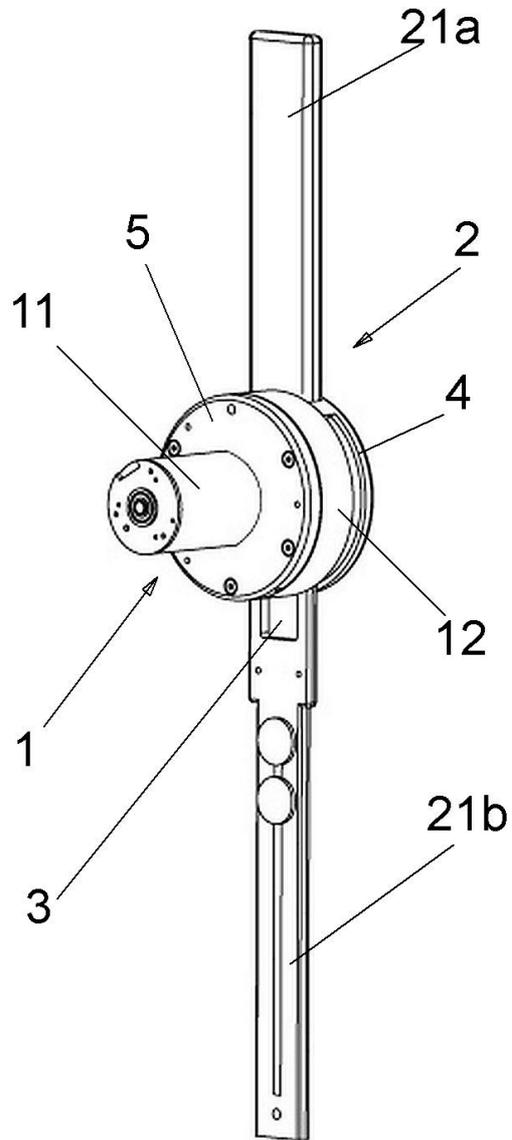


Fig. 2b

