

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: 2 978 805

21 Número de solicitud: 202330119

51 Int. Cl.:

A61H 1/02 (2006.01)

A63B 23/08 (2006.01)

B25J 9/00 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

16.02.2023

43 Fecha de publicación de la solicitud:

20.09.2024

71 Solicitantes:

UNIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO / EUSKAL
HERRIKO UNIBERTSITATEA (70.0%)

Barrio Sarriena, S/N

48940 Leioa (Bizkaia) ES y

ADMINISTRACIÓN GENERAL DE LA
COMUNIDAD AUTÓNOMA DE EUSKADI (30.0%)

72 Inventor/es:

PINTO, Charles;

HERRERO VILLALIBRE, Saioa;

CORRAL SAIZ, Javier;

DIEZ SÁNCHEZ, Mikel;

MACHO MIER, Erik;

CAMPA GÓMEZ, Francisco Javier;

DIEGO MARTÍN, Paul;

IGNAZIO TEJADA, Pedro;

GARCÍA ORTIZ, María Mar y

LÓPEZ MARTÍNEZ, Héctor

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

54 Título: Dispositivo para el diagnóstico y rehabilitación del equilibrio en bipedestación y en marcha, y procedimiento de operación de una instalación formada por dos de dichos dispositivos

57 Resumen:

La invención describe un dispositivo (1) para el diagnóstico y rehabilitación del equilibrio que comprende una plataforma (2) soportada por un mecanismo (3) cinemático. El mecanismo (3) cinemático comprende cuatro cadenas cinemáticas (31, 32, 33, 34). La primera, segunda y tercera cadenas cinemáticas (31, 32, 33) son iguales, comprendiendo cada una de las mismas una barra proximal (BP31, BP32, BP33) unida mediante respectivos pares esféricos pasivos (PEI31, PEI32, PEI33) a una barra distal (BD31, BD32, BD33), y estando cada una unida a una base fija (B) mediante pares de rotación proximales accionados (PRPA31, PRPA32, PRPA33) y a la plataforma (2) mediante pares esféricos distales pasivos (PED31, PED32, PED33). La cuarta cadena cinemática (34) está unida a la base fija (B) mediante un par de rotación proximal accionado (PRPA34) y a la plataforma (2) mediante una junta universal (JU34).

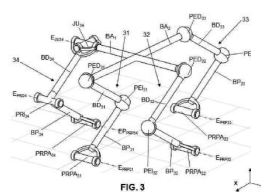


FIG. 4a



FIG. 3



ES 2 978 805 A1

DESCRIPCIÓN

Dispositivo para el diagnóstico y rehabilitación del equilibrio en bipedestación y en marcha, y procedimiento de operación de una instalación formada por dos de dichos dispositivos

5

OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención pertenece al campo de la medicina, y más particularmente al diagnóstico y rehabilitación, tanto en bipedestación como en marcha, de pacientes con

10

Un primer objeto de la invención es un dispositivo diseñado para realizar movimientos programados para diagnosticar y rehabilitar pacientes que tienen deficiencias de equilibrio tanto en bipedestación como en marcha.

15

Un segundo objeto de la presente invención es un procedimiento de operación de una instalación formada por dos dispositivos como el descrito anteriormente.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

20

Actualmente son conocidos dispositivos diseñados para el diagnóstico o rehabilitación de pacientes con deficiencias de equilibrio. Estos dispositivos están normalmente basados en una o dos plataformas configurada para realizar una serie de movimientos programados de giro y/o traslación. Para realizar una prueba de equilibrio, un paciente se coloca de pie sobre la plataforma del dispositivo y se le pide que intente mantenerse en pie independientemente de los movimientos de la plataforma. En función de la capacidad del paciente para conseguirlo, de las características de los apoyos, así como de la posible necesidad de agarrarse durante la realización de la prueba, se evalúa el estado de equilibrio del paciente. Alternativamente, el dispositivo puede utilizarse para rehabilitar pacientes con deficiencias de equilibrio mediante la generación de programas con fines terapéuticos.

25

30

En este contexto, resulta relevante señalar que este tipo de dispositivos debe llevar a cabo una variedad de movimientos de rotación y/o translación suficientemente amplia. Esto es importante porque incrementa su capacidad para implementar secuencias de movimientos con diferentes grados de dificultad, permitiendo el diseño de programas de diagnóstico y rehabilitación con características complejas adaptadas a cada caso particular.

35

El estado de la técnica comprende instalaciones capaces de generar determinados movimientos en una plataforma para conseguir diferentes objetivos. Por ejemplo, el documento US3645011 describe una de estas instalaciones donde por medio de un cilindro hidráulico anterior y dos cilindros hidráulicos posteriores se puede girar dicha plataforma de acuerdo tanto con un movimiento anteroposterior como con un movimiento lateral siendo el giro resultante una composición de dichos giros anteroposterior y lateral. Sobre la plataforma está montada una cabina en la que puede situarse una persona que percibe el movimiento de la plataforma como si fuese el movimiento de un avión que estuviese pilotando.

También existen instalaciones que generan movimiento con fines terapéuticos. El documento US6162189A describe un dispositivo de este tipo que dispone de dos plataformas móviles unidas a dos plataformas fijas por medio de actuadores neumáticos. Cada una de las plataformas móviles puede moverse con respecto de las plataformas fijas en las direcciones definidas por tres ejes perpendiculares cartesianos y girar alrededor de cada uno de estos ejes de manera que puede moverse con 6 grados de libertad. Cada una de estas plataformas dispone además de un elemento de sujeción para cada uno de los pies de una persona, estando dotado cada elemento de sujeción de un sensor de fuerza. Un controlador establece el movimiento de los actuadores neumáticos con el objeto de definir el movimiento de las plataformas móviles. Así, por medio de los sensores de fuerza situados en los elementos de sujeción se miden las fuerzas ejercidas por los pies de los pacientes en respuesta al movimiento de las plataformas móviles.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

El solicitante de la presente invención propone un nuevo dispositivo para el diagnóstico y rehabilitación del equilibrio en condiciones de bipedestación y en marcha que emplea un mecanismo cinemático novedoso para soportar la plataforma. Este mecanismo cinemático permite llevar a cabo una amplia variedad de movimientos de rotación, traslación, y movimientos combinados de rotación más traslación y, al mismo tiempo, resulta relativamente sencillo de controlar.

La presente invención también está dirigida a un procedimiento de operación de una instalación para el diagnóstico y rehabilitación del equilibrio formada por dos de dichos dispositivos.

A continuación, se definen una serie de términos que se utilizarán a lo largo de la presente memoria:

5 Proximal/distal: En la posición natural del dispositivo de la invención, el mecanismo cinemático está en una posición inferior y fijado al suelo, y la plataforma se apoya sobre dicho mecanismo cinemático y está orientada en horizontal. Sin embargo, son factibles otras orientaciones del dispositivo. Por ejemplo, la plataforma podría estar orientada en vertical con el mecanismo cinemático fijado a una pared vertical. Esta configuración podría tener otras utilidades no relacionadas con el equilibrio del paciente, como la
10 realización ejercicios de rehabilitación de extremidades superiores. También sería posible apoyar el dispositivo sobre un plano inclinado para incrementar la dificultad de los ejercicios. En cualquier caso, con el propósito de no restringir la invención a una orientación concreta, en esta descripción se utilizan los términos “proximal” y “distal” para indicar la posición relativa de los diferentes elementos con relación a una base a la que está fijado el mecanismo cinemático. Es decir, el lado “proximal” de un
15 determinado componente es aquel que está ubicado más cerca de la base a la que está fijado el mecanismo cinemático, y el lado “distal” de un determinado componente es aquel que está ubicado más lejos de la base a la que está fijado el mecanismo cinemático.

20 Ejes XYZ: La descripción del dispositivo de la invención se realiza haciendo referencia a las direcciones XYZ. Las direcciones XYZ conforman un sistema de coordenadas cartesiano en tres dimensiones, donde el plano XY es paralelo a la base sobre la que se fija el mecanismo cinemático. En la posición natural del dispositivo, el eje Z coincidiría con la dirección vertical, mientras que las direcciones X e Y estarían
25 contenidas en un plano horizontal.

Par de rotación: Este término hace referencia a una articulación de rotación que tiene un único grado de libertad, es decir, una articulación plana que solo permite rotación
30 en un plano.

Junta universal: Este término hace referencia a una junta formada por dos ejes de rotación perpendiculares entre sí. Este tipo de junta es también conocida como “*junta cardan*”.

35 Par esférico: Este término hace referencia a una articulación de rotación que tiene tres

grados de libertad, es decir, una articulación esférica que permite rotación en cualquier dirección del espacio.

5 Par actuado/par pasivo: El término “*par actuado*” hace referencia a una articulación, que está motorizada o accionada a través de medios adecuados. Por el contrario, el término “*par pasivo*” hace referencia a una articulación no motorizada o accionada y que, por tanto, es una articulación loca.

10 **Primer aspecto: dispositivo para el diagnóstico y rehabilitación del equilibrio**

Un primer aspecto de la presente invención está dirigida a un dispositivo para el diagnóstico y rehabilitación del equilibrio que comprende una plataforma soportada por un mecanismo cinemático configurado para imprimir a la plataforma movimientos de rotación, movimientos de traslación, y movimientos combinados de rotación y traslación.

15 En principio, la plataforma puede tener cualquier forma siempre que permita el apoyo de al menos un pie del paciente para la realización de los ejercicios de equilibrio. Normalmente, se trata de una placa plana de forma esencialmente rectangular y con un tamaño adecuado para recibir el pie de un paciente. La plataforma tendrá una cara proximal a la que está fijado el mecanismo cinemático y una cara distal sobre la que se apoya el pie del paciente. Además, de acuerdo con una realización particularmente preferida de la invención, la cara distal de la plataforma puede comprender sensores configurados para determinar posición y fuerza de reacción cuando el pie del paciente se apoya sobre la misma. Como se ha mencionado con anterioridad en este documento, la información acerca de la posición y fuerza de reacción del pie del paciente es relevante para realizar el diagnóstico acerca de la capacidad de equilibrio del paciente.

Por otra parte, el mecanismo cinemático es el componente al cual se acopla la plataforma y que le imprime los movimientos de rotación y/o traslación. El mecanismo cinemático comprende cuatro cadenas cinemáticas: unas cadenas cinemáticas primera, segunda y tercera son iguales entre sí, mientras que una cuarta cadena cinemática es diferente de las anteriores.

Cada una de las cadenas cinemáticas primera, segunda y tercera comprende una barra proximal unida a una barra distal. La barra proximal es la más cercana al plano de base, mientras que la barra distal es la más cercana a la plataforma. Cada barra proximal está

contenida en un correspondiente plano paralelo a una dirección Z y a una dirección X. Como se ha mencionado anteriormente, se utiliza un eje de coordenadas cartesiano, de manera que la mencionada dirección X y una dirección Y perpendicular a la misma están contenidas en un plano XY de base que es perpendicular a dicha dirección Z. Cada una de las barras proximales de la primera, segunda y tercera cadenas cinemáticas está contenida en el plano correspondiente en todas las posiciones que adopta durante el movimiento de la plataforma.

Nótese que, aunque en esta descripción y en las figuras adjuntas el plano de base coincide con la base fija a la que se fija el mecanismo cinemático, esto no es requisito indispensable en la presente invención. La base fija podría no ser plana, estando cada cadena cinemática fijada a una distancia diferente de la plataforma. Para adaptar el dispositivo a esta configuración bastaría con modificar adecuadamente la longitud de las barras. Por ejemplo, en función de las circunstancias, la base fija podría estar inclinada con relación a la plataforma, o tener diferentes alturas.

Más particularmente, cada una de las cadenas cinemáticas primera, segunda y tercera comprende una barra proximal unida a una barra distal. Cada barra proximal comprende, en un extremo proximal configurado para su unión a la base fija, un par de rotación proximal actuado alrededor de un eje paralelo a la dirección Y y, en un extremo intermedio unido a la barra distal, un par esférico intermedio pasivo. A su vez, cada barra distal comprende, en su extremo distal unido a la cara proximal de la plataforma, un par esférico distal pasivo.

La cuarta cadena cinemática también comprende una barra proximal unida a una barra distal. Además, la cuarta cadena cinemática está contenida en un plano paralelo a los planos que contienen las barras proximales de las cadenas cinemáticas primera, segunda y tercera. Es decir, la cuarta cadena cinemática en su totalidad está contenida durante todos los movimientos de la plataforma en un plano XZ.

En este caso, sin embargo, la barra proximal comprende, en un extremo proximal configurado para su unión a la base fija, un par de rotación proximal actuado alrededor de un eje paralelo a la dirección Y y, en un extremo intermedio unido a la barra distal, un par de rotación intermedio pasivo alrededor de un eje paralelo a la dirección Y. A su vez, la barra distal comprende, en un extremo distal unido a la cara proximal de la plataforma, una junta universal que tiene un primer eje paralelo a la dirección Y. Como es conocido, el segundo eje de la junta universal será perpendicular al primer eje, de manera que estará contenido en el plano que contiene dicha cuarta cadena cinemática.

Gracias a esta configuración, el dispositivo de la presente invención permite una muy amplia variedad de movimientos de la plataforma, que puede desplazarse en la dirección del eje Z o X, girar alrededor de un eje paralelo al eje X o Y, o realizar una combinación de todos ellos

5

En principio, los planos que contienen la barra proximal de la primera cadena cinemática y la barra proximal de la tercera cadena cinemática pueden estar situados a diferentes distancias uno de otro. Sin embargo, en una realización particularmente preferida de la invención, un primer plano que contiene la barra proximal de la primera cadena cinemática y un tercer plano que contiene la barra proximal de la tercera cadena cinemática son coincidentes. Es decir, las barras proximales de ambas cadenas cinemáticas están contenidas en el mismo plano XZ.

10

En este caso, los planos que contienen respectivamente la barra proximal de la segunda cadena cinemática y la barra proximal de la cuarta cadena cinemática pueden estar situados a diferentes distancias con relación al plano que contiene las barras proximales de las cadenas cinemáticas primera y tercera. Sin embargo, según otra realización particularmente preferida de la invención, un segundo plano que contiene la barra proximal de la segunda cadena cinemática y un cuarto plano que contiene la cuarta cadena cinemática son equidistantes con relación al plano que contiene la primera y tercera cadenas cinemáticas. Además, dichos planos segundo y cuarto están situados en lados opuestos con relación al plano que contiene las cadenas cinemáticas primera y tercera.

15

20

Aún más preferentemente, una distancia entre el primer par esférico distal pasivo y una línea de unión entre la junta universal y el segundo par esférico distal pasivo es igual que una distancia entre el tercer par esférico distal pasivo y dicha línea de unión entre la junta universal y el segundo par esférico distal pasivo. Similarmente, una distancia entre el segundo par esférico distal pasivo y una línea de unión entre el primer par esférico distal pasivo y el tercer par esférico distal pasivo es preferentemente igual que una distancia entre la junta universal y dicha línea de unión entre el primer par esférico distal pasivo y el tercer par esférico distal pasivo.

25

30

La presente invención está dirigida también a una instalación para el diagnóstico y rehabilitación del equilibrio que comprende dos dispositivos como los descritos anteriormente, donde dichos dispositivos están ubicados uno junto al otro según la dirección Y. Esta configuración dota a la instalación de una gran flexibilidad, de manera que puede llevar a cabo una amplia variedad de movimientos para el diagnóstico o rehabilitación de la marcha de un

35

paciente con problemas de equilibrio. Algunos de estos movimientos se describen a continuación con relación al procedimiento de operación de esta instalación.

Segundo aspecto: procedimiento de operación de una instalación que comprende dos dispositivos

Un segundo aspecto de la presente invención está dirigido a un procedimiento de operación de una instalación como la mencionada anteriormente, es decir, una instalación que comprende dos dispositivos ubicados uno junto al otro según la dirección Y. Este procedimiento comprende accionar los respectivos mecanismos cinemáticos de los dos dispositivos para imprimir a las plataformas un movimiento coordinado.

Los movimientos coordinados de las plataformas pueden ser de muchos tipos, aunque se mencionan aquí de manera explícita cinco movimientos particularmente útiles para el diagnóstico y rehabilitación del equilibrio de un paciente:

a) En una primera realización particular, el procedimiento de operación comprende accionar los mecanismos cinemáticos de los dos dispositivos para imprimir a las plataformas un movimiento de rotación alrededor de un eje paralelo a la dirección X al mismo tiempo que se mantiene las caras distales de ambas plataformas contenidas en un mismo plano. Las plataformas rotan ambas en sincronía, de manera que se encuentran siempre una junto a la otra para proporcionar en la práctica una superficie distal única plana a lo largo de todo el movimiento.

b) En una segunda realización particular, el procedimiento de operación comprende accionar los mecanismos cinemáticos de los dos dispositivos para imprimir a las plataformas un movimiento de rotación alrededor de un eje paralelo a la dirección Y al mismo tiempo que se mantienen las caras distales de ambas plataformas contenidas en un mismo plano. Las plataformas rotan ambas en sincronía de manera que se encuentran siempre una junto a la otra para proporcionar en la práctica una superficie distal única plana a lo largo de todo el movimiento.

c) En una tercera realización particular, el procedimiento de operación comprende accionar los mecanismos cinemáticos de los dos dispositivos para imprimir a las plataformas movimientos alternativos de rotación alrededor de un eje paralelo a la dirección Y combinados con traslaciones según direcciones paralelas a la dirección X

y la dirección Z que simulan el movimiento de caminar. Las plataformas simulan un movimiento de caminar de una manera similar a una elíptica.

d) En una cuarta realización particular, el procedimiento de operación comprende accionar los mecanismos cinemáticos de los dos dispositivos para imprimir a las plataformas un movimiento de traslación alternativa en una dirección paralela a la dirección Z. Es decir, las plataformas se desplazan alternativamente en la dirección del eje Z, de tal forma que mientras una está subiendo la otra está bajando, llegando ambas al mismo tiempo a los respectivos puntos de cambio de sentido.

e) En una quinta realización particular, el procedimiento de operación comprende accionar los mecanismos cinemáticos de los dos dispositivos para imprimir a las plataformas un movimiento de traslación alternativa en una dirección paralela a la dirección X. Es decir, las plataformas se desplazan alternativamente en la dirección del eje X, de tal forma que mientras una está avanzando la otra está retrocediendo, llegando ambas al mismo tiempo a los respectivos puntos de cambio de sentido. Durante todo el movimiento alternativo, ambas plataformas están una junto a la otra a una misma altura según el eje Z.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Fig. 1 muestra una vista en perspectiva de un ejemplo de dispositivo de acuerdo con la presente invención.

La Fig. 2 muestra otra vista en perspectiva del dispositivo de la presente invención con la plataforma traslúcida.

La Fig. 3 muestra otra vista en perspectiva del dispositivo de la presente invención sin la plataforma.

Las Figs. 4a-4c muestran una primera secuencia de movimientos de una instalación formada por dos dispositivos según la presente invención.

Las Figs. 5a-5c muestran una segunda secuencia de movimientos de una instalación formada por dos dispositivos según la presente invención.

Las Figs. 6a-6c muestran una tercera secuencia de movimientos de una instalación formada por dos dispositivos según la presente invención.

Las Figs. 7a-7c muestran una cuarta secuencia de movimientos de una instalación formada por dos dispositivos según la presente invención.

Las Figs. 8a-8e muestran una quinta secuencia de movimientos de una instalación formada por dos dispositivos según la presente invención.

10 REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

Se describe a continuación un ejemplo particular de la presente invención haciendo referencia a las figuras adjuntas.

La Fig. 1 muestra un ejemplo de dispositivo (1) según la presente invención que comprende un mecanismo cinemático (3) que soporta una plataforma (2). Como se puede apreciar, el dispositivo (1) está aquí dispuesto en su posición natural para el diagnóstico y rehabilitación de las funciones de equilibrio en condiciones de bipedestación y en marcha de un paciente. Es decir, el mecanismo cinemático (3) se apoya sobre una base fija (B) que, en este ejemplo concreto, consiste fundamentalmente en una superficie plana horizontal. La plataforma (2), a su vez, está fijada sobre dicho mecanismo cinemático (3).

En este contexto, se considera un sistema tridimensional de coordenadas cartesianas donde la base fija (B) es coincidente con el plano XY y la dirección vertical es paralela al eje Z. Es decir, la dirección proximal-distal coincide con la dirección vertical, estando situado el lado proximal abajo y el lado distal arriba.

La plataforma (2) es fundamentalmente una placa rectangular plana que tiene una cara proximal (2p) o inferior y una cara distal (2d) o superior. Durante la realización de un ejercicio de diagnóstico y rehabilitación del equilibrio y de la marcha, el paciente apoyará su pie sobre la cara distal (2d) de esta plataforma (2). Esta cara distal (2d) puede disponer además de sensores de fuerza de reacción y de sensores de posición que permitirán obtener información útil para conocer con detalle los movimientos del paciente.

Como se aprecia con mayor detalle en las Figs. 2 y 3, el mecanismo cinemático (3) comprende cuatro cadenas cinemáticas (31, 32, 33, 34) que están contenidas en planos verticales (π_{31} ,

π_{32} , π_{33} , π_{34}) paralelos al eje X. A continuación, se define cada una de las cadenas cinemáticas (31, 32, 33, 34) con mayor detalle.

Una primera cadena cinemática (31) comprende una primera barra proximal (BP_{31}) y una primera barra distal (BD_{31}) conectadas entre sí, estando la barra proximal (BP_{31}) contenida en un primer plano (π_{31}) vertical y paralelo al eje X. Un extremo proximal de la primera barra proximal (BP_{31}) está unido a la base fija (B) sobre la que se dispone el dispositivo (1) a través de un primer par de rotación proximal actuado ($PRPA_{31}$) de eje de rotación (E_{PRP31}) paralelo al eje Y. Un extremo intermedio de la primera barra proximal (BP_{31}) está unido a un extremo intermedio de la primera barra distal (BD_{31}) a través de un primer par esférico intermedio pasivo (PEI_{31}). Un extremo distal de la primera barra distal (BD_{31}) está unido a la cara proximal (2p) de la plataforma (2) a través de un primer par esférico distal pasivo (PED_{31}).

Una segunda cadena cinemática (32) comprende una segunda barra proximal (BP_{32}) y una segunda barra distal (BD_{32}) conectadas entre sí, estando la barra proximal (BP_{32}) contenida en un segundo plano (π_{32}) vertical y paralelo al eje X. El primer plano (π_{31}) y el segundo plano (π_{32}) están separados una distancia (d). Un extremo proximal de la segunda barra proximal (BP_{32}) está unido a la base fija (B) sobre la que se dispone el dispositivo (1) a través de un segundo par de rotación proximal actuado ($PRPA_{32}$) de eje de rotación (E_{PRP32}) paralelo al eje Y. Un extremo intermedio de la segunda barra proximal (BP_{32}) está unido a un extremo intermedio de la segunda barra distal (BD_{32}) a través de un segundo par esférico intermedio pasivo (PEI_{32}). Un extremo distal de la segunda barra distal (BD_{32}) está unido a la cara proximal (2p) de la plataforma (2) a través de un segundo par esférico distal pasivo (PED_{32}).

Una tercera cadena cinemática (33) comprende una tercera barra proximal (BP_{33}) y una tercera barra distal (BD_{33}) conectadas entre sí, estando la barra proximal (BP_{33}) contenida en un tercer plano (π_{33}) vertical y paralelo al eje X. En este ejemplo concreto, el tercer plano (π_{33}) coincide con el primer plano (π_{31}), de manera que ambos están separados una distancia (d) del segundo plano (π_{32}). Un extremo proximal de la tercera barra proximal (BP_{33}) está unido a la base fija (B) sobre la que se dispone el dispositivo (1) a través de un tercer par de rotación proximal actuado ($PRPA_{33}$) de eje de rotación (E_{PRP33}) paralelo al eje Y. Un extremo intermedio de la tercera barra proximal (BP_{33}) está unido a un extremo intermedio de la tercera barra distal (BD_{33}) a través de un tercer par esférico intermedio pasivo (PEI_{33}). Un extremo distal de la tercera barra distal (BD_{33}) está unido a la cara proximal (2p) de la plataforma (2) a través de un tercer par esférico distal pasivo (PED_{33}).

- Una cuarta cadena cinemática (34) está contenida en un cuarto plano (π_{34}) vertical y paralelo al eje X. El cuarto plano (π_{34}) está situado a una distancia (d) del primer/tercer plano (π_{31} , π_{33}), en el lado opuesto del mismo con relación al segundo plano (π_{32}). La cuarta cadena cinemática (34) comprende una cuarta barra proximal (BP_{34}) y una cuarta barra distal (BD_{34}) conectadas entre sí. Un extremo proximal de la cuarta barra proximal (BP_{34}) está unido a la base fija (B) sobre la que se dispone el dispositivo (1) a través de un cuarto par de rotación proximal actuado ($PRPA_{34}$) de eje de rotación (E_{PRP34}) paralelo al eje Y. Un extremo intermedio de la cuarta barra proximal (BP_{34}) está unido a un extremo intermedio de la cuarta barra distal (BD_{34}) a través de un par de rotación intermedio pasivo (PRI_{34}) de eje de rotación (E_{PRI34}) paralelo al eje Y. Un extremo distal de la cuarta barra distal (BD_{34}) está unido a la cara proximal (2p) de la plataforma (2) a través de una junta universal (JU_{34}) que tiene un primer eje de rotación (E_{JU34}) paralelo al eje Y. Un segundo eje de rotación de la junta universal (JU_{34}) estará contenido en el cuarto plano (π_{34}).
- Como se puede apreciar, en este ejemplo concreto, el segundo plano (π_{32}) y el cuarto plano (π_{34}) están separados del plano primero/tercero (π_{31} , π_{33}) una misma distancia (d). Asimismo, el tercer par esférico distal (PED_{33}) y el primer par esférico distal (PED_{31}) están ambos separados de una línea imaginaria que une la junta universal (JU_{34}) y el segundo par esférico distal (PED_{32}) también la misma distancia (d). Nótese que, si bien esta disposición simétrica de las cadenas cinemáticas (31, 32, 33, 34) es ventajosa porque facilita el control del dispositivo (1), no constituye un requisito imprescindible en la presente invención, de manera que las cadenas cinemáticas (31, 32, 33, 34) podrían estar ubicadas en otras posiciones. El único requisito indispensable en este contexto es el hecho de que las barras proximales (BP_{31} , BP_{32} , BP_{33} , BP_{34}) de todas las cadenas cinemáticas (31, 32, 33, 34) estén contenidas en planos verticales paralelos.

En este ejemplo, el esquema cinemático representado incluye algunos elementos adicionales que, de manera no limitante, se describen a continuación. En la cara proximal (2p) de la plataforma (2) se han dispuesto dos barras adicionales (BA_1 , BA_2) cruzadas que conectan los extremos distales de cada una de las cadenas cinemáticas (31, 32, 33, 34) dos a dos. En concreto, una primera barra adicional (BA_1) está fijada a la cara proximal (2p) de la plataforma (2) orientada según el eje Y para conectar la junta universal (JU_{34}) y el segundo par esférico distal (PED_{32}), mientras que la segunda barra adicional (BA_2) está fijada a la cara proximal (2p) de la plataforma orientada según el eje X para conectar el primer par esférico distal (PED_{31}) y el tercer par esférico distal (PED_{33}). En cualquier caso, las barras adicionales (BA_1 , BA_2) no son imprescindibles en la invención, ya que la fijación del extremo distal de cada

cadena cinemática (31, 32, 33, 34) a la cara proximal (2p) de la plataforma (2) normalmente se realizará directamente utilizando medios de fijación adecuados.

Definida ya completamente la estructura de un dispositivo (1) según la presente invención, se describen a continuación algunos ejemplos de secuencias de movimientos de una instalación (10) para el diagnóstico y rehabilitación del equilibrio formada por dos dispositivos (1) de este tipo. Como se ha mencionado anteriormente en este documento, la instalación (10) está formada por dos dispositivos (1) dispuestos uno junto al otro a lo largo de una dirección paralela al eje Y. Como se puede apreciar en cualquiera de las Figs. 4-8, los dos dispositivos (1) están ubicados de manera que un borde derecho de la plataforma (2) del dispositivo (1) situado a la izquierda y un borde izquierdo de la plataforma (2) del dispositivo (1) situado a la derecha son paralelos y adyacentes entre sí. Por ejemplo, teniendo en cuenta las dimensiones habituales de este tipo de dispositivos (1), la distancia entre ambas plataformas (2) podría ser de entre 0,5 cm y 5 cm.

Las Figs. 4a-4c muestran un primer ejemplo de una secuencia de movimientos que puede llevar a cabo la instalación (10). En este primer ejemplo, las plataformas (2) rotan ambas al unísono con relación a un mismo eje (E_1) paralelo al eje X. Las dos plataformas (2) están situadas siempre una junto a otra en el mismo plano para proporcionar en la práctica una superficie distal única plana a lo largo de todo el movimiento. En este ejemplo, como se aprecia en las figuras, el eje de rotación (E_1) está situado en el mismo plano que las plataformas (2) en un punto intermedio entre ambas. Se trata, por tanto, de un movimiento de rotación pura. La Fig. 4a muestra un momento de la rotación en que ambas plataformas (2) están contenidas en un plano horizontal. La Fig. 4b muestra un momento en que ambas plataformas (2) están inclinadas un ángulo máximo hacia un lado del movimiento. La Fig. 4c muestra un momento en que ambas plataformas (2) están inclinadas el mismo ángulo máximo hacia el lado opuesto del movimiento.

Las Figs. 5a-5c muestran un segundo ejemplo de una secuencia de movimientos que puede llevar a cabo la instalación (10). En este segundo ejemplo, las plataformas (2) rotan ambas al unísono con relación a un mismo eje (E_2) paralelo al eje Y. Las dos plataformas (2) están situadas siempre una junto a otra en el mismo plano para proporcionar en la práctica una superficie distal única plana a lo largo de todo el movimiento. En este ejemplo, como se aprecia en las figuras, el eje de rotación (E_2) pasa por un punto medio de las plataformas (2) según la dirección del eje X. Se trata, por tanto, de otro movimiento de rotación pura. La Fig. 5a muestra un momento de la rotación en que ambas plataformas (2) están contenidas en un

plano horizontal. La Fig. 5b muestra un momento en que ambas plataformas (2) están inclinadas un ángulo máximo hacia un lado del movimiento. La Fig. 5c muestra un momento en que ambas plataformas (2) están inclinadas el mismo ángulo máximo hacia el lado opuesto del movimiento.

5

Las Figs. 6a-6c muestran un tercer ejemplo de una secuencia de movimientos que puede llevar a cabo la instalación (10) mencionada. En este tercer ejemplo, las plataformas (2) sufren una combinación de desplazamientos según los ejes X y Z combinados con rotaciones alrededor de ejes paralelos al eje Y que simulan el movimiento de caminar. Se trata de una
 10 secuencia de movimientos similar al que desarrollan las conocidas máquinas de ejercicio conocidas como “elípticas”. Este nombre se debe a que cada uno de los puntos de cada plataforma (2) sigue una trayectoria elíptica contenida en el plano vertical correspondiente. Por ejemplo, las Figs. 6a-6c muestran de manera gráfica la trayectoria recorrida por dos esquinas de cada plataforma (2). Si se tiene en cuenta la plataforma (2) situada en primer
 15 plano, se aprecia con claridad la trayectoria seguida por su esquina posterior izquierda (ubicada a la derecha en las figuras), que es una elipse contenida en el segundo plano (π_{32}) de ese dispositivo (1).

Las Figs. 7a-7c muestran un cuarto ejemplo de una secuencia de movimientos que puede
 20 llevar a cabo la instalación (10) mencionada. En este cuarto ejemplo, las plataformas (2) se desplazan alternativamente hacia arriba y hacia abajo en la dirección del eje Z, de manera que mientras una está subiendo la otra está bajando, llegando ambas al mismo tiempo a los respectivos puntos de cambio de sentido. Se trata, por tanto, de un movimiento de traslación vertical pura. La Fig. 7a muestra un momento en que una plataforma (2) que sube y una
 25 plataforma (2) que baja se cruzan en un punto intermedio de sus recorridos. La Fig. 7b muestra ambas plataformas (2) en sus puntos de cambio de sentido, es decir, la plataforma (2) situada en primer plano ha llegado a su punto más alto y la plataforma (2) situada en el fondo ha llegado a su punto más bajo. La Fig. 7c muestra la situación opuesta, con la plataforma (2) situada en primer plano en su punto más bajo y la plataforma (2) situada en el fondo en su
 30 punto más alto.

Las Figs. 8a-8c muestran un quinto ejemplo de una secuencia de movimientos que puede llevar a cabo la instalación (10) mencionada. En este quinto ejemplo, las plataformas (2) se desplazan alternativamente hacia adelante y hacia atrás en la dirección del eje X, de manera
 35 que mientras una avanza la otra retrocede, llegando ambas al mismo tiempo a los respectivos puntos de cambio de sentido. Durante todo el movimiento ambas plataformas (2) se

encuentran a la misma altura, es decir, están contenidas en el mismo plano XY. Se trata, por tanto, de un movimiento de traslación horizontal pura. La Fig. 8a muestra un momento en que una plataforma (2) que avanza y una plataforma (2) que retrocede se cruzan en un punto intermedio de sus recorridos. La Fig. 8b muestra ambas plataformas (2) en sus puntos de cambio de sentido, es decir, la plataforma (2) situada en primer plano ha llegado a su punto más retrasado y la plataforma (2) situada en el fondo ha llegado a su punto más adelantado. La Fig. 8c muestra la situación opuesta, con la plataforma (2) situada en primer plano en su punto más adelantado y la plataforma (2) situada en el fondo en su punto más retrasado.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (1) para el diagnóstico y rehabilitación del equilibrio, que comprende una plataforma (2) soportada por un mecanismo (3) cinemático configurado para imprimir a la
 5 plataforma (2) movimientos de rotación, movimientos de traslación, y movimientos combinados de rotación y traslación,

caracterizado porque el mecanismo (3) cinemático comprende unas cadenas cinemáticas primera, segunda y tercera (31, 32, 33) iguales entre sí y una cuarta cadena cinemática (34),
 donde:

10 - cada una de las cadenas cinemáticas primera, segunda y tercera (31, 32, 33) comprende una barra proximal (BP_{31} , BP_{32} , BP_{33}) unida a una barra distal (BD_{31} , BD_{32} , BD_{33}),

donde cada barra proximal (BP_{31} , BP_{32} , BP_{33}) está contenida en un correspondiente plano (π_{31} , π_{32} , π_{33}) paralelo a una dirección Z y a una dirección X, donde dicha dirección
 15 X y una dirección Y perpendicular a la misma están contenidas en un plano XY de base perpendicular a dicha dirección Z,

donde cada barra proximal (BP_{31} , BP_{32} , BP_{33}) comprende, en un extremo proximal configurado para su unión a una base fija (B), un par de rotación proximal actuado ($PRPA_{31}$, $PRPA_{32}$, $PRPA_{33}$) alrededor de un eje ($EPRP_{31}$, $EPRP_{32}$, $EPRP_{33}$) paralelo a
 20 la dirección Y y, en un extremo intermedio unido a la barra distal (BD_{31} , BD_{32} , BD_{33}), un par esférico intermedio pasivo (PEI_{31} , PEI_{32} , PEI_{33}), y

donde cada barra distal (BD_{31} , BD_{32} , BD_{33}) comprende, en su extremo distal unido a una cara proximal (2p) de la plataforma (2), un par esférico distal pasivo (PED_{31} , PED_{32} , PED_{33}); y

25 - la cuarta cadena cinemática (34) comprende una barra proximal (BP_{34}) unida a una barra distal (BD_{34}), estando la cuarta cadena cinemática (34) contenida en un plano (π_{34}) paralelo a los planos (π_{31} , π_{32} , π_{33}),

donde la barra proximal (BP_{34}) comprende, en un extremo proximal configurado para su unión a la base fija, un par de rotación proximal actuado ($PRPA_{34}$) alrededor de
 30 un eje ($EPRP_{34}$) paralelo a la dirección Y y, en un extremo intermedio unido a la barra distal (BD_{34}), un par de rotación intermedio pasivo (PRI_{34}) alrededor de un eje (EPR_{34}) paralelo a la dirección Y, y

donde la barra distal (BD_{34}) comprende, en un extremo distal unido a la cara proximal (2p) de la plataforma (2), una junta universal (JU_{34}) que tiene un primer eje
 35 ($E_{JU_{34}}$) paralelo a la dirección Y.

2. Dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 1, donde un primer plano (π_{31}) que contiene la barra proximal (BP_{31}) de la primera cadena cinemática (31) y un tercer plano (π_{33}) que contiene la barra proximal (BP_{33}) de la tercera cadena cinemática (33) son coincidentes.
- 5 3. Dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 2, donde un segundo plano (π_{32}) que contiene la barra proximal (BP_{32}) de la segunda cadena cinemática (32) y un cuarto plano (π_{34}) que contiene la cuarta cadena cinemática (34) son equidistantes con relación al plano (π_{31} , π_{33}) que contiene las barras proximales primera y tercera (BP_{31} , BP_{33}) de las cadenas cinemáticas primera y tercera (31, 33), y dichos segundo y cuarto planos (π_{32} , π_{34}) están
10 situados en lados opuestos con relación a dicho plano (π_{31} , π_{33}).
4. Dispositivo (1) de acuerdo con la reivindicación 3, donde una distancia entre el primer par esférico distal pasivo (PED_{31}) y una línea de unión entre la junta universal (JU_{34}) y el segundo par esférico distal pasivo (PED_{32}) es igual que una distancia entre el tercer par
15 esférico distal pasivo (PED_{33}) y dicha línea de unión entre la junta universal (JU_{34}) y el segundo par esférico distal pasivo (PED_{32}).
5. Dispositivo (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3-4, donde una distancia entre el segundo par esférico distal pasivo (PED_{32}) y una línea de unión entre el
20 primer par esférico distal pasivo (PED_{31}) y el tercer par esférico distal pasivo (PED_{33}) es igual que una distancia entre la junta universal (JU_{34}) y dicha línea de unión entre el primer par esférico distal pasivo (PED_{31}) y el tercer par esférico distal pasivo (PED_{33}).
6. Dispositivo (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde
25 una cara distal (2d) de la plataforma (2) comprende sensores configurados para determinar posición y fuerza de reacción cuando un pie del paciente se apoya sobre dicha cara distal (2d) de la plataforma (2).
7. Instalación (10) para el diagnóstico y rehabilitación del equilibrio que comprende dos
30 dispositivos (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde dichos dispositivos (1) están ubicados uno junto al otro según la dirección Y.
8. Procedimiento de operación de una instalación (1) según la reivindicación 7, que comprende accionar los respectivos mecanismos cinemáticos (3) de los dos dispositivos (1)
35 para imprimir a las plataformas (2) un movimiento coordinado.
9. Procedimiento de operación de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende accionar los mecanismos cinemáticos (3) de los dos dispositivos (1) para imprimir a las

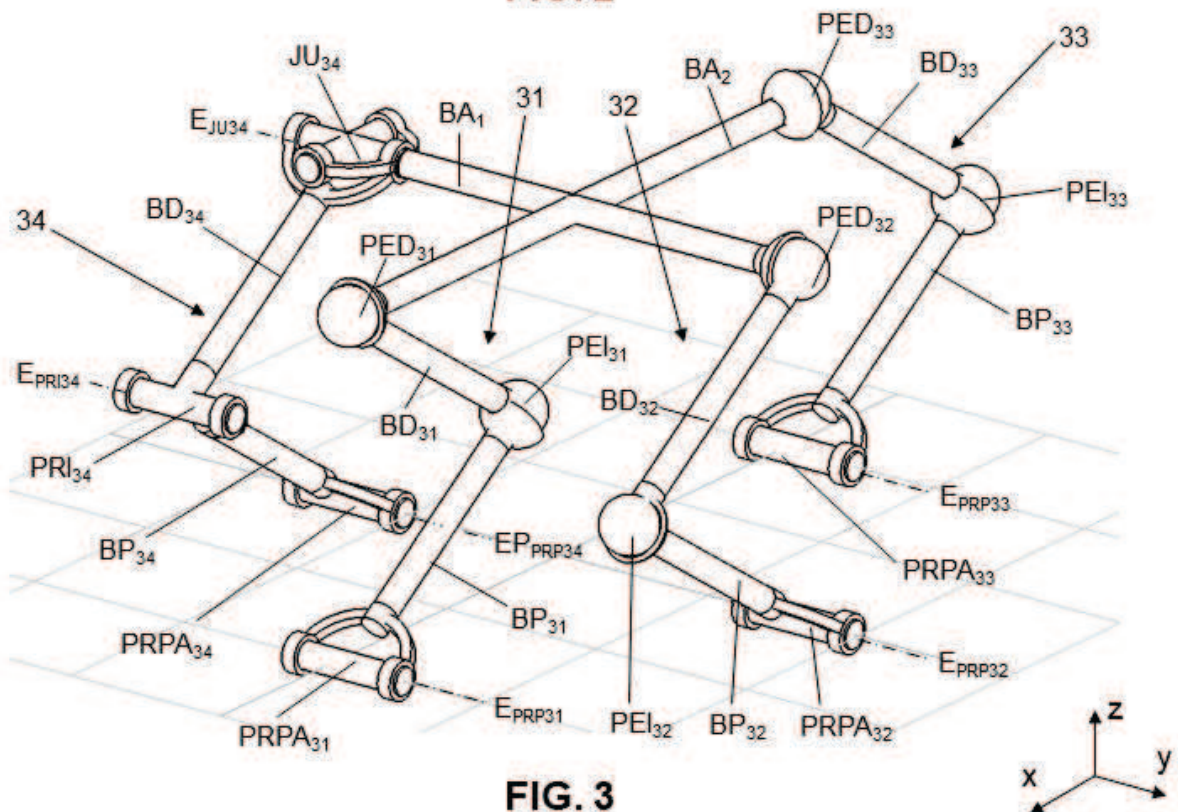
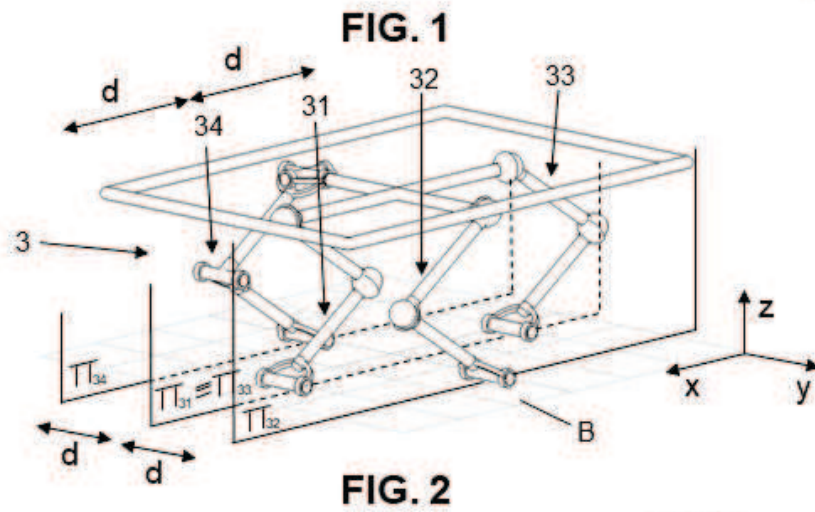
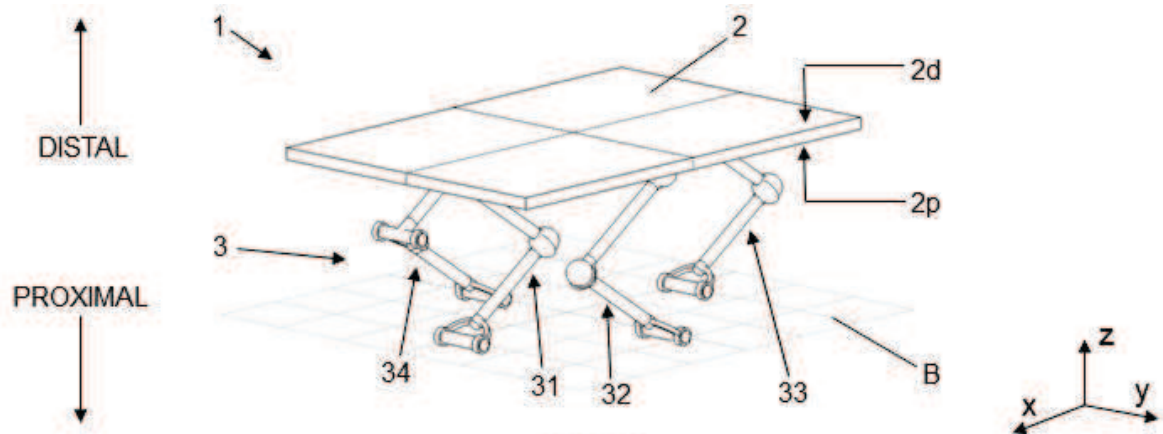
plataformas (2) un movimiento de rotación alrededor de un eje paralelo a la dirección X al mismo tiempo que se mantiene las caras distales (2d) de ambas plataformas (2) contenidas en un mismo plano.

5 10. Procedimiento de operación de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende accionar los mecanismos cinemáticos (3) de los dos dispositivos (1) para imprimir a las plataformas (2) un movimiento de rotación alrededor de un eje paralelo a la dirección Y al mismo tiempo que se mantiene las caras distales (2d) de ambas plataformas (2) contenidas en un mismo plano.

10 11. Procedimiento de operación de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende accionar los mecanismos cinemáticos (3) de los dos dispositivos (1) para imprimir a las plataformas (2) movimientos alternativos de rotación alrededor de un eje paralelo a la segunda dirección (Y) combinados con traslaciones según direcciones paralelas a la dirección X y la
15 dirección Z que simulan el movimiento de caminar.

12. Procedimiento de operación de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende accionar los mecanismos cinemáticos (3) de los dos dispositivos (1) para imprimir a las plataformas (2) un movimiento de traslación alternativa en una dirección paralela a la dirección
20 Z.

13. Procedimiento de operación de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende accionar los mecanismos cinemáticos (3) de los dos dispositivos (1) para imprimir a las plataformas (2) un movimiento de traslación alternativa en una dirección paralela a la dirección
25 X.



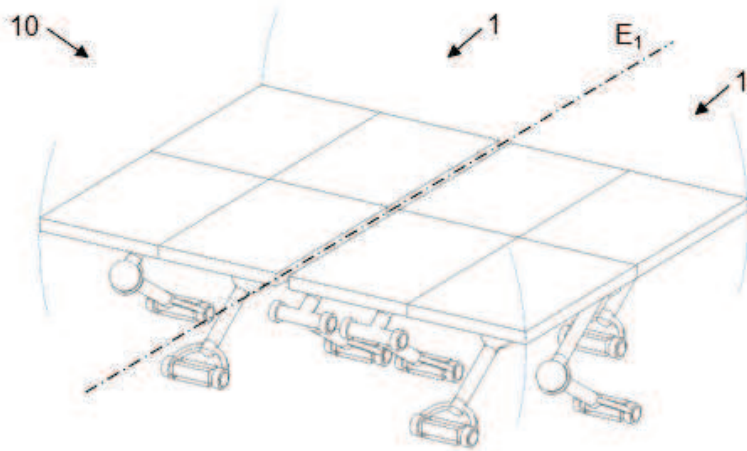


FIG. 4a

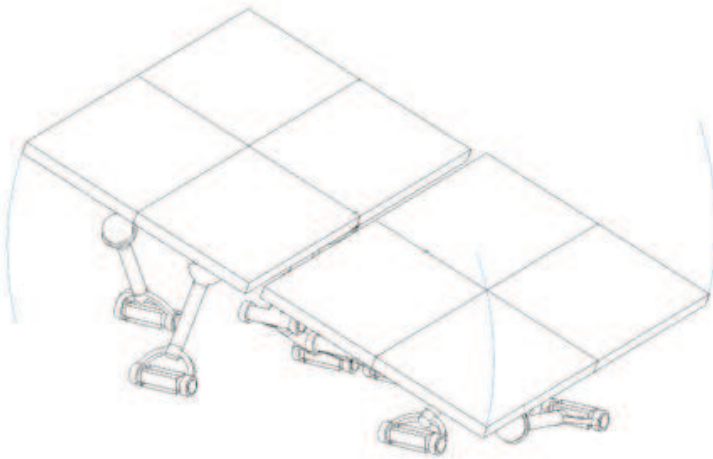


FIG. 4b

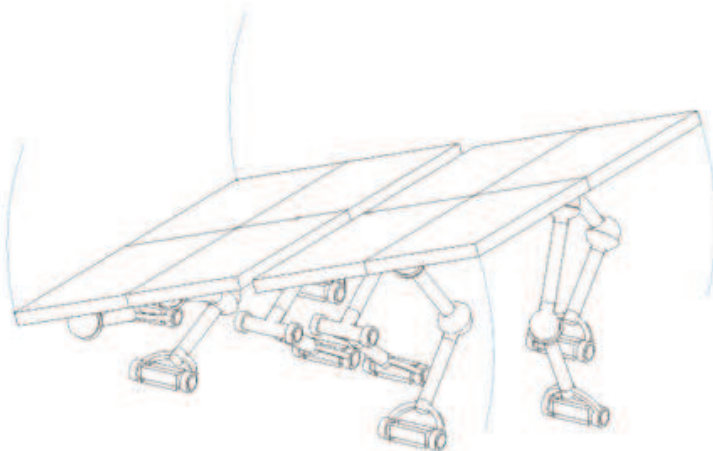
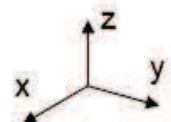


FIG. 4c



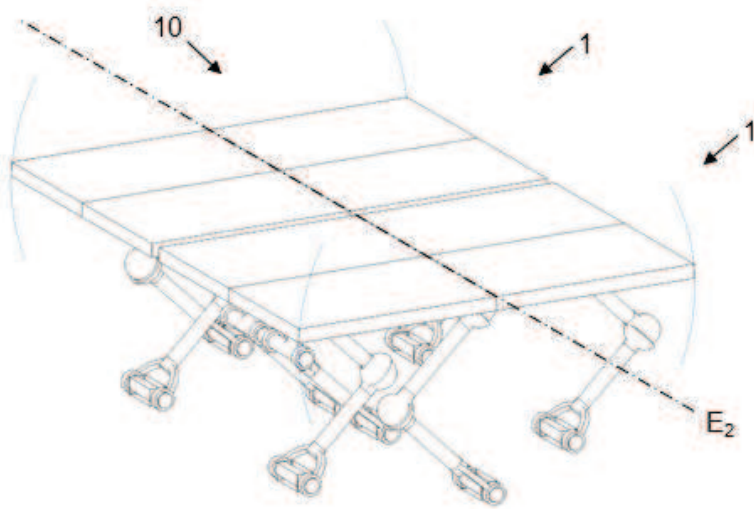


FIG. 5a

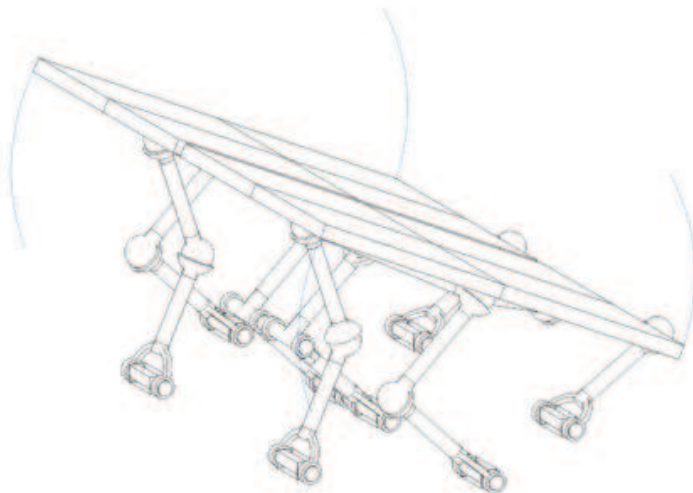


FIG. 5b

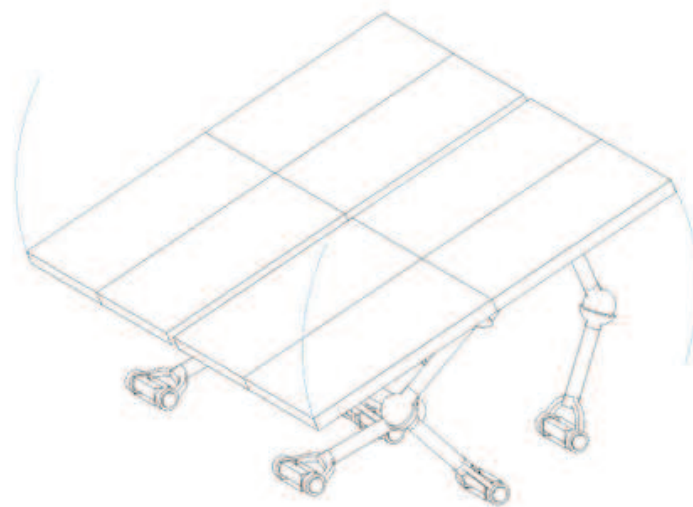
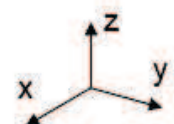


FIG. 5c



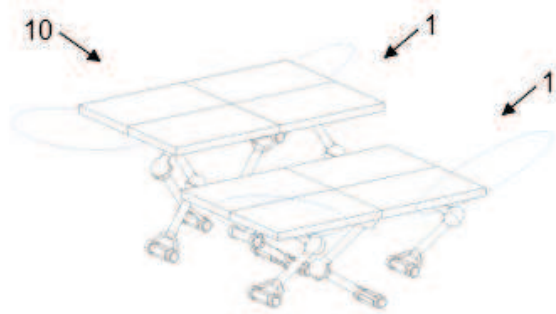


FIG. 6a

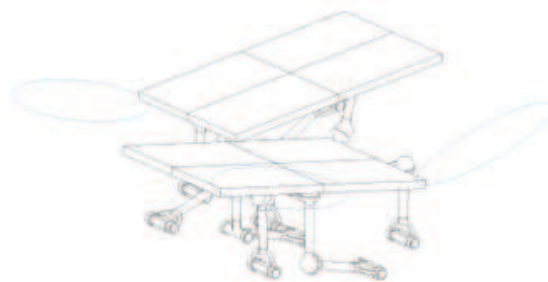


FIG. 6b

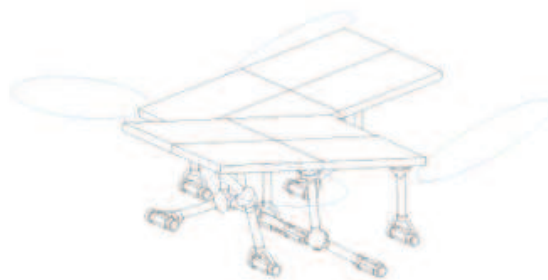


FIG. 6c

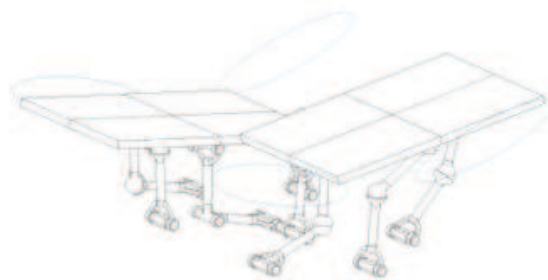
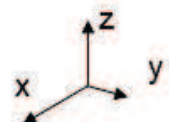


FIG. 6d



FIG. 6e



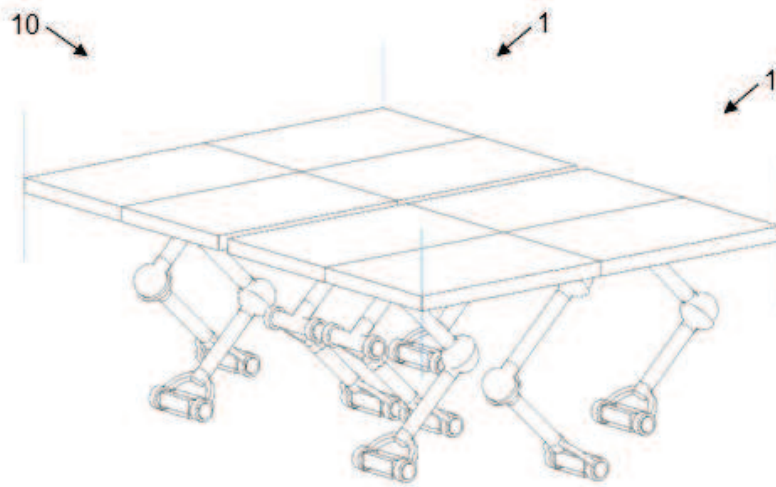


FIG. 7a

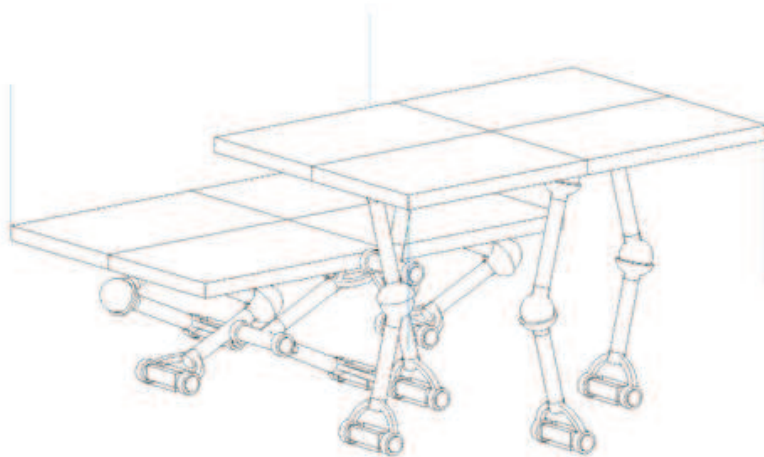
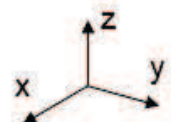


FIG. 7b



FIG. 7c



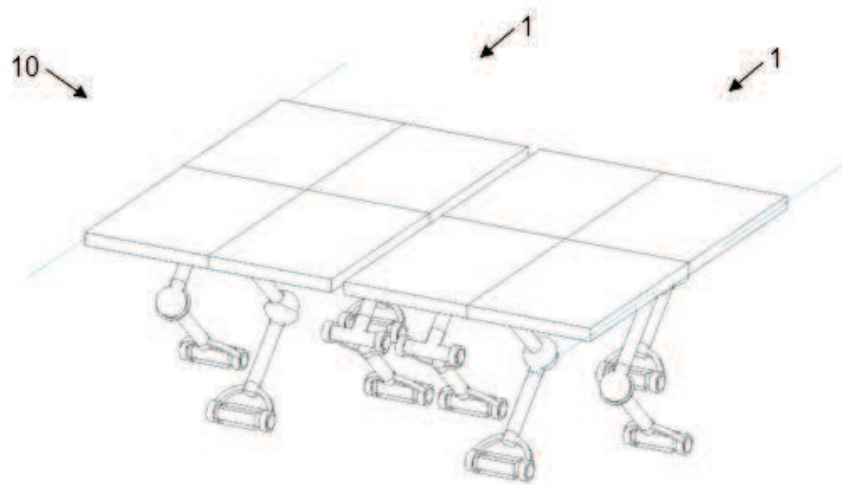


FIG. 8a

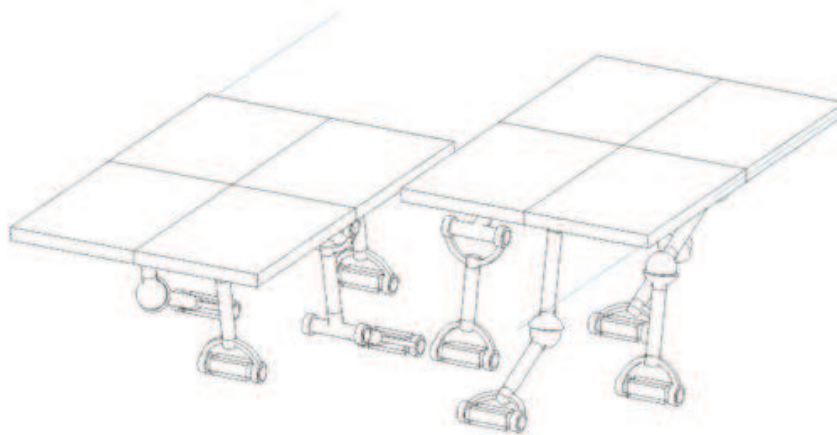


FIG. 8b

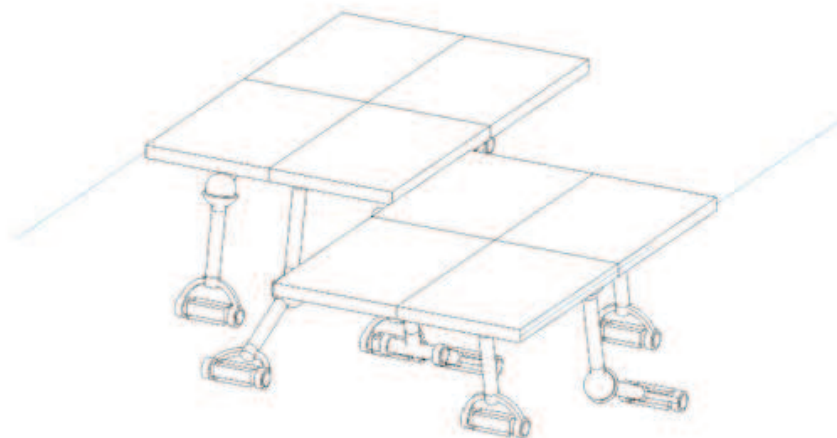
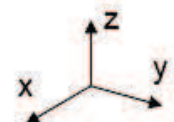


FIG. 8c





- ②① N.º solicitud: 202330119
②② Fecha de presentación de la solicitud: 16.02.2023
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	CN 115556075 A (UNIV ZHEJIANG SCIENCE & TECH) 03/01/2023, Tercer modelo y figuras.	1-5
Y	WO 2020171830 A1 (MAGDIRILA MICHAEL) 27/08/2020, Página 8 línea 27 a página 9 línea 2. Figuras 4A a 6B.	6-13
X	CN 106112979 A (UNIV YANSHAN) 16/11/2016, Resumen y figura1	1-5
Y	CN 103083157 A (UNIV JIANGSU) 08/05/2013, Resumen y figura 1	6-13
X	CN 105291091 A (UNIV SHANDONG TECHNOLOGY) 03/02/2016, Resumen y figura 1.	1-5
Y	KR 100841177B B1 (IND ACADEMIC COOP) 24/06/2008, Resumen y figura 1.	6-13
A	CN 111450493 A (SUN CHUNFAN) 28/07/2020, Reivindicación 1 y figuras.	1-10
A	CN 114376862 A (SHANDONG SCIENCE AND TECHNOLOGY UNIV) 22/04/2022, Resumen y figuras.	1
A	CN 101292935 A (UNIV HEBEI TECHNOLOGY) 29/10/2008, Resumen y figuras 1 y 2.	1
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 02.08.2023	Examinador M. A. Martín Moronta	Página 1/2

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

A61H1/02 (2006.01)

A63B23/08 (2006.01)

B25J9/00 (2006.01)

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

A61H, A63B, B25J

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

INVENES, EPODOC