



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 361 628**

51 Int. Cl.:  
**A63B 23/04** (2006.01)  
**A63B 69/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05008345 .0**  
96 Fecha de presentación : **18.04.2005**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1598095**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.11.2005**

54 Título: **Máquina de gimnasia.**

30 Prioridad: **21.05.2004 EP 04012143**  
**16.09.2004 IT RA04A0044**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**20.06.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**20.06.2011**

73 Titular/es: **Technogym S.p.A.**  
**Via G. Perticari, 20**  
**47035 Gambettola, Forlì Cesena, IT**

72 Inventor/es: **Alessandri, Nerio;**  
**Della Vittoria, Francesco;**  
**Ferretti, Fabio y**  
**Fabbri, Gianmatteo**

74 Agente: **Álvarez López, Fernando**

ES 2 361 628 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 gimnasia

5 La presente invención se refiere una máquina que se puede usar de forma eficaz para realizar ejercicios físicos. En general, esta invención puede tener aplicación tanto en máquinas de gimnasia destinadas principalmente al desarrollo muscular, como en máquinas adecuadas para la realización de entrenamiento de tipo de ciclismo, y por lo tanto destinadas principalmente al desarrollo de resistencia al ejercicio prolongado. En más detalle la presente invención se refiere a una máquina de gimnasia que tiene al menos un utensilio que se puede usar para el ejercicio  
10 repetido de movimientos alternativos por una trayectoria abierta.

## Antecedentes de la invención

En el campo de las máquinas de gimnasia hay máquinas bien conocidas para la realización de ejercicios que  
15 involucran/reclutan una única área de músculo; máquinas para la realización de ejercicios que reclutan varias áreas de músculo simultáneamente o en sucesión, y por esta razón se designan "funcionales"; y máquinas que permiten el desarrollo de resistencia al ejercicio muscular prolongado, por medio de lo cual es posible realizar ejercicios aeróbicos/cardiovasculares repetitivos. Normalmente, las máquinas del primer tipo están equipadas con unidades de carga con contrapesos, en las que el ejercicio hace posible una sucesión de esfuerzos excéntricos y concéntricos,  
20 mientras que las máquinas del segundo tipo están equipadas con unidades de carga que pueden intercambiar energía con el usuario de forma continua mientras lleva a cabo un movimiento cíclico sin romper la continuidad. Entre éstas últimas, las más extendidas son las bicicletas estáticas, las cintas para caminar o correr, llamadas "steppers" para simular un recorrido con escalones, y máquinas elípticas para caminar y/o correr sobre pedales móviles en trayectorias elípticas cerradas.

25 Las bicicletas estáticas, los steppers y las máquinas elípticas tienen unidades de carga diseñadas para funcionar absorbiendo la fuerza ejercida por un usuario, mientras que las cintas pueden ser del tipo accionado por un usuario, o bien motorizadas con un accionador que determina el reparto de fuerza por el usuario. Los steppers, también, son del tipo 'flotante', en el sentido de que la fuerza transmitida a la unidad de carga durante el funcionamiento de los  
30 pedales determina la altura media del centro de gravedad del usuario con respecto a la base de la máquina, y por lo tanto influye en la amplitud del movimiento.

Entre las máquinas de entrenamiento cíclico, también son bien conocidos los simuladores de patinaje. Entre éstos, los simuladores producidos en la implementación de la patente estadounidense 5.718.658 están particularmente  
35 extendidos. Según las especificaciones en esta patente, un simulador de patinaje puede tener un par de brazos sustancialmente idénticos uno al lado del otro, que pivoten en ejes verticales; cada brazo porta un pedal que pivota en él cerca de una extremidad relativamente libre; cada pedal tiene una banda transversal diseñada para impedir un resbalamiento transversal del propio pedal, y por lo tanto para retener el pie relativo. Cada palanca actúa sobre un volante por medio de una transmisión mecánica equipada con una correa, que se enrolla a lo largo de su recorrido  
40 alrededor de una rueda libre, para cooperar con el volante, y se conecta en sus extremidades respectivas a una palanca y al armazón, y en este extremo la conexión se hace mediante la interposición de un resorte. Cada palanca se frena por tanto alternativamente por una correa, y el retorno de las palancas a una posición de descanso central se lleva a cabo por el resorte respectivo.

45 Este concepto de máquina presenta varias desventajas: en primer lugar la sensación de incomodidad que se apodera del usuario que se encuentra levantado del suelo en dos pedales soportados por palancas de activación muy largas; en segundo lugar, los pies del usuario se mantienen orientados hacia delante durante el desplazamiento del brazo desde la posición de descanso, sustancialmente central, hasta una posición distal. Por esta razón, los tobillos del usuario se someten a movimientos antinaturales, y los pies se encuentran actuando de un modo diferente  
50 a aquel en el que realmente operan en el movimiento de patinaje. En el caso de movimientos particularmente grandes esto puede hacer que un usuario pierda el equilibrio por encima de las palancas, con resultados que son difíciles de predecir.

Para remediar algunas de las desventajas anteriores, es posible consultar las especificaciones presentadas en la  
55 solicitud de patente estadounidense nº 2002/0042329, en las que cada pedal está soportado bilateralmente por una guía prismática encorvada. Este par de guía-pedal, además de determinar la forma de la trayectoria del dicho pedal, está conformado de tal modo que varíe la inclinación de su cara superior usada por el pie de un usuario. Este par de guía-pedal, por tanto, se dispone de modo que aumente el agarre entre pie y pedal durante la realización del movimiento de empuje, y ofrezca de ese modo al usuario una mayor seguridad en la realización del movimiento de

5 cada pie hacia fuera. La unidad de carga de la máquina que incorpora las especificaciones de la aplicación en cuestión también tiene un volante que se puede activar por medio de una rueda libre coaxial con él. Además, se proporciona un dispositivo de retorno elástico para volver a llevar los pedales a la posición central relativa. En particular este mecanismo de retorno está provisto, para cada pedal, de un componente flexible que incluye una correa y un resorte dispuestos en serie y que avanzan alrededor de poleas.

10 Sin embargo, un concepto inventivo de este tipo parece ser mejorable en varios aspectos, dado que la presencia de un par de guía/corredera, si está equipado con rodillos rotativos, supone costes de producción elevados debido a la necesidad de producir pares de guía/corredera precisos, y problemas de desgaste significativos, que se reflejan negativamente en los costes de operación debido a la necesidad de llevar a cabo ajustes frecuentes al par. Asimismo, la rigidez extrema de la estructura provoca una baja flexibilidad de ajuste de la amplitud y el ángulo del pedal mientras lleva a cabo el movimiento, dado que estas dimensiones están directamente relacionadas con la longitud de los miembros del usuario.

15 Se debería observar que, en virtud de lo que se describe anteriormente, ambos conceptos inventivos dejan constancia del caso en el que cada pedal individual es libremente operable y esto permite que la unidad de carga relativa sea operada por un único pedal cada vez o ambos pedales simultáneamente. Esto es una ventaja particular para usuarios más expertos en el movimiento de patinaje, o aquellos mejor dotados desde un punto de vista muscular y del equilibrio.

20 En virtud de lo que se describe anteriormente, los conceptos de la máquina que incorporan las especificaciones de la patente estadounidense 5718658 y de la solicitud de patente 0042329 parecen mejorables tanto por el hecho de que el tipo de movimiento que se puede realizar no representa una simulación del movimiento de patinaje, como porque las máquinas que incorporan estas especificaciones no son suficientemente adaptables a las dimensiones antropométricas de usuarios de diferentes alturas, y por el hecho de que estas máquinas son muy pesadas, escasamente eficaces y muy costosas, mientras que los usuarios demandan la producción a un coste razonable de máquinas de gimnasia compactas que se puedan usar para fortalecer los músculos habitualmente involucrados en el movimiento de patinaje.

30 Sumario de la presente invención

En general, la presente invención se refiere a una máquina que se puede usar de forma eficaz para realizar ejercicios de entrenamiento. En particular, esta invención puede tener aplicación tanto en máquinas de gimnasia destinadas principalmente al desarrollo muscular, como en máquinas configuradas para la realización de 35 entrenamiento del tipo de ciclismo, y por tanto destinadas principalmente al desarrollo de resistencia al ejercicio prolongado. En más detalle la presente invención se refiere a una máquina de gimnasia que tiene al menos un utensilio que se puede usar para la realización repetida de movimientos alternativos por una trayectoria abierta.

40 El objeto de la presente invención es construir una máquina de gimnasia en la que sea eficazmente posible llevar a cabo un entrenamiento que estimule el movimiento de patinaje.

45 Un objeto adicional de la presente invención es permitir que un usuario tenga a su disposición un apoyo central mientras lleve a cabo el accionamiento de un pedal hacia afuera, de tal modo que haga que la máquina se pueda usar de forma indiferente por usuarios que ya tienen práctica en el movimiento de patinaje, y por usuarios que no tienen práctica en este movimiento.

50 Un objeto adicional de la presente invención es construir una máquina para la simulación de patinaje que sea de dimensiones generales limitadas en relación al grado del movimiento que se puede llevar a cabo en ella, y con costes limitados de compra y de operación.

Según la presente invención se construye una máquina de gimnasia cuyas características se describen en referencia a la reivindicación 1 y siguientes.

Breve descripción de los dibujos

55 La invención se describirá ahora en referencia a los dibujos anexos, que ilustran algunos ejemplos no limitativos de su forma de realización, en los que:

- La Figura 1 es una vista esquemática en alzado lateral de una primera forma de realización de la presente invención;
- La Figura 2 es una vista trasera esquemática en una escala ampliada y con partes retiradas para mayor claridad, de la máquina de la Figura 1, ilustrada en una posición de funcionamiento útil para ilustrar algunas de sus características estructurales;
- La Figura 3 es una vista en perspectiva esquemática, en una escala ampliada y con partes retiradas para mayor claridad, de la máquina de la Figura 1;
- La Figura 4 ilustra un diagrama estructural de una segunda forma de realización preferida de un primer dispositivo particular de la máquina de la Figura 1;
- La Figura 5 ilustra dos diagramas de dos formas de realización preferidas adicionales de segundos dispositivos particulares de la máquina de la Figura 1;
- La Figura 6 es un diagrama derivado de la Figura 1 en el que la máquina se ilustra en una posición de funcionamiento particular, con los utensilios relativos dispuestos uno al lado del otro en sus posiciones de descanso respectivas;
- La Figura 7 es una vista en alzado lateral de una tercera forma de realización preferida de la Figura 1;
- La Figura 8 es una vista en planta, con partes retiradas para mayor claridad, de la Figura 7;
- La Figura 9 es una vista en sección longitudinal, en una escala ampliada, de un detalle tomado de la Figura 8;

Descripción detallada de al menos una forma de realización de la presente invención

En la Figura 1, el nº 1 indica, en su totalidad, una máquina de gimnasia que tiene un armazón 10 que soporta una unidad de carga 20 y una estación de ejercicio 30 dispuestas una al lado de la otra. Esta estación 30 es capaz de intercambiar energía mecánica con la unidad de carga 20 y tiene al menos un par 31 de componentes mecánicos articulados entre sí, entre los cuales hay un brazo 35 portado de forma rotativa por el armazón 10 alrededor de un eje 36 inclinado con respecto al vertical, y un utensilio 40 conformado de modo que se pueda interconectar con una porción particular de una extremidad de un usuario y se acople a dicho brazo 35 en su extremidad de manera libremente rotativa. Por ejemplo, en la figura 2, se puede observar cómo, por razones de seguridad, el pedal tiene un reborde 42 en la sección central relativa, capaz de funcionar como una barrera para el otro pedal 40, y capaz de impedir impactos directos entre los maléolos de los pies de un usuario, o problemas similares relacionados con una posible interferencia durante el uso de la máquina 1. El utensilio 40 es por tanto rotativo en su propio eje y movable por una trayectoria curvada y abierta P, visible en la Figura 2, en la que se representa por una línea de rayas y puntos. Esta trayectoria P, que se describirá más a fondo más abajo, se dispone alrededor del eje 36, y se inclina hacia abajo de tal modo que cada utensilio 40 es movable a partir de un nivel más alto que corresponde a un plano longitudinal L en la línea central de la propia máquina 1 y un nivel más bajo ubicado a un lado.

Aquí y más abajo, por pura conveniencia, se hace una preferencia para referirse al caso concreto de una máquina 1 que se puede emplear para la simulación del movimiento de patinaje, sin que esta elección sea interpretada necesariamente como una limitación implícita de la aplicabilidad del presente concepto inventivo a máquinas de gimnasia que se pueden usar para la realización de otras formas de entrenamiento que el de patinaje. De acuerdo con lo que se ha afirmado, la máquina 1 tiene dos pares 31 dispuestos uno al lado del otro y ubicados en lados opuestos del plano L, de manera totalmente análoga con lo que ocurre en las máquinas conocidas para simular el movimiento de patinaje. Se hace por tanto una preferencia para asignarle al utensilio 40 la designación del pedal 40. El plano L es visible en referencia a la Figura 2.

De nuevo por razones de conveniencia, se ha preferido no complicar los dibujos anexos y la presente descripción con la adición de un dispositivo, conocido y no ilustrado, para el mando y control de la máquina 1, un dispositivo que está indicado normalmente por el término "consola", que se refiere a la carcasa que lo contiene. De hecho, a pesar de que tal consola normalmente tiene instrumentos para regular aspectos funcionales particulares de la máquina relacionados con los parámetros fisiológicos del usuario, la descripción de tal dispositivo no habría añadido nada al contenido inventivo de la presente invención.

La estación de ejercicio 30 incluye, para cada par 31, al menos un componente extendido 51 limitado longitudinalmente por acoplamientos esféricos 52, cada uno de los cuales une el componente 51 con el armazón 10 y con el dicho pedal 40. En particular, el acoplamiento esférico que une el componente 51 con el armazón está  
5 colocado a un lado del eje de rotación 36 del brazo 35, por lo tanto este componente 51 es capaz de restringir la rotación de cada pedal 40 relativo al brazo respectivo 35 de tal modo que se controle en rotación un pie que descansa en una cara 41 de dicho pedal 40 con respecto al brazo correspondiente 35. En caso de que sea necesario adaptar el comportamiento del pedal 40 a las necesidades del usuario, el componente 51 también puede tener una longitud ajustable a voluntad. Esto tiene el efecto de que cada pie de un usuario es soportado por el pedal  
10 correspondiente 40 de manera coincidente/bilateral a lo largo de una trayectoria abierta y circular P, tanto en la carrera de empuje como en la carrera de retorno a una posición de descanso R del pedal 40 junto al plano L. En virtud de lo que se describe anteriormente, esto se produce incluso cuando esta trayectoria P está inclinada hacia abajo en su parte hacia fuera relativa, con el fin de aumentar la seguridad de la máquina 1 para usuarios descuidados o cualificados de forma inadecuada.

15

Sobre la base de lo que se ha descrito anteriormente, cada pedal 40 conecta entre sí el componente relativo 51 y el brazo relativo 35, y ambos se conectan de forma rotativa al armazón 10. El pedal 40, por tanto, que conecta el brazo 35 y el componente respectivo 51 de manera relativamente rotativa es capaz de funcionar como una palanca, y el ensamblaje de cada par 31, el armazón 10, y el componente respectivo 51, además de formar un cuadrilátero  
20 articulado 43, se puede interpretar como un dispositivo de restricción 50, capaz de controlar la rotación del utensilio 40 relativo al brazo respectivo 35. Este cuadrilátero 43 restringe la cara 41 del pedal 40 de tal modo que un pie colocado en la parte superior del pedal/palanca 40 es guiado en el espacio a lo largo de una trayectoria compuesta en condiciones de contacto y descanso relativo con la cara 41, por medio de la combinación de movimientos de rotación alrededor del eje 36. En virtud de lo que se describe anteriormente, cada componente 51 es capaz de  
25 producir un movimiento compuesto del pedal respectivo 40 y en particular de inclinar el pedal respectivo 40 hacia dentro en la carrera de empuje hacia fuera del brazo relativo 35, y simultáneamente de rotar el pedal 40 hacia delante, para bajar su sección frontal 44 y levantar su sección trasera 45. La inclinación del pedal 40 hacia dentro reduce el varo de la rodilla y favorece la estabilidad del tobillo en el empuje lateral, mientras que la inclinación hacia delante del pedal favorece la estabilización del centro de gravedad del usuario por el pie que permanece en la  
30 posición central. En el caso de que el pedal 40 permaneciera paralelo a sí mismo, el usuario tendría que desplazar su centro de gravedad en la carrera de empuje hacia atrás, debilitándose la capacidad de la pierna dejada en una posición hacia delante para proporcionar un apoyo. Esto también permite que la planta de cada uno de los pies del usuario permanezca sustancialmente perpendicular y descansando con respecto a una cara superior 41 del pedal relativo 40, y por tanto adaptándose constantemente a esta cara 41. De este modo, será posible sacar provecho  
35 completamente del movimiento impartido por el usuario al brazo 35 en su totalidad respecto a la biomecánica de las articulaciones, con el resultado de que el empuje producido será el máximo producible por un usuario en completo equilibrio dinámico. Además, esto hace por tanto opcional el recurso a un componente de contención capaz de abarcar al menos una porción transversal del pie, y permite de ese modo que se simplifique la construcción de los pedales individuales, con la ventaja añadida de una reducción de coste. Por transferencia, el movimiento compuesto  
40 del pedal 40 también se puede resumir por el término 'movimiento de eversión', debido a la afinidad que tiene este movimiento con el movimiento de flexión y pronación que puede realizar la planta de un pie cuando la pierna relativa se mantiene en una condición estática. En todo caso, se puede afirmar que, en uso, momento a momento, mientras el pedal 40 rota con respecto al eje 36 del brazo relativo 35, los dos acoplamientos 52 se comportan como acoplamientos instantáneamente rotoidales y oblicuos el uno al otro.

45

La disposición de ambos brazos 35 a través del plano medio longitudinal L tiene ventajas significativas desde el punto de vista del volumen y la funcionalidad para la máquina 1 en conjunto, dado que permite que las estaciones 30 se construyan en dimensiones pequeñas. Además, cada trayectoria P es como resultado más respetuosa, para una longitud dada del brazo relativo 35, con la biomecánica de los miembros inferiores de un usuario, y en particular con  
50 el tobillo y el pie, en comparación con el caso en el que el pedal y su eje 36 se disponen en el mismo lado del plano L. Asimismo, esto permite a un usuario repartir una fuerza sustancialmente constante durante la realización del movimiento hacia fuera de la pierna y el pie relativo, y en particular en la zona de la trayectoria P que corresponde al término 'movimiento de eversión' del pie, como se describe anteriormente. Se debería tener en cuenta sin embargo que la conformación particular de los brazos 35 permite a un usuario llevar cada pedal 40 al mismo lado del plano L  
55 como aquel en el que se ubica su eje respectivo, en condiciones particulares de funcionamiento, para adaptar el estilo de patinaje de cada usuario. Por último, está claro que, como se ve en la Figura 2, los brazos 35 están conformados de forma distinta el uno al otro de tal modo que se impidan colisiones entre los brazos 35 o entre los pedales 40 durante el uso de la máquina 1. Lo mismo pasa con los brazos que portan topes 37 para cada brazo 35.

Se debe observar también que, a pesar de que las trayectorias P trazadas por los pedales son necesariamente simétricas con respecto al plano L, dado que la máquina 1 se puede usar para el entrenamiento de los miembros inferiores, que son normalmente simétricos, los brazos 35 deben estar conformados de forma distinta el uno al otro, con el fin de impedir una posible interferencia del uno con el otro. Los pares 31 son por tanto asimétricos, y cada brazo 35 está soportado por su propio árbol 36 en el lado opuesto con respecto al plano L de su pedal respectivo 40, y es operable en este segmento de espacio a partir de su posición de descanso respectiva R. Se debería observar también que las trayectorias P de los pedales 40, además de ser circulares y estar centradas en los árboles 36, pueden tener al menos un tramo de longitud mínima en común, en el área del plano L. En el caso de la máquina 1, la configuración geométrica particular de los brazos 35 y la orientación de sus ejes respectivos 36 determinan el hecho de que la trayectoria P de los pedales 40 se cruzan en un punto, que está geoméricamente posicionado en correspondencia con el plano L.

Según las Figuras 1 y 3, la unidad 20 incluye un componente rotativo 25 conformado de tal modo que sea adecuado para almacenar energía rotacional, habitualmente un volante 25, que está soportado por el armazón 10 por medio de un árbol, conocido y no ilustrado, que porta enchavetado a él un disco 23 de un freno electromagnético 24 capaz de disipar cantidades de fuerza ajustables de manera continua. La máquina 1, asimismo, tiene entre la unidad de carga 20 y la estación de ejercicio 30 una transmisión mecánica 21, capaz de transformar un movimiento rotatorio alternativo de cada brazo 35 en una rotación del volante 25. Esta transmisión 21 incluye una rueda loca 27 que está enchavetada en voladizo a un árbol horizontal 38 que es portado por el armazón 10 entre dos soportes que son visibles conjuntamente sólo en la Figura 2. Esta rueda 27 es capaz de rotar en fase con el volante 25 por medio de una correa 29 y un piñón 32, coaxial con el dicho volante 25. La transmisión 21, asimismo, incluye al menos una correa 33 para cada brazo 35, y cada correa 33 se enrolla alrededor de una pluralidad de poleas 22, soportadas por el armazón 10 de manera libremente rotativa para conectar un brazo correspondiente 35 y una rueda libre 34 en la unidad de carga 20. Cada rueda 34, que como se conoce es capaz de transmitir par sólo en una dirección, mientras que es capaz de rotar loca si se activa en la dirección opuesta, está enchavetada a un árbol 38 para transmitir fuerza motriz al volante 25 por medio de la correa 29 de la transmisión 21. Como consecuencia, cada pedal 40, y el brazo correspondiente 35, se pueden activar independientemente de la condición de movimiento o descanso del otro pedal 40, aunque, como se observará más abajo, es posible considerar restringir la rotación de los pedales 40 por medio de la de los brazos relativos 35.

Es apropiado señalar que el tipo de unidad de carga 20 puede variar en relación al tipo de entrenamiento que se pretende llevar a cabo en la dicha máquina 1, y en particular aeróbico/cardiovascular o muscular/anaeróbico. Como consecuencia, la unidad 20 puede ser de tipo electromagnético e incluir el freno 24 como en las Figuras 1 y 3, si se pretende llevar a cabo un entrenamiento de tipo aeróbico, o la unidad 20 puede ser de tipo mecánico y tener al menos un dispositivo 70 con contrapesos para un entrenamiento muscular/anaeróbico, como se ilustra en el diagrama en la Figura 4. En cualquier caso, tanto el dispositivo 23 como el dispositivo 70 pueden ser considerados como dispositivos 60 para controlar la fuerza repartida por un usuario a cada pedal 40.

Por motivos de simplicidad, las descripciones detalladas del freno 24 y del dispositivo 70 se omiten, en primer lugar porque ambos dispositivos son estructuralmente conocidos, y en segundo lugar porque la forma de realización de la presente invención es independiente de la elección del tipo de unidad de carga. En cualquier caso, en la Figura 4 se consideró apropiado ilustrar una estructura de pórtico 71 para la unidad 20 que soporta un grupo 72 de paquetes de pesas 73 para cada brazo 35, siendo cada grupo 72 accionable verticalmente bajo la acción de los pedales 40 por medio de un cable 74.

Volviendo al movimiento de patinaje, merece la pena observar que normalmente los patinadores realizan un empuje en cada pie alternativamente, y por lo tanto imponen una pausa equivalente en cada pie. Como consecuencia, para una reproducción eficaz de este movimiento puede ser apropiado ejercer una fuerza de retorno hacia el centro al pedal inactivo 41; la máquina 1 incluye, asimismo, un dispositivo de reacción 80 visible en las Figuras 3 y 5, capaz de ejercer, en cada brazo 35, una acción de retorno dirigida hacia dentro, y que tiende a volver a llevar cada brazo 35 a la posición central, y por tanto interpretable como un dispositivo de seguridad. Preferentemente, esta acción debe tener una intensidad adecuadamente proporcional a la amplitud de un ángulo de rotación hacia fuera de cada dicho brazo 35, por cuya razón el dispositivo 80 debe tener las características mecánicas de un tipo elástico. En este sentido, el dispositivo 80 puede tener diferentes formas de realización, que tienen en común al menos una unidad de retorno elástico que actúa sobre los brazos 35 mediante la transmisión 21.

Según la versión en la Figura 3, el dispositivo de reacción 80 incluye al menos una correa 82 dispuesta en una 'U' invertida entre los brazos 35 para conectarlos entre sí de una manera sustancialmente rígida, y tiene secciones extremas relativas enrolladas sobre el árbol 38 en la dirección opuesta a como se enrolla cada correa 33 sobre su

polea respectiva 34. De este modo, la correa 82 es capaz de ser enrollada sobre el árbol 38 mientras que la correa 33 se desenrolla mediante la aplicación de tensión a la correa 29, durante la carrera activa del pedal 40. La correa 82 se mantiene constantemente sometida a una acción de tracción por medio de una polea 83 que es soportada elásticamente por el armazón 10 por medio de una ménsula 84 portada por un brazo 85 que se articula al armazón 10 en el extremo opuesto a la polea 83, y retenida elásticamente por la unidad de retorno elástico 81 que incluye al menos un resorte 86, conectado al armazón 10 por una sección extrema relativa. En este caso la fuerza de retorno elástico es ejercida sobre cada brazo 35 por el dispositivo de reacción 80 por medio de cada resorte 86. De este modo, al realizarse cada desplazamiento hacia fuera de cada pedal 40, el resorte 86 ejerce mediante el brazo 85 una reacción elástica en el otro pedal 40 lo cual es una función de la longitud del brazo 85 y de la constante elástica de la unidad de retorno elástico 81.

En virtud de lo que se describe anteriormente, el dispositivo 80, en sus diversas variantes, hace que la propia máquina 1 se pueda usar sin riesgo incluso por usuarios no entrenados en la realización del movimiento de patinaje, o por usuarios que no tengan práctica en este movimiento.

Asimismo, por la descripción anterior, es fácil entender que en la máquina 1, de manera similar a algunas máquinas para llevar a cabo el movimiento de subir escaleras, o los steppers, la falta de actividad por el usuario lleva a una pérdida de altura por gravedad. Por esta razón el armazón 10 tiene una sección frontal 11 útilmente conformada para permitir a un usuario apoyarse encima durante el proceso de subir a y bajar de la dicha máquina 1, o para ser empleada para ejercer una fuerza de reacción bilateral al empuje de las piernas durante el entrenamiento.

Si el resorte 86 se combinara con un cuerpo rígido 86b de una extensión longitudinal sustancialmente equivalente a la del resorte 86 cuando no estuviera deformado, ilustrado junto al resorte 86 sólo en la figura 3, sería posible impedir la rotación del brazo 85 con respecto al armazón 10, y por lo tanto restringir la rotación relativa entre sí de los brazos 35, haciendo la máquina 1 de interés para una categoría menos experta de usuarios.

Finalmente, está claro que se pueden hacer modificaciones y variaciones a la máquina 1 descrita e ilustrada en este documento sin desviarse por esta razón del alcance de protección de la presente invención.

Únicamente por motivos de claridad, la máquina 1 descrita anteriormente se ha descrito para un movimiento activo con el fin de repartir fuerza sólo en la carrera de empuje excéntrico en la que cada pedal 40 es empujado hacia fuera, y no activo en el acto de retornar el pedal 40 hacia el centro, dado que esto ocurre durante la realización del movimiento de patinaje. Sin embargo, la presente invención también se puede materializar por medio de máquinas que hagan posible la absorción de energía también en la carrera que retorna el pedal 40 hacia el centro, por ejemplo añadiendo unidades de carga 20 sustancialmente idénticas con las ya instaladas, pero con el funcionamiento invertido.

Por ejemplo, si se considerase necesario adaptar la acción elástica ejercida por la versión descrita anteriormente del dispositivo 80 a las características de un usuario, es posible modificar el dispositivo 80 según el diagrama en la Figura 5a, haciendo posible que la unidad de retorno elástico 81 incluya un resorte 87 para cada brazo 35, o según el diagrama en la Figura 5b, en el que el dispositivo 80 incluye un resorte 87 para cada brazo 35 y un resorte 88 que se dispone entre los brazos 35 para conectarlos elásticamente entre sí. En la Figura 5b, el resorte 88 se ha dividido, por conveniencia, en dos secciones elásticas 90 dispuestas en lados opuestos con respecto a una polea 89 portada por el armazón 10, pero se podría realizar de forma diferente sin alterar su funcionamiento. Es fácil entender que el resorte 88 en el diagrama 5b es el doble de la correa 82 de la figura 3.

La elección de un modelo de fuerza de reacción según la Figura 3, o según las Figuras 5a ó 5b, dependerá del tipo de efecto que el usuario crea más satisfactorio para su tipo de entrenamiento, y el conjunto de tres alternativas descritas no se debe interpretar como completo de las posibles formas de realización del dispositivo de reacción 80, sino que sólo ejemplifica las posibles formas de realización del dicho dispositivo 80.

De acuerdo con lo que se describe anteriormente, se debe observar que en la máquina 1 no es posible excluir la posibilidad de que el componente alargado 51 de cada brazo 35 se tense también en flexión más que sólo por tensión normal. Como es bien conocido, los cuadriláteros articulados mantienen establemente la constancia de las trayectorias de sus vértices cuando sus árboles están en la condición de funcionar mientras se someten sólo a tensión normal, y sólo cuando esto se produce con referencia a la máquina 1 los usuarios menos entrenados o experimentados podrán encontrar el uso de esta máquina confortable y seguro. Para impedir que las trayectorias de los pedales 40 experimenten variaciones que sean impredecibles y potencialmente peligrosas para los usuarios, la máquina 1 puede ser sustituida por una máquina 101, visible en las Figuras 7 y 8, en las que, con el fin de distinguir

los componentes similares a los ya descritos para la máquina 1, se usarán para mayor brevedad números de referencia que difieran en 100 de los ya usados, a menos que se especifique lo contrario. En particular, la máquina 101 incluye un par de brazos 135 con codos, cada uno de los cuales se pivota en un árbol 136 y tiene, para cada tramo en línea recta relativo, un dispositivo de restricción 50 que tiene un mecanismo articulado análogo al cuadrilátero articulado 43. En particular, con referencia a la Figura 8, cada brazo 135 tiene correspondiente a él un codo 137 y dos cuadriláteros 153 y 154, capaces de cooperar el uno con el otro para controlar la posición angular del pedal respectivo 140 con respecto al brazo correspondiente 135 por medio de una palanca común 157. Esta palanca 157, que es una barra de conexión para el cuadrilátero 154 y es una manivela para el cuadrilátero 153, es portada de forma libremente rotativa por el brazo relativo 135 en proximidad al codo correspondiente 137. En este punto, en aras de la exhaustividad, se puede verificar que, con referencia a la figura 8, el cuadrilátero 153 comparte con la máquina 1 el armazón respectivo 110, mientras que el armazón del segundo cuadrilátero 154 está constituido por el brazo respectivo 135. Asimismo, aún con referencia a estas figuras, el cuadrilátero 153 incluye un componente alargado 155, capaz de funcionar como una barra de conexión, y el cuadrilátero 154 incluye, a su vez, un componente alargado 156 que funciona como un igualador. Los componentes 155 y 156 están delimitados por juntas esféricas respectivas 152 y, análogamente al componente 51, pueden tener longitudes ajustables para permitir los ajustes al movimiento del pedal respectivo 140 y de la cara superior respectiva 141.

En este caso también, cada componente 155/156 es capaz de producir un movimiento compuesto del pedal respectivo 140 y en particular de inclinar el pedal respectivo 140 hacia dentro durante la carrera de empuje hacia fuera del brazo relativo 135, y simultáneamente de rotar el pedal 40 hacia delante, para bajar su sección frontal 144 y simultáneamente levantar su sección trasera 145.

La máquina 101 incluye, asimismo, un dispositivo de reacción 180, capaz de ejercer, sobre cada brazo 135, una acción de retorno dirigida hacia dentro, y que tiende a volver a llevar cada brazo 135 a la posición central; por esta razón el dispositivo de reacción 180 es interpretable como un dispositivo de seguridad, de forma similar en el dispositivo 80. En particular, con referencia a la Figura 7, la máquina 101 tiene una transmisión mecánica 121, que se coloca entre la unidad de carga 120 y la estación de ejercicio 130, y es capaz de transformar un movimiento rotatorio alternativo de cada brazo 135 en una rotación de un volante 125. Esta transmisión 121 incluye, por analogía con la máquina 1, al menos una correa 133 para cada brazo 135, y cada correa 133 se enrolla sobre una rueda libre 134 portada por un árbol 138 mediante la interposición de una única polea 122 soportada por el armazón 110 por debajo del árbol 138. Cada rueda 134 está enchavetada al árbol 138 junto al volante 125 para transmitir par motriz al dicho volante 125, que se conecta mecánicamente a un freno 124 mediante la interposición de un acoplamiento 139 con ejes paralelos. Se puede observar que la máquina 1 y la máquina 101 difieren también por el hecho de que la transmisión 21 y la transmisión 121 tienen respectivamente una etapa y dos etapas de acoplamientos de ejes paralelos. En el caso de la máquina 101, ésta permite el uso de un freno 124 que puede rotar mucho más rápidamente que el freno 24, y puede por tanto ser controlable de forma mucho más precisa.

Aún con referencia a la Figura 7, el dispositivo de reacción 180 tiene un componente de retorno elástico 186 para cada brazo 135, que tiende en uso a volver a llevar el brazo relativo 135 a su posición de descanso respectiva R. Cada componente 186 es accionado preferentemente, pero no de forma limitativa, por un resorte de torsión de gran diámetro, y los dos resortes 186 son portados coaxialmente entre sí por el armazón 110 por debajo de las poleas 122 entre el árbol 138 y el freno 124 entre el árbol 138 y el freno 124. Según la Figura 7, la solución de los resortes de torsión de gran diámetro 186 contribuye a reducir considerablemente las dimensiones longitudinales de la máquina 101, con la ventaja de una mayor rigidez y menos volumen para la dicha máquina. El dispositivo 180 es por tanto como resultado más compacto que el dispositivo 80 de la máquina 1.

Además, el dispositivo 180 incluye un componente alargado adicional 195 que, como se deduce de la figura 8, se dispone entre los brazos 135 para conectarlos el uno al otro y, como se deducirá de la descripción que sigue, tiene una longitud variable como una función de la fuerza ejercida sobre los pedales 140, de tal modo que se dé lugar a una acción de restricción en proporción a la distancia angular entre los dos brazos 135. Con referencia a la Figura 9, el componente 195 se construye sustancialmente como un amortiguador y, según la Figura 8, se conecta a cada brazo 135 por secciones extremas articuladas relativas 152. En particular, el componente 195 incluye una carcasa 198 que aloja una barra 199 de manera axialmente libre y la carcasa 198 y la barra 199 se conectan la una a la otra por un par de primeros resortes 196 y 197 de constante elástica diferente y fija. El resorte 196 tiene la constante elástica inferior, y los resortes 196 y 197 se disponen en serie el uno con el otro y son capaces de funcionar como un único cuerpo elástico con un valor fijo para el acortamiento del amortiguador hasta el punto en el que la barra 199 esté en su posición de fin de carrera en el interior de la carcasa 198, y los resortes 197 y 196 estén totalmente comprimidos. En virtud de lo que se describe anteriormente, el componente 195 está diseñado para reaccionar principalmente mediante el resorte 196 de constante elástica inferior para ángulos pequeños de rotación relativa

entre los dos brazos 135, mientras que el componente 195 está diseñado para reaccionar sólo mediante el resorte 197 para ángulos grandes de rotación relativa entre los dos brazos 135. En este caso la distancia angular entre los brazos 135 está al máximo, el componente 195 es equivalente a una barra de longitud fija, los dos brazos 135 están conectados rígidamente el uno al otro, y pueden por tanto rotar por ángulos iguales en tiempos iguales. En este caso, el funcionamiento de un pedal 140 provoca el funcionamiento del otro de manera dual. Si esto fuera un objetivo deseado, entonces sería posible considerar reemplazar el componente 195 por una barra rígida, aunque esto podría suponer problemas de funcionamiento en la etapa transitoria inicial, debido al hecho de que un usuario tendría que comenzar el ejercicio con los pedales a una distancia mínima el uno del otro, y por lo tanto en condiciones precarias de equilibrio estático.

10

Por esta razón, el componente 195 es capaz de imponer un desplazamiento a los pedales 140 con una distancia mínima entre ellos cuando los brazos relativos 135 están en sus posiciones de descanso respectivas o, en uso, se colocan en proximidad al plano L, y de impedir que la amplitud del ángulo entre los brazos 135 exceda un valor fijo que se puede establecer por medio de dispositivos conocidos y no ilustrados para calibrar los resortes 196 y 197 y la longitud mínima especificada para el componente 195, de tal modo que se garantice que un usuario se mantenga en condiciones de equilibrio. En otras palabras, el componente 195 es capaz de limitar la amplitud del ángulo entre los brazos 135 para garantizar que un usuario se mantenga en condiciones de equilibrio en los pedales 140.

15

Por la descripción dada anteriormente, se puede deducir claramente que la máquina 101 también representa una forma de realización del concepto inventivo descrito anteriormente, y es tal que representa una solución válida a los problemas técnicos ilustrados anteriormente, siendo como resultado particularmente no pesada y segura incluso para usuarios poco entrenados o expertos en patinaje.

20

## REIVINDICACIONES

1. Una máquina de gimnasia (1)(101) que tiene un armazón (10)(110) que soporta una unidad de carga (20)(120) y una estación de ejercicio (30)(130) capaz de intercambiar energía mecánica con dicha unidad de carga (20)(120) y que tiene al menos un par (31) de componentes mecánicos articulados entre sí, entre ellos un brazo (35)(135) portado de forma rotativa por dicho armazón (10)(110) alrededor de un eje fijo (36)(136) y un utensilio (40)(140) acoplado de forma rotativa a dicho brazo (35)(135); estando conformado dicho utensilio (40)(140) de tal modo que se pueda interconectar con una porción particular de una extremidad de un usuario y que sea movable por una trayectoria abierta P; incluyendo dicha estación de ejercicio (30)(130) medios de restricción (50)(150) soportados por dicho armazón (10)(110) y asociados con cada uno de dichos pares (31) para controlar la rotación de dicho utensilio (40)(140) con respecto al dicho brazo relativo (35)(135); caracterizada por el hecho de que dichos medios de restricción (50)(150) incluyen al menos un componente alargado (51) (155, 156) acoplado a dicho armazón (10)(110) y a dicho utensilio (40)(140) por juntas respectivas (52)(152), de tal modo que, en uso, dicho utensilio (40)(140) es movable a lo largo de dicha trayectoria (P) según un movimiento compuesto cuando dicho brazo (35)(135) es accionado hacia fuera; siendo dicho movimiento compuesto una combinación de un movimiento de inclinación hacia dentro de dicho utensilio (40)(140), para reducir el varo de la rodilla y favorecer la estabilidad del tobillo, y de una rotación hacia delante del pedal (40)(140), con la bajada de una porción frontal respectiva (44) y, simultáneamente, la subida de una porción trasera respectiva (45)(145), para estabilizar el centro de gravedad de un usuario.
2. Una máquina según la reivindicación 1, caracterizada por el hecho de que incluye al menos dos pares (31) y por el hecho de que dichas trayectorias (P) de dichos utensilios (40) son sustancialmente simétricas y concurrentes la una con la otra; siendo dichas juntas (52) oblicuas la una a la otra; siendo dicho movimiento compuesto de dicho utensilio (40) similar a un movimiento de eversión de un pie humano.
3. Una máquina según la reivindicación 2, caracterizada por el hecho de que dichos medios de restricción (50)(150) incluyen, para cada dicho brazo (35)(150), al menos un primer cuadrilátero articulado (43)(153)(154) que incluye cada dicho componente alargado (51)(155)(156) para controlar la posición angular de dicho utensilio respectivo (40)(140) con respecto al propio brazo (35)(135); estando soportado dicho primer cuadrilátero (43)(153) por dicho armazón (10)(110).
4. Una máquina según la reivindicación 3, caracterizada por el hecho de que cada dicho primer cuadrilátero articulado (43)(153)(154) incluye, para cada dicho brazo (35)(135), al menos un componente alargado (51)(155)(156) acoplado a dicho armazón (10)(110) y/o a dicho utensilio (40)(140); estando cada dicho componente alargado (51)(155)(156) delimitado longitudinalmente por articulaciones respectivas (52)(152); y de que cada dicho movimiento compuesto es capaz de simular una eversión de un pie humano.
5. Una máquina según la reivindicación 4, caracterizada por el hecho de que dicha trayectoria (P) está inclinada hacia abajo.
6. Una máquina según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por el hecho de que cada dicho utensilio (40)(140) incluye un pedal (40)(140) delimitado en su lado superior por una cara superior (41)(141) perfilada de tal modo que reciba la planta del pie de un usuario; siendo capaz dicho pedal (40)(140), en uso, de funcionar como una palanca para el dicho primer cuadrilátero correspondiente (43)(153) según una modalidad de funcionamiento en la que la planta del pie de un usuario y dicha cara superior (41)(141) están constantemente en contacto recíproco en condiciones de descanso, para sacar provecho al máximo de un movimiento de empuje hacia fuera ejercido por el dicho usuario sobre cada dicho brazo (35)(135).
7. Una máquina según la reivindicación 5 ó 6, caracterizada por el hecho de que para cada dicho brazo (135) los dichos medios de restricción (150) comprenden un segundo cuadrilátero articulado (154); compartiendo dichos primer y segundo cuadriláteros (153)(154) una de sus palancas respectivas (157) para controlar la posición angular del dicho pedal relativo (140) con respecto al dicho brazo correspondiente (135) por medio de unos primer y segundo componentes alargados (155)(156) sometidos sólo a una tensión normal.
8. Una máquina según la reivindicación 7, caracterizada por el hecho de que dicho segundo cuadrilátero (154) es soportado por el dicho brazo respectivo (135).
9. Una máquina según la reivindicación 8, caracterizada por el hecho de que una barra de conexión (157) de dicho primer cuadrilátero (153) es capaz de actuar como un componente móvil para dicho segundo cuadrilátero (154).

10. Una máquina según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por el hecho de que cada dicho brazo (35)(135) es portado de forma rotativa por dicho armazón (10)(110) de tal modo que sea capaz de cruzar un plano medio longitudinal (L) a partir de una posición de descanso (R) en la que el dicho pedal respectivo (40)(140) se dispone en el lado opuesto al árbol respectivo (36)(136) con respecto a dicho plano (L), de tal modo que  
5 haga dicha estación (30)(130) más compacta.
11. Una máquina según cualquiera de las reivindicaciones 4-10, caracterizada por el hecho de que cada dicho componente alargado (51)(155)(156) tiene una extensión longitudinal ajustable, de tal modo que permita ajustes al movimiento del dicho pedal respectivo (40)(140) con respecto al brazo relativo (35)(135).  
10
12. Una máquina según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por el hecho de que se proporcionan medios de reacción (80)(180) para ejercer una acción de retorno en cada uno de los dichos brazos (35)(135) hacia una posición de descanso respectiva (R), en proximidad al dicho plano longitudinal (L).
13. Una máquina según la reivindicación 12, caracterizada por el hecho de que los medios de reacción (80)(180) incluyen, para cada dicho brazo al menos un primer componente de retorno (81)(86) o segundo componente de retorno (186) o tercer componente de retorno (87) dispuesto entre dicho armazón (10)(110) y el propio brazo (35)(135) que tienden a llevar cada uno de los dichos brazos (35)(135) a la posición de descanso respectiva (R).  
15
14. Una máquina según la reivindicación 12 ó 13, caracterizada por el hecho de que dichos medios de reacción (180) incluyen un componente alargado (195) dispuesto entre dichos brazos (135) y conformado de tal modo que se dé lugar a una acción de restricción entre ellos como una función de su distancia angular recíproca, y como para imponer a dichos pedales (140) un desplazamiento con una distancia mínima entre ellos cuando los dichos brazos respectivos (135) están en sus posiciones de descanso respectivas (R) o, en uso, están en proximidad a dicho plano longitudinal (L), y de tal manera que la amplitud del ángulo entre dichos brazos (135) está limitada por un valor fijo, de tal modo que se garantice que un usuario se mantenga en condiciones de equilibrio.  
20  
25
15. Una máquina según la reivindicación 14, caracterizada por el hecho de que el dicho componente alargado (195) se conecta a cada dicho brazo (135) por medio de las secciones extremas relativas articuladas (152) e incluye un par de primeros resortes (196, 197) dispuestos en serie y de constante elástica diferente y fija.  
30
16. Una máquina según cualquiera de las reivindicaciones 12-15, caracterizada por el hecho de que cada dicho segundo componente de retorno (186) incluye un resorte de torsión (186).
17. Una máquina según la reivindicación 13, caracterizada por el hecho de que dichos medios de reacción (80) incluyen, asimismo, al menos un componente de retención flexible (82) dispuesto entre dichos brazos (35), mantenido constantemente en tensión de manera elástica con respecto a dicho armazón (10) por medio de cada uno de los dichos primeros componentes de retorno (81)(86) con el fin de modular dicha acción de retorno ejercida sobre cada uno de dichos brazos (35), hacia la posición de descanso correspondiente (R), sobre la base de los empujes hacia fuera ejercidos sobre cada pedal (40).  
35  
40
18. Una máquina según la reivindicación 17, caracterizada por el hecho de que dicho componente de retención flexible (82) se enrolla sobre una polea (83) portada por un brazo tensor (85), y de que éste último se conecta a dicho armazón (10) por medio de cada uno de los dichos primeros componentes de retorno (81)(86).  
45
19. Una máquina según la reivindicación 13, caracterizada por el hecho de que dichos medios de reacción (80) incluyen al menos un dicho tercer componente de retorno (87) para cada uno de los dichos brazos (35).
20. Una máquina según la reivindicación 19, caracterizada por el hecho de que dichos medios de reacción (80) incluyen, asimismo, un cuarto componente de retorno (88) dispuesto entre los dos dichos brazos (35) para conectarlos elásticamente el uno al otro de manera directa.  
50
21. Una máquina según cualquiera de las reivindicaciones 5-20, caracterizada por el hecho de que las trayectorias (P) de dichos utensilios (40)(140) son sustancialmente simétricas e incluyen al menos un tramo en común; estando conformados dichos brazos (35)(135) de forma distinta el uno del otro, de tal modo que se impidan, en uso, colisiones entre dichos utensilios (40)(140).  
55
22. Una máquina según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por el hecho de que dicha unidad de carga (20)(120) y dicha estación de ejercicio (30)(130) se conectan la una a la otra mecánicamente por

medio de una transmisión mecánica (21)(121) por correa, capaz de transformar un movimiento rotatorio alternativo de cada dicho brazo (35)(135) en una rotación de al menos un componente rotativo (25)(22)(125)(122); incluyendo dicha transmisión mecánica (21)(121) al menos una correa (33)(133) para cada uno de los dichos brazos (35)(135); enrollándose cada una de las dichas correas (33)(133) sobre al menos una polea (22)(122) soportada por dicho  
5 armazón (10)(110) de una manera libremente rotativa entre el dicho brazo correspondiente (35) y dicha unidad de carga (20)(120).

23. Una máquina según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por el hecho de que dicha  
10 unidad de carga (20) incluye medios (60) de controlar la fuerza repartida en cada uno de dichos utensilios (40).

24. Una máquina según la reivindicación 23, caracterizada por el hecho de que dicho componente rotativo (25)(125)  
está conformado de tal modo que sea adecuado para almacenar energía rotacional, y se conecta mecánicamente a  
un componente (24)(124) capaz de disipar valores de fuerza ajustables.

15 25. Una máquina según la reivindicación 24, caracterizada por el hecho de que dicho componente rotativo (25)(125)  
incluye un volante (25)(125).

26. Una máquina según la reivindicación 25, caracterizada por el hecho de que dichos medios (60) de controlar la  
fuerza repartida en cada uno de los dichos utensilios (40) incluyen un freno electromagnético (24).

20 27. Una máquina según la reivindicación 26, caracterizada por el hecho de que dicha unidad de carga (20) tiene al  
menos un grupo de carga (70) con contrapesos.

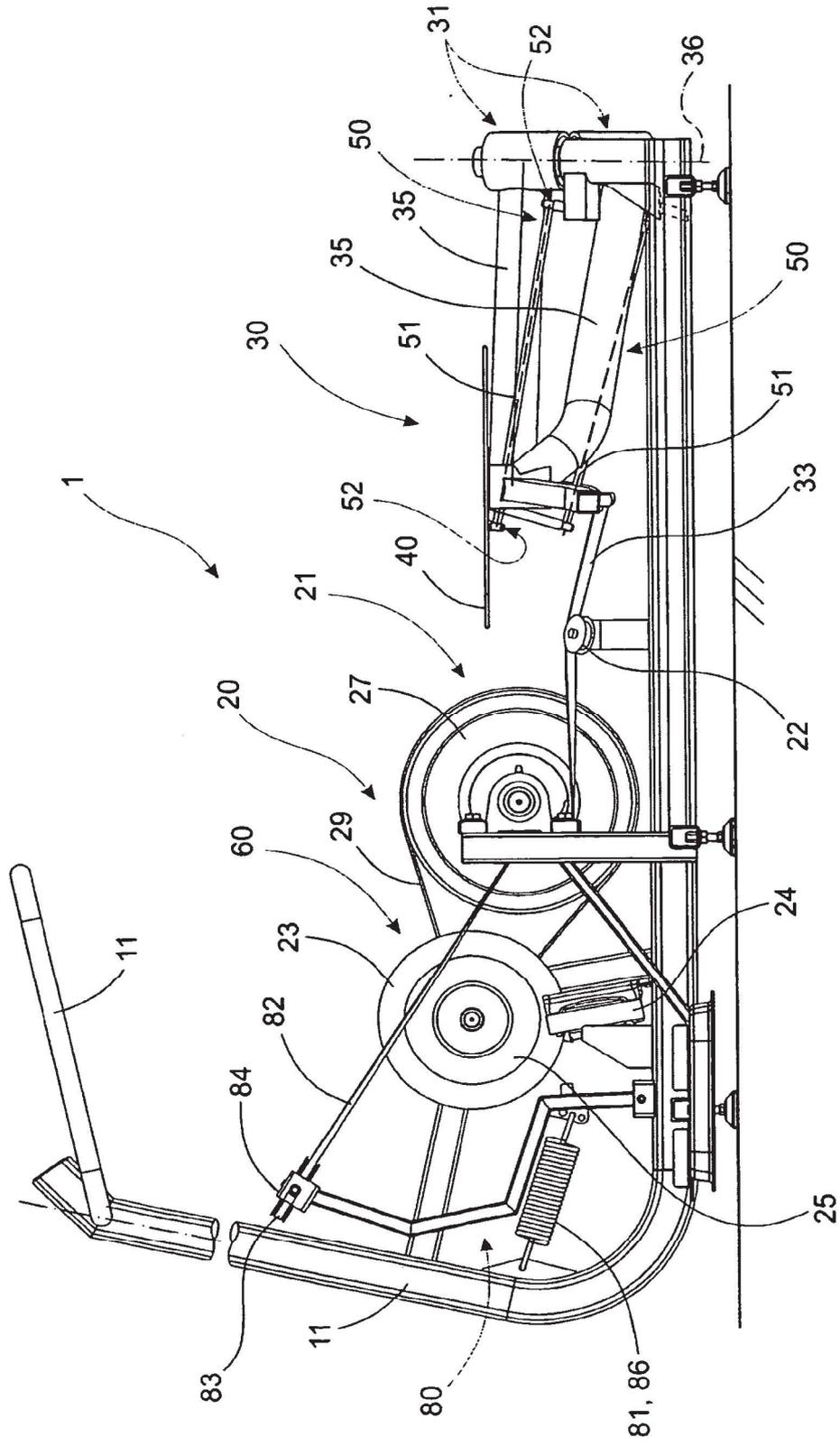
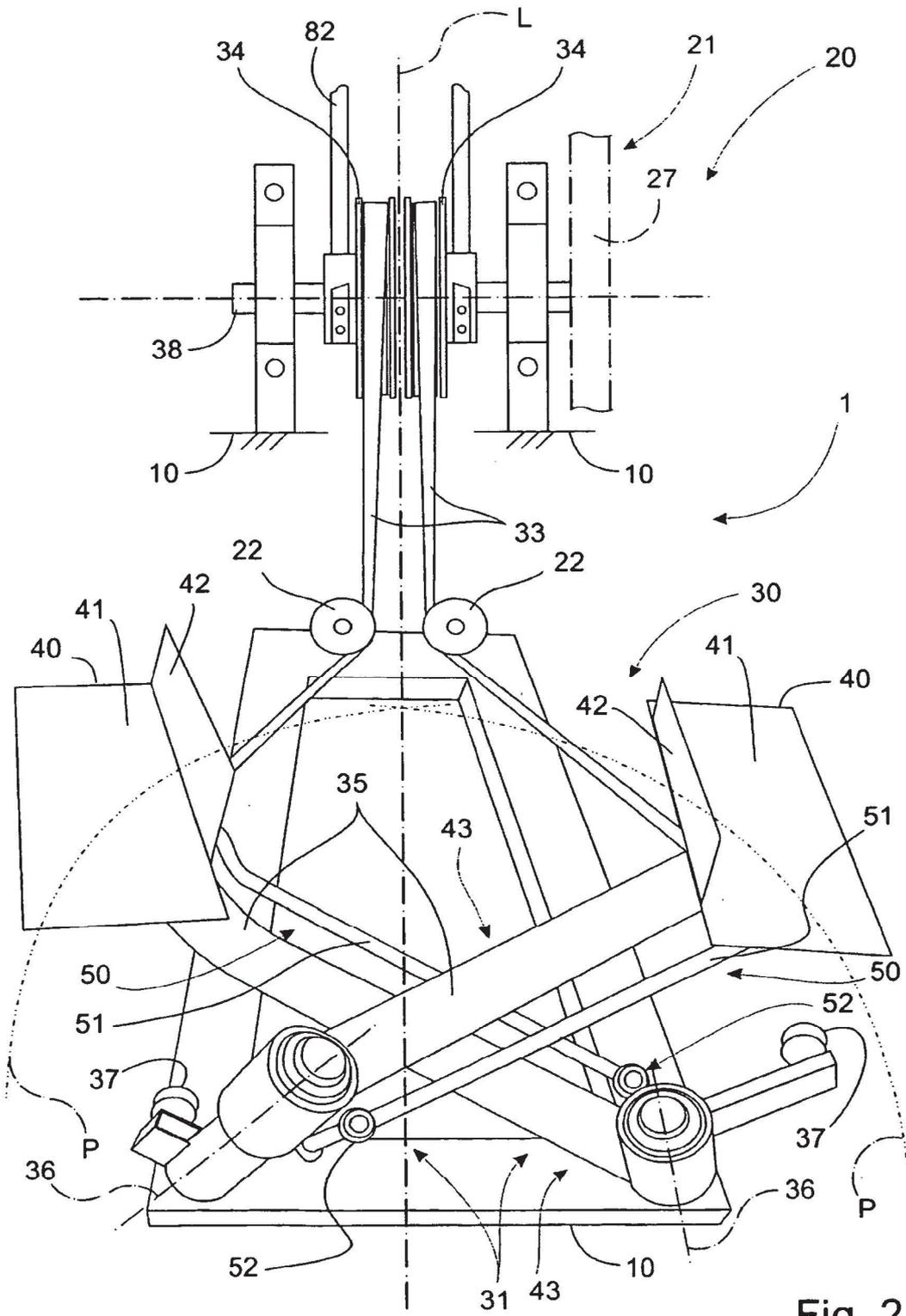
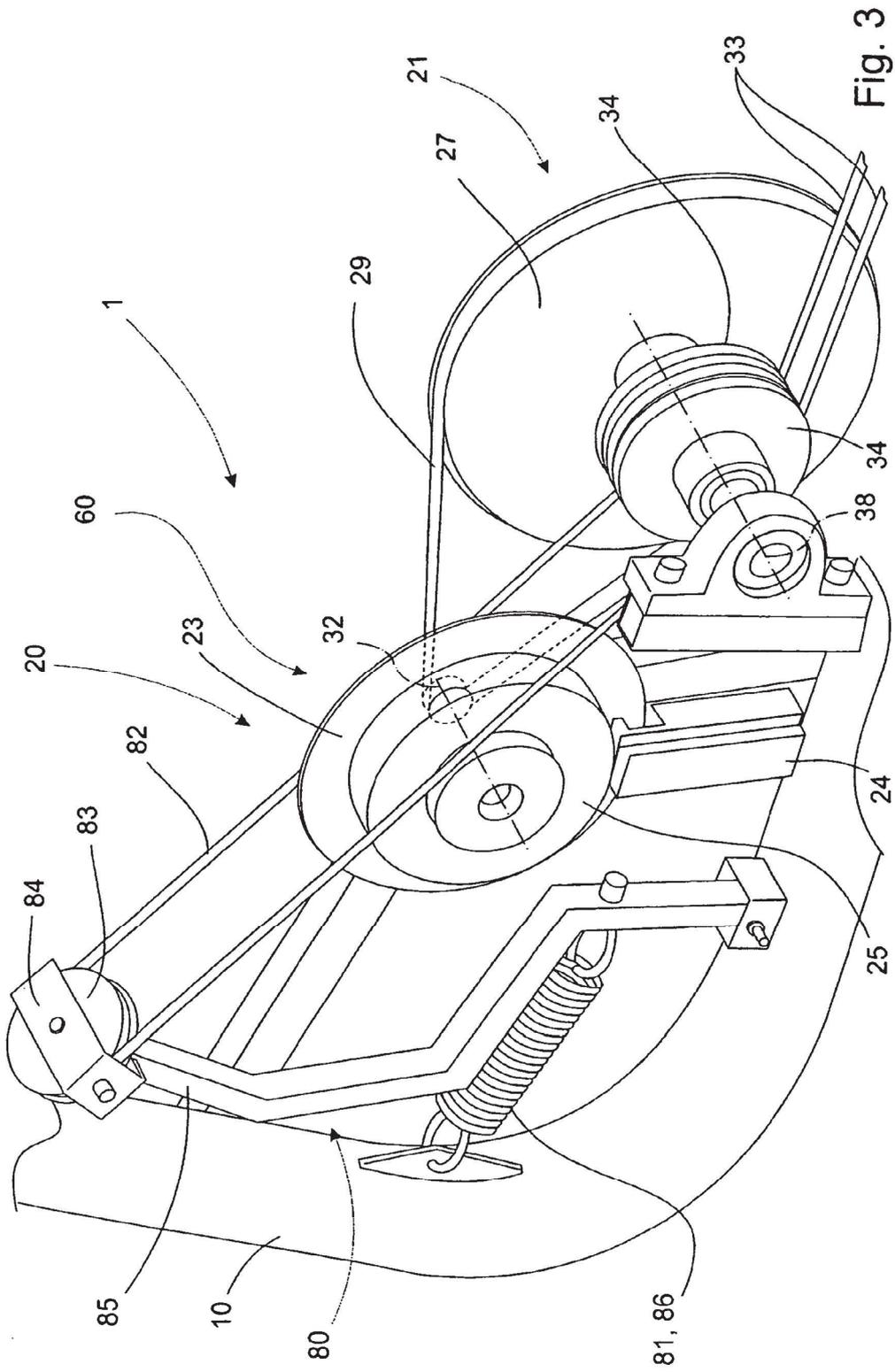


Fig. 1





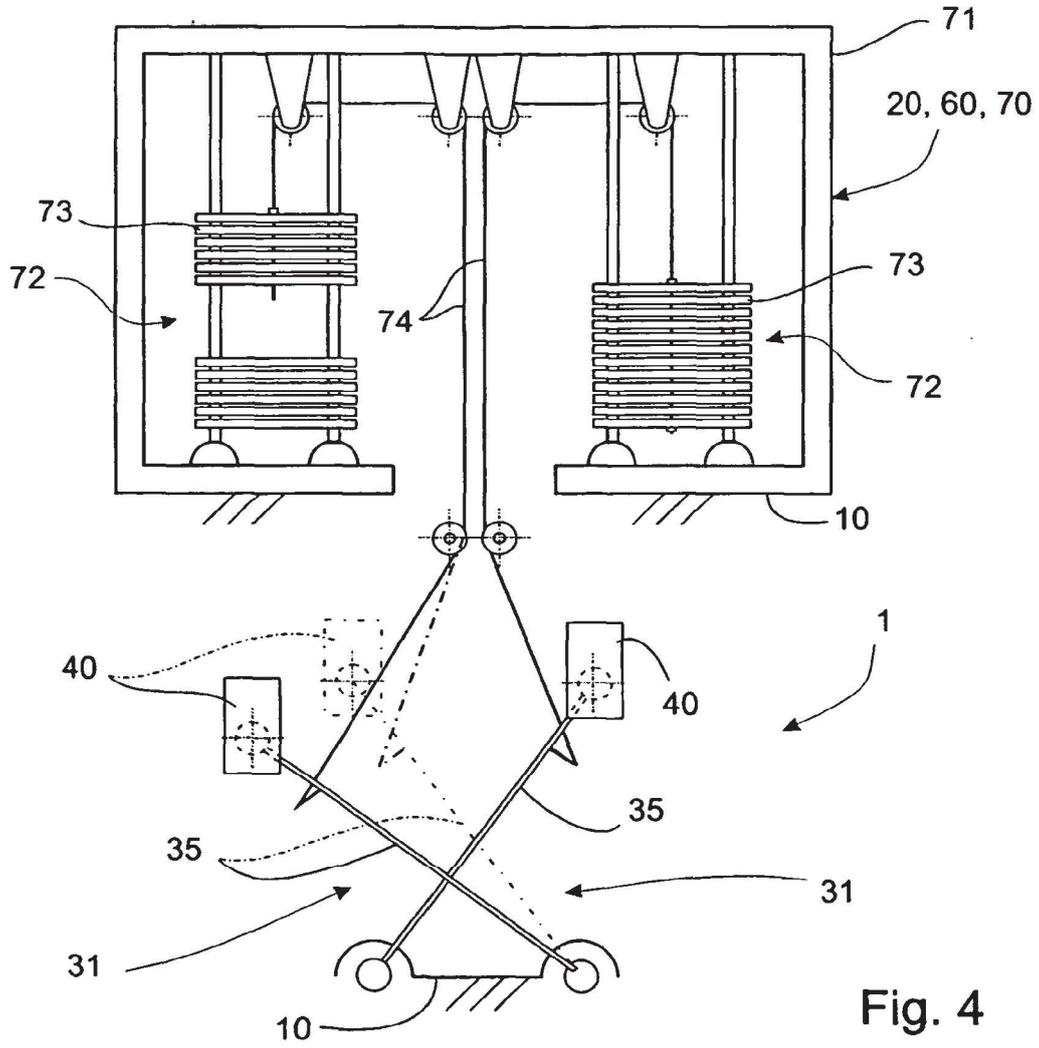


Fig. 4

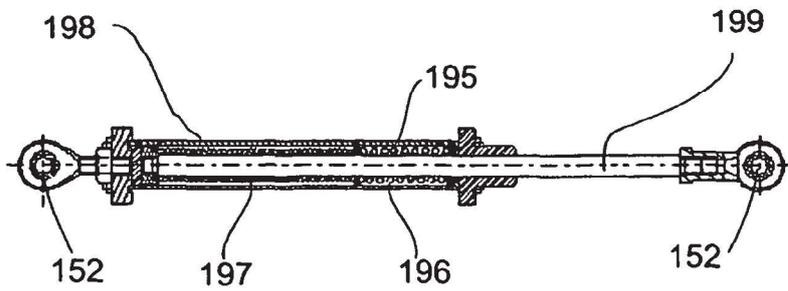


Fig. 9

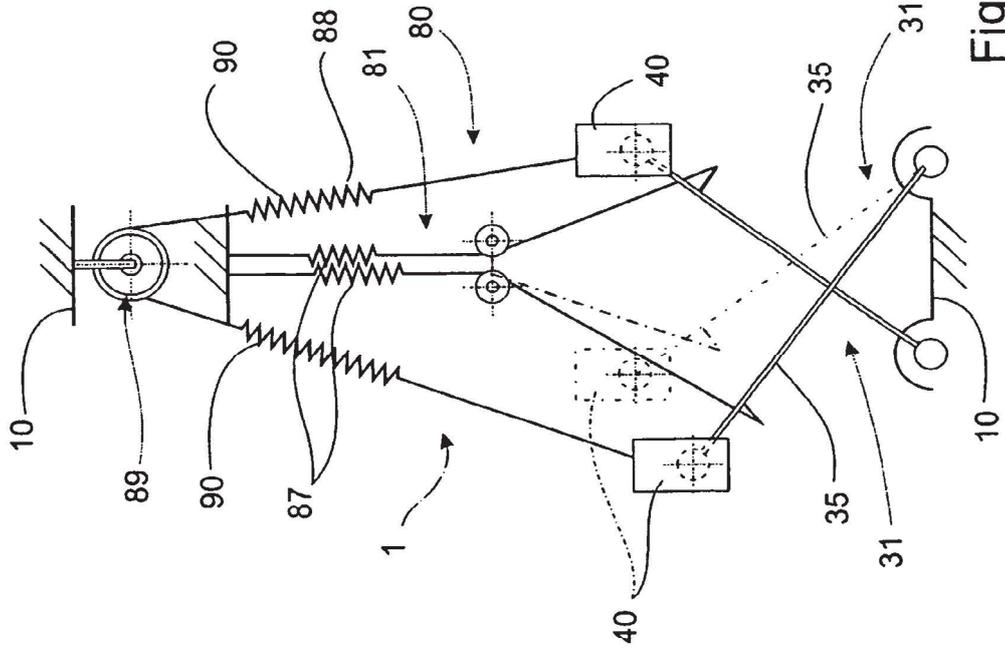


Fig. 5b

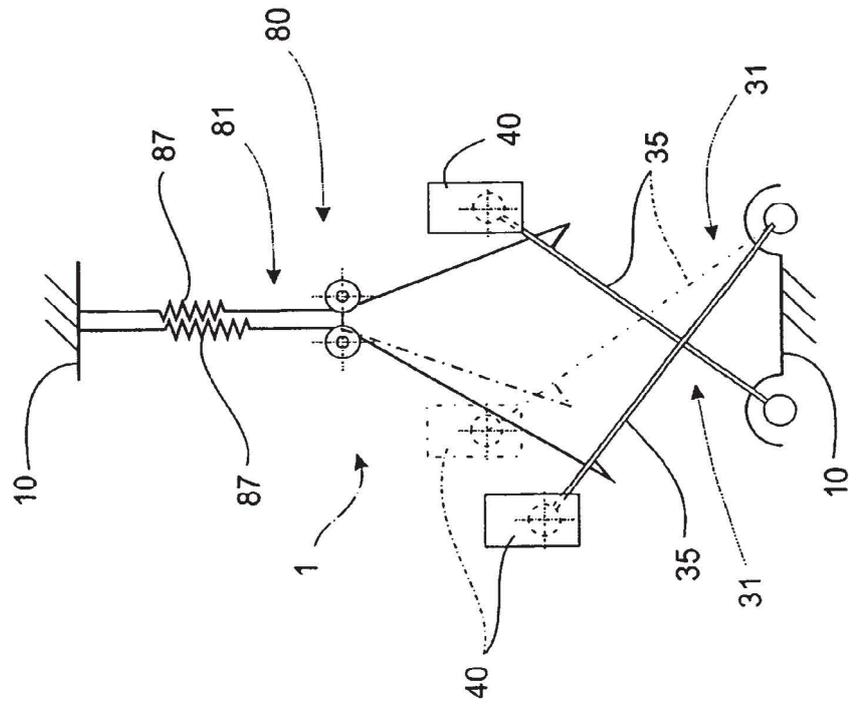


Fig. 5a

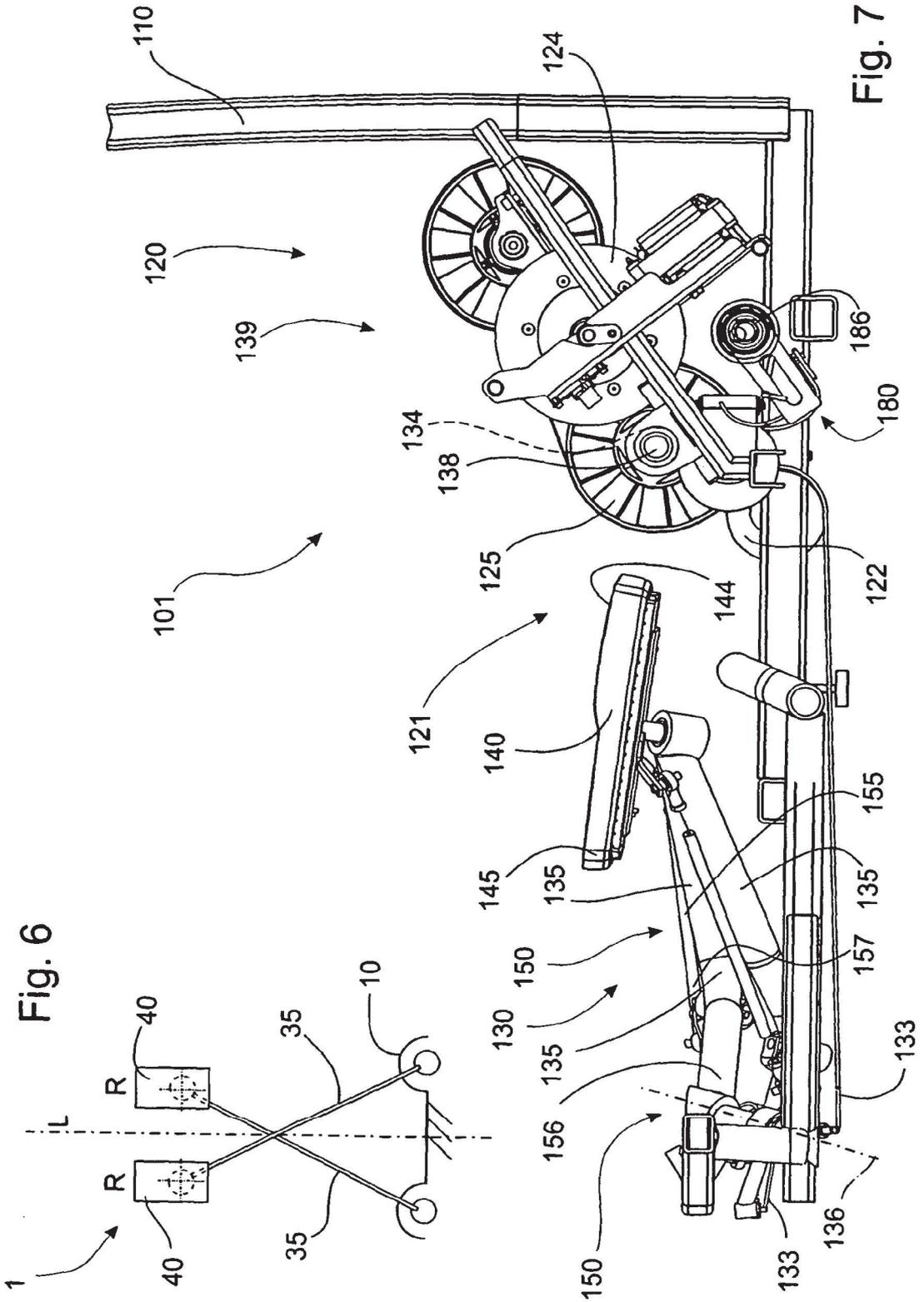


Fig. 7

Fig. 6

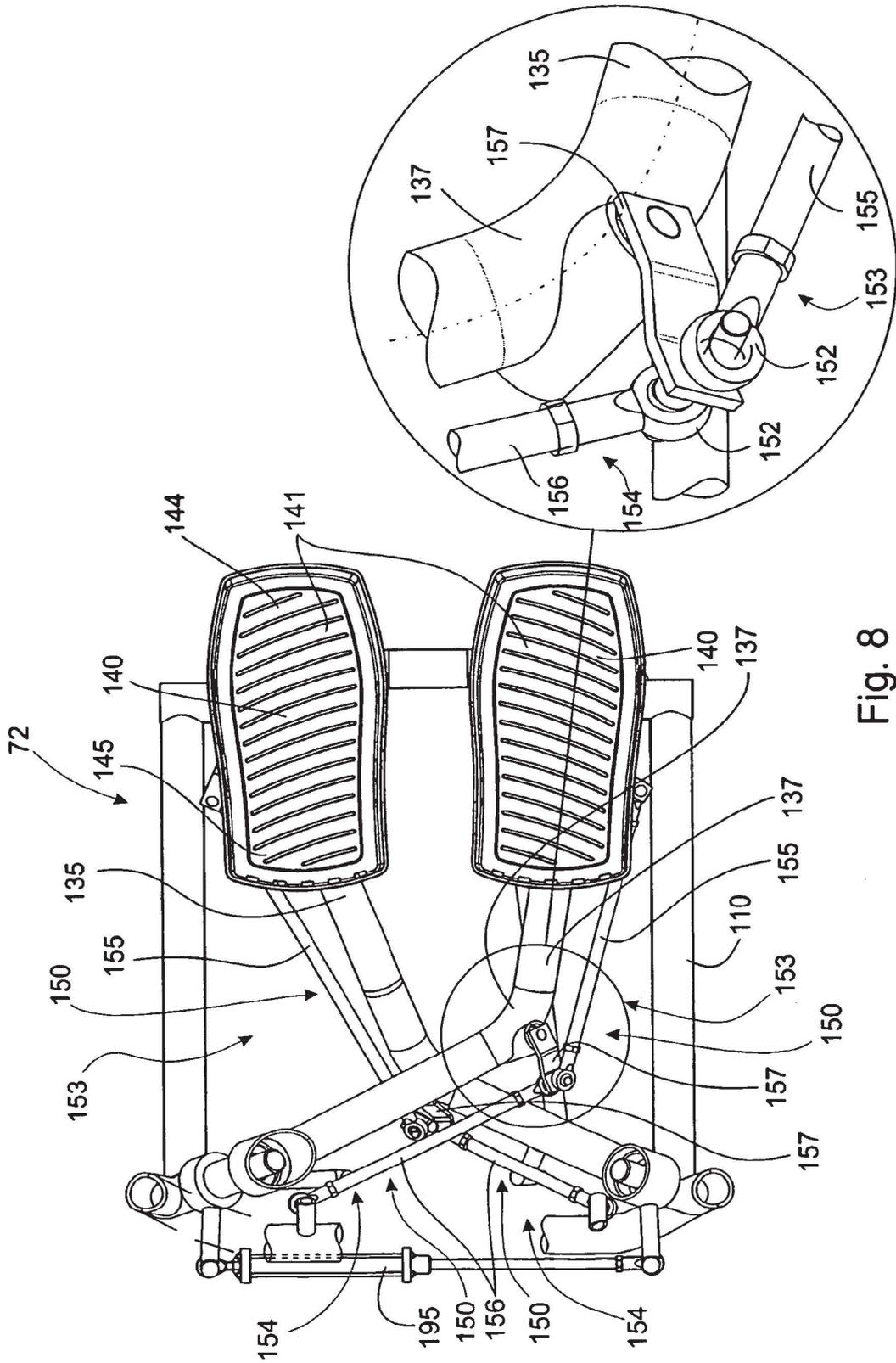


Fig. 8