SISTEMA DE EJERCITACIÓN ASISTIDA PARA PERSONAS CON LIMITACIÓN DE MOVILIDAD EN MIEMBROS INFERIORES Y SUPERIORES

CAMPO DE LA INVENCIÓN

La presente invención está relacionada con sistemas de ejercitación para personas. Específicamente, la presente invención está relacionada con sistemas de ejercitación asistida para personas con limitación, como por ejemplo, limitaciones de movilidad en miembros inferiores y superiores.

DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE LA TÉCNICA

Actualmente, las personas con alguna limitación física, que desean realizar terapias o ejercicios físicos, se ven limitadas por falta de equipos los cuales se puedan adecuar al tipo de limitación de movilidad que tienen. Por tal motivo, se han generado algunos desarrollos alrededor de dicha problemática con el fin que dichas personas puedan ejercitarse sin quedar restringidas por su condición. Sin embargo, muchos de dichos desarrollos son diseñados para limitaciones con movilidad específicas excluyendo a ciertos individuos. Por lo anterior, existe una necesidad de desarrollar máquinas que permitan hacer ejercicio a personas con movilidad reducida, los cuales tengan diferentes tipos de condiciones médicas.

Existen en el estado de la técnica algunas máquinas para ejercicio para personas con movilidad reducida, como los documentos US7354384B2, US5807219A, y US8007405B2.

El documento US7354384B2 divulga un aparato y método de ejercicio para permitir que un usuario sentado, como un ocupante de silla de ruedas, realice una variedad de ejercicios, principalmente ejercicios de las extremidades inferiores, pero también ejercicios de la parte superior del cuerpo, sin la necesidad de dejar una posición sentada. El aparato de ejercicio de US7354384B2 incluye una base de soporte, la parte inferior de la base de soporte incluye un miembro de marco proximal lateral, un miembro de marco lateral distal y un miembro de marco longitudinal.

También, US7354384B2 incluye un primer y segundo conjunto para pie configurados cada uno para recibir un pie respectivo de un usuario sentado. Los elementos para pie están montados en la base de soporte para permitir un rendimiento selectivo y cambiar entre un ejercicio pivotante y un ejercicio deslizante traslacional.

Adicionalmente, US7354384B2 divulga que el ejercicio pivotante comprende al usuario sentado que realiza movimientos de extensión y flexión de la cadera para mover los

conjuntos de pie de forma pivotante. Adicionalmente, US7354384B2 divulga que el aparato de ejercicio comprende un par de ruedas de transporte unidas a la cara distal del miembro de marco lateral distal. Sin embargo, dicho documento US7354384B2 no divulga medios para disponer a una persona en dicha máquina, por lo que dicha persona tendría que contar con ayuda humana para poder usar dicha máquina, reduciendo así, su autonomía.

Por su parte, el documento US5807219A divulga una máquina de ejercicios de levantamiento de pesas que tiene un marco de soporte que tiene una base y al menos un miembro vertical que se extiende hacia arriba desde la base, la base tiene un extremo delantero y un extremo trasero, y el marco tiene un espacio definido hacia adelante de dicho miembro vertical que está ocupado por un usuario cuando realiza ejercicios. Adicionalmente, dicho documento divulga medios de resistencia en el marco de soporte para proporcionar resistencia a al menos un ejercicio realizado en el aparato; un conjunto de unión de cable y polea que une los medios de resistencia al miembro de ejercicio; un conjunto de soporte ajustable montado en dicho marco y que tiene una porción de soporte extensible movible entre una posición completamente extendida que se proyecta hacia delante en dicho espacio desde dicho miembro vertical y una posición retraída fuera de dicho espacio.

También, US5807219A divulga una almohadilla de asiento montable de manera liberable en dicha porción de soporte extensible en dicha posición extendida para soportar un usuario sentado en dicha almohadilla de asiento cuando realiza un ejercicio en una posición sentada. Dicha almohadilla del asiento se quita del brazo y el brazo se retrae hacia atrás para proporcionar un espacio para colocar una silla de ruedas junto al miembro vertical con un usuario en una posición equivalente a un usuario no discapacitado para acceder al equipo de ejercicio. Es decir, US5807219A permite a una persona sin limitación del tronco inferior realizar ejercicio físico, y además, permite acoplar una silla de ruedas para que una persona que tenga movilidad reducida pueda también usar dicha máquina. Sin embargo, US5807219A no divulga medios para disponer a una persona con movilidad reducida en dicha máquina sin la necesidad de utilizar una silla de ruedas, por lo que dicha persona tendría obligatoriamente que contar con una silla de ruedas para poder usar dicha máquina.

Finalmente, el documento US8007405B2 divulga una máquina de rehabilitación y ejercicio que permite a una persona con limitaciones físicas, discapacidades o afecciones crónicas usar la máquina para rehabilitar sus músculos, mejorar la flexibilidad de las articulaciones y mejorar la condición cardiovascular. Particularmente, la máquina de rehabilitación y ejercicio de US8007405B2 incluye una máquina elíptica de tracción trasera estándar.

Además, la máquina de rehabilitación y ejercicio de US8007405B2 puede incluir además un sistema de soporte de peso corporal, que está ubicado en un marco construido sobre la

máquina elíptica. El sistema de soporte corporal proporciona soporte y equilibrio a un usuario con un peso determinado, la máquina incluye un soporte de arnés y un mecanismo de control para controlar el funcionamiento del sistema de soporte de peso corporal. En particular, el soporte del arnés puede mantener al usuario en una posición o puede accionarse en una dirección vertical en función de los requisitos de equilibrio de peso del usuario y / o el tipo de actividad física realizada por el usuario en la máquina. Sin embargo, la máquina divulgada en el documento US8007405B2, al estar orientada a realizar ejercicio de piernas debido a que incluye una máquina elíptica, limita mucho la población que puede usar dicha máquina, puesto que una persona con movilidad reducida no podría hacer uso de ella.

Por lo tanto, si bien los documentos citados divulgan algunas máquinas para que personas con movilidad reducida se puedan ejercitar, dichos documentos están orientados a público muy específico, limitando el alcance de su uso a personas con diferentes tipos de limitantes físicas.

Particularmente, los sistemas descritos en las anterioridades encontradas presentan desventajas que motivan la propuesta de diseño de un nuevo sistema que permita realizar rutinas de ejercitación terapéutica para extremidades superiores e inferiores que pueda ser utilizado por personas con diferentes grados de limitación de movilidad, desde limitación parcial hasta limitación total. Además, se hace necesario que el sistema asista al usuario en el nivel de esfuerzo y en el control de movimiento de las ejecuciones de los ejercicios de acuerdo con su nivel de capacidad y etapa de recuperación. Finalmente es importante que un sistema de ejercitación también pueda ser usado por personas que no tengan ninguna limitación de movilidad. Esta última característica permite que la máquina pueda estar ubicada en lugares como gimnasios inclusivos, lo cual realza el concepto de igualdad y aumenta la autoestima de aquellas personas que a pesar de sus limitaciones de movimiento pueden compartir con aquellos que gozan de sus plenas facultades.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere a un sistema de ejercitación asistida para usuarios con limitación de movilidad en las extremidades inferiores y superiores, que comprende: un marco que se conforma por un soporte inferior, un soporte superior y un soporte vertical que une el soporte inferior y el soporte superior, donde dichos soportes superior e inferior se extienden desde el soporte vertical. El sistema también incluye una silla conectada al marco, y se ubica abajo del soporte superior, un primer cable, un acople conectado al primer cable, un elemento de sujeción configurado para conectarse al acople, y un mecanismo de elevación de un usuario.

Dicho mecanismo de elevación del usuario está conformado por un dispositivo de tracción de cable dispuesto en el marco y que se conecta con el primer cable, donde el dispositivo de tracción de cable está configurado para ejercer una fuerza al primer cable, y un arnés configurado para conectarse al elemento de sujeción. Dicho mecanismo también incluye una unidad de control conectada al dispositivo de tracción de cable, donde la unidad de control está configurada para regular la posición y velocidad del primer cable por medio del dispositivo de tracción de cable. Dicho dispositivo de tracción de cable está configurado además para ejercer una fuerza que permite elevar al usuario cuando el arnés se sujeta al elemento de sujeción.

Adicionalmente, la presente invención también se refiere a un método de ejercitación asistida para personas con limitación de movilidad en las extremidades. Dicho método comprende las siguientes etapas:

a) obtener unos datos de posición y de fuerza de un elemento de sujeción mediante un sensor de posición y un sensor de fuerza, dicho elemento de sujeción se encuentra conectado a un acople;
b) enviar los datos de posición y los datos de fuerza obtenidos en la etapa a) a una unidad de control conectada a un dispositivo de tracción de cable, donde dicho dispositivo de tracción de cable se conecta al acople mediante un primer cable;
c) generar una señal de regulación de posición y velocidad a partir de un algoritmo de verificación automático que tiene en cuenta los datos de posición y de fuerza obtenidos en la etapa a) y una condición de posición para generar la señal de regulación;
d) enviar la señal de regulación al dispositivo de tracción de cable, donde el dispositivo de tracción de cable está configurado para desplazar el primer cable; y
e) modificar la posición y velocidad que regula el dispositivo de tracción de cable para desplazar el primer cable a partir de la señal de regulación.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La FIG. 1 ilustra un sistema de ejercitación asistida para usuarios con limitación de movilidad en las extremidades inferiores y superiores que incluye un marco, una silla conectada al marco y un dispositivo de tracción de cable conectado al marco.

La FIG. 2A ilustra un sistema de ejercitación asistida para usuarios con limitación de movilidad en las extremidades inferiores y superiores el cual incluye un dispositivo de tracción de cable, un contrapeso, y una pluralidad de poleas conectadas mediante cables al dispositivo de tracción de cable y al contrapeso.

La FIG. 2B ilustra un sistema de ejercitación asistida para usuarios con limitación de movilidad en las extremidades inferiores y superiores el cual incluye un dispositivo de tracción de cable, un contrapeso, y una pluralidad de poleas conectadas mediante cables al dispositivo de tracción de cable y al contrapeso.

La FIG. 3A ilustra un sistema de ejercitación asistida para usuarios con limitación de movilidad en las extremidades inferiores y superiores el cual incluye un dispositivo de tracción de cable, un contrapeso, y una pluralidad de poleas conectadas mediante cables al dispositivo de tracción de cable y al contrapeso. Adicionalmente, dicho sistema de sistema de ejercitación asistida incluye un elemento para ejercicio de brazos, el cual se conecta al dispositivo de tracción de cable y al marco.

La FIG. 3B ilustra un sistema de ejercitación asistida para usuarios con limitación de movilidad en las extremidades inferiores y superiores el cual incluye un dispositivo de tracción de cable, un contrapeso, y una pluralidad de poleas conectadas mediante cables al dispositivo de tracción de cable y al contrapeso. Adicionalmente, dicho sistema de sistema de ejercitación asistida incluye un elemento para ejercicio de brazos, el cual se conecta al dispositivo de tracción de cable y al marco.

La FIG. 4 ilustra un sistema de ejercitación asistida para usuarios con limitación de movilidad en las extremidades inferiores y superiores el cual incluye un dispositivo de tracción de cable, un contrapeso, y una pluralidad de poleas conectadas mediante cables al dispositivo de tracción de cable y al contrapeso. Adicionalmente, dicho sistema de ejercitación asistida incluye un elemento para ejercicio de brazos, el cual se conecta al dispositivo de tracción de cable y al marco.

La FIG. 5A ilustra un sistema de ejercitación asistida para usuarios con limitación de movilidad en las extremidades inferiores y superiores el cual incluye un dispositivo de tracción de cable, un contrapeso, y una pluralidad de poleas conectadas mediante cables al dispositivo de tracción de cable y al contrapeso.

La FIG. 5B ilustra un sistema de ejercitación asistida para usuarios con limitación de movilidad en las extremidades inferiores y superiores el cual incluye un dispositivo de tracción de cable, un contrapeso, y una pluralidad de poleas conectadas mediante cables al dispositivo de tracción de cable y al contrapeso.

La FIG. 6 ilustra un sistema de ejercitación asistida para usuarios con limitación de movilidad en las extremidades inferiores y superiores el cual incluye un segundo sistema de ejercitación correspondiente a una bicicleta estática conectada a un marco, y además ilustra un soporte de pie.

La FIG. 7 ilustra las etapas de un método de ejercitación asistida para personas con limitación de movilidad en las extremidades.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La presente invención se refiere a un sistema de ejercitación asistida para usuarios con limitación de movilidad en las extremidades inferiores y superiores, que comprende: un marco (1) que se conforma por un soporte inferior (3), un soporte superior (7) y un soporte vertical (4) que une el soporte inferior (3) y el soporte superior (7), donde dichos soportes superior (7) e inferior (3) se extienden desde el soporte vertical (4). El sistema también incluye una silla (2) conectada al marco (1), y se ubica abajo del soporte superior (7), un primer cable (10), un acople (9) conectado al primer cable (10), un elemento de sujeción (11) configurado para conectarse al acople (9), y un mecanismo de elevación de un usuario.

Haciendo referencia a la FIG. 1, dicho mecanismo de elevación del usuario está conformado por un dispositivo de tracción de cable (6) dispuesto en el marco (1) y que se conecta con el primer cable (10), donde el dispositivo de tracción de cable (6) está configurado para ejercer una fuerza al primer cable (10), y un arnés (12) configurado para conectarse al elemento de sujeción (11). Dicho mecanismo también incluye una unidad de control (13) conectada al dispositivo de tracción de cable (6), donde la unidad de control (13) está configurada para regular la posición y velocidad del primer cable (10) por medio del dispositivo de tracción de cable (6). Dicho dispositivo de tracción de cable (6) está configurado además para ejercer una fuerza que permite elevar al usuario cuando el arnés (12) se sujeta al elemento de sujeción (11).

El elemento de sujeción (11) es un elemento como, por ejemplo, una barra o un elemento que un usuario puede sujetar. En dicha FIG. 1, un usuario sujeta el elemento de sujeción (11), y posteriormente, el dispositivo de tracción de cable (6) hace una fuerza al primer cable (10) contraria a la fuerza ejercida por el usuario al elemento de sujeción (11), para que el usuario no pueda bajar la barra (11) a menos que haga una fuerza determinada. Lo anterior permite a un usuario hacer ejercicio sin necesidad de usar algún contrapeso.

Específicamente, el marco (1) es una estructura la cual está conformada por un soporte inferior (3) localizado de forma horizontal en una superficie, un soporte vertical (4) con dos extremos, un primer extremo y un segundo extremo, en donde el primer extremo del soporte vertical (4) se conecta al soporte inferior (3). Adicionalmente, el soporte superior (7) del marco (1) se conecta al segundo extremo del soporte vertical (4).

Para el entendimiento de la presente invención se entenderá por vertical, a una dirección o plano que pasa por un punto dado y es vertical si contiene la dirección de la gravedad local en ese punto. Por otro lado, y para el entendimiento de la presente invención se entenderá por horizontal a una dirección o plano que pasa por un punto dado y es horizontal si es perpendicular a la dirección de la gravedad local en ese punto.

Tanto el soporte inferior (3), el soporte vertical (4) y el soporte superior (7) pueden ser barras las cuales tienen una sección transversal que se selecciona del grupo que comprende secciones circulares, triangulares, rectangulares, cuadradas, hexagonales, poligonales, tubulares o combinaciones de las mismas. También, dichos soportes pueden ser perfiles estructurales con sección transversal en I, en U, en C, en T, o combinaciones de las mismas. Se entenderá que la selección de la sección transversal dependerá de la solicitación mecánica de estas, y del material escogido, además de limitaciones comerciales o de manufactura, las cuales son tomadas en cuenta por un técnico versado en la materia.

Adicionalmente, y en una modalidad de la invención, el marco (1) puede contar con elementos de desplazamiento (18) en el soporte inferior (3), lo que permite desplazar dicho marco (1), sin necesidad que un usuario realice una fuerza excesiva, y sin necesidad, además, de tener que desarmar los soportes del marco (1).

Por otro lado, el soporte inferior (3) puede incluir medios de acople, los cuales permiten acoplar el marco (1) a, por ejemplo, una silla de ruedas, o a un segundo sistema de ejercitación (45), en donde dicho segundo sistema de ejercitación (45) puede ser, por ejemplo, una bicicleta estática. Dichos medios de acople del soporte inferior (3) pueden ser uniones mediante tornillos, conexiones macho y hembra entre barras, pasadores, medios de acople equivalentes conocidos por una persona medianamente versada en la materia o combinación de las anteriores.

Adicionalmente, el soporte inferior (3), el soporte vertical (4) o el soporte superior (7) pueden ser soportes telescópicos, es decir, soportes a los cuales se les puede ajustar su longitud, lo que permite ajustar las dimensiones de la presente invención según el tipo de usuario. Adicionalmente, el hecho que dichos soportes sean telescópicos, también permite transportar y almacenar el sistema de ejercitación asistida sin necesidad de desarmar cada una de sus piezas.

Por su parte, y haciendo referencia a la FIG. 1, la silla (2) es una silla en donde se sienta un usuario y está localizada debajo del soporte superior (7). En una modalidad de la invención, la silla (2) puede estar conectada al soporte inferior (3). También, la silla (2) puede tener un espaldar el cual puede ser abatible o removible, al cual se conecta una barra, la cual se puede conectar al soporte superior (7). Cuando la silla (2) está conectada al

soporte inferior (3) o al soporte superior (7), dicha silla (2) puede estar conectada de forma desmontable, lo que permite cambiarla según la necesidad del usuario que va a utilizar el sistema de ejercitación asistida.

Por su parte, el mecanismo de elevación del usuario es un mecanismo que está configurado para halar un cable, ejerciéndole una fuerza que permite que un usuario haga ejercicio, o que permite elevar a un usuario, y poderlo posicionar en la silla (2), o levantarlo de esta. Específicamente, el mecanismo de elevación del usuario está conformado por un dispositivo de tracción de cable (6) dispuesto en el marco (1) y conectado con el primer cable (10). Dicho primer cable (10) tiene un primer extremo y un segundo extremo, donde el primer extremo del primer cable (10) está conectado al dispositivo de tracción de cable (6). Por otro lado, el segundo extremo del primer cable (10) está conectado a un acople (9), y a dicho acople (9) hay conectado un elemento de sujeción (11).

Dicho elemento de sujeción (11) puede ser una barra configurada para que un usuario la sujete, además, dicho elemento de sujeción (11) puede estar configurado para conectarse al acople (9) que permite que el dispositivo de tracción de cable (6) ejerza una fuerza que permite elevar a un usuario.

Por otro lado, el dispositivo de tracción de cable (6) puede ser un dispositivo configurado para halar un cable con una cantidad de fuerza y velocidad determinadas las cuales se pueden regular de manera automática. Específicamente, el dispositivo de tracción de cable (6) se puede seleccionar del grupo conformado por malacates, un motor con un tambor, en donde dicho motor se selecciona del grupo conformado por motores de corriente alterna (v.g. motores sincrónicos trifásicos, motores asíncronos sincronizados, motores con un rotor de imán permanente, motores monofásicos, motores bifásicos, motores con arranque auxiliar bobinado, y con condensador), motores de corriente continua (v.gr. motores de excitación en serie, motores de excitación en paralelo, motores de excitación compuesta), motores paso a paso (v.gr. con encoder, con freno de motor, con disipadores de calor, con disipadores inerciales, con reductores de engranajes planetarios de una, dos o tres etapas), motores paso a paso clase NEMA 8, NEMA 11, NEMA 17, NEMA 23 o NEMA 34, o motores eléctricos equivalentes, conocidos por una persona medianamente versada en la materia, o combinaciones de los mismos.

Además, dicho dispositivo de tracción de cable (6) cuando es un motor puede estar conectado a un reductor de velocidad lo que permite controlar la velocidad y/o torque de la rotación del motor. Dicho reductor de velocidad se puede seleccionar del grupo conformado por: reductores de velocidad de sinfín corona, reductores de velocidad de engranajes, reductores cicloidales, reductores de velocidad planetarios, reductores de engranajes internos, reductores de engranajes externos, reductores equivalentes que sean

conocidos por una persona medianamente versada en la materia y combinaciones de los anteriores.

Adicionalmente, el dispositivo de tracción de cable (6) cuando es un motor también puede estar conectado a un variador de frecuencia (*Variable Speed Drive*) el cual permite cambiar la velocidad del dispositivo de tracción de cable (6). Incluir un variador de velocidad permite conectar diferentes tipos de motores debido a que el variador permite la conexión de diferentes tipos de motores como, por ejemplo, motores trifásicos a partir de conexiones bifásicas. El variador de velocidad se puede seleccionar del grupo conformado por variadores mecánicos como variador de paso ajustable, variador de tracción, variadores de frecuencia, variadores para motores de corriente continua, variadores equivalentes conocidos por una persona medianamente versada en la materia y combinación de las anteriores.

Por otro lado, la unidad de control (13) conectada al dispositivo de tracción de cable (6), está configurada para regular la posición y velocidad del primer cable (10) por medio del dispositivo de tracción de cable (6). Específicamente, la unidad de control (13) permite controlar la fuerza, la velocidad o posición con la que el dispositivo de tracción de cable (6) desplaza el primer cable (10), teniendo en cuenta que el primer extremo del primer cable (10) está conectado al dispositivo de tracción de cable (6). Adicionalmente, el dispositivo de tracción de cable (6) puede tener un encoder, lo que permite a la unidad de control (13) controlar las revoluciones del dispositivo de tracción de cable (6).

La unidad de control (13) puede seleccionarse del grupo conformado por microcontroladores, micro procesadores, DSCs (*Digital Signal Controller* por sus siglas en inglés), FPGAs (*Field Programmable Gate Array* por sus siglas en inglés), CPLDs (*Complex Programmable Logic Device* por sus siglas en inglés), ASICs (*Application Specific Integrated Circuit* por sus siglas en inglés), SoCs (*System on Chip* por sus siglas en inglés), PSoCs (*Programmable System on Chip* por sus siglas en inglés), computadores, servidores, tabletas, celulares, celulares inteligentes, generadores de señales y unidades de control conocidas por una persona medianamente versada en la materia o combinaciones de las anteriores.

Específicamente, cuando un usuario desea de realizar ejercicio, y una vez éste está posicionado sobre la silla (2), el usuario agarra el elemento de sujeción (11), y, según la configuración de la unidad de control (13) conectada al dispositivo de tracción de cable (6), dicho dispositivo de tracción de cable (6) empieza a retraer o soltar parte del primer cable (10) con una cantidad de fuerza determinada.

Por otro lado, a la unidad de control (13) se puede conectar a un sensor de posición y un sensor de fuerza, donde dicha unidad de control (13) está configurada para recibir unos datos de posición y de fuerza del elemento de sujeción (11) obtenidos por el sensor de posición y el sensor de fuerza. Es decir, el elemento de sujeción (11) está posicionado en una posición inicial, y cuando un usuario desplaza el elemento de sujeción (11), este a su vez desplaza el primer cable (10) conectado al dispositivo de tracción de cable (6) que está conectado a la unidad de control (13). Por lo tanto, cuando dicho usuario desplaza el elemento de sujeción (11), el elemento de sujeción (11) se desplaza de dicha posición inicial, el sensor de posición recibe un dato de desplazamiento y un dato de fuerza, los cuales son enviados a la unidad de control (13), permitiendo a la unidad de control (13) medir la distancia y a su vez, la fuerza con la que fue desplazado el elemento de sujeción (11).

Dicho sensor de posición y un sensor de fuerza se seleccionan del grupo conformado por: encoders, sensores de ultrasonido, sensores de infrarrojos, sensor de distancia láser, sistemas de medición y detección de objetos (LIDAR por sus siglas en inglés), técnicas de medición de distancia por medio de visión artificial, acelerómetros, galgas extensiométricas, transductores inductivos, transductores piezoeléctricos, y transductores capacitivos. El sensor de posición y el sensor de fuerza convierten la dimensión física medida en una señal o un dato ya sea de voltaje, corriente o resistencia eléctrica la cual es enviada a la unidad de control (13) directamente o por medio de un sistema de conversión análogo digital (ADC por sus siglas en inglés). La unidad de control (13) toma estos datos análogos y/o digitales obtenidos mediante el sensor de posición y el sensor de fuerza, y realiza con ellos operaciones matemáticas que producen como resultado una salida análoga o digital, la cual es enviada al actuador, en este caso el dispositivo de tracción de cable (6), para que realice la actualización de la posición o fuerza que está siendo ejercida. De esta manera, se configura un sistema de control de lazo cerrado en la unidad de control (13), lo que permite ya sea regular o seguir la consigna deseada de posición y/o fuerza.

En una modalidad de la invención, una primera polea (8) se conecta al marco (1), en donde por la primera polea (8) se desplaza el primer cable (10). Haciendo referencia a la FIG. 2A y a la FIG. 2B, dicha primera polea (8) puede estar localizada en el soporte superior (7) del marco (1), mientras que el dispositivo de tracción de cable (6) está posicionado en el soporte inferior (3). Dicha primera polea (8) permite al dispositivo de tracción de cable (6) desplazar el primer cable (10) aun cuando el dispositivo de tracción de cable (6) esté localizado en cualquier soporte del marco (1).

Para el entendimiento de la presente invención se entenderá por arnés (12), a un elemento provisto de correas textiles o perfiles metálicos y elementos de unión como mosquetones y hebillas que se atan al cuerpo de un usuario y sirven para sujetar el torso, las piernas y los

pies del usuario al dispositivo de tracción de cable (6), de esta manera se asegura el equilibrio del usuario y la unión de manera confortable a la máquina para evitar caídas o balanceo lateral por parte de dicho usuario. Por otro lado, dicho arnés (12) puede ser un arnés de bipedestación conformado por correas las cuales rodean el torso y las extremidades del usuario que se sentará en la silla (2). El arnés (12) puede tener medios de sujeción (14) por los cuales pasa o se conecta un segundo cable (15). Dicho segundo cable (15) cuenta con un primer extremo y un segundo extremo, donde el primer extremo está conectado a los medios de sujeción (14) del arnés (12), y el segundo extremo está conectado al elemento de sujeción (11).

Adicionalmente, los medios de sujeción (14) pueden estar posicionados en cualquier parte del arnés (12), por ejemplo, en la parte del arnés (12) que está posicionada en el torso o en las extremidades de un usuario.

Lo anterior permite que, al activarse el dispositivo de tracción de cable (6), este desplace el primer extremo del primer cable (10), desplazando a su vez el acople (9) conectado a dicho primer extremo del primer cable (10). Al desplazar el acople (9), se desplaza el elemento de sujeción (11) el cual está conectado al acople (9). Posteriormente, al desplazar el acople (9), se desplaza el primer extremo del segundo cable (15) desplazando los medios de sujeción (14) conectados al arnés (12), lo que permite levantar y descender las extremidades y el torso del usuario.

Por ejemplo, cuando los medios de sujeción (14) está conectados en la parte del arnés (12) que están posicionados en las extremidades y el torso de un usuario, cuando el dispositivo de tracción de cable (6) desplaza el primer cable (10), se desplaza el primer extremo del segundo cable (15) desplazando los medios de sujeción (14) conectados en el arnés (12), que están localizados en el torso y las extremidades del usuario, permitiendo así desplazar a un usuario y disponerlo sobre la silla (2).

En una modalidad de la invención, uno de los medios de sujeción (14) puede estar posicionado en los pies de un usuario, y a su vez, dicho medio de sujeción (14) puede estar conectado al acople (9) mediante un segundo cable (15). Lo anterior permite que un usuario realice ejercicio de pierna como por ejemplo, flexión y extensión de rodilla, debido a que dicho usuario hala el segundo cable (15) conectado al acople (9), y a su vez, dicho acople (9) está conectado mediante un primer cable (10) al dispositivo de tracción de cable (6), el cual genera una fuerza al primer cable (10).

Adicionalmente, y haciendo referencia a la FIG. 6, el arnés (12) puede tener un soporte de pie (16), el cual comprende unos medios de acople de pie (44) para acoplar al usuario a un segundo sistema de ejercitación (45). Dicho segundo sistema de ejercitación (45) como se

mencionó anteriormente, y haciendo referencia a la FIG. 6, puede ser, una bicicleta estática, por lo tanto, dichos medios de acople de pie (44) pueden ser pedales que se acoplan a dicha bicicleta estática.

En una modalidad de la invención, y haciendo referencia nuevamente a la FIGS. 2A, 2B, 3A, 3B, 4 una primera polea (8) se conecta al marco (1). Dicha primera polea (8) se localiza en el soporte superior (7) del marco (1), mientras que el dispositivo de tracción de cable (6) está posicionado en el soporte inferior (3). Dicha primera polea (8) permite al dispositivo de tracción de cable (6) desplazar el primer cable (10) aun cuando el dispositivo de tracción de cable (6) esté localizado en cualquier soporte del marco (1).

Por otro lado, y haciendo referencia a la FIG. 5A y FIG. 5B, en una modalidad de la invención el mecanismo de elevación del usuario incluye un contrapeso (5) que se conecta al medio de sujeción (11) mediante un cuarto cable (37) conectado a una tercera polea (39), la cual es una polea móvil. Y un primer cable (10) conectado a una octava polea (42) fija y a la tercera polea (39), en donde al desplazar verticalmente el elemento de sujeción (11), a su vez el primer cable (10) se desplaza por una primera polea (8), la octava polea (42) y la tercera polea (39) y en donde la primera polea (8) es fija y se ubica en el soporte superior (7). Adicionalmente, dicho primer cable (10) se conecta al dispositivo de tracción de cable (6).

Ahora bien, haciendo referencia a la FIG. 2A y a la FIG. 2B y teniendo en cuenta que la presente invención se refiere a un sistema de ejercitación asistida para usuarios con limitación de movilidad en las extremidades inferiores y superiores, la presente invención puede incluir una pluralidad de poleas. Dichas poleas permiten que un usuario pueda alternar si utiliza el dispositivo de tracción de cable (6) o con la asistencia del contrapeso (5) o usando ambos. Por ejemplo, en caso que se necesite levantar un usuario, el contrapeso (5) se bloquea y solo se usa el dispositivo de tracción de cable (6). Por el contrario, si el usuario desea ejercitarse el dispositivo de tracción de cable (6) se desactiva y el contrapeso (5) se desbloquea, lo que permite al usuario mover el contrapeso (5). Además, el usuario puede activar el dispositivo de tracción de cable (6) y desbloquear el contrapeso (5) para que el usuario mueva dicho contrapeso (5) pero con ayuda, de ser necesario, del dispositivo de tracción de cable (6).

Para el entendimiento de la presente invención por la expresión “una polea se conecta a otra polea” se entenderá que entre dichas poleas pasa un cable. Por ejemplo, si se tiene que una primera polea está conectada a una segunda polea, quiere decir que un cable pasa por la primera polea y posteriormente dicho cable pasa por la segunda polea. Adicionalmente, se entenderá que una polea es fija, a que esta está conectada al marco (1) y no tiene ningún tipo de desplazamiento, ni movimientos que mezcle desplazamientos verticales y

horizontales. Por otro lado, se entenderá que una polea es móvil, cuando dicha polea se puede mover en al menos una dirección.

Haciendo referencia a la FIG. 2A y a la FIG. 2B, y en una modalidad la invención tiene una primera polea (8) que es fija y está dispuesta en el soporte superior (7), una octava polea (42) fija dispuesta en el soporte superior (7), y una segunda polea (17) conectada a una cuarta polea (32) las cuales son poleas móviles. Además, la segunda polea (17) está localizada entre la primera polea (8) y la octava polea (42). En dicha modalidad el primer cable (10) tiene un primer extremo conectado al elemento de sujeción (11) y un segundo extremo conectado al dispositivo de tracción de cable (6), en donde, dicho primer cable (10) pasa por la primera polea (8), la segunda polea (17) y la octava polea (42).

Por otro lado, dicha modalidad también incluye un quinto cable (31) con un primer extremo conectado al marco (1) y un segundo extremo conectado al contrapeso (5). En donde, el quinto cable (31) pasa por la cuarta polea (32).

Haciendo referencia nuevamente a la FIG. 2A y a la FIG. 2B, cuando se desplaza el elemento de sujeción (11) de forma vertical y el dispositivo de tracción de cable (6) está bloqueado, el contrapeso (5), y la segunda polea (17) conectada a una cuarta polea (32), las cuales son poleas móviles, se desplazan de forma ascendente debido al desplazamiento de los extremos del primer cable (10).

Por otro lado, el contrapeso (5) puede tener un elemento de bloqueo (30) que obstruye el desplazamiento del contrapeso (5), es decir, evita el movimiento de este. Cuando el contrapeso (5) está fijo, el dispositivo de tracción de cable (6) está activado, lo que permite que cuando el elemento de sujeción (11) se desplace de forma vertical, dicho dispositivo de tracción de cable (6) permite retraer el primer cable (10) o viceversa.

En otra modalidad de la invención, y haciendo referencia a la FIG. 3A y a la FIG. 3B, la invención cuenta con una primera polea (8) fija y dispuesta en el soporte superior (7), una octava polea (42) fija dispuesta en el soporte superior (7), y una segunda polea (17) conectada a una cuarta polea (32) las cuales son poleas móviles. Además, la segunda polea (17) está localizada entre la primera polea (8) y la octava polea (42). En dicha modalidad el primer cable (10) tiene un primer extremo conectado al elemento de sujeción (11) y un segundo extremo conectado al dispositivo de tracción de cable (6), en donde, dicho primer cable (10) pasa por la primera polea (8), la segunda polea (17) y la octava polea (42).

Adicionalmente, entre la octava polea (42) y el dispositivo de tracción de cable (6) se localiza una tercera polea (39) con un segundo elemento de conexión (38). Dicho segundo

elemento de conexión (38) se conecta en un primer extremo de un cuarto cable (37), mientras que el contrapeso (5) se conecta en un segundo extremo del cuarto cable (37).

En dicha modalidad, un tercer cable (33) se conecta por un primer extremo a un elemento de ejercitación de extremidades superiores (50) y un segundo extremo que se conecta a un primer elemento de conexión (35). Dicho primer elemento de conexión (35) se conecta a una sexta polea (36) móvil conectada entre una novena polea (43) fija, y una quinta polea (34) fija. En donde, el tercer cable (33) conectado al elemento de ejercitación de extremidades superiores (50), y conectado al primer elemento de conexión (35) se desplaza por la quinta polea (34) fija.

Dicha novena polea (43) se conecta a la cuarta polea (32), donde la cuarta polea (32) se conecta a la segunda polea (17) por medio de un tercer elemento de conexión (40) que hay entre la cuarta polea (32) y la segunda polea (17). Por otro lado, dicha modalidad también incluye un quinto cable (31) con dos extremos conectados al marco (1), en donde dicho quinto cable (31) se desplaza por la cuarta polea (32), luego se desplaza por la novena polea (43) y finalmente por la sexta polea (36) hasta que el extremo de dicho cable se conecta en el marco (1).

En dicha modalidad, y haciendo referencia nuevamente a la FIG. 3A y a la FIG. 3B, el elemento de ejercitación de extremidades superiores (50) se mueve respecto a un punto de pivote. Cuando dicho elemento de ejercitación de extremidades superiores (50) rota respecto a dicho punto de pivote se tensiona el tercer cable (33) y se desplaza el elemento de conexión (35) junto con la sexta polea (36). Cuando se desplaza la sexta polea (36) se desplaza a su vez el quinto cable (31) que a su vez se desplaza por la cuarta polea (32) la cual desciende junto con la segunda polea (17). Cuando la sexta polea (36) se desplaza de forma ascendente y la segunda polea (17) se desplaza de forma descendente, se desplaza el primer cable (10) desplazando así la tercera polea (39) y el segundo elemento de conexión (38) conectado al contrapeso (5) mediante el cuarto cable (37).

Por otro lado, el contrapeso (5) puede tener el elemento de bloqueo (30) que obstruye el desplazamiento del contrapeso (5). Cuando el contrapeso (5) está fijo, el dispositivo de tracción de cable (6) está activado, lo que permite que cuando el elemento de ejercitación de extremidades superiores (50) se desplace respecto al punto de pivote, se tensiona el tercer cable (33) y se desplaza el elemento de conexión (35) junto con la sexta polea (36). Cuando se desplaza la sexta polea (36) se desplaza a su vez el quinto cable (31) que a su vez se desplaza por la cuarta polea (32) la cual desciende junto con la segunda polea (17). Además, la polea (39) puede tener un sistema de bloqueo que permite bloquear la rotación de la tercera polea (39) y el deslizamiento del primer cable (10).

Por lo tanto, cuando se desplaza la sexta polea (36) de forma ascendente y la segunda polea (17) se desplaza de forma descendente, se desplaza el primer cable (10) por acción del dispositivo de tracción de cable (6), debido a que el contrapeso (5) está fijo lo que impide que la tercera polea (39) se desplace.

Por otro lado, haciendo referencia a la FIG. 4, y en otra modalidad de la invención, la máquina tiene un contrapeso (5) que se conecta a la primera polea (8), la cual es fija y se ubica en el soporte superior (7), a una segunda polea (17) móvil y a una octava polea (42) fija, en donde la segunda polea (17) se conecta a una cuarta polea (32) mediante un tercer elemento de conexión (40). Por dicha cuarta polea (32) circula un quinto cable (31) que se conecta por uno de sus extremos al dispositivo de tracción de cable (6) y por el otro extremo se conecta al marco (1), y donde el dispositivo de tracción de cable (6) hala el quinto cable (31), descendiendo la cuarta polea (32) acompañada de la segunda polea (17), la cual desplaza el primer cable (10) moviendo el elemento de sujeción (11) de manera ascendente.

En dicha modalidad, un tercer cable (33) se conecta por un primer extremo a un elemento de ejercitación de extremidades superiores (50) y un segundo extremo que se conecta a un primer elemento de conexión (35). Dicho primer elemento de conexión (35) se conecta a una sexta polea (36) móvil conectada entre una novena polea (43) fija, y una quinta polea (34) fija. En donde, el tercer cable (33) conectado al elemento de ejercitación de extremidades superiores (50), y conectado al primer elemento de conexión (35) se desplaza por la quinta polea (34) fija.

Dicha novena polea (43) se conecta a la cuarta polea (32), donde la cuarta polea (32) se conecta a la segunda polea (17) por medio de un tercer elemento de conexión (40) que hay entre la cuarta polea (32) y la segunda polea (17).

Por otro lado, en las diferentes modalidades descritas anteriormente, y como se mencionó previamente, el contrapeso (5) puede tener un elemento de bloqueo (30) que obstruye el desplazamiento del contrapeso (5), en donde al elevar el elemento de sujeción (11) por medio del elemento de tracción (6) el contrapeso (5) se inmoviliza por medio del elemento de bloqueo (30). Haciendo referencia a la FIG. 4, dicho elemento de bloqueo (30) puede ser una barra que se introduce en una perforación (30a) colineal entre el contrapeso (5) y una barra del marco (1). Adicionalmente y como se mencionó anteriormente, cuando el contrapeso (5) no está fijo, un usuario puede hacer ejercicio con la máquina de la presente invención, usando dicho contrapeso (5). Además, el dispositivo de tracción de cable (6) puede también estar activo para que dicho dispositivo de tracción de cable (6) ayude al usuario a realizar los ejercicios que este desee realizar en caso que el contrapeso (5) sea muy pesado para que un usuario pueda levantarlo, evitando así, que el usuario levante todo

el peso por sí mismo, teniendo en cuenta que la presente invención está orientada a la rehabilitación física. En dicho caso, el dispositivo de tracción de cable (6) asiste a un usuario en el ejercicio.

Adicionalmente, la presente invención también se refiere a un método de ejercitación asistida para personas con limitación de movilidad en las extremidades, en donde dicho método permite a usuarios con diferentes limitaciones poder realizar ejercicio en máquinas sin verse afectados por sus condiciones.

Específicamente, haciendo referencia a la FIG. 7, dicho método de ejercitación asistida para personas con limitación de movilidad en las extremidades comprende las siguientes etapas:

a) obtener unos datos de posición y de fuerza de un elemento de sujeción (11) mediante un sensor de posición y un sensor de fuerza, dicho elemento de sujeción (11) se encuentra conectado a un acople (9);
b) enviar los datos de posición y los datos de fuerza obtenidos en la etapa a) a una unidad de control (13) conectada a un dispositivo de tracción de cable (6), donde dicho dispositivo de tracción de cable (6) se conecta al acople (9) mediante un primer cable (10);
c) generar una señal de regulación de posición y velocidad a partir de un algoritmo de verificación automático que tiene en cuenta los datos de posición y de fuerza obtenidos en la etapa a) y una condición de posición para generar la señal de regulación;
d) enviar la señal de regulación al dispositivo de tracción de cable (6), donde el dispositivo de tracción de cable (6) está configurado para desplazar el primer cable (10); y
e) modificar la posición y velocidad que regula el dispositivo de tracción de cable (6) para desplazar el primer cable (10) a partir de la señal de regulación.

En primer lugar, la etapa a) se refiere a que un elemento de sujeción (11), cuando es desplazado por un usuario, se obtienen los datos de la distancia que fue desplazado dicho elemento de sujeción (11) y los datos de cuánta fuerza usó un usuario para desplazarla.

Por otro lado, y respecto a la etapa b), dichos datos de fuerza y desplazamiento obtenidos en la etapa a) se envían a una unidad de control (13) conectada a un dispositivo de tracción de cable (6). En donde el dispositivo de tracción de cable (6) se conecta al acople (9) mediante un primer cable (10).

La etapa c) relacionada con generar una señal de regulación de posición y velocidad a partir de un algoritmo de verificación automático que tiene en cuenta los datos de posición y de fuerza obtenidos en la etapa a), se refiere a que la unidad de control (13), mediante una

condición de posición y con los datos obtenidos, genera la señal de regulación. Donde dicha señal de regulación se refiere a una señal que puede regular la fuerza ejercida al primer cable (10) por el dispositivo de tracción de cable (6).

En donde, en la etapa d), se envía dicha señal de regulación al dispositivo de tracción de cable (6), el cual está configurado para desplazar el primer cable (10). Y finalmente, la etapa e) se refiere a modificar la posición y velocidad que regula el dispositivo de tracción de cable (6) para desplazar el primer cable (10) a partir de la señal de regulación.

Por ejemplo, cuando un usuario desplaza el elemento de sujeción (11), la unidad de control (13) obtiene los datos de desplazamiento y fuerza ejercidos sobre dicho elemento de sujeción (11) para poderlo desplazar. Posteriormente, la unidad de control (13) genera una señal de regulación a partir de dichos datos obtenidos y la condición de posición, lo que le permite a la unidad de control (13) controlar al dispositivo de tracción de cable (6) para que este ejerza una fuerza al primer cable (10) según la fuerza del usuario que está desplazando el elemento de sujeción (11).

Lo anterior permite que el dispositivo de tracción de cable (6) ejerza una fuerza al elemento de sujeción (11) según el usuario que está usando el sistema de ejercitación asistida de la presente invención y su condición física. Adicionalmente, el hecho que el dispositivo de tracción de cable (6) asista a un usuario para realizar ejercicio, permite que, si el contrapeso (5) es muy pesado para un usuario, o si dicho usuario se cansa, el dispositivo de tracción de cable (6) lo ayuda a terminar el ejercicio que está realizando, lo que evita que el usuario se sobre esfuerce o que dañe sus músculos.

Adicionalmente, se entenderá en la presente invención por dato a una representación simbólica que puede ser numérica, alfabética, algorítmica, lógica, y/o vectorial que codifica información. Un dato puede tener una estructura o trama compuesta de bloques de caracteres o de bits que representan diferentes tipos de información. Cada bloque se conforma de cadenas de caracteres, números, símbolos lógicos, entre otros.

También un dato puede formase solo de bits (cadenas en lenguaje binario), formarse de caracteres formados uno a uno por una combinación de bits, formarse a partir de campos, registros o de tablas formadas de campos y registros, o formarse de archivos de intercambio de datos (formatos como csv, json, xls, entre otros). Además, un dato puede ser una matriz de n filas por m columnas. A su vez un dato puede contener varios datos.

Por ejemplo, cuando el dato tiene estructura de trama, la trama puede tener un bloque de caracteres de identificación, conocida generalmente como encabezado o *"header",* la cual contiene información relacionada con un dispositivo de cómputo o procesador que envía el

dato, y puede contener información relacionada con un dispositivo de cómputo o procesador que recibe el dato. Preferiblemente, si el dato tiene un formato de trama, la trama contiene bloques relacionados con capas de acuerdo con el modelo de referencia OSI.

Asimismo, la trama puede tener un bloque de caracteres de cola (o simplemente cola), o *"tail"* en inglés, que permite identificar a una unidad de control (13) que es el fin del dato, es decir, que después de ese bloque ya no se encuentra información contenida en el dato identificado previamente por la unidad de cómputo o servidor con el *"header"*. Además, el dato tiene entre el bloque *"header"* y el bloque *"tail"* uno o más bloques de caracteres que representan estadísticas, números, descriptores, palabras, letras, valores lógicos (v.gr. booleanos) y combinaciones de estos.

EJEMPLO

Se desarrolló un sistema de ejercitación asistida para usuarios con limitación de movilidad en las extremidades inferiores y superiores el cual tenía las siguientes características:

- Un marco (1) que se conforma por un soporte inferior (3), un soporte superior (7) y un soporte vertical (4) que une el soporte inferior (3) y el soporte superior (7), en donde los soportes superior (7) e inferior (3) se extienden horizontalmente desde el soporte vertical (4). Dichos soportes eran perfiles de acero con una sección transversal hueca rectangular.
- Por su parte, el dispositivo de tracción de cable (6) era un malacate accionado por un motor eléctrico de corriente directa. El motor del malacate se controló por medio de una placa Arduino Mega la cual generó la acción de control tomando como información señales de un sensor de fuerza tipo galga extensiométrica ubicado sobre el elemento de sujeción (11), y un sensor de distancia tipo LIDAR ubicado sobre el soporte superior (7). La acción de control fue el resultado de un algoritmo de cálculo programado en la placa Arduino Mega.
- El arnés (12) era un conjunto de bandas textiles que se ajustaban al torso y piernas del usuario por medio de cierres de hebilla. En el torso se ajustaron dos bandas textiles frontales que iniciaban en la cintura, subían hasta los hombros y se unían en la espalda a una sola banda textil que descendía nuevamente hasta la cintura en la parte posterior. Por otra parte, en las extremidades inferiores se ubicaron dos bandas transversales en cada muslo, una de ellas cercana a la cadera y la otra cercana a la rodilla. Una disposición similar con dos bandas se utilizó en cada pierna, una de ellas cercana a la rodilla y la otra próxima al tobillo. Todo este arreglo de bandas transversales se unió con un par de bandas longitudinales por cada extremidad inferior. Dichas bandas longitudinales iniciaron en la cadera y terminaron en el tobillo. En la zona del pie también se ubicó una banda transversal en la parte media del empeine y otra banda transversal cercana al tobillo. Esta última banda se unió a la banda longitudinal que descendía por la pierna. Este

arreglo de arnés (12) permitió que un usuario accediera a una posición de bipedestación por tiempo prolongado sin presentar percepción de incomodidad, ya que el peso corporal se distribuyó principalmente sobre las bandas transversales ubicadas en el pie. Sobre las bandas transversales del arnés (12) ubicadas en el muslo, pierna y pie, se ubicaron anillos metálicos que permitieron ser usados como medios de sujeción (14) por los cuales pasó el segundo cable (15) y de esta manera se logró que el arnés (12) se conectara al elemento de sujeción (11). De esta manera el usuario pudo ser elevado para posicionarse sobre la silla (2). Este mismo arreglo también permitió la bipedestación del usuario, así como los ejercicios de flexión y extensión de las extremidades inferiores.

- Dicho sistema de ejercitación tenía doce de poleas dispuestas de tal forma que ocho de ellas guiaron al primer cable (10). Dichas poleas tenían un diámetro de 10 centímetros. Las cuatro poleas restantes se encargaron de conducir el quinto cable (31) y el tercer cable (33).
- La silla (2) se construyó con una articulación tipo bisagra de tal forma que la silla se podía replegar contra el espaldar. De esta manera se generó espacio para que un usuario en silla de ruedas se pudiera posicionar y ser elevado para posteriormente retirar la silla de ruedas y dejar al usuario listo para usar el sistema de ejercitación.
- Como elementos de desplazamiento (18) se utilizaron ruedas giratorias tipo castor en el frente de la máquina, mientras que en la parte trasera se utilizaron ruedas fijas.
- El movimiento de elevación controlada del usuario se logró por medio del movimiento vertical hacia arriba del elemento de sujeción (11). El dispositivo de tracción de cable (6) se accionó de tal forma que halara el primer cable (10). Las poleas (32), (17) y (39) se bloquearon de tal manera que el único movimiento posible para el cable (10) es mover hacia arriba al elemento de sujeción (11). Para que el movimiento se generara de manera correcta, el contrapeso (5) debía estar inmóvil. Esto se logró fijando el contrapeso (5) a la base de la máquina por medio del pasador (30).
- El movimiento de los brazos se generó por medio del cable (33) que pasó por la polea (34) y se unió al eslabón (35). El eslabón (35) se unió a la polea (36). Se bloqueó el dispositivo de tracción de cable (6). Si el usuario ejercía tensión sobre el cable (33), entonces se elevaba el eslabón (35) junto con la polea (36). Esto a su vez generaba el descenso de las poleas (17) y (32). Como el cable (10) se encontraba bloqueado por el acople (9), el único movimiento posible era el movimiento ascendente del contrapeso (5). Para que el movimiento se generara de manera correcta, el contrapeso (5) debía ser móvil. Esto se lograba liberando el contrapeso (5) de la base de la máquina, quitando el pasador (30).
- La ejercitación asistida del movimiento de los brazos se consiguió con la ayuda del elemento de sujeción (11). Si el usuario tiraba hacia abajo el elemento de sujeción (11), y el dispositivo de tracción de cable (6) estaba bloqueado, y el contrapeso (5)

estaba liberado, el usuario realizará una ejercitación activa de flexión-extensión de brazos. Si el usuario tiraba hacia abajo el elemento de sujeción (11), y el dispositivo de tracción de cable (6) estaba desbloqueado, y el contrapeso (5) estaba liberado, y se bloqueaba el deslizamiento del cable (10) en los puntos de contacto con la polea (39), y se bloqueaba el giro de la polea (39), el usuario realizaba una ejercitación híbrida de flexión-extensión de brazos. Ejercitación híbrida se refería a que el usuario aplicaba fuerza pero a la vez recibía ayuda del dispositivo de tracción de cable (6) para elevar el contrapeso (5). Si la ayuda que suministraba el dispositivo de tracción de cable (6) equivalía al suministro de toda la fuerza necesaria para elevar el contrapeso (5), se tendría el caso de una ejercitación pasiva, pues el usuario realizaría el movimiento de flexión- extensión de brazos con un esfuerzo mínimo o nulo.

- El movimiento de brazos asistido por el elemento de ejercitación de extremidades superiores (50) se obtuvo cuando el cable (33) era tirado por el usuario y el dispositivo de tracción de cable (6) estaba bloqueado, y el contrapeso (5) estaba liberado entonces se elevaba el eslabón (35) junto con la polea (36). Esto a su vez generaba el descenso de las poleas (17) y (32). Como el cable (10) se encontraba bloqueado por el acople (9), el único movimiento posible era el movimiento ascendente del contrapeso (5). En este caso el usuario se encontraba trabajando en modo activo. Si el cable (33) era tirado por el usuario y el dispositivo de tracción de cable (6) estaba desbloqueado, y el contrapeso (5) estaba liberado, y se bloqueaba el deslizamiento del cable (10) en los puntos de contacto con la polea (39), y se bloqueaba el giro de la polea (39), entonces se elevaba el eslabón (35) junto con la polea (36). Esto a su vez generaba el descenso de las poleas (17) y (32). Como el cable (10) se encontraba bloqueado por el acople (9), el único movimiento posible era el movimiento ascendente del contrapeso (5). En este caso el usuario se encontraba trabajando en modo híbrido, pues recibía ayuda del dispositivo de tracción de cable (6) para elevar el contrapeso (5). Si la ayuda que suministraba el dispositivo de tracción de cable (6) equivalía al suministro de toda la fuerza necesaria para elevar el contrapeso (5), se tendría el caso de una ejercitación pasiva, pues el usuario realizará el movimiento de brazos con un esfuerzo mínimo o nulo.

Se debe entender que la presente invención no se halla limitada a las modalidades descritas e ilustradas, pues como será evidente para una persona versada en el arte, existen variaciones y modificaciones posibles que no se apartan del espíritu de la invención, el cual solo se encuentra definido por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de ejercitación asistida para usuarios con limitación de movilidad en las extremidades inferiores y superiores, que comprende:

- un marco (1) que se conforma por un soporte inferior (3), un soporte superior (7) y un soporte vertical (4) que une el soporte inferior (3) y el soporte superior (7), en donde los soportes superior (7) e inferior (3) se extienden horizontalmente desde el soporte vertical (4);
- una silla (2) conectada al marco (1), dicha silla (2) se ubica abajo del soporte superior (7);
- un primer cable (10);
- un acople (9) conectado al primer cable (10);
- un elemento de sujeción (11) configurado para conectarse al acople (9); y
- un mecanismo de elevación del usuario, conformado por:
    - un dispositivo de tracción de cable (6) dispuesto en el marco (1) y que se conecta con el primer cable (10); donde el dispositivo de tracción de cable (6) está configurado para ejercer una fuerza al primer cable (10);
    - un arnés (12) configurado para conectarse al elemento de sujeción (11);
    - una unidad de control (13) conectada al dispositivo de tracción de cable (6), donde la unidad de control (13) está configurada para regular la posición y velocidad del primer cable (10) por medio del dispositivo de tracción de cable (6); y

donde el dispositivo de tracción de cable (6) está configurado para ejercer una fuerza que permite elevar al usuario cuando el arnés (12) se sujeta al elemento de sujeción (11).

2. El sistema de ejercitación asistida de la Reivindicación 1, caracterizada porque una primera polea (8) se conecta al marco (1), en donde por la primera polea (8) se desplaza el primer cable (10).

3. El sistema de ejercitación asistida de la Reivindicación 1, caracterizada porque el arnés (12), es un arnés de bipedestación conformado por correas que rodean el torso y las extremidades del usuario.

4. El sistema de ejercitación asistida de la Reivindicación 1, caracterizada porque el arnés (12) tiene medios de sujeción (14) por los cuales pasa un segundo cable (15) con un primer extremo conectado a los medios de sujeción (14) y un segundo extremo conectado al elemento de sujeción (11), donde al desplazar el elemento de sujeción (11) para desplazar el segundo cable (15) se levantan y descienden las extremidades y el torso del usuario.

5. El sistema de ejercitación asistida de la Reivindicación 1, caracterizada porque el arnés (12) tiene un soporte de pie (16), el cual comprende unos medios de acople para acoplar al usuario a un segundo sistema de ejercitación (45).

6. El sistema de ejercitación asistida de la Reivindicación 2, caracterizada porque tiene un contrapeso (5) que se conecta al medio de sujeción (11) mediante el primer cable (10) y un cuarto cable (37) conectado a una tercera polea (39), la cual es una polea móvil, dicho primer cable (10) se desplaza en una octava polea (42) fija y la tercera polea (39), en donde al desplazar verticalmente el elemento de sujeción (11), a su vez el primer cable (10) se desplaza por la primera polea (8), la segunda polea (17) y la tercera polea (39) y en donde la primera polea (8) es fija y se ubica en el soporte superior (7).

7. El sistema de ejercitación asistida de la Reivindicación 6, caracterizada porque tiene un tercer cable (33) que se conecta por un primer extremo a un elemento de ejercitación de extremidades superiores (50) y un segundo extremo que se conecta a un primer elemento de conexión (35), en donde el tercer cable (33) se desplaza por una quinta polea (34), en donde el primer elemento de conexión (35) se conecta a una sexta polea (36) conectada a una cuarta polea (32) que a su vez se conecta a la segunda polea (17) por medio de un tercer elemento de conexión (40) que hay entre la cuarta polea (32) y la segunda polea (17), en donde el elemento de ejercitación de extremidades superiores (50) se mueve respecto a un punto de pivote para tensionar el tercer cable (33) y elevar el elemento de conexión (35) junto con la sexta polea (36), y donde por la sexta polea (36) se desplaza un quinto cable (31) que a su vez se desplaza por la cuarta polea (32) que desciende junto con la segunda polea (17) al elevar el elemento de conexión (35) y la sexta polea (36).

8. El sistema de ejercitación asistida de la Reivindicación 6, caracterizada porque el contrapeso (5) se une al primer cable (10) mediante la tercera polea (39), la cual tiene un segundo elemento de conexión (38) que se conecta al contrapeso (5) por medio de un cuarto cable (37).

9. El sistema de ejercitación asistida de la Reivindicación 6, caracterizada porque la polea (39) tiene un sistema de bloqueo para bloquear la rotación de la tercera polea (39) y el deslizamiento del primer cable (10).

10. El sistema de ejercitación asistida de la Reivindicación 2, caracterizada porque tiene un contrapeso (5) que se conecta a la primera polea (8), la cual es fija y se ubica en el soporte superior (7), a una segunda polea (17) móvil y a una octava polea (42) fija, en donde la segunda polea (17) se conecta a una cuarta polea (32) mediante un tercer elemento de conexión (40), en donde por la cuarta polea (32) circula un quinto cable (31) que se

conecta por uno de sus extremos al dispositivo de tracción de cable (6), y donde el dispositivo de tracción de cable (6) hala el quinto cable (31), descendiendo la cuarta polea (32) acompañada de la segunda polea (17), la cual desplaza el primer cable (10) moviendo el elemento de sujeción (11) de manera ascendente.

11. El sistema de ejercitación asistida de la Reivindicación 6 y 10, caracterizada porque el contrapeso (5) tiene un elemento de bloqueo (30) que obstruye el desplazamiento del contrapeso (5), en donde al elevar el elemento de sujeción (11) por medio del elemento de tracción (6) el contrapeso (5) se inmoviliza por medio del elemento de bloqueo (30).

12. El sistema de ejercitación asistida de la Reivindicación 1, caracterizada porque el sistema de ejercitación se acopla a una segunda máquina de ejercitación por medio de elementos de acople.

13. El sistema de ejercitación asistida de la Reivindicación 1, caracterizada porque el marco (1) cuenta con elementos de desplazamiento (18) en el soporte inferior (3).

14. El sistema de ejercitación asistida de la Reivindicación 1, caracterizada porque la unidad de control (13) se conecta a un sensor de posición y de fuerza, donde dicha unidad de control (13) está configurada además para recibir unos datos de posición y de fuerza del elemento de sujeción (11) obtenidos por el sensor de posición y el sensor de fuerza.

15. Un método de ejercitación asistida para personas con limitación de movilidad en las extremidades, que comprende las siguientes etapas:

a) obtener unos datos de posición y de fuerza de un elemento de sujeción (11) mediante un sensor de posición y un sensor de fuerza, dicho elemento de sujeción (11) se encuentra conectado a un acople (9);
b) enviar los datos de posición y los datos de fuerza obtenidos en la etapa a) a una unidad de control (13) conectada a un dispositivo de tracción de cable (6), donde dicho dispositivo de tracción de cable (6) se conecta al acople (9) mediante un primer cable (10);
c) generar una señal de regulación de posición y velocidad a partir de un algoritmo de verificación automático que tiene en cuenta los datos de posición y de fuerza obtenidos en la etapa a) y una condición de posición para generar la señal de regulación;
d) enviar la señal de regulación al dispositivo de tracción de cable (6), donde el dispositivo de tracción de cable (6) está configurado para desplazar el primer cable (10); y
e) modificar la posición y velocidad que regula el dispositivo de tracción de cable (6) para desplazar el primer cable (10) a partir de la señal de regulación.

RESUMEN

La presente invención se refiere a un sistema de ejercitación asistida para usuarios con limitación de movilidad en las extremidades inferiores y superiores, que comprende: un marco que se conforma por un soporte inferior, un soporte superior y un soporte vertical que une el soporte inferior y el soporte superior, donde dichos soportes superior e inferior se extienden desde el soporte vertical. El sistema también incluye una silla conectada al marco, y se ubica abajo del soporte superior, un primer cable, un acople conectado al primer cable, un elemento de sujeción configurado para conectarse al acople, y un mecanismo de elevación de un usuario.

Dicho mecanismo de elevación del usuario está conformado por un dispositivo de tracción de cable dispuesto en el marco y que se conecta con el primer cable, donde el dispositivo de tracción de cable está configurado para ejercer una fuerza al primer cable, y un arnés configurado para conectarse al elemento de sujeción. Dicho mecanismo también incluye una unidad de control conectada al dispositivo de tracción de cable, donde la unidad de control está configurada para regular la posición y velocidad del primer cable por medio del dispositivo de tracción de cable. Dicho dispositivo de tracción de cable está configurado además para ejercer una fuerza que permite elevar al usuario cuando el arnés se sujeta al elemento de sujeción.

FIGURAS

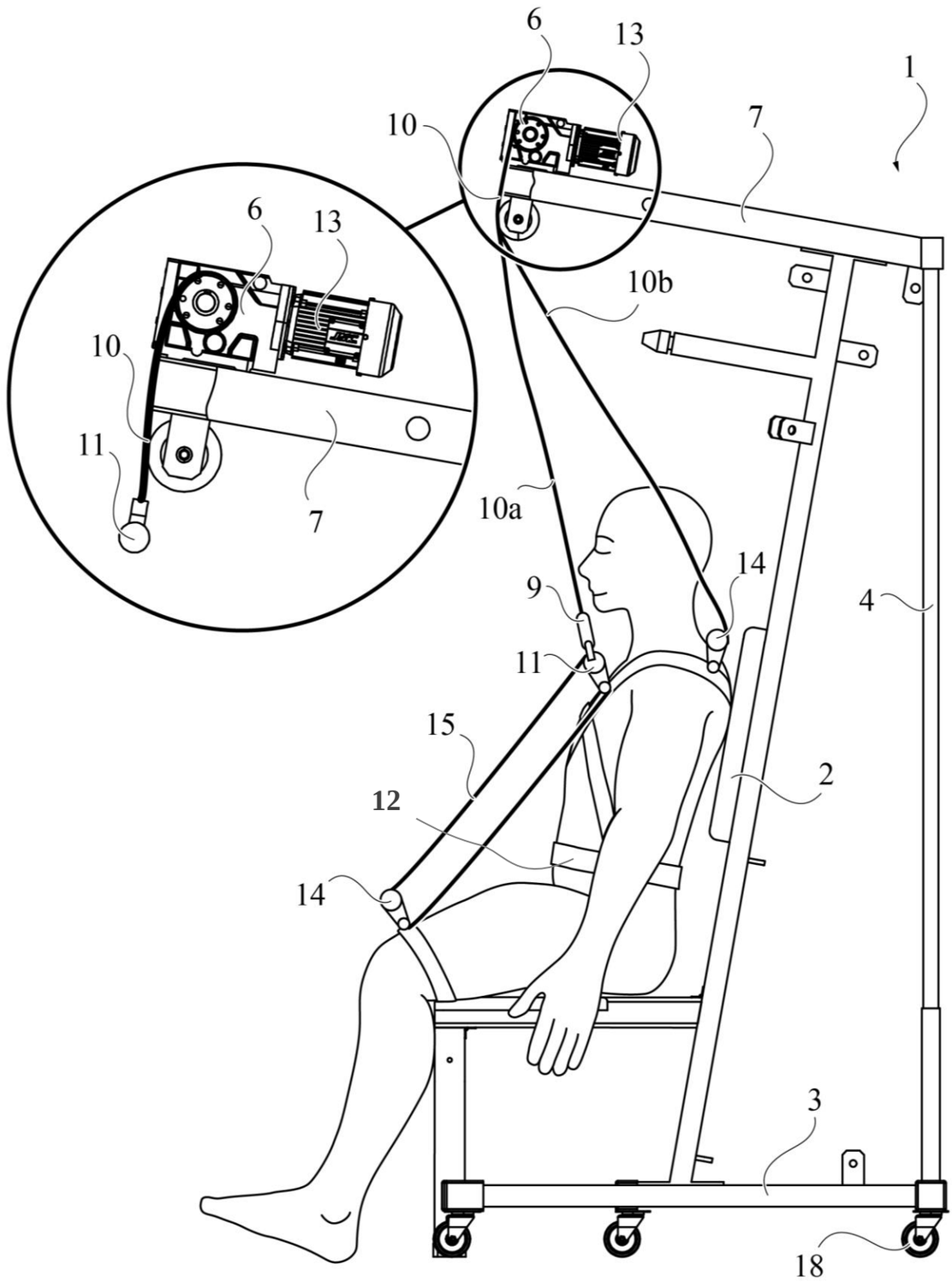


FIG. 1

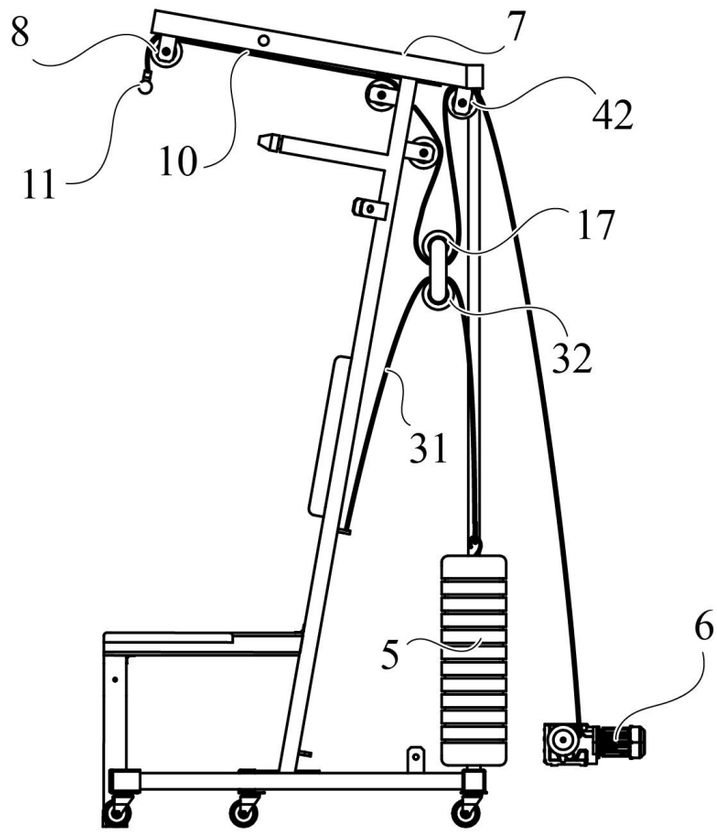


FIG. 2A

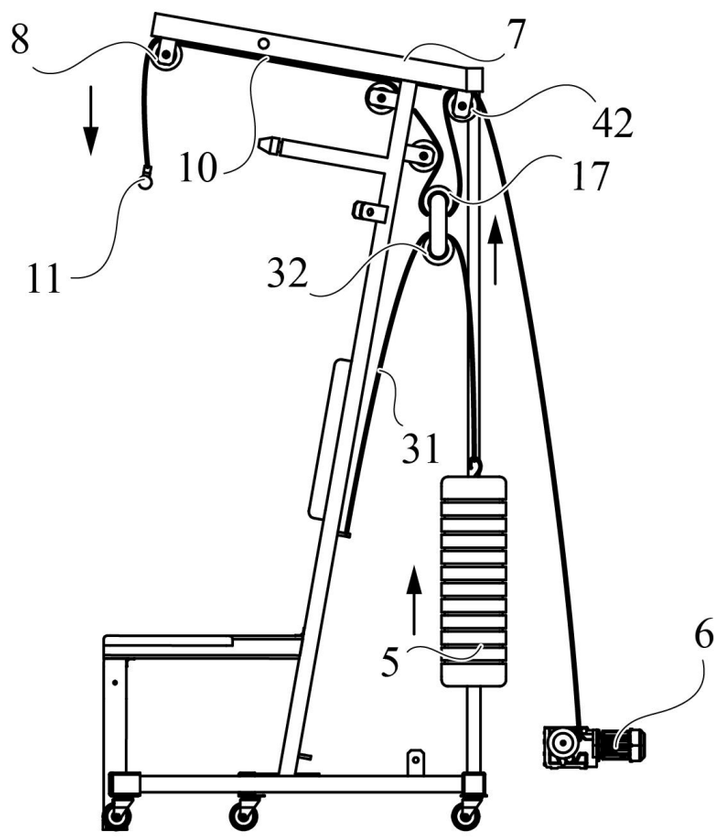


FIG. 2B

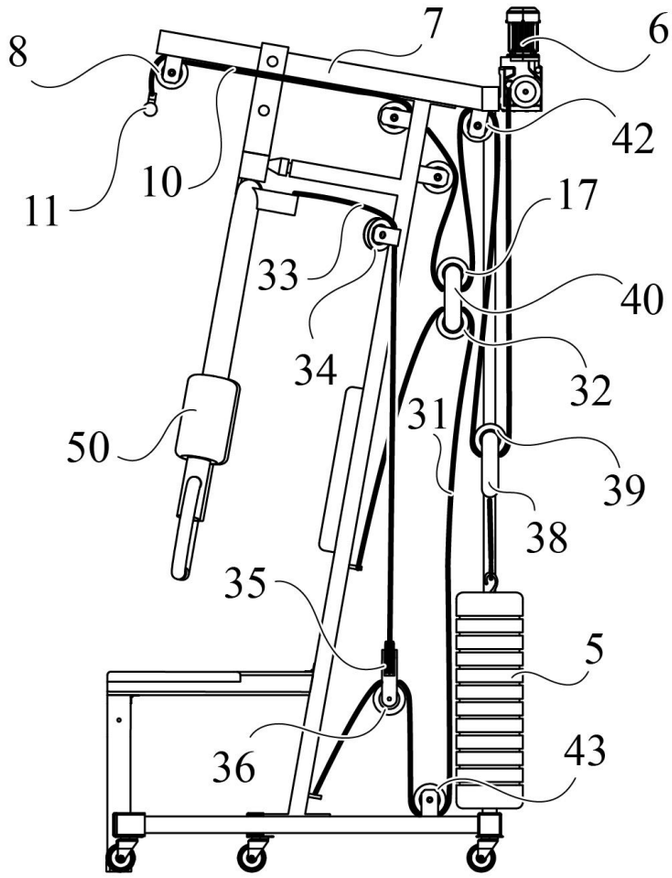

8
7
6
42
11
10
17
33
40
34
32
31
50
39
38
35
5
36
43

FIG. 3A

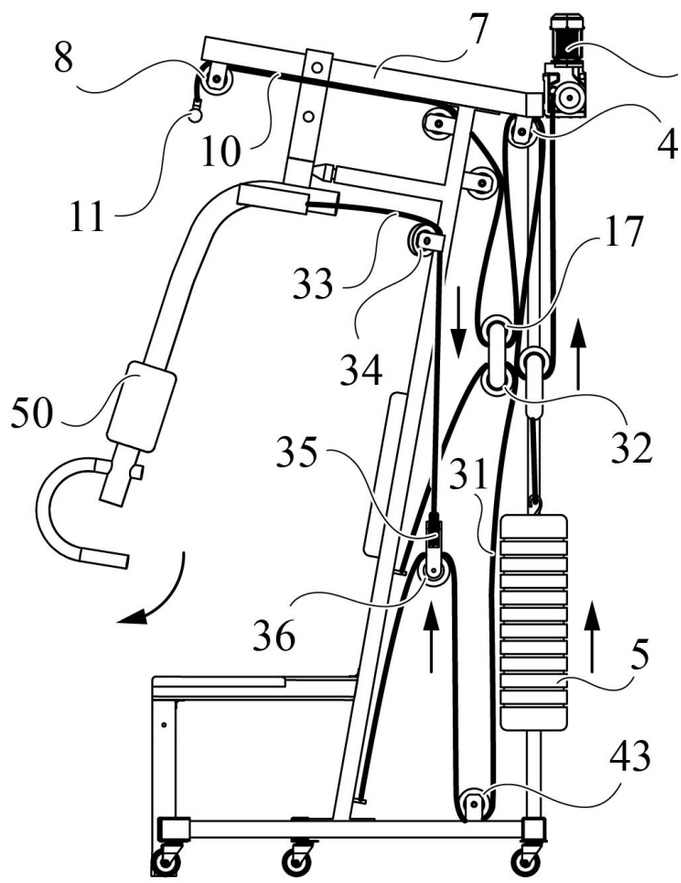
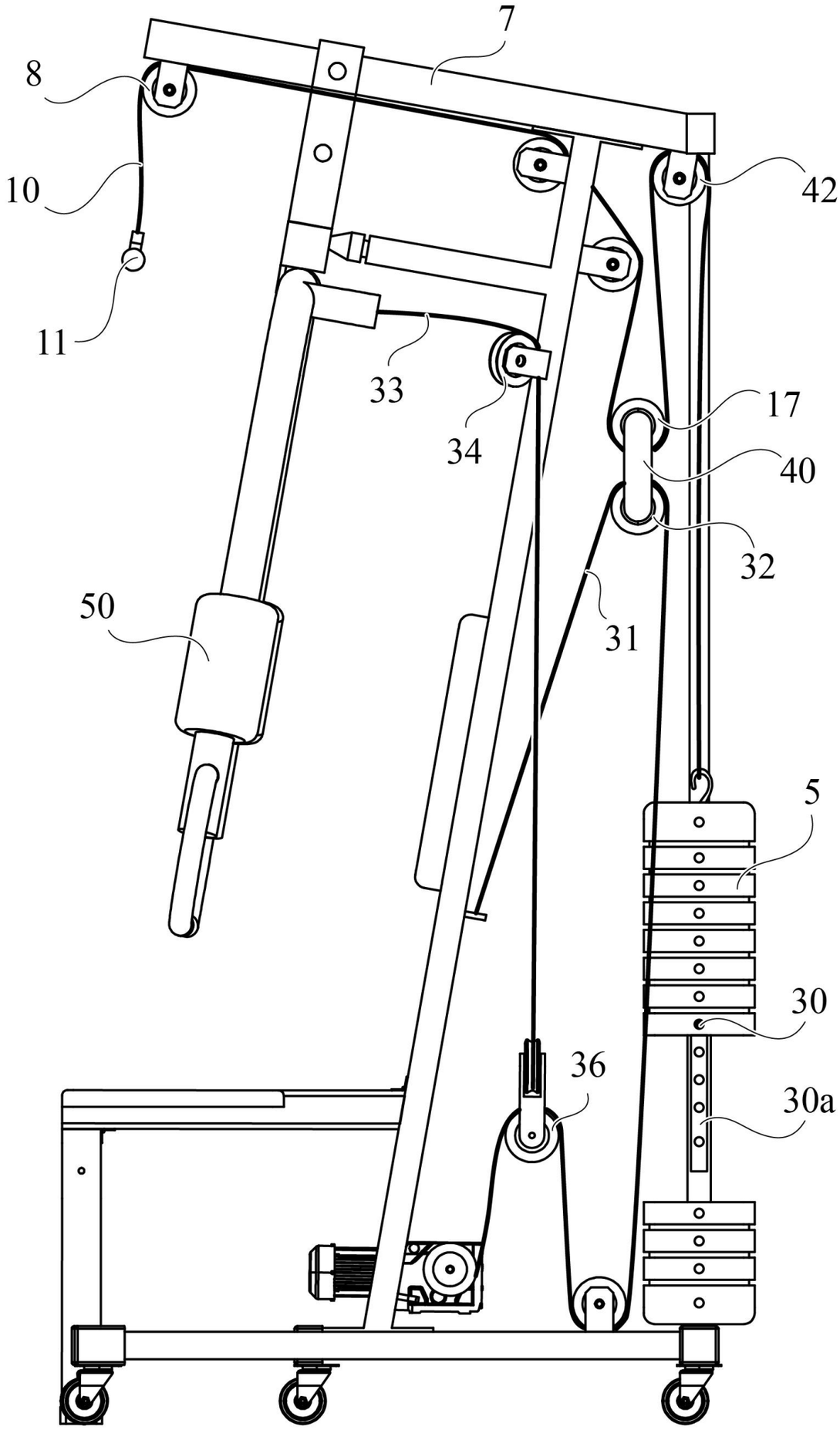

8
7
10
4
11
17
33
34
50
32
35
31
36
5
43

FIG. 3B



*

FIG. 4

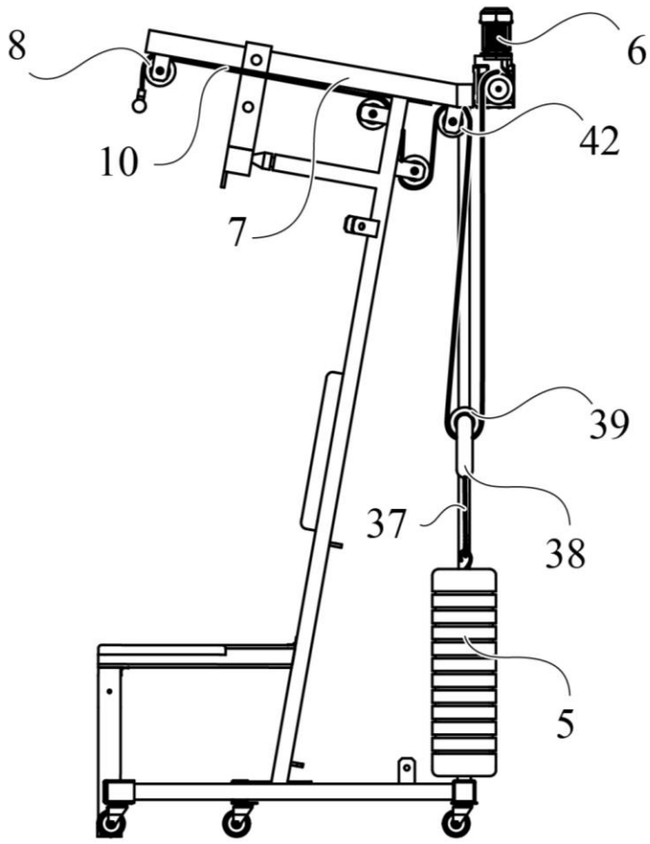


FIG. 5A

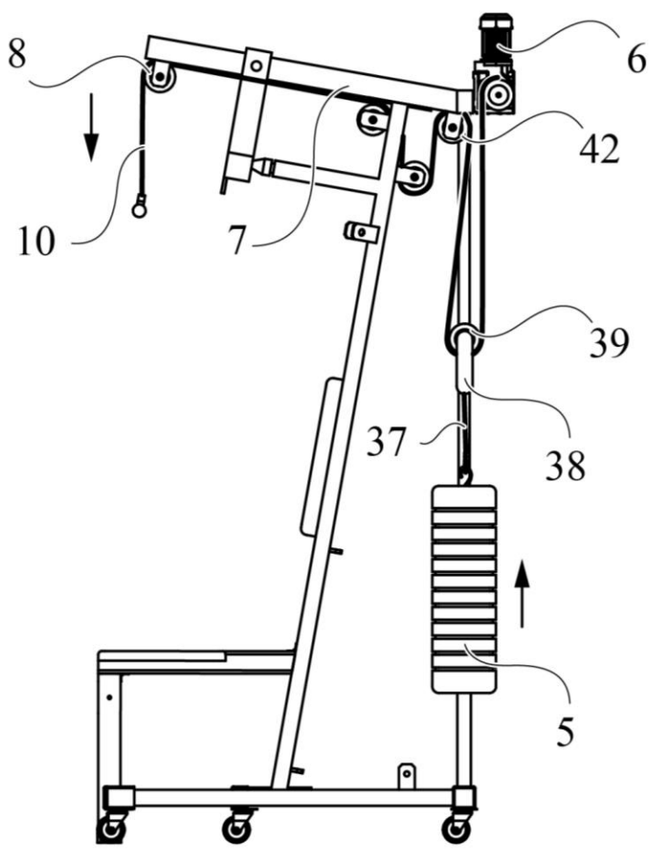


FIG. 5B

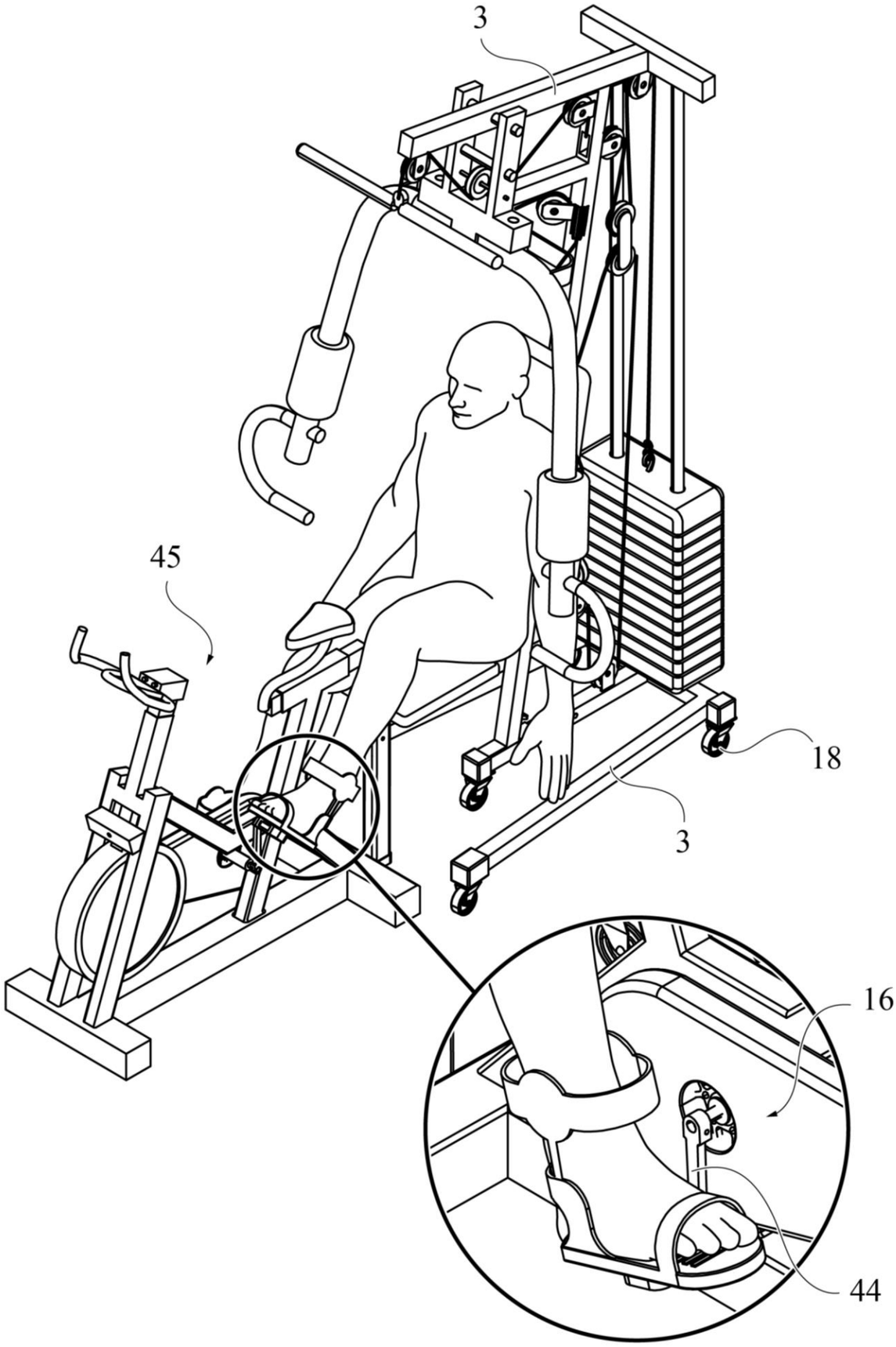


FIG. 6

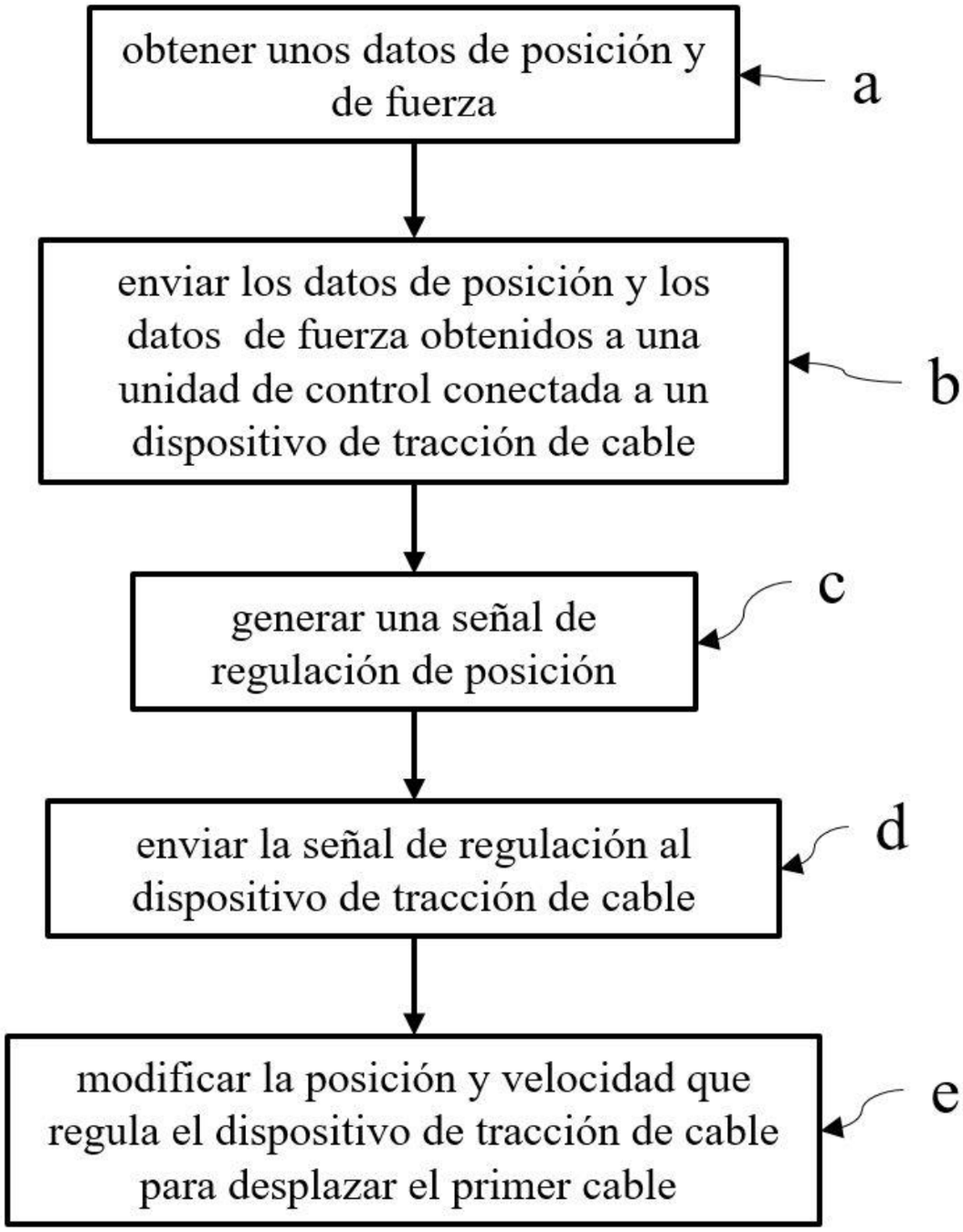

obtener unos datos de posición y de fuerza
a
enviar los datos de posición y los datos de fuerza obtenidos a una unidad de control conectada a un dispositivo de tracción de cable
b
generar una señal de regulación de posición
c
enviar la señal de regulación al dispositivo de tracción de cable
d
modificar la posición y velocidad que regula el dispositivo de tracción de cable para desplazar el primer cable
e

FIG. 7