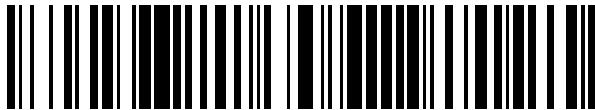


(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 970 877**

(21) Número de solicitud: 202230930

(51) Int. Cl.:

B25J 9/10 (2006.01)
A61H 9/00 (2006.01)

(12)

SOLICITUD DE PATENTE

A1

(22) Fecha de presentación:

27.10.2022

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

31.05.2024

(71) Solicitantes:

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE
(100.0%)
AVDA. DE LA UNIVERSIDAD S/N
03202 ELCHE (Alicante) ES**

(72) Inventor/es:

**GARCIA ARACIL, Nicolás;
GARCIA PEREZ, José Vicente;
ALVAREZ PASTOR, Jesús;
MARTINEZ PASCUAL, David;
CATALAN ORTS, José María;
BLANCO IVORRA, Andrea;
LLEDO PEREZ, Luís Daniel;
BERTOMEU MOTOS, Arturo y
BELMONTE CERDÁN, Elias**

(54) Título: **ROBOT DE REHABILITACIÓN CON ACTUADOR HÍBRIDO PARA MEDIO ACUÁTICO**

(57) Resumen:

Robot de rehabilitación con actuador híbrido para medio acuático, que incluye medios de impulsión acuáticos (2) con al menos una entrada (24) de agua (1) y al menos una salida (25) de agua (1) a presión, medios de impulsión electromecánicos (3), medios de control (32) de los medios de impulsión acuáticos (2) y de los medios de impulsión electromecánicos (3), en donde los medios de impulsión acuáticos (2) y los medios de impulsión electromecánicos (3) están unidos a al menos una articulación mecánica (5), todo ello de cara a proporcionar un robot de rehabilitación especialmente diseñado para funcionar en un medio acuático, aprovechando el agua (1) presente en dicho entorno como medio impulsor.

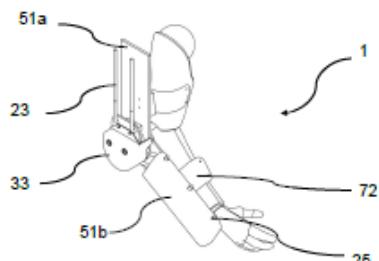


FIG 5A

DESCRIPCIÓN**ROBOT DE REHABILITACIÓN CON ACTUADOR HÍBRIDO PARA MEDIO ACUÁTICO****5 OBJETO DE LA INVENCIÓN**

La presente solicitud de patente tiene por objeto proteger un robot de rehabilitación con al menos un actuador híbrido para medio acuático con medios de impulsión acuáticos y electromecánicos, unidos a al menos una articulación mecánica, incorporando notables 10 innovaciones y ventajas. La invención se encuadra en el sector de la robótica de rehabilitación, asistencial y manipuladores robóticos sumergidos total o parcialmente en agua.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

15 Es objeto de investigación en el sector de la robótica el diseñar dispositivos que incluyan motores reductores eléctricos. A través de dichos actuadores se pueden controlar la posición, velocidad y par con un alto grado de exactitud. Otro tipo de actuadores utilizados son los hidráulicos y los neumáticos, los cuales utilizan aceite a presión y aire comprimido, respectivamente. Los sistemas neumáticos ofrecen la relación potencia-peso más baja, 20 mientras que los sistemas hidráulicos tienen la relación potencia-peso más alta. Frente al uso de este tipo de actuadores, se han desarrollado diversos tipos de actuadores híbridos combinando dichas tecnologías con el objetivo de mejorar las ventajas del uso de este tipo de actuadores y minimizar las desventajas.

25 Un documento ilustrativo de lo que es conocido en el estado de la técnica, sería lo descrito en la patente EP0314014A1, que divulga un actuador de articulación robótica híbrida que comprende un motor eléctrico y un motor neumático conformando un motor híbrido. En concreto presenta un rotor neumático acoplado a un rotor eléctrico, dispuestos en una carcasa de estator común. El motor eléctrico proporciona del 10 al 20% del par continuo nominal de 30 un actuador y el motor neumático proporciona hasta el 100% del par continuo nominal del actuador. Un controlador ajusta continuamente el par aplicado por el motor neumático de modo que la carga del motor eléctrico se reduzca para evitar el sobrecalentamiento del motor eléctrico. Durante el movimiento transitorio, el controlador hace que la diferencia entre el par del motor neumático y el par deseado sea proporcionada por el motor eléctrico.

Por otro lado es conocido, del estado de la técnica, lo descrito en la patente JP2014057628A, la cual divulga un robot de asistencia eléctrica con un actuador electroneumático híbrido capaz de lograr un control preciso, al tiempo que reduce el peso del robot de asistencia eléctrica. Mencionar que cada articulación activa constituye un robot exoesquelético, incluyendo un

5 actuador electroneumático híbrido, incluyendo un músculo de aire neumático y un cable para transmitir la fuerza impulsora del músculo de aire a la articulación. Un dispositivo de control detecta una magnitud de la fuerza impulsora del músculo neumático al cable, y controla la fuerza impulsora del músculo neumático y del motor eléctrico de acuerdo con el resultado de la detección. Así, cada articulación activa comprende un músculo de aire, un motor eléctrico

10 y una transmisión para combinar la primera fuerza motriz del músculo del aire y la segunda fuerza motriz del motor eléctrico para impulsar la flexión y extensión de la articulación activa.

Así, y a la vista de todo lo anterior, se aprecia aún una necesidad de diseñar un robot de rehabilitación con un actuador híbrido especialmente diseñado para funcionar en un medio acuático, aprovechando incluso el agua como medio impulsor.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

La presente invención tiene su primer campo de aplicación en la rehabilitación asistida por

20 dispositivos robóticos de personas sumergidas en agua. El actuador híbrido es el sistema de actuación de los dispositivos robóticos que asisten a las personas en las terapias de rehabilitación en agua. Otro campo de aplicación de la presente invención son los sistemas de actuación de manipuladores robóticos sumergidos en agua que se utilicen en diversas aplicaciones.

25

La invención consiste en un actuador híbrido aplicado a articulaciones de dispositivos robóticos que se encuentran sumergidos, total o parcialmente, en agua. El actuador híbrido puede configurarse como un actuador rotativo que proporciona un par controlando la aportación de un motor eléctrico y de un conjunto de micro chorros de agua con presión y

30 caudal controlados, distribuidos a lo largo del eslabón de la articulación. Además, la presente invención permite orientar los micro chorros de agua, distribuidos a lo largo del eslabón, posibilitando configuraciones de chorros dispuestos en contraposición de cara a proporcionar fuerzas antagonistas y contribuciones de pares positivos y negativos en la articulación.

Dicho actuador híbrido puede configurarse alternativamente como actuador lineal, proporcionando una fuerza total controlando la aportación de la fuerza proporcionados por un motor eléctrico que se transmite a un carro móvil que se desplaza por una guía lineal, y un conjunto de micro chorros de agua con presión y caudal controlados y distribuidos a lo largo 5 del carro móvil que se desplaza por la guía lineal.

Más en particular, el robot de rehabilitación que comprende al menos un actuador híbrido para medio acuático comprende medios de impulsión acuáticos con al menos una entrada de agua y al menos una salida de agua a presión, medios de impulsión electromecánicos, medios de 10 control de los medios de impulsión acuáticos y de los medios de impulsión electromecánicos, en donde los medios de impulsión acuáticos y los medios de impulsión electromecánicos están unidos a al menos una articulación mecánica.

Las ventajas principales de dicho actuador híbrido como actuador en articulaciones de 15 dispositivos robóticos, que se encuentran sumergidos total o parcialmente en agua, son: a) la utilización del agua en la que se encuentran sumergidos total o parcialmente como medio de aportación de par en la articulación del dispositivo robótico; b) la utilización de un motor eléctrico de menor potencia, ya que parte del par es proporcionado por los micro chorros de agua; c) menor consumo de energía debido a la menor potencia del motor eléctrico y el 20 reducido consumo del sistema de micro chorros de agua; d) proporciona una mayor seguridad en la interacción con el entorno o con el usuario formando parte de las articulaciones de un dispositivo robótico sumergido total o parcialmente en agua.

Adicionalmente el robot de rehabilitación con al menos un actuador híbrido para medio 25 acuático comprende una articulación mecánica la cual es una articulación rotativa con al menos un primer eslabón y un segundo eslabón unidos rotativamente entre sí, de manera que se consigue un mismo movimiento de rotación a un mismo par, con menor consumo eléctrico, y contando con un motor de menor potencia, y más económico.

30 Alternativamente, la articulación mecánica es una articulación lineal con al menos una base y un carro móvil configurados para un desplazamiento lineal entre sí, de modo que, al igual que en el caso rotativo, se consigue el mismo efecto de desplazamiento con menor consumo y pudiendo contar con un motor eléctrico de menor potencia y precio.

Más específicamente, el actuador híbrido comprende un primer codificador de posición de la articulación mecánica, de modo que se puede establecer el grado de rotación de dicha articulación respecto de un origen determinado.

- 5 Cabe mencionar que los medios de impulsión electromecánicos son al menos un motor eléctrico, siendo opcionalmente un motorreductor, y estando preferiblemente cubierto y protegido por una carcasa que le proporciona la estanqueidad necesaria. De este modo se optimiza el consumo eléctrico para llegar al par y velocidad de rotación deseadas en función de la aplicación, estando por otra parte protegido en concreto frente al agua, dada su
10 colocación en un entorno acuático.

Ventajosamente, el robot de rehabilitación con al menos un actuador híbrido comprende medios de orientación electromecánicos de la salida de agua a presión, de manera que se puede ajustar con mayor precisión su posición y orientación, para una mejor coordinación y
15 sincronización de las fuerzas del conjunto del actuador.

En una realización preferida de la invención, los medios de orientación electromecánicos comprenden al menos un servomotor. De este modo los medios de orientación electromecánicos presentan la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su
20 rango de operación, y mantenerse estable en dicha posición.

Complementariamente, el robot de rehabilitación con al menos un actuador híbrido comprende un segundo codificador de posición de los medios de orientación electromecánicos que hace posible determinar con precisión su posición y/o orientación.
25

Según otro aspecto de la invención, los medios de impulsión acuáticos comprenden al menos una bomba de caudal con una entrada de agua, y medios de canalización hacia al menos una salida de agua a presión, de manera que es posible captar el agua del medio acuático e impulsarla en una dirección concreta para lograr un impulso determinado.
30

Más concretamente, los medios de impulsión acuáticos comprenden al menos una electroválvula de apertura y/o cierre de los medios de canalización, de cara a poder regular con mayor precisión y a voluntad la salida de agua, y la generación de un impulso motriz.

Opcionalmente el robot de rehabilitación con al menos un actuador híbrido comprende una bomba de caudal de presión variable, para una regulación más precisa de la magnitud del impulso que provoca.

- 5 Según una realización preferente de la invención, el robot de rehabilitación con al menos un actuador híbrido comprende al menos una primera boquilla de expulsión de agua a presión y una segunda boquilla de expulsión de agua a presión, ambas en dirección sustancialmente opuesta, de modo que se hace posible la utilización de una u otra de cara a elegir el sentido del par de rotación sobre la articulación.

10

Más específicamente, el robot de rehabilitación con al menos un actuador híbrido comprende una primera boquilla de expulsión de agua a presión y una segunda boquilla de expulsión de agua a presión, ambas enfrentadas a 180°, pudiendo activar una boquilla o la contraria para un par de rotación en un sentido o en su contrario.

15

El robot de rehabilitación puede ser bien un robot de tipo efector final, como se puede apreciar en la figura 4, o bien de tipo exoesqueleto, como se ve en las figuras 5A o 5B, para la rehabilitación de miembro superior o inferior de un usuario. Alternativamente podría ser también un manipulador robótico sumergido parcial o totalmente en agua, como se aprecia en 20 la figura 6.

Adicionalmente, el robot de rehabilitación comprende al menos una ótesis y/o al menos una sujeción al cuerpo del usuario, para su mejor acople y mantenimiento en una posición correcta, sin oscilaciones ni holguras.

25

En los dibujos adjuntos se muestra, a título de ejemplo no limitativo, un robot de rehabilitación con un actuador híbrido para medio acuático, constituido de acuerdo con la invención. Otras características y ventajas de dicho robot de rehabilitación con actuador híbrido para medio acuático, objeto de la presente invención, resultarán evidentes a partir de la descripción de 30 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

Figura 1A- Vista en perspectiva de la articulación rotativa con los dos eslabones alineados, de acuerdo con la presente invención;

Figura 1B- Vista en perspectiva de la articulación rotativa con uno de los dos eslabones rotado, de acuerdo con la presente invención;

5 Figura 1C- Vista en perspectiva de la articulación rotativa con uno de los dos eslabones rotado y una carcasa en despiece, de acuerdo con la presente invención;

Figura 2- Vista en perspectiva de la articulación rotativa con los dos eslabones alineados y medios de orientación electromecánicos, de acuerdo con la presente invención;

Figura 3- Vista en perspectiva de la articulación lineal, de acuerdo con la presente invención;

10 Figura 4- Vista en perspectiva de un robot de rehabilitación de efecto final actuado por actuadores híbridos rotativos, de acuerdo con la presente invención;

Figura 5A- Vista en perspectiva de un exoesqueleto robótico de rehabilitación o asistencia de miembro superior actuado por los actuadores híbridos rotativos, de acuerdo con la presente invención;

15 Figura 5B- Vista en perspectiva de un exoesqueleto robótico de rehabilitación o asistencia de miembro inferior actuado por los actuadores híbridos rotativos, de acuerdo con la presente invención;

Figura 6- Vista en perspectiva de un manipulador robótico actuado por actuadores híbridos rotativos, de acuerdo con la presente invención;

20 Figura 7- Vista de un esquema para el cálculo del par debido al peso del eslabón, de acuerdo con la presente invención;

Figura 8- Vista en esquema para el cálculo del par proporcionado por la propulsión generada por un chorro de agua localizado a una distancia del centro de rotación del eslabón, de acuerdo con la presente invención;

25 Figura 9- Vista en esquema de los medios de control del actuador híbrido, de acuerdo con la presente invención;

Figura 10- Vista en esquema de los medios de control de la propulsión generada por los chorros de agua a través de las boquillas, de acuerdo con la presente invención;

30 Figura 11- Vista en esquema de los medios de control de la propulsión generada por los chorros de agua a través de las boquillas con control de caudal y/o presión individual para cada una, de acuerdo con la presente invención;

Figura 12- Vista en esquema de los medios de control de la propulsión generada por los chorros de agua a través de las boquillas orientables mediante servomotores controlados por segundos codificadores, de acuerdo con la presente invención;

DESCRIPCIÓN DE UNA REALIZACIÓN PREFERENTE

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

5 partes y elementos que se indican y describen en detalle a continuación.

En la figura 1A se puede observar una vista en perspectiva de la articulación mecánica (5), en

particular una articulación rotativa (51), con los dos eslabones alineados (51a, 51b). Se puede

apreciar también los medios de canalización (23) con varias salidas (25), en concreto una

10 primera boquilla (25a) y una segunda boquilla (25b). También se ven los medios de impulsión electromecánicos (3) con un motor eléctrico (31) que incluye un primer codificador (61) para controlar y monitorizar su posición.

En la figura 1B se puede observar una vista en perspectiva de la misma articulación rotativa

15 (51) con uno de los dos eslabones rotado, el segundo eslabón (51b). De igual modo se aprecian los medios de canalización (23) con una primera boquilla (25a) y una segunda boquilla (25b), y los medios de impulsión electromecánicos (3) con un motor eléctrico (31) y su primer codificador (61).

20 En la figura 1C se puede observar una vista en perspectiva de la articulación rotativa (51) con el segundo eslabón (51b) rotado y una carcasa (33) en despiece. De igual modo se aprecian los medios de canalización (23) con una primera boquilla (25a) y una segunda boquilla (25b), y los medios de impulsión electromecánicos (3) con un motor eléctrico (31) y su primer codificador (61).

25

En dichas figuras 1A, 1B y 1C se puede apreciar cómo el actuador híbrido es capaz de proporcionar un par mediante la fusión controlada de las fuerzas proporcionadas por un motor eléctrico (31) y un conjunto de micro chorros de agua con presión y caudal controlados a través de las boquillas (25a, 25b). Los micro chorros de agua se disponen distribuidos a lo largo del segundo eslabón (51b) y en configuraciones de chorros dispuestos en contraposición para proporcionar fuerzas antagonistas y por tanto, contribuciones de fuerzas positivas y negativas en la articulación mecánica (5).

30 En la figura 2 se puede observar una vista en perspectiva de la articulación rotativa (51) con los dos eslabones (51a, 51b) alineados y medios de orientación electromecánicos (4) que

comprende al menos un servomotor (41) y un segundo codificador (62) para el control de la posición y orientación de las salidas (25) de agua, en concreto la primera boquilla (25a) y la segunda boquilla (25b). De este modo se llega a una configuración del actuador híbrido rotativo en la cual los micro chorros de agua son orientables y regulables.

5

En la figura 3 se puede observar una vista en perspectiva de la articulación lineal (52) con la base (52a) y el carro (52b), incluyendo asimismo unos medios de canalización (23) del agua, que terminan en unas salidas (25), en concreto en una primera boquilla (25a) y una segunda boquilla (25b) que originan la propulsión. Se aprecian también medios de impulsión electromecánicos (3) con su motor eléctrico (31), siendo este en particular un motorreductor eléctrico con un primer codificador (61). Señalar que la base (52a) hace un papel de guía lineal del carro (52b).

En la figura 4 se puede observar una vista en perspectiva de un robot de rehabilitación de efecto final actuado por actuadores híbridos rotativos, en un medio acuático, es decir, sumergido parcial o totalmente en agua (1). Se pueden apreciar los medios de canalización (23) con al menos una salida (25) de agua (1) para la rotación entre sí del primer eslabón (51a) y del segundo eslabón (51b). Se ve también la presencia de una ótesis (71) para una mejor función de rehabilitación, fijando el brazo del paciente al robot de rehabilitación.

20

En la figura 5A se puede observar una vista en perspectiva de un exoesqueleto robótico de rehabilitación o asistencia de miembro superior actuado por los actuadores híbridos rotativos, sumergido total o parcialmente en agua (1). Se aprecia la presencia de unos medios de canalización (23) del agua (1) de cara a su expulsión por una salida (25) para originar un par de rotación del segundo eslabón (51b) sobre el primer eslabón (51a). Se ve asimismo la presencia de una carcasa (33) protectora y estanca que evita que el motor eléctrico entre en contacto con el agua (31), y de al menos una sujeción (72) del brazo del paciente o usuario.

En la figura 5B se puede observar una vista en perspectiva de un exoesqueleto robótico de rehabilitación o asistencia de miembro inferior actuado por los actuadores híbridos rotativos, sumergido total o parcialmente en agua (1). Se aprecia también la presencia de unos medios de canalización (23) del agua (1) de cara a su expulsión por una salida (25) para originar un par de rotación del segundo eslabón (51b) sobre el primer eslabón (51a), en concreto por una primera boquilla (25a), al tiempo que la pierna del paciente o usuario queda fijada por al menos una sujeción (72).

En la figura 6 se puede observar una vista en perspectiva de un manipulador robótico actuado por actuadores híbridos rotativos, mostrando los medios de canalización (23) hacia una salida (25), de cara a la rotación relativa de un primer eslabón (51a) sobre un segundo eslabón (51b).

- 5 En dicha figura 6 se muestra la aplicación de los actuadores híbridos rotativos al desarrollo de un manipulador robótico de propósito general.

En la figura 7 se puede observar una vista de un esquema para el cálculo del par debido al peso del segundo eslabón (51b), en conjunción con la fuerza originada por el agua (1) al ser expulsada por la salida (25).

Considerando el caso del actuador híbrido aplicado a una articulación rotativa produce un movimiento rotativo en un segundo eslabón (51b) de aluminio de longitud L sumergido total o parcialmente en agua (1). La ecuación que describe el par total aplicado al segundo eslabón 15 (51b) por el actuador híbrido es:

$$T_{\text{total}} = T_p + T_e - T_w - T_d$$

donde:

T_{total} es el par total aplicado a la articulación del segundo eslabón (51b)

- 20 T_p es el par proporcionado por la propulsión generada por los chorros de agua (1) localizados a lo largo del segundo eslabón (51b)

T_e es el par proporcionado por el motor eléctrico (31)

T_w es el par debido al peso del propio segundo eslabón (51b)

T_d es el par debido a las fuerzas viscosas

- 25 (Nota: el carácter 'T' y el carácter '**T**' se usa indistintamente)

Las fuerzas viscosas son el resultado de la fricción que ejerce la viscosidad del fluido, es decir del agua (1), sobre el cuerpo. Se suelen clasificar según el efecto sobre el cuerpo en: fuerza de arrastre y fuerza de sustentación.

30

El par debido al propio peso del segundo eslabón (51b) T_w se puede calcular con:

$$T_w = r_{CM} \times m_{\text{eslabón}} \times g \times \sin[\theta]\beta$$

- 35 donde:

r_{CM} posición del centro de masas del eslabón respecto al centro de rotación del segundo eslabón (51b)

$m_{eslabón}$ masa del eslabón

g constante de gravitación universal

5

Como $\beta = 90^\circ - \alpha$, la ecuación se puede expresar como:

$$T_w = r_{CM} \cdot x \cdot m_{barra} \cdot x \cdot g \cdot x \cos^{[10]} \alpha$$

- 10 El par proporcionado por la propulsión generada por los chorros de agua (1) localizados a lo largo del segundo eslabón (51b) T_p , se puede calcular suponiendo un solo propulsor o salida (25) como:

$$T_p = F_{p\perp} \cdot x \cdot r_p$$

- 15 donde:

$F_{p\perp}$ la componente perpendicular al segundo eslabón (51b) de la fuerza de propulsión generada por un chorro de agua (1) F_p

r_p posición del chorro de agua respecto al centro de rotación del segundo eslabón (51b)

- 20 La fuerza de propulsión generada por un chorro de agua (1) se puede calcular como:

$$F_p = m \cdot x \cdot c = \rho(H_2O) \cdot x \cdot V \cdot x \cdot c = \rho(H_2O) \cdot x (V^2) / A_p$$

donde:

- 25 F_p es la fuerza de propulsión generada por un chorro de agua (1)

$\rho(H_2O)$ es la densidad del agua (1)

c es la velocidad del agua (1) a la salida del propulsor o salida (25)

V es el caudal volumétrico

A_p es el área de salida del propulsor o salida (25)

30

En la figura 8 se puede observar una vista en esquema para el cálculo del par proporcionado por la propulsión generada por un chorro de agua (1) por una salida (25) localizada a una distancia del centro de rotación del segundo eslabón (51b).

En la figura 9 se puede observar una vista en esquema de los medios de control (32) del actuador híbrido, aplicado a una articulación rotativa (51), y su interacción con las variables de las ecuaciones señaladas anteriormente. En concreto el par deseado total ($T_{deseado}$) a aplicar a la articulación rotativa es la combinación lineal de las contribuciones del par proporcionado por la propulsión generada por los chorros de agua (1) (T_p) y el par proporcionado por el motor eléctrico (31) (T_e). La dinámica más lenta de la propulsión generada por los chorros de agua (1) es compensada por la dinámica más rápida del motor eléctrico (31). Además, el actuador puede controlarse en posición o velocidad con un esquema de control similar y traduciendo las consignas a un par deseado total en la articulación mecánica (5).

En la figura 10 se puede observar una vista en esquema de los medios de control (32) de la propulsión generada por los chorros de agua (1) a través de las boquillas (25a, 25b). Se aprecia la presencia en los medios de impulsión acuáticos (2) de una bomba de caudal (21) con una entrada (24) de captación de agua (1) y una electroválvula (22) a continuación para la regulación y/o interrupción del flujo de agua (1) hacia la salida (25), todo ello regulado por los medios de control (32). Se ve también la posición de los medios de impulsión electromecánicos (3), y en concreto, del motor eléctrico (31).

Cabe señalar que los medios de control (32) realizan el cálculo del par T_p que debe proporcionar la propulsión generada por los chorros de agua (1) localizados a lo largo del segundo eslabón (51b) y el par T_e que debe proporcionar el motor eléctrico (31). El par T_p que proporciona la propulsión generada por los chorros de agua (1) situados de forma antagonista se controlan mediante el control de del caudal y presión mediante una bomba de caudal (21) y una electroválvula (22) por cada una de las salidas (25) que generan el par de propulsión. El par T_e que proporciona el motor eléctrico (31) se regula mediante el primer codificador (61), controlado mediante los medios de control (32).

En la figura 11 se puede observar una vista en esquema de los medios de control (32) de la propulsión generada por los chorros de agua (1) a través de las boquillas (25a, 25b) con control de caudal y/o presión individual para cada una. De igual modo se aprecia la presencia en los medios de impulsión acuáticos (2) de varias bombas de caudal (21) con una entrada (24) de captación de agua (1), cada una con una electroválvula (22) a continuación para la regulación y/o interrupción del flujo de agua (1) hacia la salida (25), todo ello regulado por los medios de control (32). Se ve también la posición de los medios de impulsión

electromecánicos (3), y en concreto, del motor eléctrico (31). Esto permite un mayor control de caudal y/o presión de agua (1) en cada una de las salidas (25) que producen el par de propulsión, a lo que contribuye la inclusión de una bomba de caudal (21) y/o presión variable.

- 5 En la figura 12 se puede observar una vista en esquema de los medios de control (32) de la propulsión generada por los chorros de agua (1) a través de las boquillas (25a, 25b) orientables mediante servomotores (41) controlados por segundos codificadores (62), lo cual posibilita la orientación de los micro chorros de agua (1) produciendo cambios en el par T_p generado por los mismos. Se aprecia la presencia en los medios de impulsión acuáticos (2) 10 de una bomba de caudal (21) con una entrada (24) de captación de agua (1) y una electroválvula (22) a continuación para la regulación y/o interrupción del flujo de agua (1) hacia la salida (25), todo ello regulado por los medios de control (32). Se ve también la posición de los medios de impulsión electromecánicos (3), y en concreto, del motor eléctrico (31).
- 15 Más en particular, tal y como se observa en las figuras 1B, 3 y 4, el actuador híbrido para medio acuático comprende medios de impulsión acuáticos (2) con al menos una entrada (24) de agua (1) y al menos una salida (25) de agua (1) a presión, medios de impulsión electromecánicos (3), medios de control (32) de los medios de impulsión acuáticos (2) y de los medios de impulsión electromecánicos (3), en donde los medios de impulsión acuáticos 20 (2) y los medios de impulsión electromecánicos (3) están unidos a al menos una articulación mecánica (5).

Preferentemente, tal y como se observa en las figuras 1B y 4, la articulación mecánica (5) es una articulación rotativa (51) con al menos un primer eslabón (51a) y un segundo eslabón 25 (51b) unidos rotativamente entre sí.

Alternativamente, tal y como se observa en la figura 3, la articulación mecánica (5) es una articulación lineal (52) con al menos una base (52a) y un carro (52b) móvil configurado para un desplazamiento lineal entre sí.

30

En una realización preferida de la invención, tal y como se observa en las figuras 1B y 1C, el actuador híbrido comprende un primer codificador (61) de posición de la articulación mecánica (5).

Cabe señalar que, tal y como se observa en las figuras 1A, 3, los medios de impulsión electromecánicos (3) son al menos un motor eléctrico (31).

Por otra parte, tal y como se observa en la figura 2, el actuador híbrido comprende medios de orientación electromecánicos (4) de la salida (25) de agua (1) a presión, los cuales son preferentemente micro jets.

Opcionalmente, tal y como se observa en la figura 2, los medios de orientación electromecánicos (4) comprenden al menos un servomotor (41).

10

Según otro aspecto de la invención, tal y como se observa en la figura 2, el actuador híbrido comprende un segundo codificador (62) de posición de los medios de orientación electromecánicos (4).

15 En una realización preferida de la invención, tal y como se observa en las figuras 10, 11 y 12, los medios de impulsión acuáticos (2) comprenden al menos una bomba de caudal (21) con una entrada (24) de agua (1), y medios de canalización (23) hacia al menos una salida (25) de agua (1) a presión.

20 Adicionalmente, tal y como se observa en las figuras 10, 11 y 12, los medios de impulsión acuáticos (2) comprenden al menos una electroválvula (22) de apertura y/o cierre de los medios de canalización (23).

25 Complementariamente, tal y como se observa en las figuras 10, 11 y 12, el actuador híbrido comprende una bomba de caudal (21) de presión variable.

Más específicamente, tal y como se observa en las figuras 1A y 2, el actuador híbrido comprende al menos una primera boquilla (25a) de expulsión de agua (1) a presión y una segunda boquilla (25b) de expulsión de agua (1) a presión, ambas en dirección sustancialmente opuesta.

Opcionalmente, tal y como se observa en las figuras 1A, 1B y 1C, el actuador híbrido comprende una primera boquilla (25a) de expulsión de agua (1) a presión y una segunda boquilla (25b) de expulsión de agua (1) a presión, ambas enfrentadas a 180°.

35

Es también objeto de la presente invención, tal y como se observa en las figuras 4, 5A, 5B y 6, un robot de rehabilitación que comprende al menos un actuador híbrido para medio acuático.

- 5 Preferentemente, tal y como se observa en las figuras 5A y 5B, el robot de rehabilitación comprende al menos una ótesis (71) y/o al menos una sujeción (72) al cuerpo del usuario, siendo opcionalmente una cinta regulable o similar.

Los detalles, las formas, las dimensiones y demás elementos accesorios, así como los 10 componentes empleados en la implementación del robot de rehabilitación con actuador híbrido para medio acuático, 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 | agua |
| 2 | medios de impulsión acuáticos |
| 21 | bomba de caudal |
| 20 | 22 electroválvula |
| | 23 medios de canalización |
| | 24 entrada |
| | 25 salida |
| | 25a primera boquilla |
| 25 | 25b segunda boquilla |
| | 3 medios de impulsión electromecánicos |
| | 31 motor eléctrico |
| | 32 medios de control |
| | 33 carcasa |
| 30 | 4 medios de orientación electromecánicos |
| | 41 servomotor |
| | 5 articulación mecánica |
| | 51 articulación rotativa |
| | 51a primer eslabón |
| 35 | 51b segundo eslabón |

52 articulación lineal
52a base
52b carro
61 primer codificador
5 61 segundo codificador
71 órtesis
72 sujeción

REIVINDICACIONES

- 1- Robot de rehabilitación que comprende al menos un actuador híbrido para medio acuático caracterizado por que comprende medios de impulsión acuáticos (2) con al menos una entrada (24) de agua (1) y al menos una salida (25) de agua (1) a presión, medios de impulsión electromecánicos (3), medios de control (32) de los medios de impulsión acuáticos (2) y de los medios de impulsión electromecánicos (3), en donde los medios de impulsión acuáticos (2) y los medios de impulsión electromecánicos (3) están unidos a al menos una articulación mecánica (5).
- 10 5
- 2- Robot de rehabilitación que comprende al menos un actuador híbrido para medio acuático, según la reivindicación 1, caracterizado por que la articulación mecánica (5) es una articulación rotativa (51) con al menos un primer eslabón (51a) y un segundo eslabón (51b) unidos rotativamente entre sí.
- 15 15
- 3- Robot de rehabilitación que comprende al menos un actuador híbrido para medio acuático, según la reivindicación 1, caracterizado por que la articulación mecánica (5) es una articulación lineal (52) con al menos una base (52a) y un carro (52b) móvil configurados para un desplazamiento lineal entre sí.
- 20 20
- 4- Robot de rehabilitación que comprende al menos un actuador híbrido para medio acuático, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende un primer codificador (61) de posición de la articulación mecánica (5).
- 25 25
- 5- Robot de rehabilitación que comprende al menos un actuador híbrido para medio acuático, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los medios de impulsión electromecánicos (3) son al menos un motor eléctrico (31).
- 30 30
- 6- Robot de rehabilitación que comprende al menos un actuador híbrido para medio acuático, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende medios de orientación electromecánicos (4) de la salida (25) de agua (1) a presión.
- 35 35
- 7- Robot de rehabilitación que comprende al menos un actuador híbrido para medio acuático, según la reivindicación 6, caracterizado por que los medios de orientación electromecánicos (4) comprenden al menos un servomotor (41).

- 8- Robot de rehabilitación que comprende al menos un actuador híbrido para medio acuático, según la reivindicación 7, caracterizado por que comprende un segundo codificador (62) de posición de los medios de orientación electromecánicos (4).
- 5
- 9- Robot de rehabilitación que comprende al menos un actuador híbrido para medio acuático, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los medios de impulsión acuáticos (2) comprenden al menos una bomba de caudal (21) con una entrada (24) de agua (1), y medios de canalización (23) hacia al menos una salida (25) de agua (1) a presión.
- 10
- 10- Robot de rehabilitación que comprende al menos un actuador híbrido para medio acuático, según la reivindicación 9, caracterizado por que los medios de impulsión acuáticos (2) comprenden al menos una electroválvula (22) de apertura y/o cierre de los medios de canalización (23).
- 15
- 11- Robot de rehabilitación que comprende al menos un actuador híbrido para medio acuático, según cualquiera de las reivindicaciones 9 ó 10, caracterizado por que comprende una bomba de caudal (21) de presión variable.
- 20
- 12- Robot de rehabilitación que comprende al menos un actuador híbrido para medio acuático, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende al menos una primera boquilla (25a) de expulsión de agua (1) a presión y una segunda boquilla (25b) de expulsión de agua (1) a presión, ambas en dirección sustancialmente opuesta.
- 25
- 13- Robot de rehabilitación que comprende al menos un actuador híbrido para medio acuático, según la reivindicación 12, caracterizado por que comprende una primera boquilla (25a) de expulsión de agua (1) a presión y una segunda boquilla (25b) de expulsión de agua (1) a presión, ambas enfrentadas a 180º.
- 30
- 14- Robot de rehabilitación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende al menos una órtesis (71).
- 35
- 15- Robot de rehabilitación, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende al menos una sujeción (72) al cuerpo de un usuario.

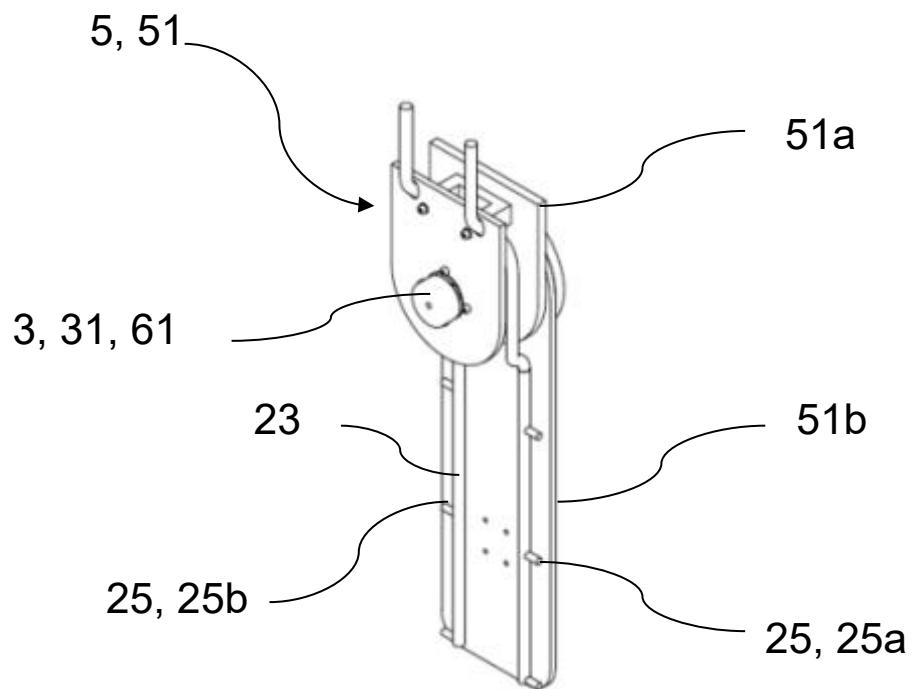


FIG 1A

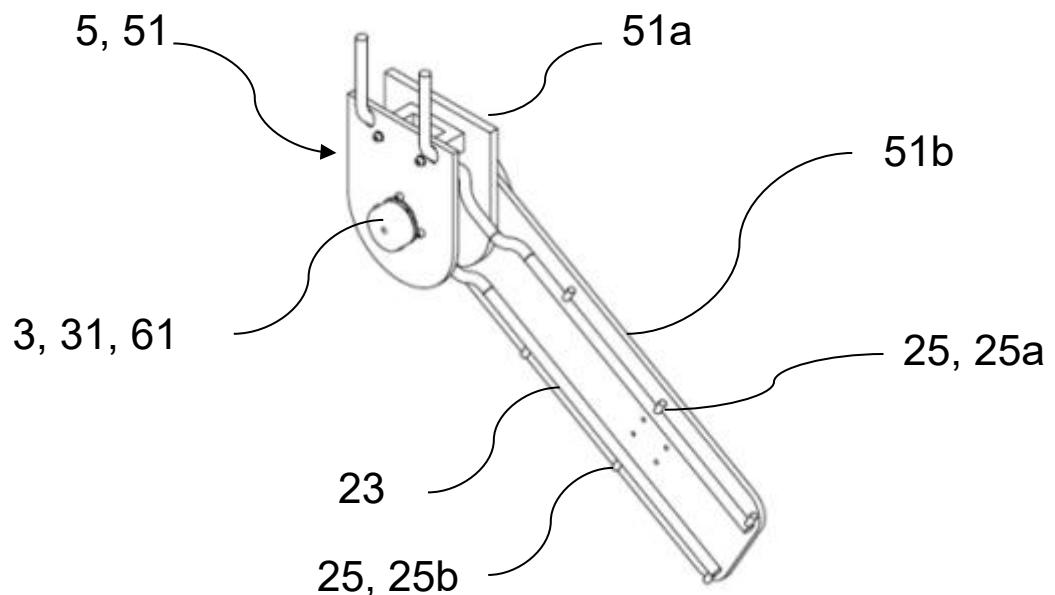


FIG 1B

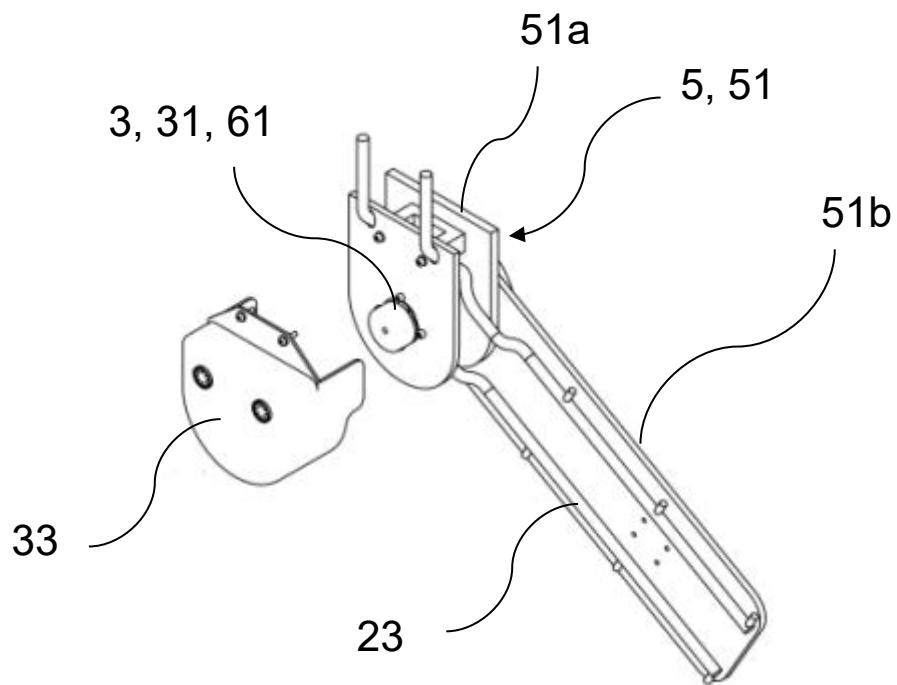


FIG 1C

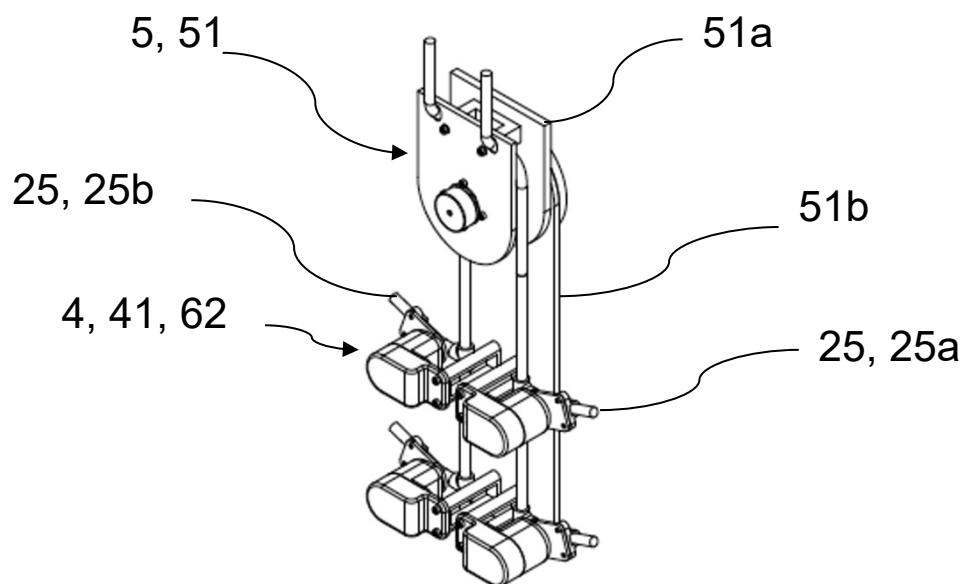


FIG 2

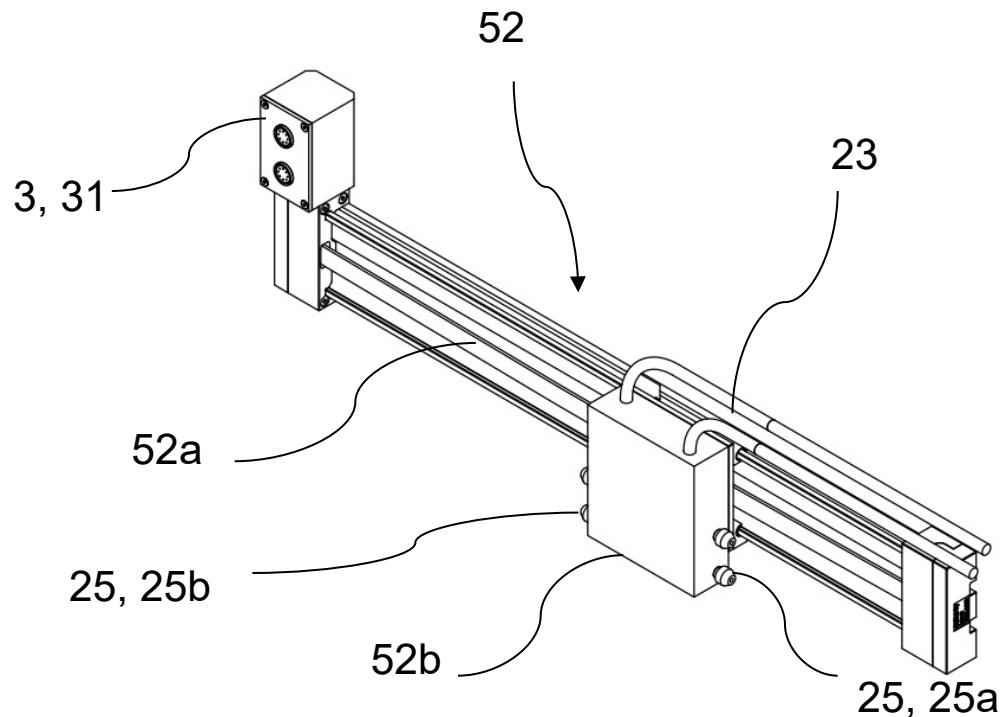


FIG 3

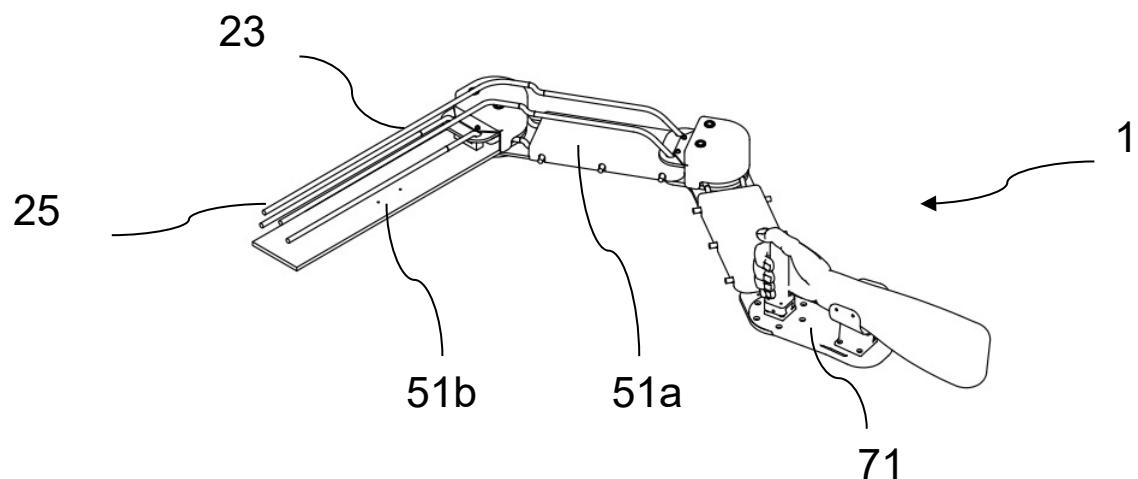


FIG 4

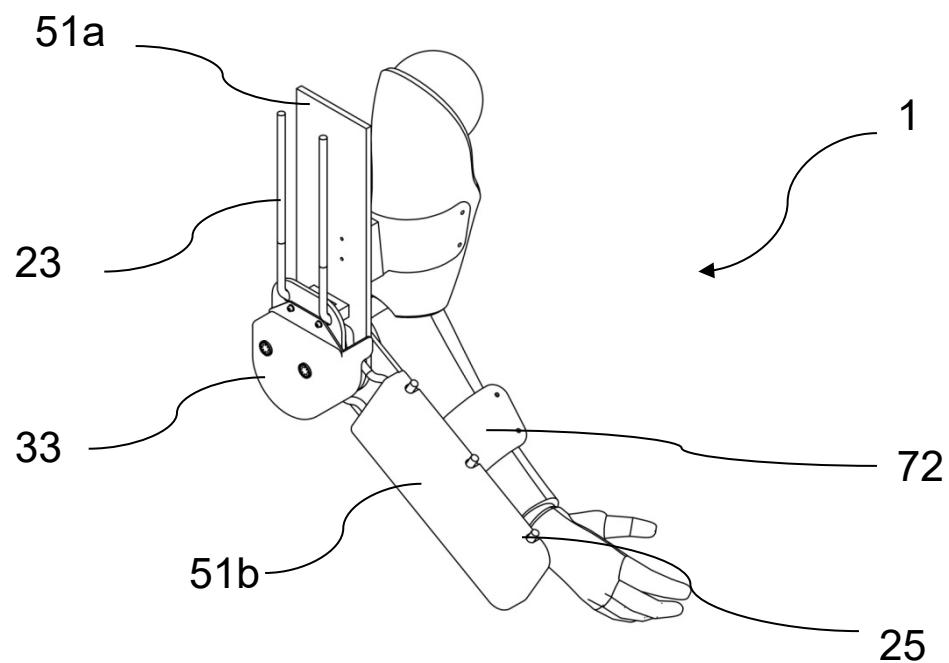


FIG 5A

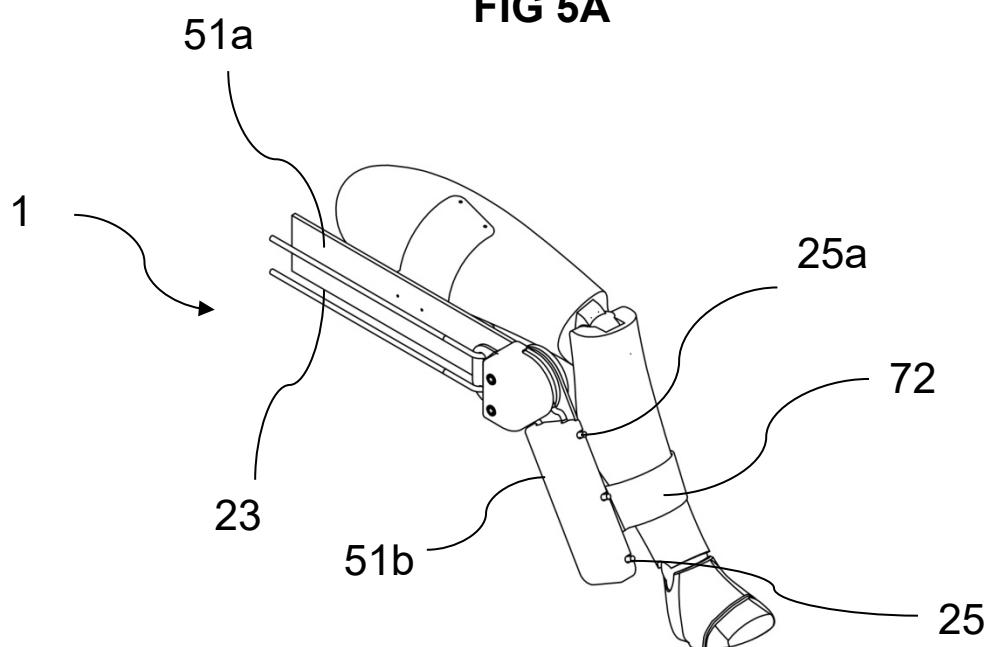


FIG 5B

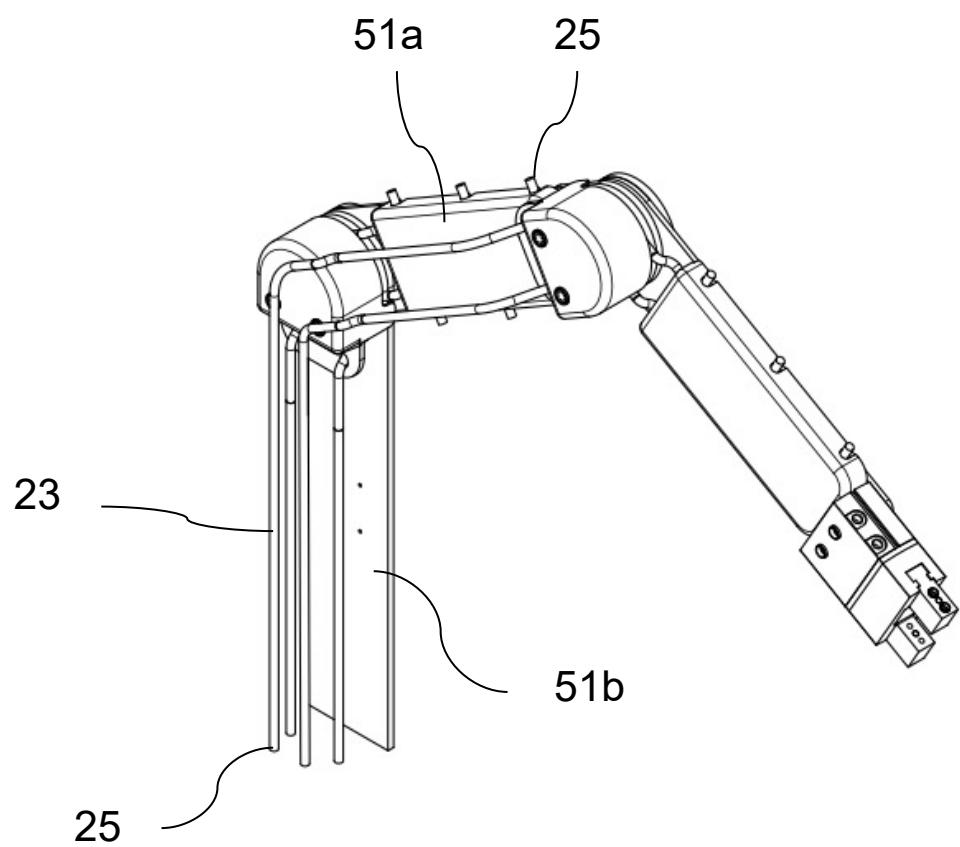
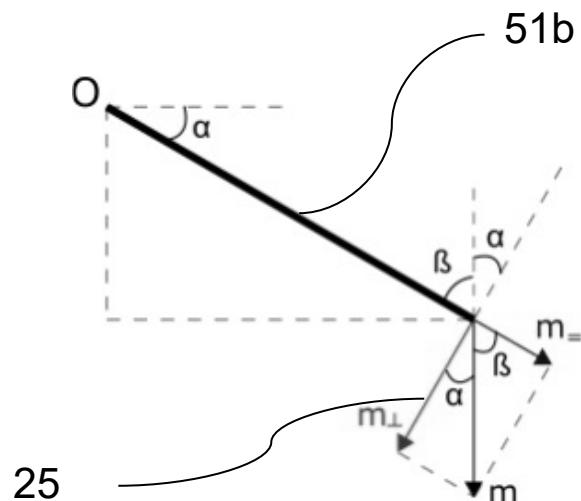
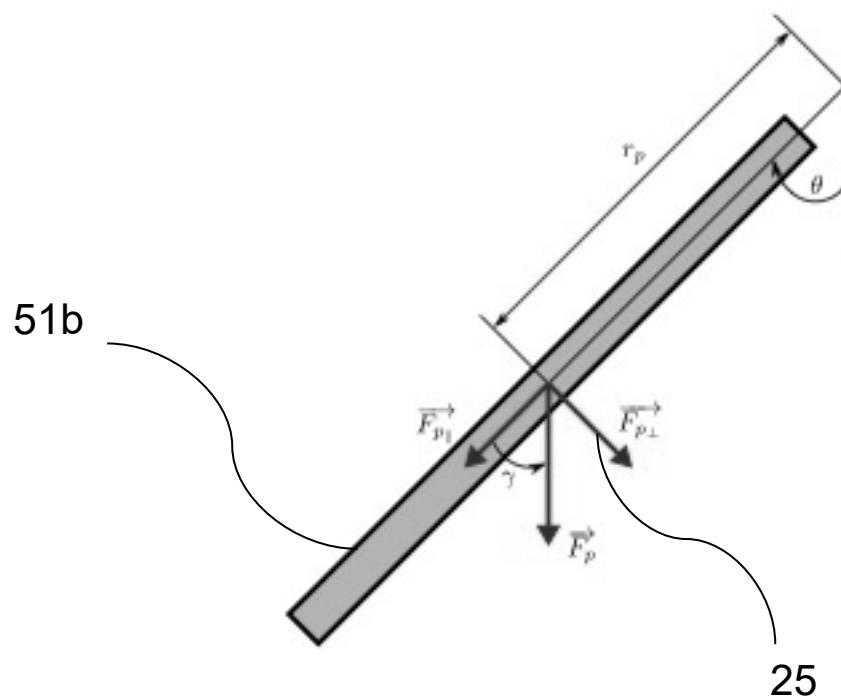
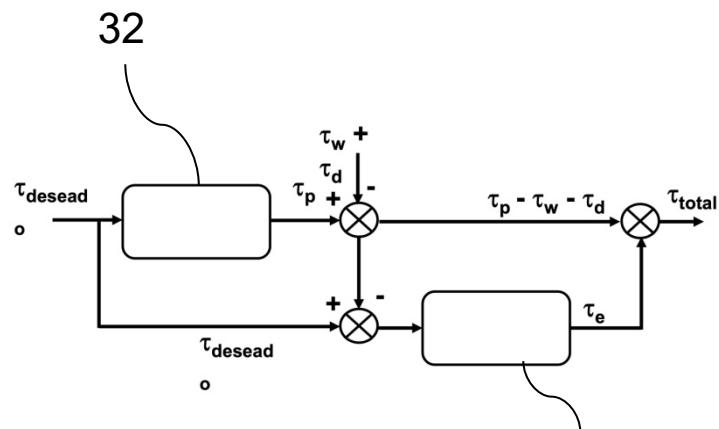
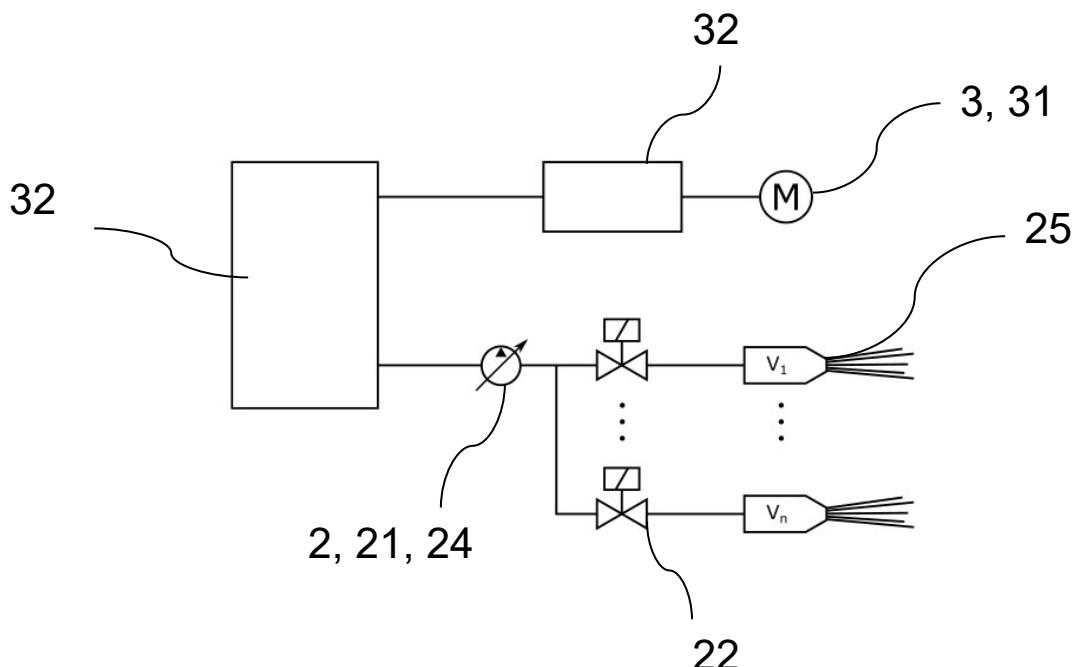
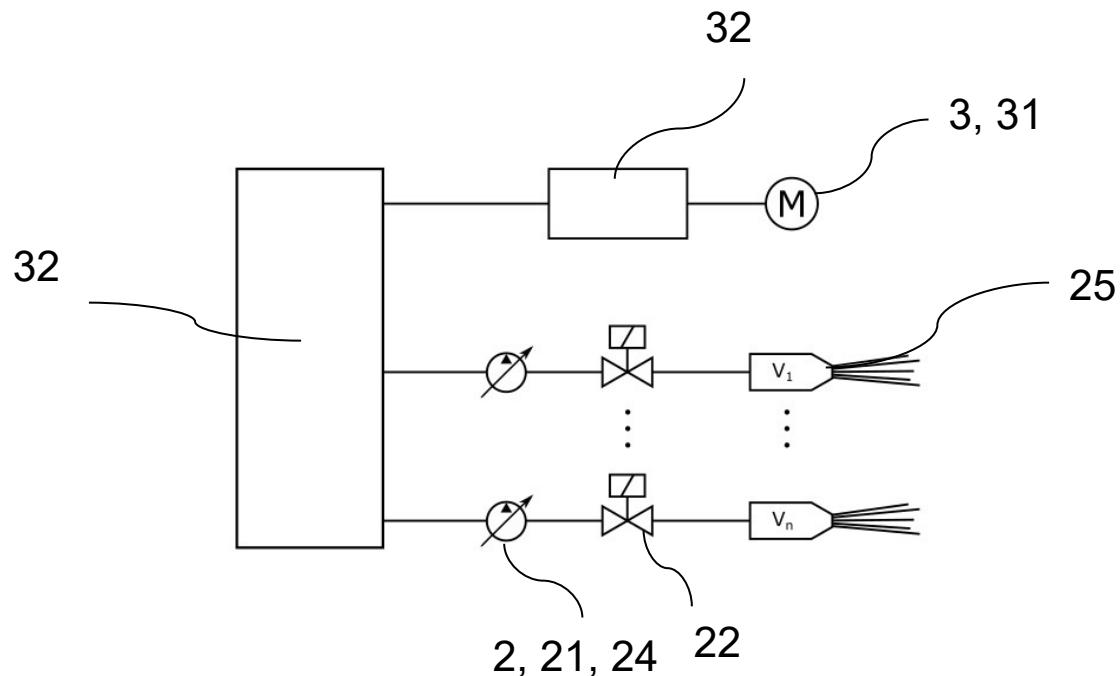
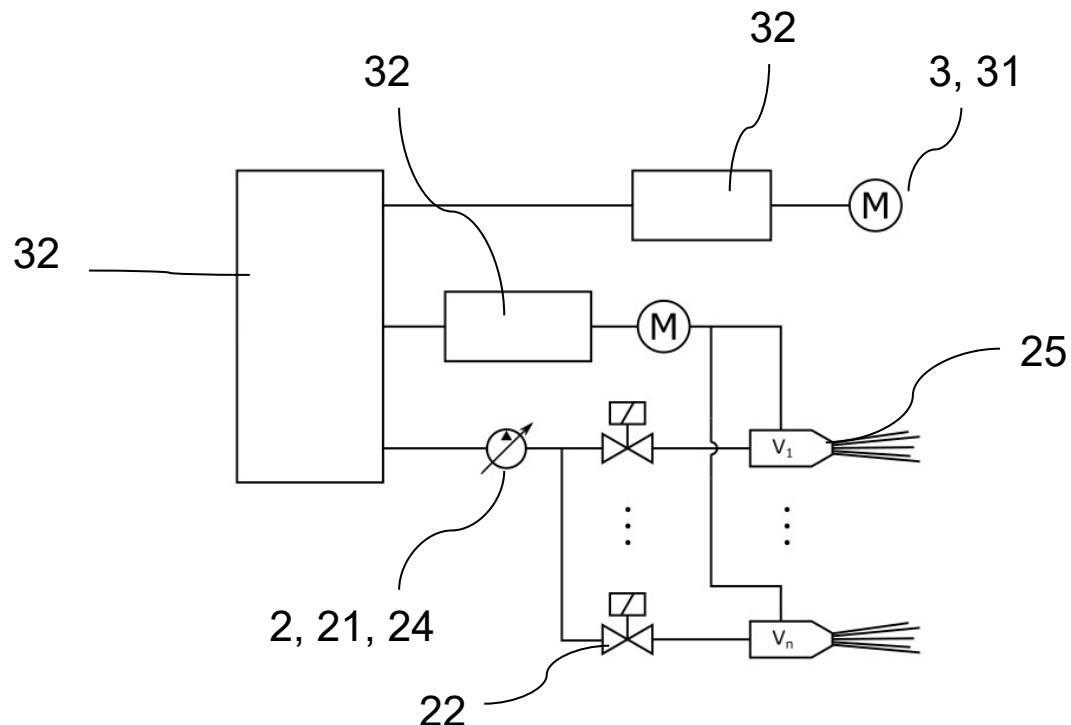


FIG 6

**FIG 7****FIG 8**

**FIG 9** 32**FIG 10**

**FIG 11****FIG 12**



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA

(21) N.º solicitud: 202230930

(22) Fecha de presentación de la solicitud: 27.10.2022

(32) Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

(51) Int. Cl. : **B25J9/10** (2006.01)
A61H9/00 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	56 Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	GU SHUOXIN; GUO SHUXIANG; ZHENG LIANG; AN RUOCHEN. Turning Locomotion Analysis and Performance Evaluation for a Spherical Underwater Robot 04/08/2019, descripción; figuras 1 - 3.	1-15
X	LI CHUNYING; GUO SHUXIANG; GUO JIAN; AN RUOCHEN; AWA TENDENG. Motion Stability Evaluation of the Improved Spherical Underwater Robot with Hybrid Propulsion Devices 08/08/2021, descripción; figuras 1 - 4.	1-15
X	GB 2598926 A (EELUME AS) 23/03/2022, descripción; figuras 1 - 4.	1-15
A	WO 2007103579 A2 (UNIV CALIFORNIA et al.) 13/09/2007, descripción; figuras 1 - 8.	1-15
A	US 5542909 A (CAMP GREGORY T) 06/08/1996, descripción; figuras 1 - 7.	1-15

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 31.08.2023	Examinador Á. Del Portillo Pastor	Página 1/2
--	--------------------------------------	---------------

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

B25J, A61H

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

INVENES, EPODOC, WPI