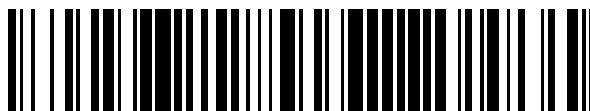


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 782 377**

51 Int. Cl.:

**A63B 22/00** (2006.01)  
**A63B 69/00** (2006.01)  
**A63B 24/00** (2006.01)  
**A63B 22/06** (2006.01)  
**A63B 21/00** (2006.01)  
**A63B 21/22** (2006.01)  
**A63B 21/005** (2006.01)  
**A61H 3/00** (2006.01)  
**A61H 1/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.10.2010 PCT/US2010/051711**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **21.04.2011 WO11046789**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.10.2010 E 10823850 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2020 EP 2488260**

54 Título: **Máquina de rehabilitación y ejercicio mejorada**

30 Prioridad:

**12.10.2009 US 250718 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**14.09.2020**

73 Titular/es:

**MADONNA REHABILITATION HOSPITAL (50.0%)**  
**5401 South Street**  
**Lincoln, NE 68506, US y**  
**BOARD OF REGENTS OF THE UNIVERSITY OF**  
**NEBRASKA (50.0%)**

72 Inventor/es:

**BURNFIELD, JUDITH, M.;**  
**SHU, YU;**  
**TAYLOR, ADAM;**  
**BUSTER, THAD y**  
**NELSON, CARL, A.**

74 Agente/Representante:

**TEMIÑO CENICEROS, Ignacio**

ES 2 782 377 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Máquina de rehabilitación y ejercicio mejorada

**5 Referencia cruzada con solicitudes relacionadas**

Esta solicitud reivindica prioridad respecto a y el beneficio de la solicitud de los Estados Unidos N.º 61/250718, presentada el 12 de octubre de 2009.

**10 INVESTIGACIÓN O DESARROLLO PATROCINADO POR EL GOBIERNO FEDERAL**

Esta invención fue realizada con el apoyo gubernamental con fondos de la subvención N.º H133G070209 otorgada por el Instituto Nacional de Investigación sobre Discapacidad y Rehabilitación (NIDRR). El Gobierno tiene determinados derechos en esta invención.

**15 Campo de la invención**

La presente invención se refiere a una máquina de rehabilitación y ejercicio mejorada, y más particularmente a una máquina de rehabilitación y ejercicio que permite a una persona con limitaciones físicas, discapacidades, o afecciones crónicas para usar la máquina con el fin de rehabilitar sus músculos, mejorar la flexibilidad de las articulaciones, y potenciar la salud cardiovascular.

**Antecedentes**

25 Aproximadamente 53 millones de personas que viven en los Estados Unidos tienen alguna forma de afección crónica o discapacidad, de las cuales se estima que 15 millones de adultos experimentan dificultades para caminar. En el pasado se han desarrollado numerosas terapias innovadoras para ayudar a las personas a volver a aprender a caminar, moverse y mejorar su salud en general. A este respecto, se desarrolló un entrenamiento en cinta con apoyo del peso corporal (BWSTT), que implica que los pacientes caminen en una cinta con su peso corporal parcialmente soportado por un arnés corporal para reducir la carga que cada pierna ha de soportar al caminar. El grado de soporte del arnés se reduce progresivamente a medida que mejora la fuerza y el control del movimiento. Esta técnica ha dado lugar a mejoras en el caminar, de modo que los resultados de los pacientes superan los beneficios derivados de la terapia convencional.

35 El BWSTT, sin embargo, no está disponible en muchos entornos debido a los costos asociados con el uso de dos a tres terapeutas o clínicos y/o preparadores físicos para guiar los movimientos de las piernas y el tronco durante las sesiones de entrenamiento. De manera adicional, para los clínicos la asistencia puede ser muy difícil desde el punto físico y supone un riesgo de lesión. Como resultado, las instalaciones y los clínicos a menudo se conforman con la terapia tradicional de entrenamiento de marcha sobre el suelo, evitando, por ende, que muchos pacientes usen una intervención prometedora.

45 Recientemente, los dispositivos mecanizados de reentrenamiento de la marcha (incluyendo robots) han surgido en parte para abordar los desafíos asociados con el BWSTT; sin embargo, estos dispositivos se usan principalmente en instalaciones afiliadas a la investigación y en las grandes áreas metropolitanas. El gasto de los dispositivos (aproximadamente de 100.000 \$ a 275.000 \$) limita que muchas clínicas, hospitales y/o centros médicos adquieran los dispositivos. Por ende, los individuos que reciben atención en áreas más rurales suelen carecer de acceso a una tecnología de rehabilitación adecuada.

50 Las personas con discapacidades y afecciones médicas crónicas corren un mayor riesgo de desarrollar problemas médicos adicionales que las personas sin discapacidades, en parte debido a la incapacidad de hacer ejercicio a niveles suficientemente difíciles. A pesar de la gran cantidad de centros de salud y gimnasios disponibles en la mayoría de las ciudades, muchas personas con limitaciones de actividad no pueden usar estas instalaciones. Los factores comunes para la no utilización de las instalaciones disponibles son el equipo inaccesible y la falta de experiencia del personal en cómo desarrollar e implementar de manera segura un programa de acondicionamiento físico para personas con afecciones médicas crónicas. La falta de equipo utilizable es lamentable puesto que la participación en niveles moderados de ejercicio sostenido ayuda a evitar o retrasar la aparición de otras afecciones crónicas. De manera adicional, el ejercicio evita o reduce más deterioros funcionales asociados con el desuso y la inactividad. Un ejemplo de equipo inadecuado es la máquina elíptica de entrenamiento (también llamada máquina de entrenamiento combinado). Estas máquinas elípticas de entrenamiento guían los pies a lo largo de una curva de forma generalmente elíptica para simular los movimientos durante el caminar, el trotar y el subir. Numerosas máquinas elípticas de entrenamiento han sido desveladas en la literatura de patentes. Rogers, Jr. en las patentes de Estados Unidos N.º 5.527.246, 5.529.555, 5.540.637, 5.549.526, 5.573.480, 5.591.107, 5.593.371, 5.593.372, 5.595.553, 5.611.757, 5.637.058, 5.653.662 y 5.743.834 muestra un movimiento de pedaleo elíptico en virtud de varios miembros alternativos y sistemas de enlaces engranados. Miller en las patentes de Estados Unidos N.º 5.518.473, 5.562.574, 5.611.756, 5.518.473, 5.562.574, 5.577.985, 5.755.642 y 5.788.609 también muestra un movimiento de pedaleo elíptico usando miembros alternativos y varios mecanismos de enlace junto con enlaces de

guía oscilante con enlaces de control para determinar los ángulos de pedaleo. Las máquinas elípticas de entrenamiento, en muchos casos, proporcionan una inercia que ayuda a cambiar la dirección de los pedales, haciendo que el ejercicio sea suave y cómodo (véanse, p. ej., patente de Estados Unidos N.º 5.242.343 de Miller; patente de Estados Unidos N.º 5.383.829 de Miller; patente de Estados Unidos N.º 5.518.473 de Miller; patente de Estados Unidos N.º 5.755.642 de Miller; patente de Estados Unidos N.º 5.577.985 de Miller; patente de Estados Unidos N.º 5.611.756 de Miller; patente de Estados Unidos N.º 5.911.649 de Miller; patente de Estados Unidos N.º 6.045.487 de Miller; patente de Estados Unidos N.º 6.398.695 de Miller; patente de Estados Unidos N.º 5.913.751 de Eschenbach; patente de Estados Unidos N.º 5.916.064 de Eschenbach; patente de Estados Unidos N.º 5.921.894 de Eschenbach; patente de Estados Unidos N.º 5.993.359 de Eschenbach; patente de Estados Unidos N.º 6.024.676 de Eschenbach; patente de Estados Unidos N.º 6.042.512 de Eschenbach; patente de Estados Unidos N.º 6.045.488 de Eschenbach; patente de Estados Unidos N.º 6.077.196 de Eschenbach; patente de Estados Unidos N.º 6.077.198 de Eschenbach; patente de Estados Unidos N.º 6.090.013 de Eschenbach; patente de Estados Unidos N.º 6.090.014 de Eschenbach; patente de Estados Unidos N.º 6.142.915 de Eschenbach; patente de Estados Unidos N.º 6.168.552 de Eschenbach; patente de Estados Unidos N.º 6.210.305 de Eschenbach; patente de Estados Unidos N.º 6.361.476 de Eschenbach; patente de Estados Unidos N.º 6.409.632 de Eschenbach; patente de Estados Unidos N.º 6.422.976 de Eschenbach; patente de Estados Unidos N.º 6.422.977 de Eschenbach; patente de Estados Unidos N.º 6.436.007 de Eschenbach; patente de Estados Unidos N.º 6.440.042 de Eschenbach; patente de Estados Unidos N.º 6.482.132 de Eschenbach; y patente de Estados Unidos N.º 6.612.969 de Eschenbach).

Las máquinas elípticas de entrenamiento están ampliamente disponibles en los gimnasios, así como en muchos centros de salud y en el hogar. Tal y como están diseñadas actualmente, las máquinas elípticas de entrenamiento resisten los movimientos de los individuos con una fuerza adecuada que intentan aumentar aún más la fuerza/resistencia. Aún, no obstante, tienen la capacidad de adaptarse y ayudar a los movimientos de las personas con debilidad, dolor en las articulaciones, o problemas de iniciación de movimientos. El impacto de esta limitación es evidente en los individuos con limitaciones físicas. Muchos de los cuales tienen un derrame cerebral, enfermedad de Parkinson, artritis, o el reemplazo total de la articulación (con debilidad por desuso) y son incapaces de iniciar o hacen ejercicio en máquinas elípticas de entrenamiento a menos que el clínico proporcione asistencia física para mover los pedales. Una vez que se proporciona la asistencia requerida, a muchos les gusta el ejercicio debido a su similitud con la caminata, la suavidad de los movimientos, y la oportunidad de incorporar el tronco y los brazos en la actividad. La similitud con la caminata de los patrones de movimiento y las demandas musculares mientras se ejercita en una máquina elíptica de entrenamiento sugiere que más allá de servir como una herramienta de ejercicio, la máquina elíptica de entrenamiento puede ayudar a las personas a recuperar la fuerza y la flexibilidad necesarias para caminar. Por ejemplo, la debilidad en los músculos de la pantorrilla, un hallazgo común en los adultos mermados mayores y en los individuos que han sufrido un derrame cerebral, limita la velocidad de la caminata reduciendo su capacidad de dar pasos de longitud adecuada. La máquina elíptica de entrenamiento requiere actividad de los músculos de la pantorrilla para estabilizar la parte inferior de la pierna, particularmente cuando la pierna se mueve en una postura de extremidad rezagada. La rigidez de las articulaciones y los músculos en las personas con artrosis de la articulación de la cadera o las que pasan gran parte del día sentadas en una silla de ruedas contribuye a una postura excesivamente flexionada (doblada) al caminar, lo que aumenta la demanda muscular y reduce la velocidad al caminar. Las máquinas elípticas de entrenamiento con una longitud de paso móvil podrían usarse terapéuticamente para proporcionar un ligero estiramiento repetitivo a los músculos tensos de la cadera durante el entrenamiento. Una diferencia notable entre el entrenamiento con elíptica y el caminar es que ambas extremidades se mantienen en contacto con la superficie de apoyo durante el entrenamiento con elíptica, mientras que durante el caminar, hay periodos en los que el peso corporal es soportado por una sola pierna. El contacto constante de ambos pies con la superficie de apoyo durante el entrenamiento con elíptica reduce las fuerzas de sacudida asociadas con la carga repetida de la extremidad durante cada paso al caminar. Esto podría ser beneficioso para los individuos con articulaciones dolorosas.

Los usuarios físicamente limitados o en rehabilitación experimentan varias dificultades para acceder y posicionarse en una máquina elíptica de entrenamiento. Se encuentran dificultades debido a la atrofia muscular potencial, rigidez articular, y la pérdida general de equilibrio y coordinación con la que se enfrentan muchos individuos en rehabilitación. Por lo tanto, a veces es difícil para los pacientes mantener su postura y posicionamiento en los dispositivos de entrenamiento como una máquina elíptica de entrenamiento. Además de la necesidad de herramientas para ayudar a los individuos con discapacidades a recuperar su función al caminar en el entorno clínico, también se necesita un equipo de ejercicio accesible y adecuadamente desafiante para abordar la función cardiovascular y de caminata después de ser dado de alta de los programas de terapia.

A partir del documento WO 89/01353 A1 se conoce un dispositivo de ejercicio para caminar, que permite a un usuario moverse a través de movimientos de caminata en una posición supina sin carga gravitacional en la columna vertebral para permitir una caminata prolongada sin vibraciones y estrés en la columna y en los pies de dicho usuario.

Así mismo, a partir de los documentos WO 2007/058512 A1, US 7.163.492 B1, y US 2.892.455 B1 se conocen un aparato de ejercicio para caminar de terapia física, y máquinas para caminar o andadores, en los que un usuario puede ser mantenido en posición vertical.

**Sumario de la invención**

De acuerdo con la invención, se proporciona una máquina de rehabilitación y ejercicio de acuerdo con las características de la reivindicación independiente 1. Las reivindicaciones dependientes proporcionan las realizaciones preferidas, la descripción y las Figuras.

Se desvela en el presente documento una máquina de rehabilitación y ejercicio mejorada que puede permitir a una persona con limitaciones o discapacidades físicas usar la máquina con el fin de rehabilitar sus músculos, la flexibilidad de las articulaciones, y la salud cardiovascular. La máquina puede contener varias características que permiten un acceso más fácil, así como un motor capaz de ayudar o girar de manera independiente los pedales y el sistema articulado de la máquina. También se ha desvelado un ejemplo de uso de la máquina mejorada como parte de un programa de entrenamiento de rehabilitación más amplio. El objetivo final de la máquina desvelada es aumentar la accesibilidad de las máquinas elípticas tradicionales para que las personas con discapacidades puedan participar en programas terapéuticos efectivos de ejercicio y marcha con el fin de promover una salud, calidad de vida y máxima independencia óptimas. La máquina puede ser usada en entornos hospitalarios y ámbitos ambulatorios, gimnasios y hogares para ayudar a los individuos a mejorar su capacidad para caminar después de un evento médico importante como un derrame cerebral, lesión cerebral, amputación o lesión incompleta de la médula espinal, así como para promover la retención de las habilidades para caminar en personas que viven con afecciones crónicas como la parálisis cerebral, esclerosis múltiple, enfermedad de Parkinson, artritis, reemplazos totales de articulaciones, fracturas de cadera o diabetes mellitus. Los entornos de rehabilitación también se beneficiarán, ya que la invención proporcionará una herramienta de entrenamiento de mano de obra menos intensiva y reducirá el riesgo de lesiones acumulativas para los empleados que podría surgir de las técnicas de entrenamiento de marcha manual. La máquina también puede ser usada por individuos sin discapacidades, ya que las características de diseño no impiden su uso por individuos con una función de movimiento normal.

**Breve descripción de las figuras**

La máquina de rehabilitación y ejercicio mejorada que se describe en el presente documento puede entenderse mejor haciendo referencia a los siguientes dibujos, en los que:

La Figura 1 ilustra una vista isométrica de la máquina de rehabilitación y ejercicio mejorada construida de acuerdo con los principios de la presente invención;

La Figura 2 ilustra una vista isométrica de una máquina elíptica ya conocida en la técnica;

La Figura 3 ilustra un controlador de motor y una unidad de microcontrol para la máquina de rehabilitación y ejercicio mejorada de la Figura 1;

La Figura 4 ilustra un mecanismo de parada para la máquina de rehabilitación y ejercicio mejorada de la Figura 1;

La Figura 5 ilustra un conjunto de motor y polea y un embrague para la máquina de rehabilitación y ejercicio mejorada de la Figura 1;

La Figura 6 ilustra la vista isométrica de una funda y un conjunto de correas de un par de pedales conectados a la máquina de rehabilitación y ejercicio mejorada de la Figura 1;

La Figura 7 es una vista en elevación del lado derecho con la plataforma de altura ajustable fijada a la máquina 100 de rehabilitación y ejercicio mejorada de la Figura 1;

La Figura 8 ilustra un sistema de control de la máquina 100 de rehabilitación y ejercicio mejorada de la Figura 1; y

La Figura 9 ilustra un monitor de frecuencia cardíaca remoto para su uso en la máquina 100 de rehabilitación y ejercicio mejorada de la Figura 1.

Los expertos en la materia apreciarán que los elementos en las figuras están ilustrados para simplificar y aclarar y no necesariamente están dibujados a escala. Por ejemplo, las dimensiones de algunos de los elementos de las figuras pueden ser exageradas, en relación con otros elementos.

**Descripción detallada**

Las características de la máquina de rehabilitación y ejercicio mejorada desveladas y descritas en el presente documento, que se cree que son novedosas, se exponen con particularidad en las reivindicaciones adjuntas. La descripción de las diversas realizaciones que se detallan a continuación es para comprender la invención. Se entenderá que la invención como se desvela en las realizaciones, no se limita a las realizaciones particulares

descritas en el presente documento, pero es capaz de varias modificaciones, reordenamientos y sustituciones, que ahora pueden resultar evidentes para los expertos en la materia.

5 En realizaciones alternativas, un sistema, proceso, y aparato pueden incluir otros componentes adicionales, menos componentes o componentes diferentes. Además, cada componente puede incluir módulos adicionales, software, y dispositivos de interfaz que pueden ser adjuntados al requerimiento para operar la presente invención en realizaciones alternativas.

10 Los términos "un" o "una", como se usa en el presente documento, se definen como uno o más en lugar de uno. El término "otro/a" como se usa en el presente documento, se define como al menos un segundo o más. Los términos "que incluye" y/o "que tiene", como se usan en el presente documento, se definen como que comprende (es decir, transición abierta). El término "acoplado" o "acoplado operativamente", como se usa en el presente documento, se define como conectado, aunque no fijado necesariamente de forma directa y no necesariamente de forma mecánica.

15 Con referencia a la Figura 1, la máquina 100 de rehabilitación y ejercicio mejorada incluye una máquina elíptica de tracción trasera estándar. La máquina elíptica de tracción trasera estándar incluye un armazón para apoyar la máquina en el suelo. En la parte trasera del armazón se fija un brazo de manivela primero y segundo (no se muestra). El primer brazo de manivela está conectado a un primer extremo de un primer enlace de acople 109 que tiene extremos primero y segundo, y el segundo brazo de manivela está conectado a un primer extremo de un  
20 segundo enlace de acople 109 que tiene extremos primero y segundo. Un pedal 104 está presente en cada uno de los enlaces de acople primero y segundo 109. El segundo extremo del primer enlace de acople 109 está conectado de forma giratoria a un primer manillar móvil 107, y el segundo extremo del segundo enlace de acople 109 está conectado de forma giratoria a un segundo manillar móvil 107. Un volante 122 con disposición de correas y polea está conectado operativamente a cada uno de los brazos de manivela primero y segundo. La fuerza generada por el  
25 movimiento de empuje y tracción de los manillares móviles 107 se transfiere a través de los enlaces de acople 109 a los brazos de manivela y al volante 122 conectado operativamente. La fuerza transferida acciona el movimiento de rotación de los brazos de manivela y el volante 122 conectado operativamente. El movimiento de rotación de los brazos de manivela y del volante 122 conectado operativamente acciona el movimiento elíptico de los pedales 104.

30 La Figura 1 tiene varios componentes que abordan los defectos de la máquina elíptica de tracción trasera estándar. La máquina 100 de rehabilitación y ejercicio mejorada que se desvela permite a las personas con discapacidades o limitaciones físicas acceder a la máquina 100. En una realización, el usuario puede ser un paciente, un individuo, y/o un usuario de la máquina de rehabilitación y ejercicio desvelada.

35 La máquina 100 de rehabilitación y ejercicio mejorada puede incluir una plataforma 101 configurada en torno al armazón de la máquina 100, que puede contener los escalones 101a, 101b, una porción inclinada 101c con el fin de permitir a los usuarios de sillas de ruedas y ambulatorios subir a la máquina 100, y/o un saliente 101d a lo largo de los bordes de la plataforma 101, con el fin de proteger a un usuario y/o a un clínico de sufrir cualquier lesión mientras la máquina 100 de rehabilitación y ejercicio está en funcionamiento. Se puede incluir un par de mangos de seguridad  
40 121 en la máquina 100 de rehabilitación y ejercicio mejorada con el fin de ayudar aún más al usuario a subirse a la máquina 100 de rehabilitación y ejercicio. La máquina de rehabilitación y ejercicio mejorada puede incluir además una plataforma 113 elevada de altura ajustable. La máquina 100 de rehabilitación y ejercicio mejorada puede incluir además un asiento 102 acoplado al extremo posterior de la máquina 100, y un par de pasamanos 103 de altura ajustable fijados a la plataforma 101. La máquina 100 mejorada puede incluir además un conjunto 110 de motor y polea para proporcionar fuerza externa a los brazos de manivela primero y segundo a través del volante 122. La máquina mejorada puede incluir además un mecanismo de parada 111 que contiene un conmutador del pulsador 111a, y/o un interruptor de cordón 111b que incluye un conector 111c con el fin de detener el motor del conjunto 110 de motor y polea. La máquina de rehabilitación y ejercicio mejorada puede incluir además un dispositivo 114 de control remoto para permitir que un clínico controle el motor del conjunto 110 de motor y polea. La máquina 100 de  
50 rehabilitación y ejercicio mejorada puede incluir además un sistema 115 de apoyo del peso corporal, que proporciona el apoyo de equilibrio del peso deseado a un usuario de la máquina 100, un soporte de arnés 116, y un mecanismo de control 117 para controlar el funcionamiento del sistema 115 de apoyo del peso corporal. La máquina 100 de rehabilitación y ejercicio mejorada puede incluir además una unidad de microcontrol 119 configurada para recibir y procesar los datos recogidos por diferentes sensores situados en toda la máquina 100, y para transmitir esos datos a un dispositivo informático 120 para su decodificación, visualización, almacenamiento y/o procesamiento posterior. La unidad de microcontrol 119, también llamada microcontrolador, puede asimismo ser configurada para recibir y procesar instrucciones de un dispositivo informático 120 basándose en la entrada del usuario y para transmitir dichas instrucciones al motor del conjunto 110 de motor y polea para controlar la velocidad del motor del conjunto 110 de motor y polea.

60 En una realización, los escalones 101a, y 101b, y/o la porción inclinada 101c pueden abarcar desde el nivel del suelo hasta la elevación en la que se encuentra el par de pedales 104. La disposición de los escalones 101a, y 101b y/o la porción inclinada 101c ahora puede proporcionar a los usuarios, que anteriormente tenían dificultades para pisar los pedales 104 desde el nivel del suelo, subirse cómodamente hasta que estén al mismo nivel que los pedales  
65 104. En otra realización, el saliente 101d evita que los clínicos y/o los usuarios tengan el pie atrapado entre los pedales 104 y la base 101.

Las máquinas elípticas de entrenamiento conocidas en la técnica a menudo pueden ser difíciles de montar para los usuarios con debilidad muscular, problemas de coordinación, y/o déficits de equilibrio puesto que los pedales se elevan sustancialmente del suelo y son móviles. En una realización, un asiento elevado 102 puede estar situado en la parte trasera de la máquina 100. El usuario puede sentarse en el asiento 102 antes de colocar sus pies en el par de pedales 104. El usuario puede entonces deslizarse en una dirección normal a través del asiento 102 hasta que el cuerpo del usuario se encuentre en el centro de la máquina 100. En una realización, el asiento 102 es capaz de moverse en dirección vertical u horizontal con el fin de recibir a usuarios de diferentes tamaños y dimensiones. La combinación de los escalones 101a y 101b, la porción inclinada 101c y el asiento 102 pueden permitir que un usuario con discapacidades o limitaciones físicas entre en la máquina 100. El asiento 102 puede además proporcionar que los usuarios con déficits de equilibrio y/o debilidad profunda realicen el movimiento de entrenamiento desde una posición sentada. El entrenamiento con elíptica realizado en posición sentada permite al usuario ganar equilibrio y fuerza para realizar el movimiento de entrenamiento con elíptica en posición de pie. En una realización, el tamaño, la dimensión y la ubicación del asiento 102 pueden permitir el funcionamiento de la máquina 100 por parte de los usuarios sin ningún tipo de discapacidad. En una realización, el tamaño, la dimensión y la ubicación del asiento 102, así como la plataforma 101, incluyendo los escalones 101a y 101b y la porción inclinada 101c también pueden servir para un clínico, terapeuta físico, terapeuta ocupacional, fisioterapeuta, entrenador físico, terapeuta recreativo, patólogo de dicción, entrenador físico, kinesiólogo del ejercicio, enfermero/a, cuidador y/o médico en el presente documento referidos a continuación como clínico como aquel que se sentará o se pondrá de pie detrás del usuario durante los ejercicios de movimiento de rotación elíptica para facilitar aún más terapéuticamente los movimientos normales de las piernas, tronco, brazos y otras partes del cuerpo del usuario.

Los pedales de las máquinas elípticas de entrenamiento conocidas en la técnica a menudo pueden ser difíciles para mantener un contacto seguro de todo el pie por parte de los usuarios físicamente limitados o en rehabilitación. La actividad muscular anormal o la tensión pueden hacer que el pie se levante o se tuerza en los pedales, haciendo un uso de la elíptica peligroso e ineficiente. En una realización, la máquina 100 desvelada puede incluir un par de pedales 104, como se muestra en la Figura 6, que tienen una funda de pie 105 que puede extenderse sobre la parte superior de la porción delantera de cada uno de los pedales 104. En tal escenario, el usuario al colocar cada uno de los pies en cada uno de los pedales 104 puede deslizar el pie bajo la funda provista 105 ubicada en la parte delantera de cada uno de los pedales 104. La disposición actual de la funda 105 en cada una de las porciones delanteras de los pedales 104 puede evitar que el pie del usuario realice movimientos involuntarios principalmente en dirección ascendente. Además, la funda 105 puede servir para impedir que el pie de los usuarios ruede sin fuerza por el par de pedales 104. En una realización, la disposición de la funda 105 puede ser construida para, pero no está limitada a, individuos, en el presente documento, referidos como usuarios que experimentan desequilibrio muscular o entumecimiento de los pies. En una realización, la funda 105 puede estar fabricada con cualquier material o con una combinación de materiales, pero para comprender la actual realización, la funda 105 está fabricada con plástico. La funda 105 puede estar fabricada con cualquier material alternativo o con una combinación de materiales con el fin de evitar que el pie se levante de los pedales 104. Además, la máquina 100 desvelada puede incluir además una correa de pie 106 que puede estar situada en la porción trasera de cada uno de los pedales 104. La disposición de la correa de pie 106 puede enrollarse alrededor de la parte trasera del talón del usuario, con los extremos de la correa de pie 106 fijados a cada uno de los pedales 104. En una realización, la disposición de la funda 105 y la correa 106 puede evitar que el pie del usuario se deslice hacia atrás y se levante de los pedales 104. La correa 106, cuando no está en funcionamiento, se puede asegurar detrás de la parte trasera de cada uno del par de pedales 104. La realización actual puede usar un sistema de velcro para asegurar cada correa 106 en el lugar deseado, sin embargo, un experto en la materia apreciaría que haya una variedad de otras formas de asegurar la correa mientras está en funcionamiento o no. Cada uno de los pedales 104 incluye además un acolchado a lo largo del área de reposo de los pies de cada uno de los pedales 104. El acolchado proporcionado a lo largo del área de reposo de los pies de cada uno de los pedales 104 ayuda a evitar úlceras de pie y las lesiones relacionadas con la presión que pueden producirse por el uso repetitivo de cualquier equipo de entrenamiento, como el equipo de entrenamiento con elíptica. En una realización, el acolchado de cada uno del par de pedales 104 puede ser útil en el caso de que los usuarios tengan lesiones o enfermedades y que no sean capaces de detectar el dolor que puedan experimentar los usuarios ordinarios.

La máquina 200 elíptica de tracción trasera, como se muestra en la Figura 2, generalmente incluye un par de manillares móviles 202 con empuñaduras 203 que pueden permitir al usuario agarrar los manillares móviles 202 y empujar y tirar de los manillares 202, ayudando con el movimiento de rotación elíptica. El movimiento de rotación elíptica puede permitir al usuario entrenar y mover tanto las extremidades superiores como las inferiores para lograr la rotación de los reposapiés y el sistema articulado 201 del mismo. En una realización, el par de manillares móviles 202 puede permitir al usuario mantener el equilibrio mientras opera con el equipo 200 de entrenamiento con elíptica como el que se desvela en la Figura 2. Sin embargo, la presente disposición y función del par de manillares móviles 202 no ayuda a los usuarios con limitaciones o discapacidades físicas a mantener el agarre de los manillares móviles 202, mientras que simultáneamente mueven sus piernas y mantienen un punto de apoyo con respecto al reposapiés y el sistema articulado 201. Es más, usuarios con limitaciones, discapacidades físicas y déficit de equilibrio agradecerían un elemento de apoyo con una plataforma de apoyo más amplia.

Por lo tanto, la máquina 100 de rehabilitación y ejercicio mejorada desvelada, como se muestra en la Figura 1,

5 puede incluir un par de pasamanos 103 de altura ajustable que pueden extenderse verticalmente hacia arriba y/o horizontalmente hacia delante y/o hacia atrás a ambos lados de la máquina 100. El par de pasamanos 103 de altura ajustable puede usarse para ayudar a los usuarios de diferentes pesos y alturas corporales a mantener el equilibrio físico del cuerpo mientras operan la máquina 100 y/o mientras se suben y bajan de la máquina 100. En una realización, el par de pasamanos 103 de altura ajustable se puede fijar a la plataforma 101 de la máquina 100. En otra realización, el par de pasamanos 103 de altura ajustable se puede fijar directamente al armazón de la máquina 100.

10 La máquina 100 de rehabilitación y ejercicio mejorada está diseñada para la rehabilitación y el ejercicio de usuarios con discapacidades físicas y déficit de equilibrio. Una de esas discapacidades puede ser una afección cardíaca que haga necesario vigilar la frecuencia cardíaca para lograr un régimen de ejercicio seguro y terapéutico. Por consiguiente, el par de manillares móviles 107 con empuñaduras 112 incluye preferentemente sensores que pueden medir la frecuencia cardíaca del usuario cuando éste está operando la máquina 100 desvelada. En una posición ideal, las manos del usuario mientras opera la máquina pueden entrar en contacto con las empuñaduras 112. Los sensores están integrados en las empuñaduras 112 a través de una placa de metal. Los sensores generan pulsos eléctricos coordinados con la frecuencia cardíaca del usuario. Los pulsos se transfieren en forma de señal eléctrica a un dispositivo para su procesamiento y visualización. Sin embargo, algunos usuarios con debilidad muscular o problemas de control de movimiento pueden no ser capaces de mantener un agarre constante necesario para registrar una frecuencia cardíaca precisa a través de los sensores de frecuencia cardíaca en las empuñaduras 112. En este aspecto, la máquina 100 desvelada puede incluir un sistema de monitoreo de la frecuencia cardíaca remoto, como se muestra en la Figura 9, que puede facilitar la medición de la frecuencia cardíaca de un usuario cuando las manos del usuario no están en contacto con las empuñaduras 112. En una realización más preferida, el sistema de monitoreo de la frecuencia cardíaca remoto incluye al menos un sensor 118 de frecuencia cardíaca integrado en una correa 123 de muñeca antiestática. El sensor 118 de frecuencia cardíaca en la correa de muñeca 123 está conectado operativamente a un extremo de un cable, cuyo otro extremo está conectado a un conector banana estándar. El conector banana se inserta en un poste de unión fabricado con un material conductor, cuyo poste de unión está fijado a la base de una abrazadera de metal. La abrazadera de metal está configurada de tal manera que hace contacto con los sensores de frecuencia cardíaca en la placa de metal de al menos una empuñadura 112 del par de empuñaduras 112. Este sistema de monitoreo de la frecuencia cardíaca remoto permite medir la frecuencia cardíaca del usuario sin que haya contacto directo entre la mano del usuario y al menos un sensor de frecuencia cardíaca 118 en al menos una empuñadura 112 del par de empuñaduras 112.

35 Los usuarios que se someten a entrenamiento físico o rehabilitación junto con la máquina 100 de rehabilitación y ejercicio mejorada suelen ser supervisados y asistidos por clínicos que instruyen y supervisan el régimen de ejercicio de los usuarios que se someten a rehabilitación. En una realización, para ayudar a estos clínicos, la máquina 100 desvelada puede tener una plataforma 113 elevada de altura ajustable (Figura 7) que puede extenderse en dirección semicircular alrededor frente a la máquina 100. Idealmente, la altura de la plataforma móvil puede permitir al clínico estar a la altura de los ojos del usuario. Esto permite al clínico pararse en la plataforma 113 elevada de altura ajustable y supervisar al usuario con el uso de la máquina 100, o bien trabajar con el usuario en actividades de rehabilitación.

40 La máquina 200 elíptica de tracción trasera estándar de la Figura 2 tiene un reposapiés y un sistema articulado 201 que es de naturaleza resistiva. Además, La máquina elíptica de entrenamiento 200 incluye un par de manillares móviles 202 y un par de empuñaduras 203 fijadas a los manillares móviles 202. El par de manillares móviles 202 está unido al reposapiés y al sistema articulado 201, que incluye una manivela y un volante. El movimiento de rotación elíptica de la máquina 200 elíptica de entrenamiento es accionado y sostenido por el usuario que ejerce una fuerza a través del reposapiés y el sistema articulado 201 o los manillares móviles 202. El reposapiés y el sistema articulado 201 requieren una fuerza inicial para accionar el movimiento de rotación de la máquina 200 de entrenamiento elíptica. Sin embargo, a menudo puede ser difícil para los usuarios con discapacidades físicas, afecciones crónicas y déficits de equilibrio que se someten a rehabilitación autoiniciar y/o sostener el movimiento de rotación elíptica del reposapiés y el sistema articulado 201 de la máquina 200 de entrenamiento elíptica.

55 Por lo tanto, la máquina 100 de rehabilitación y ejercicio mejorada puede proporcionar un movimiento elíptico de asistencia de los pedales 104 a través de un conjunto 110 de motor y p Polea. En esta realización, el conjunto 110 de motor y p Polea está conectado operativamente al volante giratorio 122, que está conectado operativamente a los brazos de manivela primero y segundo. En funcionamiento, el motor del conjunto 110 de motor y p Polea proporciona una fuerza externa que permite que el volante 122 gire, accionando así los brazos de manivela primero y segundo para mover los enlaces de acople primero y segundo 109, respectivamente, accionado así un movimiento elíptico de rotación idéntico del par de pedales 104, cada miembro de cuyo par de pedales 104 se fija a los enlaces de acople primero y segundo 109. El accionamiento del movimiento de rotación elíptica de los pedales 104 es independiente de las fuerzas ejercidas por el usuario. El conjunto 110 de motor y p Polea puede estar situado en cualquier lugar de la máquina 100. Sin embargo, en una realización preferente, el conjunto 110 de motor y p Polea se sitúa en el extremo posterior de la máquina 100. El conjunto 110 de motor y p Polea puede facilitar que la máquina 100 desvelada gire indefinidamente a velocidades de rotación que varían de 0 a 100 rotaciones por minuto. En una realización, el conjunto 110 de motor y p Polea incluye un embrague 127 de rampa de rodillo de rueda libre. El embrague 127 permite al usuario entrenar a una velocidad mayor que la velocidad objetivo del motor del conjunto 110 de motor y p Polea. En

esta situación, el conjunto 110 de motor y polea está desacoplado del volante 122 y no proporciona ninguna asistencia motora al usuario. En una realización, el conjunto 110 de motor y polea puede proporcionar al usuario, independientemente del grado de discapacidad física y/o déficit de equilibrio, el inicio a programas de rehabilitación. Además, el conjunto 110 de motor y polea puede proporcionar la simulación de movimientos y velocidades de caminata sin que el usuario tenga que aplicar o ejercer la fuerza normal requerida. Además, la máquina 100 de rehabilitación y ejercicio desvelada puede aportar un importante valor terapéutico y de rehabilitación en forma de ayuda a los usuarios de la máquina 100 de rehabilitación y ejercicio para que vuelvan a aprender los movimientos que deben realizar las distintas partes del cuerpo para caminar y/o lograr el movimiento de marcha requerido. Dependiendo del tipo y la naturaleza de la lesión o del músculo atrofiado que necesite rehabilitación, los usuarios pueden experimentar dificultades en un momento determinado de sus zancadas, mientras experimenta la facilidad de movimiento en el resto de una zancada. De acuerdo con la invención, con el fin de ayudar al usuario a superar la porción de su zancada con la que tiene problemas, el motor del conjunto 110 de motor y polea se ajusta para proporcionar una explosión de fuerza necesaria en los enlaces de acople 109 a través del volante 122 acoplado operativamente y de los brazos de manivela primero y segundo. El motor del conjunto 110 de motor y polea podría ser cualquier motor conocido en la técnica capaz de activar el movimiento de los brazos de manivela primero y segundo a través del volante 122 operativamente acoplado.

La máquina 100 de rehabilitación y ejercicio mejorada desvelada es adecuada para su uso por usuarios con y sin discapacidades físicas y déficits de equilibrio. En una realización, la máquina 100 mejorada puede incluir un mecanismo de parada 111 que es capaz de detener el motor del conjunto 110 de motor y polea. El mecanismo de parada 111 puede ser activado en caso de emergencia, como cuando el usuario de la máquina 100 se encuentra con un accidente mientras opera la máquina 100. El mecanismo de parada 111 puede ser activado por el usuario haciendo contacto con el interruptor de parada 111a u 111b. En otra realización, el mecanismo de parada 111 incluye un conmutador de parada 111a. El conmutador 111a de parada del pulsador puede ser accionado mediante el golpeo del conmutador 111a de parada del pulsador. En una realización, el mecanismo de parada 111 incluye un interruptor 111 b de parada de cordón. El interruptor 111 b de parada de cordón incluye un conector 111c que tiene una primera y una segunda porción. La primera porción del conector está fijada al interruptor 111b de parada de cordón y la segunda porción del conector está fijada al usuario. El motor del conjunto 110 de motor y polea se detiene si el conector 111 c del interruptor 111b de parada de cordón experimenta una fuerza requerida. El mecanismo de parada 111 puede situarse en una región dentro de la máquina 100 con el fin de que el usuario de la máquina 100 pueda alcanzar fácilmente el mecanismo de parada 111 en caso de una emergencia como un aumento repentino o anormal de la frecuencia cardíaca y/o frecuencia del pulso, y en caso de cualquier lesión del usuario de la máquina 100. Se puede añadir un mecanismo de seguridad para que en caso de que el mecanismo de parada 111 se haya activado, el motor del conjunto 110 de motor y polea no pueda volverse a poner en marcha hasta que la velocidad se haya establecido en cero. Esto evita que un usuario ponga en marcha accidentalmente la máquina a máxima velocidad.

La velocidad del motor del conjunto 110 de motor y polea puede ser controlada desde un lugar remoto por una tercera persona, por ejemplo, un clínico a partir de un dispositivo de control remoto 114. En una realización, el dispositivo 114 de control remoto puede tener un sistema que permita colocar el dispositivo 114 de control remoto en cualquier lugar dentro y alrededor de la máquina 100. En una realización, el dispositivo 114 de control remoto puede incluir un sistema magnético, que prevé la fijación del dispositivo en cualquier lugar deseado dentro de la máquina 100 (como se muestra en la Figura 1).

El motor del conjunto 110 de motor y polea es controlado por un controlador de motor 301. El controlador de motor 301 incluye un botón de velocidad 302 para ajustar manualmente la velocidad del motor. La velocidad del motor también puede ser controlada por la unidad de microcontrol 119. En esta realización, se proporciona una señal de instrucción a la unidad de microcontrol 119 desde un dispositivo informático 120. Como se muestra en la Figura 8, la señal es procesada por la unidad de microcontrol 119 y transmitida a un motor paso a paso 801 integrado en el controlador del motor 301. El motor paso a paso incluye un árbol 802 que está conectado al botón de velocidad 302. La señal recibida permite la rotación bidireccional del árbol 802 del motor paso a paso 801, que gira el botón de velocidad 302 del controlador de motor 301, dando como resultado un aumento o disminución de la velocidad del motor.

En una realización, el sistema 115 de apoyo del peso corporal puede servir para recibir a los pacientes que tienen dificultades para soportar su propio peso en posición vertical, en posición de marcha, y/o en posición de pie. En una realización, el sistema de apoyo del peso corporal puede incluir un soporte de arnés 116, que puede proporcionar el apoyo deseado al usuario para mantener la posición de pie, marcha y/o la posición vertical mientras opera la máquina 100. El soporte de arnés 116 puede mantener al usuario en una posición o puede accionarse en dirección vertical según los requisitos de equilibrio del peso del usuario y/o el tipo de actividad física realizada por el usuario en la máquina 100. En otra realización, el sistema 115 de apoyo del peso corporal puede incluir un mecanismo de control 117, que controla y gestiona el funcionamiento del sistema 115 de apoyo del peso corporal.

Haciendo referencia nuevamente a la Figura 8, una unidad de microcontrol 119 puede ser acoplada operativamente a una pluralidad de sensores 118 ubicados por toda la máquina 100. La pluralidad de sensores 118 es capaz de captar datos y transmitir tales datos a la unidad de microcontrol 119 para su procesamiento y transmisión al



dispositivo informático 120 para su posterior decodificación, procesamiento, visualización, y almacenamiento. Esta pluralidad de sensores incluye los sensores 118 de frecuencia cardíaca situados en las empuñaduras 112 de los manillares móviles 107 y en la correa de muñeca 123 del sistema de monitoreo de la frecuencia cardíaca remoto; los sensores fotoeléctricos 118 que están configurados para orientarse al volante 122, en los que el reborde del volante  
 5 122 tiene rayas alternas claras y oscuras de tal manera que cuando el volante 124 gira, el patrón luz/oscuridad, que representa el movimiento de rotación del volante, es capturado por los sensores 118; los sensores 118 de corriente del motor que miden la corriente que pasa por el motor del conjunto 110 de motor y polea; y los sensores 118 del transductor de fuerza que pueden estar situados en los manillares móviles 107 con las empuñaduras 112 y los pedales 104 y que captan datos basados en la cantidad de fuerza que un usuario aplica a cada uno de los manillares  
 10 móviles 107 a través de las empuñaduras 112 o los pedales 104. En la unidad de microcontrol 119 puede incluirse un temporizador para calcular las variables relacionadas con la velocidad (p. ej., RPM) y para facilitar las operaciones relacionadas con el tiempo, (p. ej., explosiones de 10 segundos de entrenamiento a mayor velocidad).

La unidad de microcontrol 119 proporciona funciones básicas de E/S entre los sensores 118 y el dispositivo informático 120. La unidad de microcontrol 119 recibe datos en forma de señales eléctricas de los sensores 118 y los procesa para que sean reconocidos por el dispositivo informático 120. Un programa de decodificación presente en el dispositivo informático 120 lee y decodifica las señales eléctricas recibidas de la unidad de microcontrol 119 y las convierte en números reales para su visualización, o como entradas de datos en un programa de control que se ejecuta en el dispositivo informático 120. El programa de control también puede recibir entradas de datos externas.  
 15 Basándose en las entradas de datos, el dispositivo informático, a través del programa de control, puede proporcionar instrucciones a la unidad de microcontrol 119 para controlar el motor del conjunto 110 de motor y polea como se ha descrito anteriormente en el presente documento. En una realización, los programas de control del dispositivo informático, 120 están escritos en el lenguaje de programación Visual Basic 6.0. Un ordenador de una sola tarjeta con lenguaje de programación C como Jackrabbit BL1800, que incluye un procesador y una memoria programables,  
 20 que permite que los programas se almacenen en la placa, puede usarse con la unidad de microcontrol 119, al eliminar el uso de un dispositivo informático 120.  
 25

Los métodos y sistemas descritos en el presente documento pueden transformar artículos físicos y/o intangibles de un estado a otro. Los métodos y sistemas descritos en el presente documento también pueden transformar artículos físicos y/o intangibles de un estado a otro.  
 30

Los elementos descritos y representados en el presente documento, que incluyen los elementos descritos en los diagramas de flujo y diagramas de bloque a lo largo de las figuras, implican límites lógicos entre los elementos. Sin embargo, de acuerdo con las prácticas de ingeniería de software o hardware, los elementos representados y sus funciones pueden implementarse en máquinas a través de medios ejecutables por ordenador que tengan un procesador capaz de ejecutar instrucciones de programa almacenadas en el mismo como una estructura de software monolítica, como módulos de software independientes, o como módulos que emplean rutinas externas, código, servicios, etc., o cualquier combinación de los mismos. Los ejemplos de tales máquinas pueden incluir, pero no están limitados a, asistentes digitales personales, portátiles, ordenadores personales, teléfonos móviles, otros dispositivos informáticos de mano, equipo médico, dispositivos de comunicación alámbrica o inalámbrica, transductores, plaquetas, calculadoras, satélites, tablet PCs, libros electrónicos, aparatos, dispositivo electrónicos, dispositivos que tienen inteligencia artificial, dispositivos informáticos, equipos de red, servidores, y/o routers. Así mismo, los elementos representados en el diagrama de flujo y los diagramas de bloques o cualquier otro componente lógico pueden ser implementados en una máquina capaz de ejecutar las instrucciones del programa.  
 35 De este modo, mientras que los dibujos y descripciones anteriores establecen aspectos funcionales de los sistemas desvelados, a partir de estas descripciones no debe deducirse ninguna disposición particular de software para la aplicación de estos aspectos funcionales, a menos que se indique explícitamente o se desprenda claramente del contexto. De manera similar, se apreciará que las diversas etapas identificadas y descritas anteriormente pueden ser variadas, y que el orden de las etapas puede adaptarse a aplicaciones particulares de las técnicas desveladas en el presente documento. Como tal, la representación y/o la descripción de una orden para varias etapas no debe entenderse como que requiere una orden de ejecución particular para esas etapas, a menos que lo exija una aplicación particular, o que se indique explícitamente o se desprenda claramente del contexto.  
 40 45 50

Los métodos y/o procesos descritos anteriormente, y etapas de los mismos, pueden realizarse en hardware, software o cualquier combinación de hardware y software adecuada para una aplicación particular. El hardware puede incluir un ordenador de uso general y/o un dispositivo informático dedicado o un dispositivo informático específico o un aspecto o componente particular de un dispositivo informático específico. Los procesos pueden realizarse en uno o más microprocesadores, microcontroladores, microcontroladores incorporados, procesadores de señales digitales programables u otro dispositivo programable, junto con la memoria interna y/o externa. Los procesos pueden también, o en su lugar, ser incorporados en un circuito integrado de aplicación específica, una matriz de puertas programables, lógica de matriz programable, o cualquier otro dispositivo o combinación de dispositivos que puedan ser configurados para procesar señales electrónicas. Se apreciará además que uno o más de los procesos puede realizarse como un código ejecutable por ordenador capaz de ser ejecutado en un medio legible por máquina.  
 55 60 65

El código ejecutable por ordenador puede crearse usando un lenguaje de programación estructurado como el C, un

lenguaje de programación orientado a objetos como C++, o cualquier otro lenguaje de programación de alto o bajo nivel (incluyendo lenguajes ensambladores, lenguajes de descripción de hardware, y lenguajes y tecnologías de programación de bases de datos) que puede ser almacenado, compilado o interpretado para ejecutarse en uno de los dispositivos anteriores, así como combinaciones heterogéneas de procesadores, arquitecturas de procesadores, o combinaciones de diferentes hardware y software, o cualquier otra máquina capaz de ejecutar las instrucciones del programa.

De este modo, en un aspecto, cada uno de los métodos descritos anteriormente y las combinaciones de los mismos pueden ser incorporados en un código ejecutable por ordenador que, cuando se ejecuta en uno o más dispositivos informáticos, realiza las etapas de los mismos. En otro aspecto, los métodos pueden incorporarse en sistemas que realicen las etapas de los mismos, y pueden distribuirse en los dispositivos de varias maneras, o bien toda la funcionalidad puede integrarse en un dispositivo independiente, dedicado u otro hardware. En otro aspecto, los medios para realizar las etapas asociadas a los procesos descritos anteriormente pueden incluir cualquiera de hardware y/o software descritos anteriormente.

Mientras que la invención ha sido desvelada en relación con las realizaciones preferidas mostradas y descritas en detalle, varias modificaciones y mejoras al respecto resultarán rápidamente evidentes para los expertos en la materia.

## EJEMPLOS PRÁCTICOS

Personas que han perdido la movilidad debido a lesiones y enfermedades, como una lesión cerebral o de la médula espinal, un derrame cerebral, o enfermedades degenerativas, han mirado hacia la rehabilitación de la marcha mecanizada para la restauración de la función saludable. Este proceso proporciona un medio de movimiento repetitivo que imita la marcha normal, con el fin de recuperar la fuerza muscular y la capacidad de procesamiento del sistema nervioso necesarias para caminar eficientemente. Se han desarrollado varias máquinas para promover el movimiento normal de la marcha y los patrones de activación muscular.

Se han utilizado cintas con sistemas de apoyo parcial del peso corporal (PBWS) para recibir a los pacientes que tienen dificultades para soportar su propio peso en una posición de pie. Si el paciente es incapaz de proporcionar la fuerza para caminar, los terapeutas físicos guían manualmente las extremidades inferiores por un paso similar al de la marcha. Este proceso puede crear problemas ergonómicos tanto en el caso de que el paciente experimente incomodidad como consecuencia del arnés de PBWS como en el caso de que los clínicos estén expuestos a lesiones musculoesqueléticas debido a las posiciones complicadas e incómodas que deben asumir repetidamente para proporcionar asistencia. Otra preocupación es la precisión cinemática del ciclo de marcha real, ya que el clínico solo puede ayudar a aproximar los movimientos deseados.

Las máquinas elípticas se diferencian de las cintas y de los sistemas robóticos en que ofrecen a los pacientes una solución asequible, un dispositivo de fácil acceso para el entrenamiento terapéutico. Cuando la debilidad mínima está presente, el acoplamiento de las dos piernas y los dos brazos libera a los profesionales sanitarios de la necesidad de mover manualmente las extremidades inferiores del paciente. Además, la estabilidad aumenta debido a la capacidad de proporcionar un contacto constante con ambos pies durante la totalidad de cada ciclo de movimiento.

Desafortunadamente, cuando déficits de fuerza, equilibrio o salud cardiovascular son profundos, muchos individuos encuentran difícil acceder a las elípticas. Una vez en el dispositivo, no es raro que a las personas con discapacidades físicas les resulte difícil iniciar/sostener el movimiento de los pedales.

Para abordar los anteriores obstáculos, se desarrolló una máquina elíptica de entrenamiento modificada. El objetivo principal era desarrollar una máquina de rehabilitación de la marcha asequible que pudiera usarse en los entornos de rehabilitación, instalaciones deportivas y hogares de pacientes para ayudar a los individuos con discapacidades físicas a recuperar la capacidad de caminar y la salud cardiovascular. Las limitaciones del diseño se centraron en la superación de las barreras inherentes a las máquinas de rehabilitación existentes: proporcionar un equipo asequible y accesible y, al mismo tiempo, un producto fácil de usar que evite problemas de ergonomía y dominio tanto para los pacientes como para el personal clínico.

En resumen, la fase de desarrollo se centró en la verificación de la capacidad de una máquina elíptica para proporcionar una mecánica de marcha correcta y, a continuación, en el diseño de las mejoras mecánicas necesarias para aumentar la accesibilidad, la seguridad y la facilidad de uso de las elípticas por parte de los individuos con discapacidades. Se realizaron comparaciones empíricas de los patrones de movimiento de la caminata y del entrenamiento con elíptica para identificar una elíptica que simulara de cerca la marcha. Específicamente, veinte individuos sin discapacidades caminaron sobre el suelo y se ejercitaron con cuatro dispositivos elípticos disponibles comercialmente, mientras que el análisis de movimiento con 12 cámaras registró la cinemática de cuerpo entero, la electromiografía de superficie documentó los patrones de activación de los músculos de las extremidades inferiores, y las plantillas del conmutador de pedal definieron los patrones de contacto del pie-suelo y las características de las zancadas.

El análisis reveló que la elíptica de SportsArt Fitness E870 (SportsArt Fitness, 19510 144th Ave NE, Suite A-1, Woodinville, WA 98072) demostró la mayor similitud en los perfiles cinemáticos con el caminar sobre el suelo. El análisis de EMG de la activación muscular confirmó además la capacidad de la SportsArt para simular efectivamente las demandas musculares de la caminata.

El proceso de desarrollo y diseño se centró entonces en el desarrollo de un conjunto integrado de modificaciones para permitir a los individuos con discapacidades acceder de forma segura y cómoda a las cuatro elípticas. Específicamente, veinte adultos con diversas afecciones médicas (incluyendo derrame cerebral, amputación, lesión cerebral, artritis, diabetes, enfermedad de Parkinson, esclerosis múltiple, fracturas de cadera, parálisis cerebral) y diferentes habilidades funcionales evaluaron la seguridad, accesibilidad, utilidad y comodidad de cuatro elípticas. Se identificaron sistemáticamente las barreras y soluciones para mejorar la utilización. Modificaciones del prototipo, incluyendo un sistema integrado de escalones, pasamanos, espacios para pies modificados, un asiento y un monitor de la frecuencia cardíaca con una mano, fueron desarrollados. Los participantes reevaluaron las elípticas modificadas.

El sistema integrado redujo notablemente las barreras que los participantes habían experimentado inicialmente al tratar de usar las elípticas no modificadas. Específicamente, mientras que al menos un cuarto de los participantes requería asistencia física para subir y bajar de cada elíptica antes de las modificaciones, solo uno requirió este nivel de ayuda después de las modificaciones. Antes de las modificaciones, solo un participante fue capaz de montar cada dispositivo de forma independiente, en notable contraste con el 30-40 % de los participantes capaces de acceder a cada dispositivo de forma independiente tras la modificación. De manera adicional, mientras que casi tres cuartas partes de los participantes (65-75 %) necesitaron la ayuda de dos o más examinadores para subir y bajar con seguridad cada elíptica en su estado no modificado, solo el 30-35 % requirió este mismo número de asistentes tras la postmodificación.

Antes de que las elípticas fueran modificadas, entre el 15 y el 35 % de los participantes necesitaron ayuda para iniciar y mantener el movimiento de los pedales a través de las diferentes elípticas. Mientras que entre el 5 y el 25 % aún necesitaban ayuda para iniciar el pedaleo después de la modificación, los participantes fueron notablemente más independientes en el mantenimiento del movimiento durante períodos cortos de tiempo, como lo demuestra el hecho de que solo entre 0-15 % requiere asistencia para mantener el movimiento de los pedales después de la modificación. Sin embargo, el prolongado movimiento de los pedales requerido para un programa de entrenamiento cardiovascular seguía siendo inalcanzable para muchos.

Comparado con la pre-modificación, las calificaciones de las elípticas por parte de los participantes después de la modificación fueron significativamente más altas para la seguridad (54,7 % de aumento en la puntuación analógica visual), comodidad (42,9 % más alta), capacidad de lograr un buen entrenamiento (23,4 % mayor) y la utilidad general de las elípticas (aumento del 23,7 %). La mayor eficacia de los participantes refleja el impacto del paquete de modificación integrado en la reducción de las barreras para su uso.

A continuación, el proceso de diseño se centró en proporcionar una fuerza de asistencia en lugar de la fuerza de resistencia inherente a las elípticas. Se integró un control de motor ajustable para ayudar al paciente a realizar ciclos repetitivos que simulaban la marcha normal, permitiendo al mismo tiempo diversos grados de esfuerzo por parte del paciente. A continuación se desarrolló un detallado sistema de retroalimentación que se usó con la recopilación y el análisis de datos por ordenador para elaborar directrices clínicas para el uso del sistema.

El objetivo específico de la aplicación de un motor a la máquina elíptica existente era proporcionar el par externo necesario para iniciar y mantener el movimiento cíclico en la elíptica que no podían realizar los individuos con debilidad o déficit de control motor. Se estableció un objetivo de velocidad máxima de marcha controlada de 60 rpm mientras se controlaba el par y se satisfacían las limitaciones de espacio.

Inicialmente se deseaba diseñar todas las modificaciones de manera que pudieran ser ubicadas dentro de la carcasa existente de la máquina elíptica. Esto debía lograrse reubicando la batería integrada de 12 V y usando ese espacio para montar el motor y los componentes asociados. Se eligió un motor de 380 W (1/2 hp) con escobillas para satisfacer las necesidades de un gran par y un espacio limitado para colocar el motor en la máquina existente. Inicialmente se eligió un microcontrolador Cricket que tenía entradas tanto analógicas como digitales y un control de velocidad (modulación por ancho de pulsos o PWM) para su uso en el control del motor. La principal tarea del microcontrolador era leer una señal de codificador y dos señales analógicas de potenciómetro para controlar la velocidad y mantener los límites de par. Se eligió el microcontrolador Cricket por su simplicidad. Sin embargo, el medio puente H para controlar las velocidades en el microcontrolador (medición y amplificación de la potencia) no podía manejar el nivel de corriente requerido por el motor. De este modo, se seleccionó un controlador de velocidad de motor PWM digital bidireccional independiente, y su E/S requirió un cambio de microcontrolador para recibir la mayor cantidad y variedad de canales de datos. La arquitectura relativamente sencilla y la programación de un microcontrolador Basic Stamp II permitió que el dispositivo se conectara a un decodificador de cuadratura y a una placa AD, enviando señales de entrada al accionador del motor y tomando la entrada de una señal de tacómetro ya integrada en la máquina elíptica. Los experimentos de laboratorio que usan un motor con un codificador integrado

fueron exitosos y demostraron que el BS-II podía leer la señal del codificador y controlar la velocidad deseada. Sin embargo, una vez que el microcontrolador fue conectado con la máquina elíptica, la electrónica integrada de la máquina interfería con la señal del codificador e impedía la correcta implementación del control en el BS-II. Por lo tanto, acto seguido se consideró un modo analógico para controlar directamente el accionador del motor.

5 El modo analógico del controlador de velocidad se usó con un potenciómetro para controlar el par. Esta solución demostró que podía producir un par para ayudar a los sujetos a realizar un ciclo en la máquina, pero no proporcionó suficiente par para iniciar el movimiento del paciente a partir de una parada completa. Esto se debió a las características motoras (diseñadas para un rendimiento óptimo en condiciones de alta velocidad en lugar de baja  
10 velocidad).

La necesidad de un mayor par de arranque condujo a una relajación de las restricciones de espacio; se decidió usar un motor más grande y diseñar una nueva carcasa para contenerlo. De este modo, la siguiente iteración del diseño implicaba un motor reductor de 90 V con un controlador de velocidad adaptado por el fabricante. Esto podía controlar bien la velocidad y proporcionar un par suficiente. Sin embargo, puesto que estaba reducido, no proporcionó suficiente velocidad para alcanzar el objetivo de 60 rpm de salida, incluso después de cambiar la relación de los diámetros de las poleas usadas para acoplar el motor a la máquina elíptica. Se alcanzó una velocidad máxima general del sistema cercana a las 10 rpm con este motor reductor. Otra limitación de este motor en particular fue la cantidad de resistencia encontrada; con el controlador de velocidad apagado, la máquina era difícil de usar en su modo pasivo debido a la caja de cambios.

El motor se cambió entonces a un motor de 3/4 hp usando el mismo controlador de velocidad. Este diseño podía controlar bien la velocidad, especialmente a velocidades más altas. El ajuste de los diámetros de las poleas dio como resultado una velocidad máxima superior al valor objetivo de 60 rpm. También se añadió un embrague de rampa de rodillo de rueda libre para permitir al usuario conducir la máquina más rápido que la velocidad objetivo de los controladores si así lo desea. Esta modificación proporcionó una importante mejora a la funcionalidad general del sistema.

El sistema de poleas fue diseñado para acoplar el motor a la máquina elíptica a través de su generador, que carga una batería para alimentar la electrónica integrada del dispositivo. Las poleas fueron diseñadas con un ajuste exacto, fijación por tornillo prisionero en el exterior de la polea del generador existente, y una fijación con pasador en el árbol del motor. Los diámetros estaban limitados por el espacio entre los ejes del motor y el árbol del generador. Dentro de este intervalo, los diámetros se eligieron como 6,0 y 10,3 cm, accionados y de accionamiento, respectivamente) para alcanzar el valor de velocidad objetivo de salida de 60 rpm.

En la transmisión se usó por primera vez un sistema de poleas de correa en V. Se trataba de una solución de bajo costo que permitía el ajuste mediante el uso de enlaces modulares de correa en V. También era insensible a cualquier desalineación. Sin embargo, la diferencia de pérdidas por fricción en comparación con los sistemas de correa plana llevó a la adopción de una transmisión de correa plana. La introducción de una correa plana usada con poleas con corona especificadas por el cliente, usando los mismos diámetros efectivos que el sistema de correa en V, proporcionó de hecho un par de salida superior en la evaluación clínica para los mismos ajustes de velocidad, y esto se convirtió en la especificación del diseño final.

La evaluación dinámica de las alteraciones del sistema demuestra la capacidad del sistema para impulsar a una persona de cero a 60 zancadas por minuto mientras mantiene los pedales en la trayectoria deseada. Las limitaciones impuestas incluyen el peso máximo permitido del usuario por la máquina elíptica original de 300 libras sin la capacidad de proporcionar ninguna fuerza de asistencia específica para la trayectoria.

La SportsArt Fitness E870 usa una interesante variación del mecanismo del balancín de la manivela para lograr una buena biofidelidad de movimiento y mantener la ajustabilidad. Como en muchas elípticas, la manivela está situada en la parte trasera y está atada a las empuñaduras giratorias (balancín) por un largo enlace de acople. En la simple elíptica con balancín de manivela, los pedales están situados en el acoplador. En esta variación, un enlace adicional de tipo enganche participa en realidad en un subenlace basado en un deslizador de pequeño desplazamiento, con el balancín del enlace principal anclando al subenlace. Este acoplador secundario tiene un contorno curvado, y los pedales están en un rodillo-seguidor que se mueve sobre una pequeña porción de este contorno curvado. Esto configura la trayectoria del movimiento y permite ajustes sutiles en el movimiento del tobillo a lo largo del ciclo de movimiento. Un volante está fijado a la manivela trasera a través de un conjunto de correas y poleas. El sistema elíptico incluye un enlace secundario que ajusta la longitud de la zancada (cambiando la longitud del balancín) y estira la forma de la trayectoria del pedal a partir de la de los diseños elípticos de cuatro barras más simples. La amortiguación (y por lo tanto el entrenamiento) se controla en el sistema no modificado mediante un alternador fijado al volante. En la configuración de asistencia, la carga del alternador se mantiene al mínimo, solo cargando la batería de a bordo para hacer funcionar la electrónica del sistema.

Se usó un interruptor de seguridad en el sistema para asegurar que la energía del motor se pudiera apagar rápidamente si fuera necesario. Inicialmente, se desarrolló e implementó en los prototipos un interruptor diseñado a medida que incluía un par de placas de contacto de resorte opuestas. En primer lugar, se fabricó una base triangular

de plástico con el fin de proporcionar una plataforma para dos tiras conductoras. Las tiras se montaron a cada lado de la base triangular de tal manera que se encontraban en el vértice del triángulo. Las curvaturas de las tiras permitían insertar una tarjeta de plástico y abrir el circuito entre ellas. Los cables conductores se conectaron a un circuito de interrupción en el controlador del motor. La inserción de una pequeña tarjeta plástica entre las tiras conductoras de conexión abrió el circuito y permitió que el accionador del motor recibiera energía. En segundo lugar, se diseñó y fabricó un soporte de aluminio con el fin de ubicar el interruptor de seguridad cerca del usuario, de manera que la tarjeta plástica pudiera ser usada en un cordón, similar a las llaves de seguridad que se encuentran en los equipos de ejercicio en casa. En tercer lugar, se hizo un rápido prototipo de una cubierta de plástico con el fin de proteger los contactos metálicos de los eventos de cortocircuito accidentales. Se trataba de una simple cubierta en caja con una ranura en la parte superior en la que se podía insertar la tarjeta para abrir el circuito. La cubierta incluía dos lengüetas de montaje a cada lado para su fijación al montante del interruptor de seguridad.

Una característica de seguridad deseable que no se consiguió con este diseño fue evitar que la máquina se encendiera con el ajuste de velocidad muy por encima de cero. Por lo tanto, se diseñó un circuito de seguridad basado en un relé más robusto, permitiendo que cualquier interrupción en el circuito de interrupción haga que el circuito principal se abra hasta que el potenciómetro vuelva a la posición cero. Debido a que el cierre del sistema se logró mediante un circuito abierto en lugar de cerrar una interrupción como en el diseño anterior, el diseño del cordón podría cambiarse a una fijación magnética más simple. Este componente magnético, cuando está fijado, cierra el circuito, al activar el motor. El desprendimiento del imán hizo que el circuito del motor se abriera y desconecte la potencia eléctrica. Las pruebas del interruptor de seguridad mostraron que el imán se retiró con éxito de la plataforma del interruptor de seguridad con la aplicación de un nivel apropiado de fuerza de tracción en el cordón con un amplio intervalo de direcciones de tracción.

El subsiguiente diseño y proceso de refinamiento se centró en la evaluación del impacto del conjunto integrado de modificaciones en la capacidad de los individuos con y sin discapacidades para entrenar en elíptica. El objetivo era no solo asegurar una mayor capacidad de uso por parte de los individuos con discapacidades, sino también para asegurar que las modificaciones no obstaculizaran el uso por parte de los no discapacitados. Veinte adultos participaron en esta fase de prueba. Diez tenían enfermedades crónicas o discapacidades físicas (p. ej., derrame cerebral, diabetes, esclerosis múltiple, lesión cerebral traumática, amputación, o artritis), mientras que diez estaban libres de una discapacidad física conocida. Todos eran capaces de caminar de forma independiente. Seis requirieron el uso de un dispositivo de asistencia (p. ej., un bastón, un andador ortopédico, una órtesis de tobillo-pie unilateral/bilateral). Un individuo usaba una prótesis por encima de la rodilla y otro requería tanto una prótesis por encima como por debajo de la rodilla.

Dados los hallazgos anteriores sobre la similitud de las demandas articulares y musculares durante el entrenamiento en la máquina elíptica de entrenamiento SportsArt Fitness E870 respecto a las que se producen durante la caminata, esta elíptica fue seleccionada para modificarla con el sistema totalmente integrado que incluía dos escaleras, un asiento, pedales modificados, pasamanos, un monitor de la frecuencia cardíaca de una mano, un motor, una polea, y el embrague y el sistema de control de velocidad. Los participantes usaron tanto el sistema modificado como el no modificado y proporcionaron información sobre el impacto de las modificaciones. Los escalones mejoraron la capacidad en el 100 % de los individuos con discapacidades para usar el dispositivo y el 60 % de los que no tenían ninguna discapacidad. De manera similar, el sistema de pedales modificado mejoró el uso en el 100 % de los discapacitados y en el 40 % de los no discapacitados, mientras que obstaculiza el uso por parte de solo el 10 % de los no discapacitados. Se desarrolló un diseño de pedal posterior que permitió un mayor ajuste de los mecanismos de calibrado del antepié y del talón para recibir más eficazmente las necesidades de los diferentes usuarios. El motor mejoró la capacidad del 90 % de los discapacitados para usar la elíptica y del 60 % de los no discapacitados. Un participante con discapacidad indicó que el motor obstaculizaba el uso del equipo. Los pasamanos mejoraron el uso en el 80 % de los usuarios discapacitados y el 50 % de los no discapacitados, mientras que obstaculiza el uso en un solo usuario discapacitado debido a su circunferencia abdominal. Un diseño posterior permitió un mayor ajuste del pasamanos en las direcciones horizontal y vertical para recibir a los clientes con diferentes circunferencias abdominales y alturas corporales, respectivamente. El asiento mejoró la capacidad del 70 % de los discapacitados y del 30 % de los no discapacitados para usar las elípticas, mientras que no obstaculiza el uso en ninguno. En esta fase de la evaluación se identificó la necesidad de ampliar el intervalo de alturas para recibir las necesidades de los clientes con diferentes capacidades de fuerza y alturas. El monitor de frecuencia cardíaca de una mano benefició al 40 % de los usuarios discapacitados y al 20 % de los no discapacitados, mientras que no obstaculiza el uso en ninguno. Se esperaba el impacto selectivo del monitor de frecuencia cardíaca, ya que no todos los participantes tenían deficiencias en sus extremidades superiores que hicieran necesario el uso del monitor de frecuencia cardíaca de una mano.

El conjunto integrado de modificaciones mejoró significativamente las percepciones de seguridad cuando se promedió entre los dos grupos (VAS, pre-modificación = 7,0 vs. postmodificación = 8,8;  $p=0,005$ ), debido principalmente a un aumento significativo de la modificación previa a la posterior en aquellos con una discapacidad (pre = 4,6, post = 8,3) comparado con la ganancia mínima registrada en aquellos sin una discapacidad (pre = 9,3, post = 9,4; interacción  $p=0,006$ ). Las modificaciones mejoraron significativamente las percepciones de comodidad cuando se promedió entre los grupos (VAS, pre-modificación = 7,1 vs. postmodificación = 8,5;  $p=0,045$ ). Aquellos con una discapacidad experimentaron un aumento significativo de la comodidad desde la modificación previa a la

- posterior (pre = 5,7, post = 8,6) comparado con la ganancia mínima registrada en individuos sin una discapacidad después de la modificación (pre = 8,5, post = 8,3; interacción p=0,028). Las modificaciones mejoraron significativamente las percepciones de uso cuando se promedió entre los grupos (VAS, pre-modificación = 7,0 vs. postmodificación = 9,1; p=0,010). Aquellos con una discapacidad percibieron un aumento mayor de uso desde la modificación previa a la posterior (pre = 5,6, post = 9,5) comparado con el aumento más modesto identificado en individuos sin una discapacidad (pre = 8,3, post = 8,9; interacción p=0,032).
- 5
- Colectivamente, el conjunto integrado de modificaciones redujo las barreras que los individuos con discapacidades físicas experimentaban al tratar de usar la elíptica, así como mejoró las percepciones de uso de los individuos sin discapacidades. Esta fase del proceso de diseño reforzó que la aplicación del sistema integrado podría permitir que un mayor número de personas usaran el dispositivo sin obstaculizar el uso por parte del usuario "tradicional" no discapacitado.
- 10
- El sistema plenamente integrado se probó posteriormente en tres entornos con más de 30 individuos con discapacidades para perfeccionar las directrices de tratamiento y maximizar la funcionalidad. Específicamente, diez pacientes hospitalizados que participan en la rehabilitación intensiva de paciente hospitalizados por accidentes cerebrales y una joven que se recupera de una grave lesión cerebral por haber estado sumergida bajo el agua durante más de 30 minutos, entrenaron en el sistema elíptico modificado integrado. Se añadió al sistema de plataforma una rampa de acceso, ya que muchos de los usuarios aún no podían caminar. La rampa aumentó la capacidad de los clínicos para ayudar a los clientes a subir y bajar del dispositivo y redujo el riesgo de lesiones asociadas con la transferencia de clientes gravemente discapacitados al dispositivo. Además, las plataformas se modificaron para permitir la integración con un sistema de apoyo del peso corporal disponible en el mercado, ya que muchos clientes no podían soportar su peso corporal de forma independiente debido a su profunda debilidad y déficit de equilibrio. De igual modo, se añadió una plataforma en la parte delantera del dispositivo para permitir a los clínicos combinar las actividades de terapia del habla y ocupacional con las actividades de entrenamiento funcional y cardiovascular que ya se están realizando usando la elíptica modificada. Las oportunidades de entrenamiento de doble tarea resultantes prepararon mejor a los pacientes para los desafíos del "mundo real" en el que uno debe "caminar y hablar".
- 15
- 20
- 25
- 30
- De igual modo, diez individuos que reciben terapia física ambulatoria por una variedad de condiciones incluyendo hemiplejía, una embolia cerebral, lesión incompleta de la médula espinal, esclerosis múltiple, enfermedad de Parkinson y la enfermedad degenerativa de las articulaciones, participaron cada uno en hasta 12 sesiones en la máquina elíptica de entrenamiento modificada. El entorno de prueba final fue un gimnasio. Los preparadores físicos incorporaron el sistema elíptico modificado y el programa terapéutico en su entrenamiento para clientes con discapacidades físicas derivadas de una variedad de condiciones neurológicas y ortopédicas crónicas y/o progresivas. El sistema modular se adaptó fácilmente para recibir las limitaciones de espacio de los entornos de clínica ambulatoria y los gimnasios, mientras que también se asegura la accesibilidad y la facilidad de uso por parte de personas con diversas condiciones médicas. La retroalimentación de los médicos, entrenadores físicos, pacientes y clientes fue positiva, con un deseo de "mantener" el dispositivo una vez que las pruebas formales terminaron.
- 35
- 40
- Colectivamente, estas actividades ergonómicas de desarrollo mecánico y electrónico proporcionaron una máquina de rehabilitación de marcha lista para usar completamente acabada con resultados clínicos demostrados.

REIVINDICACIONES

1. Una máquina (100) de rehabilitación y ejercicio que comprende:

5 un armazón configurado para ser soportado por el suelo;  
 un brazo de manivela primero y segundo, en la que dichos brazos de manivela primero y segundo se conectan operativamente a dicho armazón y se conectan operativamente además a un volante giratorio (122);  
 un manillar móvil primero y segundo (107);  
 un pedal primero y segundo (104);  
 10 un conjunto (110) de motor y polea, en la que dicho conjunto (110) de motor y polea está conectado operativamente a dicho volante giratorio (122) y está configurado para accionar dicho volante giratorio (122), y en la que dicho conjunto (110) de motor y polea es capaz de funcionar a velocidades variables, accionando así dicho volante giratorio (122) a velocidades variables;  
 un enlace de acople primero y segundo (109), en la que cada uno de dichos enlaces de acople primero y segundo (109) tiene un primer y un segundo extremo, en la que el primer extremo del dicho primer enlace de acople (109) está conectado operativamente a dicho primer brazo de manivela y  
 15 dicho segundo extremo de dicho primer enlace de acople (109) está conectado operativamente a dicho primer manillar móvil (107), en la que dicho primer extremo de dicho segundo enlace de acople (109) está conectado operativamente a dicho segundo brazo de manivela y dicho segundo extremo de dicho segundo enlace de acople (109) está conectado operativamente a dicho segundo manillar móvil (107), y en la que dicho primer pedal (104) está conectado operativamente a dicho primer enlace de acople (109) a través de un acoplador secundario, y en la que dicho segundo pedal (104) está conectado operativamente a dicho segundo enlace de acople (109);  
 un controlador de motor (301) con botón de velocidad (302), en la que dicho controlador de motor (301) está conectado operativamente a dicho conjunto (110) de motor y polea, y en la que dicho controlador de motor (301) es capaz de controlar la velocidad variable de dicho conjunto (110) de motor y polea, **caracterizada por que** la máquina (100) de rehabilitación y ejercicio está configurada para soportar al usuario en una orientación vertical y para proporcionar asistencia al usuario a superar una porción de su zancada, el motor del conjunto (110) de motor y polea se ajusta para proporcionar una explosión de fuerza necesaria en los enlaces de acople (109) a través del volante (122) acoplado operativamente y de los brazos de manivela primero y segundo.

2. La máquina (100) de rehabilitación y ejercicio de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente una unidad de microcontrol (119), en la que dicha unidad de microcontrol (119) está conectada operativamente a dicho controlador de motor (301), y en la que dicha unidad de microcontrol (119) está operativa para controlar dicho botón de velocidad (302) de dicho controlador de motor (301).

3. La máquina (100) de rehabilitación y ejercicio de la reivindicación 1, en la que el motor de dicho conjunto (110) de motor y polea incluye un embrague de rueda libre (127), permitiendo dicho embrague de rueda libre (127) desacoplar el conjunto (110) de motor y polea de dicho volante giratorio (122).

4. La máquina (100) de rehabilitación y ejercicio de la reivindicación 1, que comprende además una plataforma (101) configurada en torno a dicho armazón, en la que dicha plataforma (101) incluye al menos un escalón (101a,b), en la que dicho al menos un escalón (101a,b) ayuda al usuario de dicha máquina (100) a montar dichos pies del usuario en dichos pedales (104).

5. La máquina (100) de rehabilitación y ejercicio de la reivindicación 4, en la que dicha plataforma (101) incluye además al menos un área inclinada (101c), en la que dicha al menos un área inclinada (101c) ayuda al usuario de dicha máquina (100) a colocar dichos pies del usuario en dichos pedales (104).

6. La máquina (100) de rehabilitación y ejercicio de la reivindicación 4, en la que dicha plataforma incluye además pasamanos ajustables (103) fijados a dicha plataforma (101).

7. La máquina (100) de rehabilitación y ejercicio de la reivindicación 1, que comprende además un asiento ajustable (102) acoplado a dicha máquina (100) que permite al usuario de dicha máquina (100) sentarse en dicho asiento (102) mientras usa dicha máquina (100).

8. La máquina (100) de rehabilitación y ejercicio de la reivindicación 2, que comprende además un dispositivo informático (120), en la que dicha unidad de microcontrol (119) está conectada a dicho dispositivo informático (120) e incluye medios para transmitir datos medibles por ordenador a dicho dispositivo informático (120).

9. La máquina (100) de rehabilitación y ejercicio de la reivindicación 1, en la que dichos pedales primero y segundo (104) incluyen una funda (105) y una disposición de correas (106) para evitar el movimiento no forzado de los pies de un usuario de dicha máquina (100) mientras dichos pies de dicho usuario están en dichos pedales (104).

10. El dispositivo (100) de rehabilitación y ejercicio de la reivindicación 1, que comprende además un dispositivo de control remoto (114) para controlar a distancia la velocidad de dicho motor de dicho conjunto (110) de motor y polea.

11. La máquina (100) de rehabilitación y ejercicio de la reivindicación 1, que comprende además un mecanismo de parada (111) para detener el motor de dicho conjunto (110) de motor y polea.
- 5 12. La máquina (100) de rehabilitación y ejercicio de la reivindicación 1, en la que dichos manillares móviles primero y segundo (107) incluyen empuñaduras (112).
- 10 13. La máquina (100) de rehabilitación y ejercicio de la reivindicación 12, que comprende además una unidad de microcontrol (119), en la que dicha unidad de microcontrol (119) está conectada operativamente a dicho motor de dicho conjunto (110) de motor y polea, a dicho volante (122), y a dichas empuñaduras (112) a través de una pluralidad de sensores.
- 15 14. La máquina (100) de rehabilitación y ejercicio de la reivindicación 13, en la que dicha pluralidad de sensores incluye medios para transmitir una pluralidad de señales eléctricas a dicha unidad de microcontrol (119), en la que dicha unidad de microcontrol (119) incluye medios para convertir dicha pluralidad de señales eléctricas en datos medibles por ordenador.
- 20 15. La máquina (100) de rehabilitación y ejercicio de la reivindicación 14, que comprende además un dispositivo informático (120), en la que dicha unidad de microcontrol (119) está conectada a dicho dispositivo informático (120), y en la que dicha pluralidad de sensores incluye medios para transmitir dicha pluralidad de señales eléctricas a dicha unidad de microcontrol (119), en la que dicha unidad de microcontrol (119) incluye medios para convertir dicha pluralidad de señales eléctricas en datos medibles por ordenador y además para transmitir dichos datos a dicho dispositivo informático (120).
- 25 16. La máquina (100) de rehabilitación y ejercicio de la reivindicación 15, en la que dicho dispositivo informático (120) incluye además un programa para decodificar dichos datos medibles por ordenador.
- 30 17. La máquina (100) de rehabilitación y ejercicio de la reivindicación 16, en la que dicho dispositivo informático (120) incluye además un programa para convertir los datos decodificados por dicho programa para decodificar dichos datos medibles por ordenador en una pluralidad de señales de control eléctricas.
- 35 18. La máquina (100) de rehabilitación y ejercicio de la reivindicación 17, en la que dicho dispositivo informático (120) incluye además medios para transmitir a dicha unidad de microcontrol (119) dicha pluralidad de señales de control eléctricas convertidas a partir de dichos datos decodificados.
- 40 19. La máquina (100) de rehabilitación y ejercicio de la reivindicación 14, en la que dicha unidad de microcontrol (119) incluye además un procesador programable.
- 45 20. La máquina (100) de rehabilitación y ejercicio de la reivindicación 19, en la que dicho procesador programable incluye un programa para decodificar dichos datos medibles por ordenador y un programa para convertir los datos decodificados por dicho programa para decodificar dichos datos medibles por ordenador en una pluralidad de señales de control eléctricas.
21. La máquina (100) de rehabilitación y ejercicio de la reivindicación 1, que comprende además un sistema (115) de apoyo del peso corporal para recibir al usuario y soportar al usuario en una posición vertical, en posición de marcha, y/o en posición de pie.



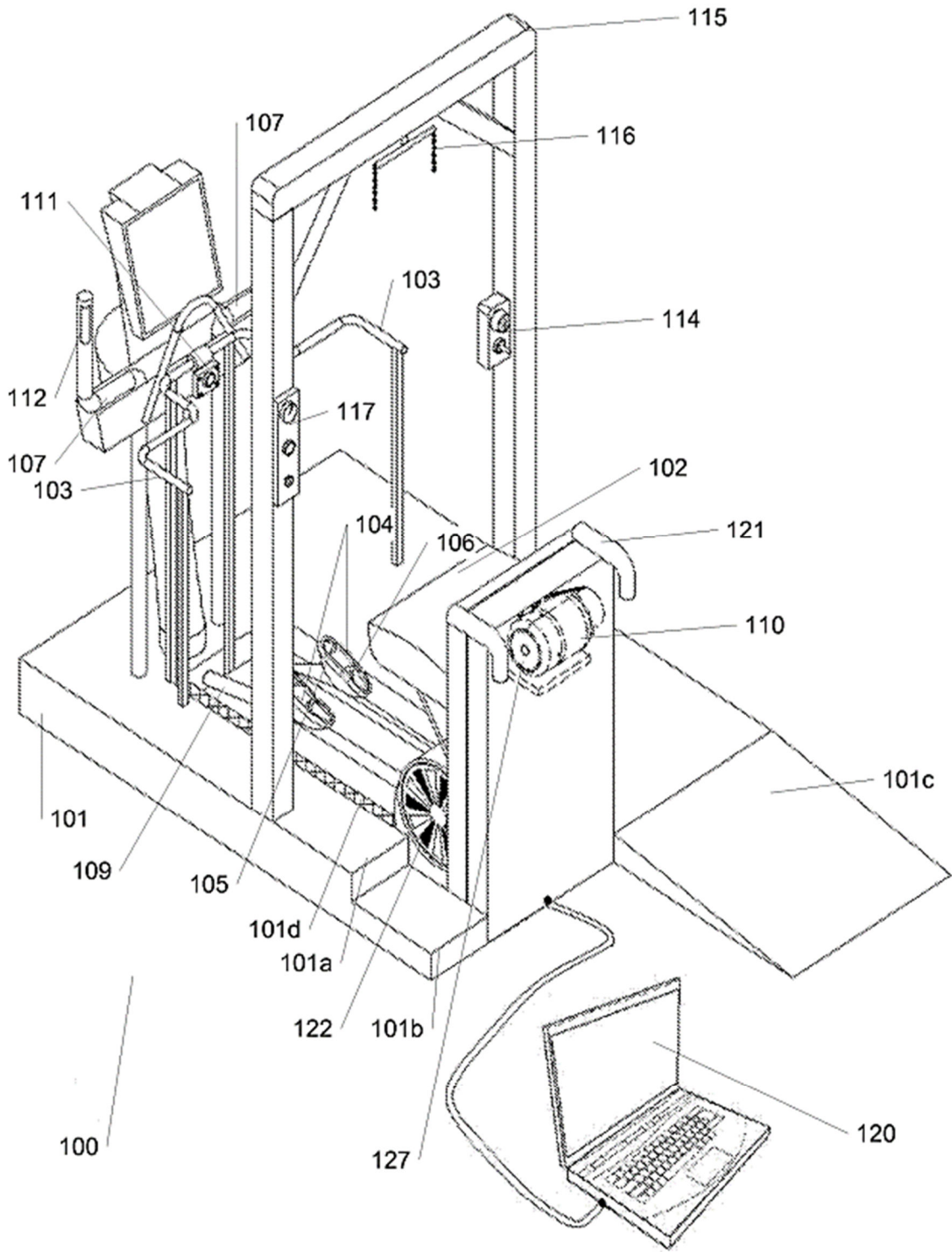
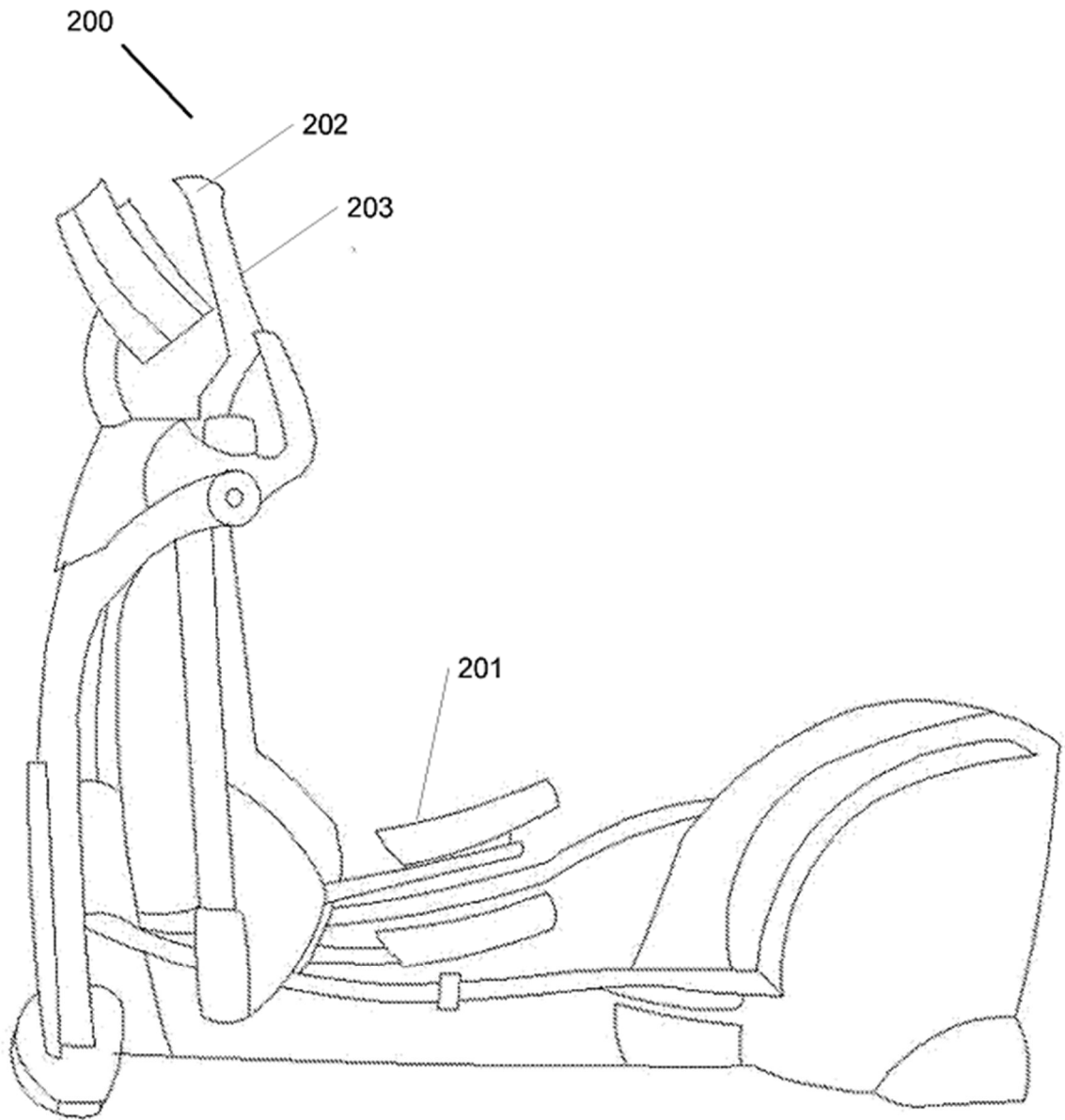


Fig. 1



**Fig. 2**  
**(Técnica anterior)**

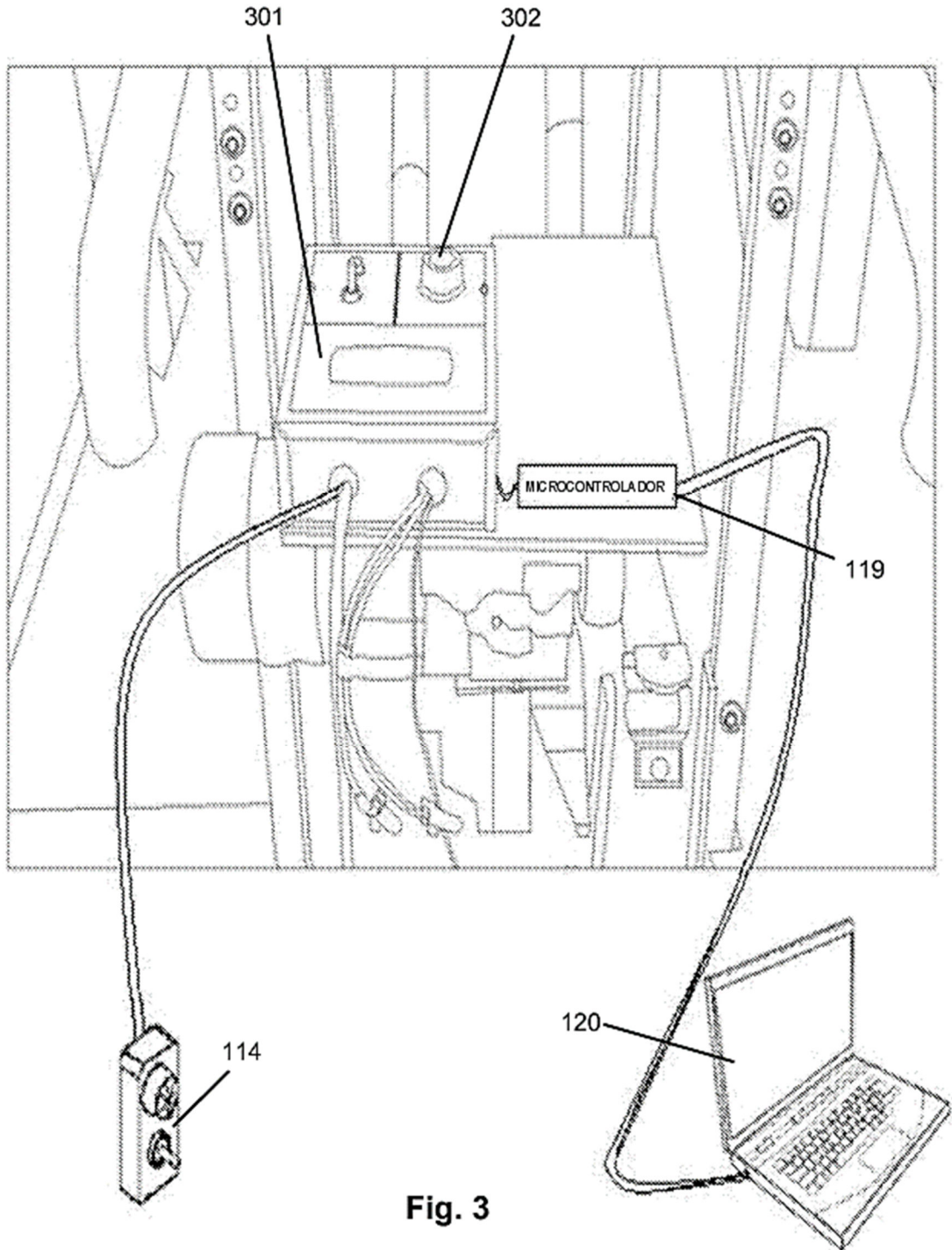
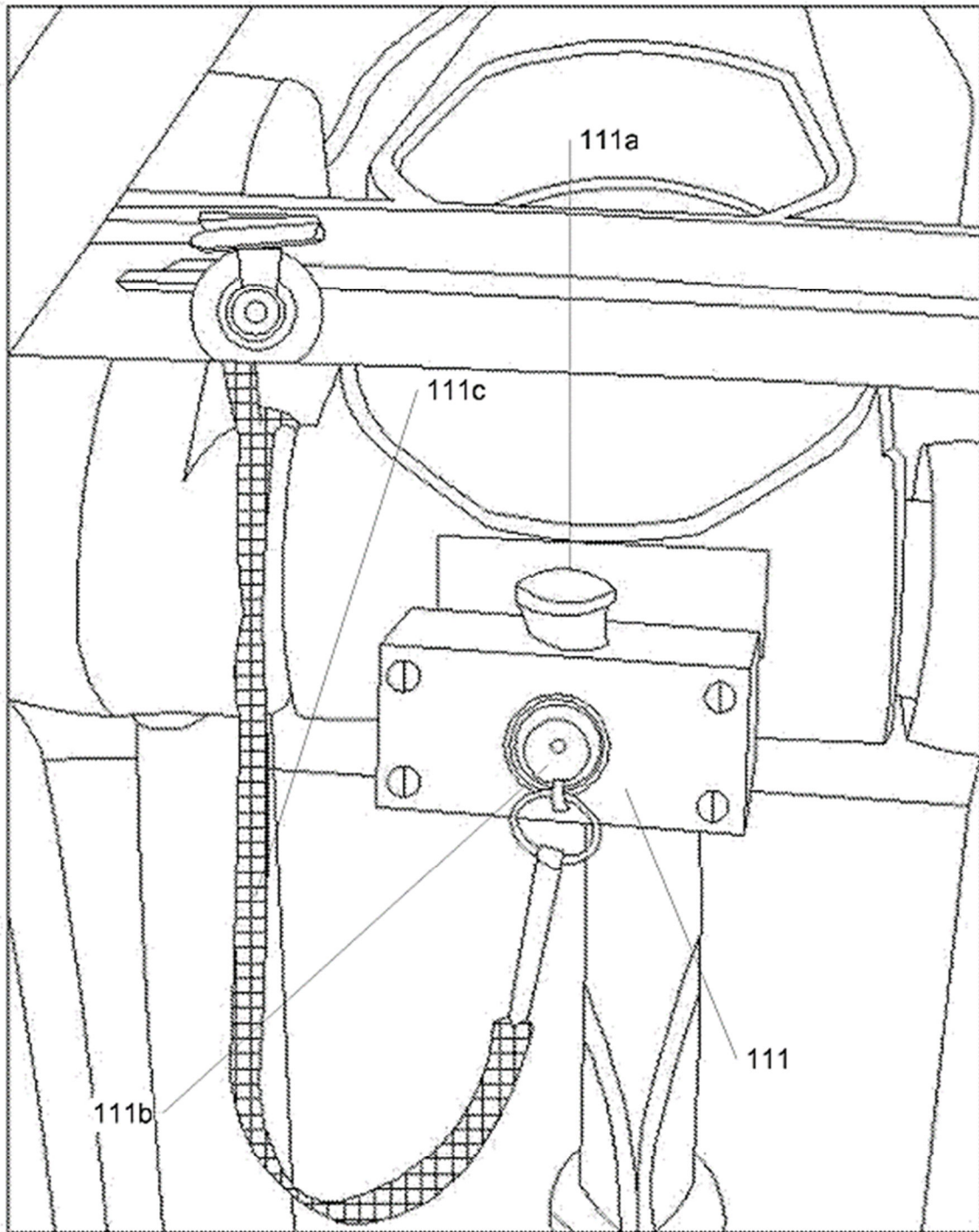
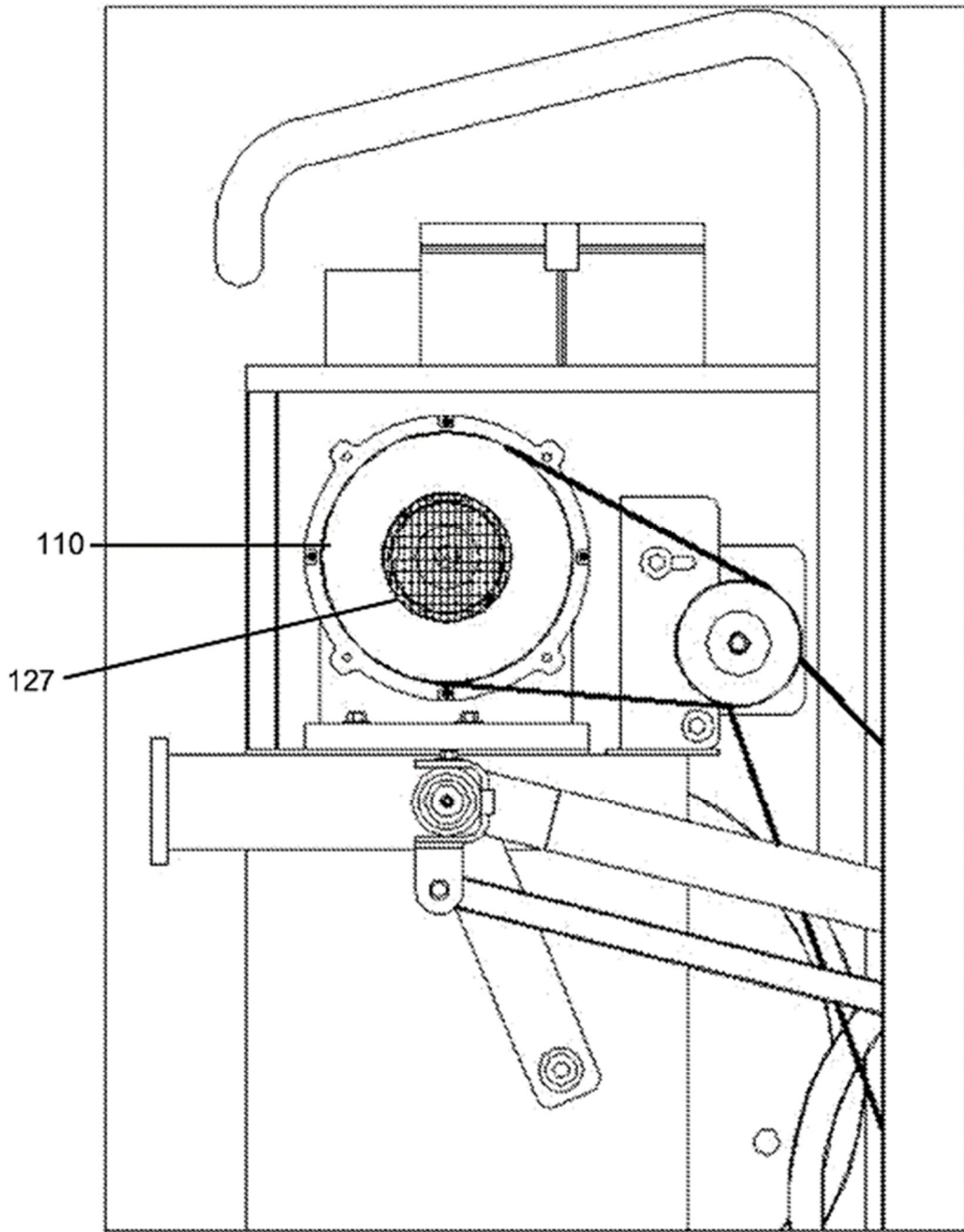


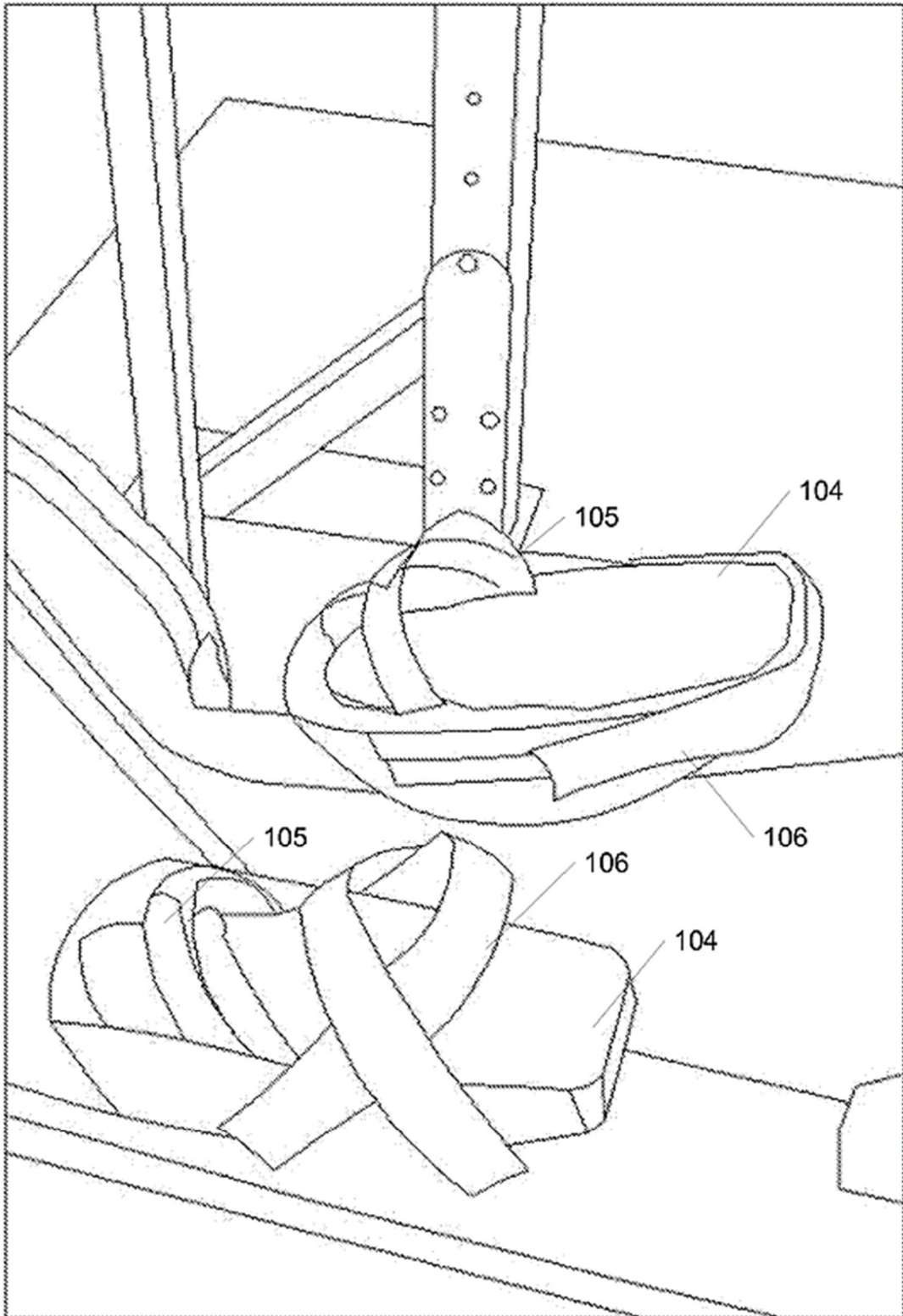
Fig. 3



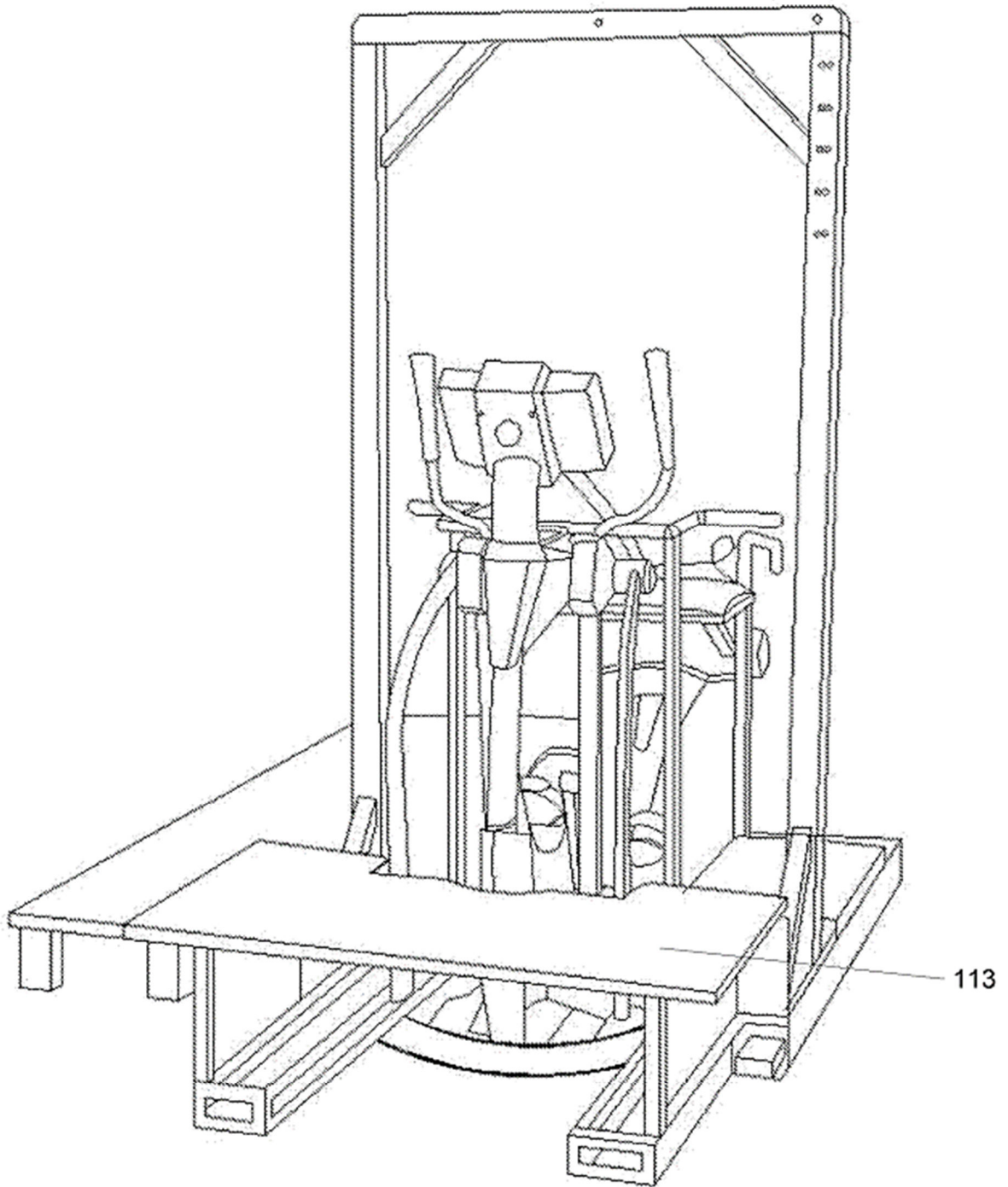
**Fig. 4**



**Fig. 5**



**Fig. 6**



**Fig. 7**

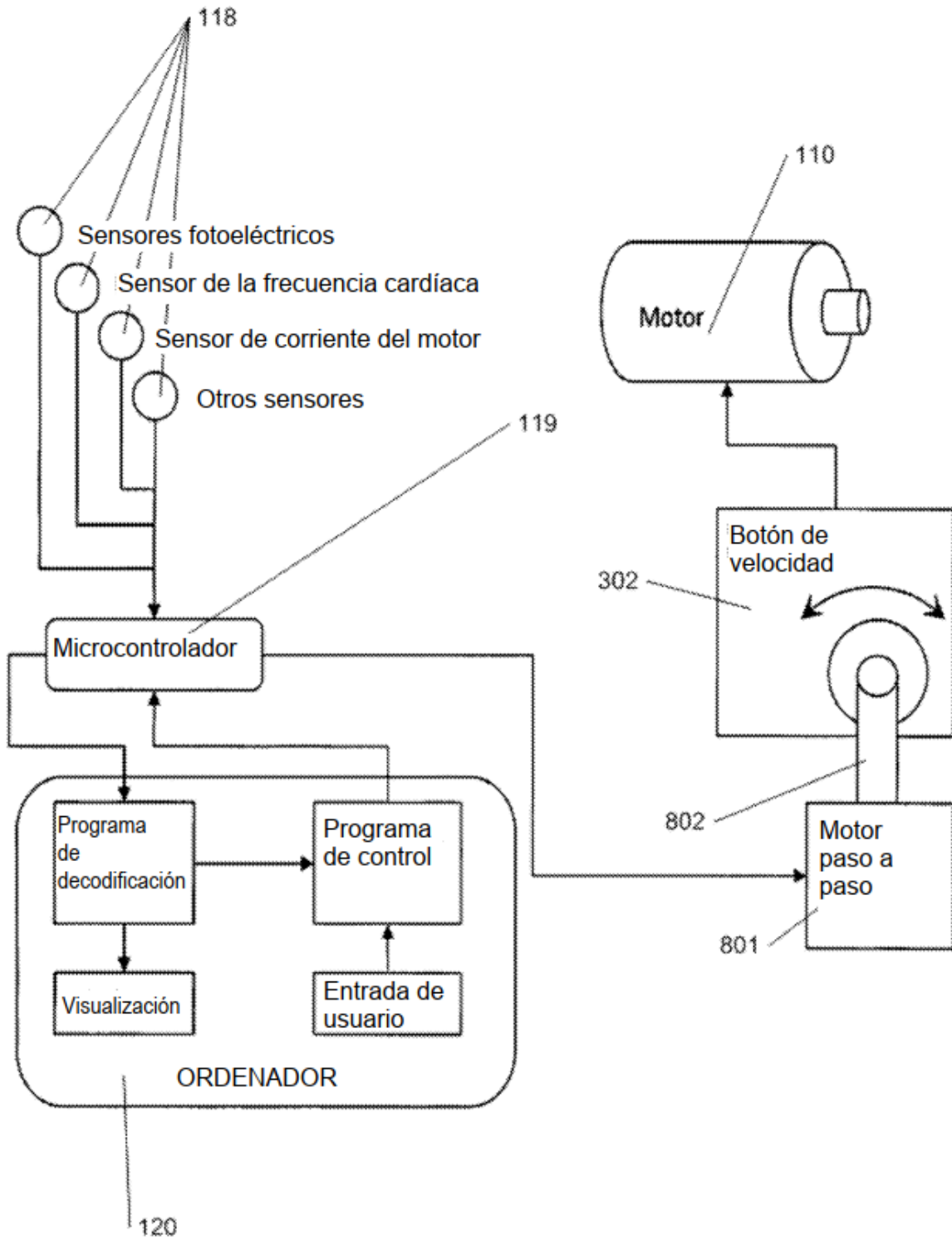
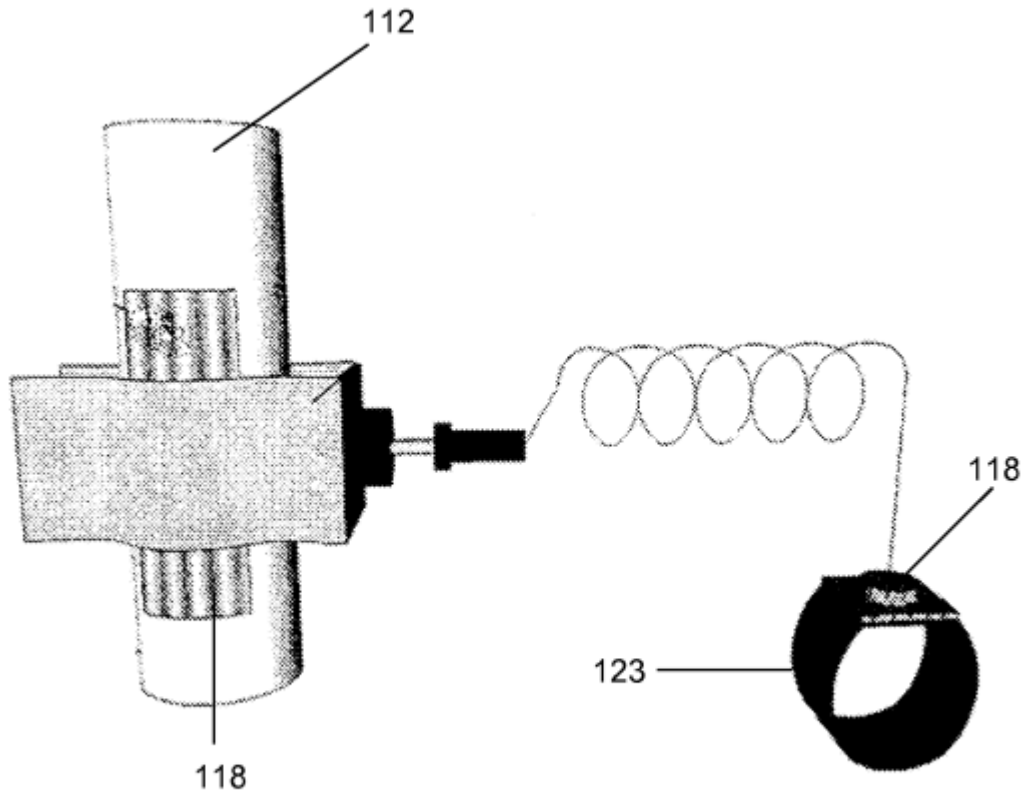


Fig. 8





**Fig. 9**