

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 537 075**

51 Int. Cl.:

**A61H 1/02** (2006.01)

**A63B 22/08** (2006.01)

**A63B 23/035** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.03.2010 E 10002540 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.03.2015 EP 2364686**

54 Título: **Aparato de entrenamiento, procedimiento para el funcionamiento de un aparato de entrenamiento y disposición para la medición, el control y/o la regulación de potencia en un aparato de entrenamiento**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**02.06.2015**

73 Titular/es:

**SWISSREHAMED GMBH (100.0%)  
Zedernweg 4  
7000 Chur, CH**

72 Inventor/es:

**FLURI, URS;  
FENZL, MATTHIAS;  
ZAUGG, THOMAS y  
GREDIG, GEORG JOERI**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 537 075 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**

Aparato de entrenamiento, procedimiento para el funcionamiento de un aparato de entrenamiento y disposición para la medición, el control y/o la regulación de potencia en un aparato de entrenamiento

5 La invención se refiere a un aparato de entrenamiento de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

10 En el caso del aparato de entrenamiento se trata en particular de un denominado ergómetro, que permite un entrenamiento de resistencia aeróbica. Un aparato de entrenamiento de este tipo se conoce por ejemplo por el documento US 6.001.071 A. Tales aparatos de entrenamiento sirven como aparatos de ejercicio tanto en el sector del deporte recreativo como en el sector del deporte de competición. Así mismo, tales aparatos de ejercicio sirven también como aparatos de terapia o aparatos de rehabilitación para aplicaciones terapéuticas en seres humanos con una discapacidad funcional corporal.

15 Por el documento GB 2 349 099 A se conoce un aparato de entrenamiento de la espalda con pedales para las manos y los pies, en el que de acuerdo con una variante se propone dejar manipular al paciente, flotando de forma parcialmente libre en una pila, pedales para las manos colocados en el borde de la pila. En este caso no está previsto un control a través de un control o movilización.

20 Por el documento EP 1.900 398 A1 se conoce un ergómetro, en el que es posible el entrenamiento del usuario mediante frenado controlado. En este caso no está prevista una movilización.

25 Por el documento US 4.828.522 se muestra un ergómetro con cuerpos hinchables, que le permite a un usuario que flota en el agua manejar el ergómetro por lo demás no regulado. También el documento US 4.828.522 no enseña ninguna movilización para personas con movimiento limitado.

30 Por el documento US 2007/0275831 A1 se conoce un aparato de entrenamiento terapéutico en el que para apoyar la carga de arranque acoplada con un motor de pedales, se propone poner en práctica durante la fase de arranque del motor desde el estado de reposo, un medio auxiliar de arranque mediante apoyo motorizado durante la fase de arranque.

Un objetivo de la invención es permitir una movilización mejorada de pacientes limitados en el movimiento por medio de un apoyo controlado del giro de pedales, permitiéndose un apoyo de la fuerza de la gravedad.

35 El objetivo se consigue en el caso de un aparato de entrenamiento subacuático de este tipo de acuerdo con la invención mediante los rasgos caracterizadores de la reivindicación 1. Según esto está previsto que esté previsto al menos un cuerpo flotante, por medio del cual el aparato de entrenamiento subacuático se mantiene parcialmente por encima de la superficie del agua, en el que el por lo menos un cuerpo flotante está diseñado de modo que las barras para brazos se encuentran por lo menos por zonas y los pedales se encuentran siempre por debajo de la superficie del agua, en el que este motor eléctrico y este dispositivo de freno están diseñados y controlados mediante el dispositivo de control de tal manera que, definido a través de los pedales y/o las barras para brazos, puede absorberse tanto una potencia aplicada por la persona como puede emitirse una potencia a esta persona. Con ello se permite por primera vez una movilización activa soportada por la fuerza de la gravedad a través del agua mediante giro motorizado y no sólo frenado de los pedales.

45 Por una potencia se entiende prioritariamente una potencia mecánica (trabajo de movimiento por unidad de tiempo). A partir de esto ha de diferenciarse la verdadera potencia de entrenamiento, que es la potencia (potencia corporal o potencia muscular) que va a emplearse efectivamente por una persona que va a entrenar mediante trabajo muscular. En el sentido de la invención puede influirse en la potencia de entrenamiento mediante el ajuste de una "potencia".

50 El aparato de entrenamiento de acuerdo con la invención permite que tanto pueda emitirse por la persona que va a entrenar una potencia definida al aparato de entrenamiento como que pueda emitirse una potencia definida, proporcionada por el aparato de entrenamiento, a la persona. El aparato de entrenamiento de acuerdo con la invención permite por lo tanto que la persona que va a entrenar se mueva activamente o se mueva pasivamente. Para ello es sin embargo necesario que las extremidades implicadas estén acopladas en arrastre de fuerza con los pedales y/o barras para brazos del aparato de entrenamiento. Preferentemente, para ello están comprendidos en los pedales y/o barras para brazos lazos y/o correas.

60 De acuerdo con un perfeccionamiento preferido está previsto que el por lo menos un motor eléctrico y el por lo menos un dispositivo de freno estén diseñados como una unidad constructiva, y que en particular el dispositivo de freno esté integrado en el motor eléctrico. Con respecto a una potencia emitida por la persona, el motor eléctrico actúa como resistencia de movimiento, que exige que se supere una potencia definida a la persona. Esto puede provocarse por ejemplo por que el motor eléctrico funciona como dispositivo de freno, por ejemplo como generador o freno de corrientes de Foucault. En el caso de una potencia definida, proporcionada por el aparato de entrenamiento, el motor eléctrico funciona como accionamiento.

Preferentemente está previsto mover la persona que va a entrenar sólo en determinadas fases de movimiento, exactamente definidas, (por ejemplo al recorrerse un punto muerto cinemático de la mecánica de transmisión), funcionando el motor eléctrico en este caso como accionamiento, mientras que la persona que va a entrenar en las demás fases de movimiento provoca por sí misma el movimiento mediante trabajo muscular, pudiendo funcionar el motor eléctrico o el dispositivo de freno en este caso como resistencia de movimiento.

El aparato de entrenamiento está diseñado como aparato de entrenamiento subacuático. Un aparato de entrenamiento de este tipo puede denominarse también como aparato de entrenamiento acuático. Un entrenamiento de resistencia aeróbica en el agua permite por ejemplo una terapia eficiente en el caso de una alteración de la regulación del movimiento y de la postura. Los aparatos de entrenamiento convencionales, en particular ergómetros, que se concibieron exclusivamente para el entrenamiento en tierra, no pueden utilizarse para un entrenamiento en el agua.

Los aparatos de entrenamiento acuáticos de acuerdo con el estado de la técnica presentan una ventaja de potencia dependiente de la velocidad de giro, lo que en muchos casos no es útil (por ejemplo en alteraciones de variaciones de movimiento y desacondicionamientos). Además, estos aparatos de entrenamiento acuáticos no pueden adaptarse o sólo de forma muy limitada a las discapacidades funcionales corporales de la persona que va a entrenar (paciente). Un aparato de entrenamiento subacuático de acuerdo con la invención permite una combinación de carga (el motor eléctrico o dispositivo de freno actúa como resistencia de movimiento) y descarga (el motor eléctrico actúa como accionamiento). En este sentido es posible en el agua un control de la potencia de entrenamiento con una precisión de por ejemplo el 65 %, lo que representa un valor excelente con respecto al estado de la técnica. Así mismo se permite una regulación de potencia independiente de la velocidad de giro para un entrenamiento en el agua.

En el entrenamiento en el agua una particularidad consiste en que las fuerzas de empuje que actúan sobre las extremidades y las fuerzas de resistencia del agua modifican la potencia de entrenamiento. Mediante una combinación de resistencia de movimiento y accionamiento (con respecto al motor eléctrico) puede apoyarse activamente a la persona que va a entrenar al superarse una resistencia del agua. Como resultado puede permitirse por lo tanto un entrenamiento por debajo de la resistencia del agua. Así mismo se permite un entrenamiento en el agua con muy baja potencia.

De acuerdo con un perfeccionamiento preferido está previsto que el aparato de entrenamiento comprenda por lo menos un acoplamiento, para poder anular al menos temporalmente el acoplamiento mecánico de los pedales y/o barras para brazos con el motor eléctrico y/o el dispositivo de freno. El acoplamiento se controla preferentemente por el dispositivo de control.

De acuerdo con un perfeccionamiento preferido está previsto que el aparato de entrenamiento presente un bastidor o una construcción de bastidor con varias patas, en particular tres patas ajustables en altura. Con ello puede tener lugar una adaptación en altura así como una adaptación a suelos no planos y/o inclinados.

De acuerdo con un perfeccionamiento preferido está previsto que el aparato de entrenamiento presente por lo menos una interfaz informática. En este sentido puede tratarse por ejemplo de una interfaz por cable. En particular ésta es una interfaz de comunicación inalámbrica, tal como por ejemplo una interfaz de WLAN o Bluetooth. Una interfaz informática de este tipo sirve por ejemplo para evaluar los resultados de entrenamiento y/o la programación del dispositivo de control (por ejemplo actualizaciones de Software).

Ventajosamente está previsto que el por lo menos un motor eléctrico y el por lo menos un dispositivo de freno se controlen (o también se regulen) por medio de por lo menos un dispositivo de control, de tal manera que a través de los pedales y/o las barras para brazos tanto pueda absorberse una potencia definida de la persona de manera específica a los requisitos como que pueda emitirse también a la misma.

De acuerdo con un perfeccionamiento preferido está previsto que el control de la potencia tenga lugar teniendo en cuenta una resistencia del agua que actúa sobre la persona. Esto se explica aún con mayor detalle a continuación en relación con las figuras.

De acuerdo con un perfeccionamiento preferido está previsto que al principio del uso del aparato de entrenamiento tenga lugar en primer lugar una calibración individual con respecto a la resistencia del agua que actúa sobre la persona que va a entrenar. Esto puede tener lugar por ejemplo de tal manera que el motor eléctrico efectúe un movimiento de la persona en contacto apropiado con los pedales y/o las barras para brazos, permitiendo el movimiento a la persona con musculatura lo más relajada posible, y se mide la potencia de accionamiento que ha de efectuarse a este respecto (por ejemplo a través de la absorción de potencia eléctrica). De manera especialmente preferente está previsto que la calibración tenga lugar a diferentes velocidades de giro, es decir a diferentes frecuencias de pedaleo de las piernas y/o frecuencias de remo de los brazos. Los detalles se explican aún con mayor detalle a continuación en relación con las figuras.

De acuerdo con un perfeccionamiento preferido está previsto que la persona que va a entrenar sin su propia

intervención pueda movilizarse al menos en fases de movimiento individuales. Por medio del motor eléctrico es posible movilizar parcial o completamente la persona que va a entrenar. Es decir, persona que va a entrenar se mueve pasivamente por ejemplo con una velocidad de giro predeterminada (frecuencia de pedaleo y/o frecuencia de remo). Los detalles se explican aún con mayor detalle a continuación en relación con las figuras.

5 De acuerdo con un perfeccionamiento preferido está previsto un control de la espasticidad. A esto pertenece preferentemente también la introducción de posibles contramedidas. Esto se explica aún con mayor detalle a continuación en relación con las figuras.

10 De acuerdo con un perfeccionamiento preferido está previsto un control de la rigidez. A esto pertenece preferentemente también la introducción de posibles contramedidas. Esto se explica aún con mayor detalle a continuación en relación con las figuras.

La invención se explica en detalle a modo de ejemplo a continuación por medio de las figuras. Muestran:

- 15 la Figura 1 un aparato de entrenamiento en una vista en perspectiva;
- la Figura 2 el aparato de entrenamiento de la Figura 1 en otra vista en perspectiva;
- 20 la Figura 3 el aparato de entrenamiento de la Figura 1 durante el uso bajo el agua;
- la Figura 4 la mecánica de transmisión del aparato de entrenamiento de la Figura 1 en una vista esquemática;
- 25 la Figura 5 un concepto de funcionamiento para un aparato de entrenamiento de acuerdo con la invención en una vista esquemática;
- la Figura 6 un ejemplo de realización adicional de un aparato de entrenamiento de acuerdo con la invención en dos vistas en perspectiva; y
- 30 la Figura 7 varios diagramas en relación con el aparato de entrenamiento de la Figura 1 y de la Figura 6.

La Figura 1 muestra un aparato de entrenamiento denominado en conjunto con 100. En el caso de este aparato de entrenamiento se trata a modo de ejemplo de un aparato de entrenamiento subacuático, al que se refieren también las siguientes realizaciones. Sin embargo, la invención no está limitada a las mismas.

35 El aparato de entrenamiento 100 comprende una posibilidad de asiento 101 para una persona que va a entrenar o para un paciente P. El aparato de entrenamiento 100 comprende así mismo un bastidor o una construcción de bastidor 102 con en total tres patas 103 (el aparato de entrenamiento 100 puede presentar también otro número de patas o similares). Al aparato de entrenamiento 100 pertenece asimismo un accionamiento de pedal (biela) 104 que va a moverse con las piernas/pies con dos pedales 104r/1041, así como dos palancas o barras para brazos 106r/1061 que van a moverse con los brazos. Las barras para brazos 106r/1061 están articuladas de manera inclinable en la construcción de bastidor 102. Los pedales 104r/1041 y las barras para brazos 106r/1061 están unidos cinemáticamente, tal como se explica aún con mayor detalle a continuación. El aparato de entrenamiento 100 comprende así mismo un motor eléctrico, un dispositivo de freno, un dispositivo de almacenamiento de corriente fácilmente intercambiable (acumulador) para el suministro de energía y un dispositivo de control (aparato de control) para la medición, el control y/o la regulación, que están alojados de manera no visible en la construcción de bastidor 102 (por ejemplo por debajo del asiento 101). Con 108 se designa un panel de mando, que está diseñado al menos como panel visualizador y que está acoplado con el dispositivo de control del aparato de entrenamiento 100.

50 El aparato de entrenamiento 100 puede adaptarse de forma ergonómica a la persona que va a entrenar P. Es decir, que por ejemplo el asiento 101 o la longitud efectiva de las barras para brazos 106r/1061 y dado el caso también de los pedales 104r/1041 puede ajustarse. También puede concebirse poder ajustar la distancia de los dos pedales 104r/1041 y/o de las dos barras para brazos 106r/1061 entre sí.

55 La Figura 2 muestra el mismo aparato de entrenamiento 100 en otra perspectiva. Puede apreciarse en este caso la construcción de tres patas con tres patas 103, estando dotada cada pata 103 de una gran placa de soporte 113. La construcción de tres patas puede adaptarse a un suelo no plano y/o un suelo inclinado (por ejemplo hasta 5°). Las grandes placas de soporte 113 garantizan una posición muy segura.

60 La Figura 3 muestra el aparato de entrenamiento 100 en el uso bajo el agua. La superficie del agua está designada con S. El panel de mando 108 está dispuesto de tal manera que se encuentra por encima de la superficie del agua S, encontrándose los otros componentes del aparato de entrenamiento 100 esencialmente en el agua. La profundidad del agua puede ascender por ejemplo a 1,8 m. La construcción de tres patas con las grandes placas de soporte 113 garantiza también en el agua una posición segura del aparato de entrenamiento 100. El aparato de entrenamiento 100 no puede volcar en el caso de un uso normal. La adaptación a una profundidad de agua respectiva puede tener lugar sin que se sumerja el asistente. Así mismo el aparato de entrenamiento 100 garantiza

una fácil maniobrabilidad en el agua por el asistente, así como una fácil introducción o salida del agua. El cambio del dispositivo de almacenamiento de corriente puede tener lugar sin que para ello deba sacarse del agua el aparato de entrenamiento 100. Se explica por sí solo que el aparato de entrenamiento 100 puede hacerse funcionar así mismo también en tierra. También en tierra el aparato de entrenamiento 100 puede manipularse fácilmente por un asistente.

5 La Figura 4 muestra la mecánica de transmisión del aparato de entrenamiento 100 en una vista esquemática. Los pedales 104r/1041 y las barras para brazos 106r/1061 representan en cada caso una interfaz hombre-máquina, en la que puede transmitirse una fuerza muscular de la persona que va a entrenar P al aparato de entrenamiento 100, o a un motor eléctrico-dispositivo de freno EB combinado y/o a la que puede transmitirse a la persona que va a entrenar P una potencia proporcionada por el motor eléctrico-dispositivo de freno EB del aparato de entrenamiento 100. El motor eléctrico-dispositivo de freno EB combinado funciona en cada caso como resistencia de movimiento o como accionamiento.

15 La persona que va a entrenar P tiene la posibilidad de trabajar meramente mediante el entrenamiento de piernas, pisando, tal como en una bicicleta, en los pedales 104r/1041, lo que está representando con flechas de movimiento. Adicionalmente, la persona P tiene la posibilidad de entrenar los brazos por medio de las barras para brazos 106r/1061, moviéndose los mismos a modo de un movimiento de remo (*Cross-Walker*) en sentido contrario (con respecto al tronco corporal) hacia delante y atrás, lo que está representado así mismo con flechas de movimiento. Las dos posibilidades de entrenamiento pueden requerirse individualmente, pero también pueden acoplarse mecánicamente de modo que estén unidas cinemáticamente. Esto permite un apoyo desde unas extremidades hasta las otras y permite un transcurso del movimiento redondo o fluido.

25 Es también posible desacoplar mecánicamente el entrenamiento de brazos/piernas por ejemplo por medio de un acoplamiento. Así mismo, el motor eléctrico-dispositivo de freno EB combinado está equipado con un acoplamiento. El acoplamiento se controla a través del dispositivo de control. El acoplamiento sirve para desacoplar el motor eléctrico-dispositivo de freno EB combinado mecánicamente de los pedales 104r/1041 y/o barras para brazos 106r/1061, en caso de que éste no se necesite temporalmente.

30 Las velocidades de giro, velocidades orbitales, momentos de giro y/o potencias respectivos se registran permanentemente por medio de sensores de medición por ejemplo en los puntos de medición M1, M2 y M3 y procesarse adicionalmente y/o almacenarse por el dispositivo de control. Así mismo, también puede registrarse el tiempo de entrenamiento y/o el número de pulsaciones de la persona que va a entrenar P, almacenarse y/o procesarse adicionalmente. Los datos obtenidos pueden visualizarse sobre el panel 108. Todos los datos pueden evaluarse también a través de una interfaz informática. Preferentemente esta interfaz informática está diseñada como interfaz inalámbrica (WLAN o Bluetooth). A través de una interfaz informática de este tipo puede tener lugar dado el caso también una programación (por ejemplo también actualizaciones de software) del dispositivo de control.

40 La Figura 5 muestra un concepto de funcionamiento (o una disposición para la medición, el control y/o la regulación de potencia en un aparato de entrenamiento) para un aparato de entrenamiento de acuerdo con la invención en una vista esquemática. Al contrario del ejemplo de la Figura 4, en este concepto de funcionamiento el motor eléctrico E y el dispositivo de freno B están realizados como componentes independientes o separados desde el punto de vista de la construcción.

45 Los pedales 104r/1041 del accionamiento de pedal (biela o manivela de pierna 104) están unidos directamente entre sí a través de un árbol 140. Las dos palancas o barras para brazos 106r/1061 que van a moverse con los brazos están unidas entre sí indirectamente por medio de accionamientos de correa 162 y 163 a través de un árbol 160. Los árboles de unión 140 y 160 están unidos por medio del accionamiento de correa 141 y 161 con un árbol central 170. Las barras para brazos 106r/1061 y los pedales 104r/1041 pueden separarse mediante el acoplamiento 171. El árbol central 170 está unido por su parte a través de un acoplamiento 172 y un accionamiento de transductor 173 con el motor eléctrico E. Así mismo el árbol central 170 está unido por medio de un accionamiento de correa 175 con un árbol secundario 180. A la barra de accionamiento del árbol secundario 180 pertenecen un acoplamiento 181, un dispositivo de rueda libre 182, un dispositivo de volante de inercia 183, así como el dispositivo de freno B. Con C está designado un dispositivo de control. Las uniones de bus esenciales están representadas con línea discontinua. En lugar de accionamientos de correa pueden emplearse en la construcción también accionamientos de cadena o mecanismos de transmisión de igual funcionamiento.

60 La Figura 6a muestra un ejemplo de realización adicional de un aparato de entrenamiento de acuerdo con la invención en una vista en perspectiva. El aparato de entrenamiento 100' presenta una estructura de bastidor 102' en forma de plátano, en cuyos extremos de arco están dispuestos cuerpos flotantes o pontones flotantes 121 y 122. El número de en total dos pontones flotantes es a modo de ejemplo. Por medio de estos pontones flotantes puede utilizarse el aparato de entrenamiento 100' como aparato flotante, tal como se muestra en la Figura 6b. En este caso puede prescindirse de patas, tal como se muestra en la Figura 1. El aparato de entrenamiento 100' puede usarse también en agua profunda (por ejemplo en el uso al aire libre en lagos).

65 A continuación se explican en detalle distintos tipos de funcionamiento, funciones y aplicaciones del aparato de entrenamiento 100 o 100'.

1. Regulación de potencia independiente de la velocidad de giro en el agua:

En el caso del entrenamiento en el agua ha de tenerse en cuenta una resistencia de flujo elevada en el agua. La densidad del agua es aproximadamente 772 veces más alta que la del aire o la atmósfera, lo que significa que en el agua han de superarse altas resistencias de flujo. En el caso del entrenamiento en el agua aparece por lo tanto una resistencia de flujo significativa que actúa sobre las extremidades. Una gran parte de la potencia producida por la musculatura se necesita para superar la resistencia del agua, mientras que sólo una pequeña parte de todo el desarrollo de fuerza (rendimiento mecánico o potencia medible físicamente) se dirige a los pedales 104r/1041 y/o barras para brazos 106r/1061. Por lo tanto, por ejemplo una potencia medida en los pedales 104r/1041 (punto de medición M2) no corresponde a la potencia corporal o muscular producida de manera efectiva (potencia de entrenamiento). La resistencia de flujo aumenta además al cuadrado con respecto a la velocidad de giro  $n$  (frecuencia de pedaleo = giro de pedal, frecuencia de remo; velocidad angular).

El aparato de entrenamiento de acuerdo con la invención 100 se caracteriza por ejemplo por que debido a una medición de potencia y regulación de potencia puede entrenarse también con potencias por debajo de la resistencia del agua. Personas discapacitadas con parálisis o con actividad muscular elevada (tetania, espasmos, etc.) y personas desacondionadas pueden llevar a cabo en el agua un entrenamiento con una potencia de pocos vatios [W]. Esto se consigue mediante una combinación de resistencia de movimiento y accionamiento proporcionada por el motor eléctrico E y el dispositivo de freno B y regulada o controlada por el dispositivo de control C. De esta manera puede apoyarse la persona que va a entrenar activamente al superarse la resistencia del agua. El dispositivo de control tiene en cuenta también el aumento no lineal de la resistencia del agua con una frecuencia de pedaleo o de remo creciente  $n$ . Esto es la base para una regulación de potencia independiente de la velocidad de giro.

2. Intervalos de trabajo y calibración (Figura 7a; Figura 7b):

Fundamentalmente pueden diferenciarse dos intervalos de trabajo, tal como se muestra en la Figura 7a. El primer intervalo (a la derecha de la curva de resistencia del agua) es el intervalo de resistencia. Este intervalo comprende las potencias de la persona que va a entrenar que son menores que la resistencia del agua. En las interfaces hombre-máquina (o en los puntos de medición M1, M2 y M3) apenas pueden medirse potencias, dado que la mayor parte de la energía se absorbe por la resistencia de flujo. El segundo intervalo es el intervalo de potencia (a la izquierda de la curva de resistencia del agua). Este intervalo comprende las potencias producidas que son mayores que la resistencia del agua. En este intervalo pueden medirse potencias en la interfaz hombre-máquina (o en los puntos de medición M1, M2 y M3).

La resistencia del agua es diferente en función de la superficie corporal (parcialmente derivable del peso) de la persona que va a entrenar P. Es decir, en intervalos de potencia inferiores (por ejemplo alta velocidad de giro con poca potencia [W]) apenas puede medirse potencia en los pedales 104r/1041 y/o las barras para brazos 106r/1061. En particular, por debajo de la resistencia del agua ya no puede registrarse correctamente la potencia en las interfaces hombre-máquina, dado que apenas se transmite fuerza a los pedales 104r/1041 y/o barras para brazos 106r/1061. En los intervalos de potencia superiores debe contarse con una desviación (*offset*), que corresponde a la resistencia del agua de la persona que va a entrenar respectiva. En ambos intervalos de trabajo se registra la potencia por lo tanto de manera diferente.

Al inicio del entrenamiento deben registrarse en primer lugar los valores de resistencia a las distintas velocidades de giro  $n$  (o frecuencias de pedaleo y/o frecuencias de remo) por medio de una calibración. La calibración tiene lugar en el intervalo de resistencia. Para ello la persona que va a entrenar P se sienta en el aparato de entrenamiento 100. Ésta debe comportarse de la manera más pasiva posible. El motor eléctrico E funciona como accionamiento y mueve a través de los pedales 104r/1041 y/o las barras para brazos 106r/1061 las extremidades, permaneciendo a este respecto totalmente relajada la musculatura. Ahora se recorre por medio del motor eléctrico E un espectro de velocidad de giro predeterminado ( $n_1, n_2, n_3, n_4$ ). La potencia emitida por el motor eléctrico se medie a las distintas velocidades de giro y se deposita por ejemplo en forma de una curva de resistencia del agua individual en el dispositivo de control. La Figura 7b muestra una curva de resistencia del agua individual de este tipo, estando indicadas en este caso también las velocidades de giro individuales, a las que tiene lugar una medición de potencia. El proceso de calibración se controla por el dispositivo de control.

Ejemplo: Se inicia el programa de calibración del aparato de entrenamiento 100. Ahora empieza a mover el motor eléctrico E con una velocidad de giro de por ejemplo 10 revoluciones por minuto a la persona que va a entrenar P. Se confecciona un protocolo de la potencia (por ejemplo la potencia eléctrica) que necesita el motor eléctrico E para mover correspondientemente la persona P. Esta etapa de calibración se repite ahora a 15, 20 o más revoluciones por minuto. Por medio de los valores de calibración se conoce ahora la evolución individual de la resistencia del agua (curva de resistencia del agua) de la persona que va a entrenar o del paciente. El entrenamiento puede comenzar con el registro de la potencia realmente producida. Para un entrenamiento en tierra no es necesaria una calibración de este tipo.

3. Entrenamiento en el intervalo de resistencia (Figura 7c):

La persona que va a entrenar o su asistente seleccionan por ejemplo en el panel de mando 108 una potencia deseada ( $P_{\text{paciente}}$ ), a la que entrenará. La persona que va a entrenar empieza el entrenamiento con una velocidad de giro o frecuencia de pedaleo o frecuencia de remo ( $n_{\text{paciente}}$ ) agradable para ella. El dispositivo de control calcula por medio de la velocidad de giro ( $n_{\text{paciente}}$ ) y la potencia deseada ( $P_{\text{paciente}}$ ) la diferencia con respecto a la resistencia del agua. El motor eléctrico E apoya ahora a la persona que va a entrenar P, funcionando éste como accionamiento y aplicando una potencia de accionamiento ( $P_{\text{motor}}$ ), que constituye la diferencia de la potencia deseada ( $P_{\text{paciente}}$ ) con respecto a potencia de resistencia del agua en el punto correspondiente de la curva de resistencia del agua, tal como se muestra en la Figura 7c.

Ejemplo: La persona que va a entrenar predetermina una potencia ( $P_{\text{paciente}}$ ) de 50 vatios [W] y se mueve con una velocidad de giro ( $n_{\text{paciente}}$ ) de 50 revoluciones por minuto. Por medio de la calibración reconoce el dispositivo de control, que a 50 revoluciones por minuto la potencia de resistencia del agua asciende a 80 vatios. De esto resulta que el motor eléctrico E apoya a la persona que va a entrenar ahora con una potencia de accionamiento ( $P_{\text{motor}}$ ) de 30 vatios. Preferentemente en este caso no está previsto para un entrenamiento en tierra.

4. Entrenamiento en el intervalo de potencia (Figura 7d):

Si la potencia deseada ( $P_{\text{paciente}}$ ) a una velocidad de giro ( $n_{\text{paciente}}$ ) predeterminada es mayor que la potencia de resistencia del agua ( $P_{\text{resistencia del agua}}$ ), se carga la persona que va a entrenar P adicionalmente a la resistencia del agua. En este caso el motor eléctrico E o el dispositivo de freno B funciona como resistencia de movimiento y genera una potencia de freno ( $P_{\text{freno}}$ ). La potencia de freno ( $P_{\text{freno}}$ ) es la diferencia entre la potencia deseada o predeterminada ( $P_{\text{paciente}}$ ) y la potencia de resistencia del agua ( $P_{\text{resistencia del agua}}$ ) en el punto correspondiente de la curva de resistencia del agua, tal como se muestra en la Figura 7d.

Ejemplo: la persona que va a entrenar producirá una potencia ( $P_{\text{paciente}}$ ) de 50 vatios. Se mueve con una velocidad de giro ( $n_{\text{paciente}}$ ) de 15 revoluciones por minuto. Por medio de la calibración, el dispositivo de control reconoce que a 15 revoluciones por minuto la potencia de resistencia del agua ( $P_{\text{resistencia del agua}}$ ) asciende a 30 vatios. De esto resulta que el motor eléctrico E debe generar ahora una potencia de freno ( $P_{\text{freno}}$ ) de 20 vatios. Debido a esta compensación, a pesar de la función de resistencia del agua no lineal, la carga de la persona que va a entrenar es independiente de la velocidad de giro, pudiendo ajustarse la propia carga. También puede ajustarse muy adecuadamente en este caso la verdadera potencia de entrenamiento (potencia corporal o potencia muscular).

5. Movilización:

Mediante el motor eléctrico E incorporado es posible movilizar parcial o completamente a la persona que va a entrenar. Es decir la persona se mueve con una velocidad de giro predeterminada n. Opcionalmente pueden movilizarse las extremidades inferiores y/o las extremidades superiores. Para ello indica por ejemplo el asistente (terapeuta) en el panel de mando 108 una velocidad de giro y duración de entrenamiento deseadas, con las que debe movilizarse la persona que va a entrenar. Después del inicio de un programa depositado en el dispositivo de control, se mueve la persona que va a entrenar con esta velocidad de giro a lo largo de un intervalo de tiempo determinado. Una movilización en tierra transcurre igual que en el agua.

6. Control de la espasticidad:

Para no causar ningún daño en personas vulnerables con espasticidad manifiesta (es decir un impedimento del movimiento provocado por hipertonia muscular del paciente), está prevista una monitorización correspondiente. El entrenamiento se interrumpe de inmediato, en cuanto por medio del flujo de movimiento en los pedales 104r/1041 y/o barras para brazos 106r/1061 se detecta una espasticidad incipiente (por ejemplo mediante una absorción de corriente elevada). Como alternativa es también posible continuar con una baja potencia no peligrosa para el paciente, hasta que se pierde el calambre espástico. Un cambio del tipo de funcionamiento (por ejemplo también una desconexión del motor eléctrico y/o el dispositivo de freno o un desacoplamiento del mismo por medio de los acoplamientos) puede ayudar a regular de nuevo el tono muscular anómalo. Por ejemplo se mueven los pedales 104r/1041 y/o las barras para brazos 106r/1061 del aparato de entrenamiento de manera opuesta, cuando no existe un bloqueo muscular total, que se desencadena por regla general por sí mismo tras un corto tiempo. Después se intenta comenzar de nuevo el entrenamiento normal. Cuando el bloqueo aún persiste se repite el proceso.

7. Control de la rigidez:

Tras lesiones del sistema nervioso central pueden aparecer reflejos de postura indeseados, que no pueden evitarse o modificarse. La falta de selección en el movimiento lleva a que aparezcan patrones de movimiento que impiden un transcurso del movimiento fluido. Mediante la rigidez de la musculatura llega a paralizarse el

movimiento de la persona que va a entrenar en la mayoría de los casos en los puntos muertos relacionados con la cinemática del mecanismo de transmisión. Para, a pesar de ello, realizar un entrenamiento, es necesario garantizar una marcha circular constante. Esto se consigue monitorizándose la velocidad orbital (velocidad de rotación) de los pedales 104r/104l y/o barras para brazos 106r/106l. Cuando se detecta una

5 marcha no circular, se proporciona por medio del apoyo de accionamiento mediante el motor eléctrico en cada caso un impulso de fuerza, que lleva a superar el punto muerto. Mediante la monitorización permanente de la velocidad orbital o velocidades orbitales puede registrarse una variación y adaptarse el apoyo a las particularidades actuales.

10 8. Medición de potencia independiente:

En un aparato de entrenamiento de acuerdo con la invención 100 puede llevarse a cabo una medición de potencia independiente, que puede servir como base por ejemplo para un entrenamiento también en otros aparatos. Con ello se lleva a cabo en un aparato de entrenamiento de acuerdo con la invención (con motor eléctrico E incorporado) una serie de ensayos. Se toman las medidas de varias personas con distintos

15 tamaños corporales y pesos. Los valores se depositan en tablas y sirven entonces por ejemplo para pacientes que debido a una discapacidad no pueden llevar a cabo una calibración (por ejemplo rigidez muscular, u otros) y/o por ejemplo en el caso de otro aparato de entrenamiento (sin motor eléctrico que puede usarse como accionamiento) como base para el cálculo de un valor de resistencia (valor de resistencia del agua). De igual manera pueden tomarse medidas individualmente también de una única persona.

20

Cuando ahora debe a entrenarse en un aparato con exclusivamente un dispositivo de freno, esto puede tener lugar sólo en el intervalo de potencia. La potencia que se ajusta se compone a su vez por la potencia de freno y la potencia de resistencia del agua. Los valores exactos de una resistencia del agua con respecto a la persona que va

25 a entrenar no se encuentran sin embargo disponibles, dado que con la persona no puede llevarse a cabo ninguna calibración. De este modo, la persona que va a entrenar debe indicar al principio del entrenamiento además de la potencia deseada también su tamaño corporal y su peso, así como eventualmente parámetros antropométricos adicionales (por ejemplo valores de la circunferencia del muslo). Por medio de estos parámetros pueden deducirse a partir de las Tablas los valores de resistencias correspondientes.

30

**REIVINDICACIONES**

1. Aparato de entrenamiento subacuático (100),  
 que presenta pedales (104r; 1041) a mover con los pies y barras para brazos (106r; 1061) a mover con los brazos,  
 5 que ha de accionarlos una persona (P) en posición sobre todo sentada,  
 en el que está previsto por lo menos un dispositivo de control (C) para la medición, el control y/o la regulación de la  
 potencia de entrenamiento,  
 en el que los pedales (104r; 1041) y/o las barras para brazos (106r; 1061) están acoplados mecánicamente con por  
 lo menos un motor eléctrico (E) y con por lo menos un dispositivo de freno (B),  
 10 **caracterizado por que**  
 está previsto al menos un cuerpo flotante, por medio del cual el aparato de entrenamiento subacuático se mantiene  
 parcialmente por encima de la superficie del agua,  
 en el que el por lo menos un cuerpo flotante está diseñado de modo que las barras para brazos se encuentran por lo  
 menos por zonas y los pedales se encuentran siempre por debajo de la superficie del agua,  
 15 en el que este motor eléctrico (E) y este dispositivo de freno (B) están diseñados y controlados mediante el  
 dispositivo de control (C) de tal manera que, de modo definido a través de los pedales (104r; 1041) y/o de las barras  
 para brazos (106r; 1061) tanto puede absorberse una potencia aplicada por la persona (P) como puede emitirse una  
 potencia a esta persona (P).
- 20 2. Aparato de entrenamiento subacuático (100) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que**  
 el dispositivo de freno (B) está integrado en el motor eléctrico (E).
3. Aparato de entrenamiento subacuático (100) de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que**  
 por lo menos está comprendido un acoplamiento, para poder anular al menos temporalmente el acoplamiento  
 25 mecánico de los pedales (104r; 1041) y/o de las barras para brazos (106r; 1061) con el motor eléctrico (E) y/o el  
 dispositivo de freno (B).
4. Aparato de entrenamiento subacuático (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores,  
**caracterizado por que**  
 30 éste presenta por lo menos una interfaz de comunicación inalámbrica, tal como en particular una interfaz de WLAN o  
 Bluetooth.
5. Aparato de entrenamiento subacuático (100) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores,  
**caracterizado por que**  
 35 los cuerpos flotantes están fijados a brazos voladizos delante y detrás de la posición de asiento de un usuario del  
 aparato de entrenamiento subacuático.
6. Aparato de entrenamiento subacuático de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por**  
**que**  
 40 el motor eléctrico (E) y el dispositivo de freno (B) se controlan por medio del dispositivo de control (C) de tal manera  
 que a través de los pedales (104r; 1041) y/o de las barras para brazos (106r; 1061) tanto puede absorberse de  
 manera específica a los requisitos una potencia definida por su movimiento como puede emitirse a los mismos.
7. Aparato de entrenamiento subacuático de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado por que**  
 45 el control de la potencia tiene lugar teniendo en cuenta una resistencia del agua que actúa sobre los pedales.
8. Aparato de entrenamiento subacuático de acuerdo con las reivindicaciones 6 o 7, **caracterizado por que**  
 al principio del uso del aparato de entrenamiento tiene lugar en primer lugar una calibración por medio de una  
 resistencia del agua que actúa sobre los pedales.  
 50
9. Aparato de entrenamiento subacuático de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado por que**  
 la calibración tiene lugar a diferentes frecuencias de pedaleo y/o frecuencias de remo.
10. Aparato de entrenamiento subacuático de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 a 9, **caracterizado por que**  
 55 el motor eléctrico (E) funciona como accionamiento, mediante lo cual una persona (P), sin su propia intervención,  
 puede movilizarse al menos en fases de movimiento individuales.
11. Aparato de entrenamiento subacuático de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 a 10, **caracterizado por**  
**que**  
 60 está previsto un control de la espasticidad.
12. Aparato de entrenamiento subacuático de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 a 11, **caracterizado por**  
**que**  
 65 está previsto un control de la rigidez.

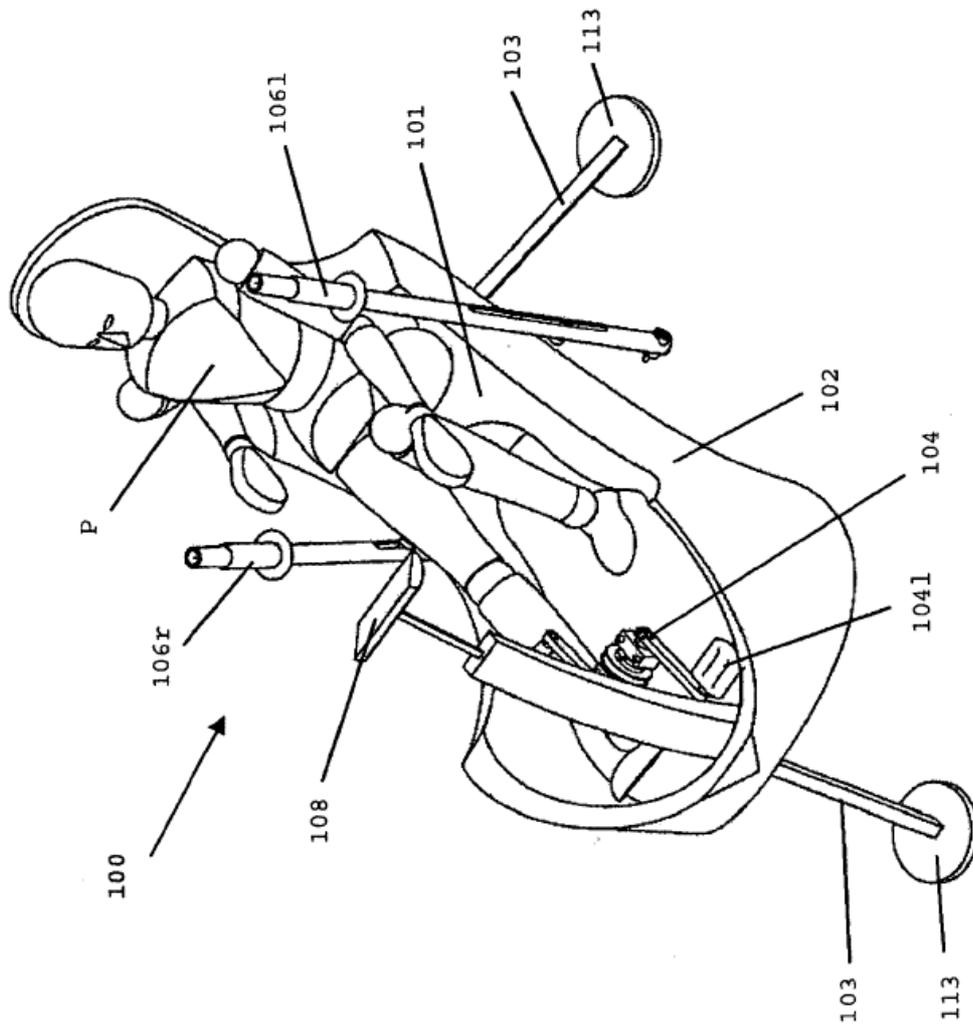


Fig. 1

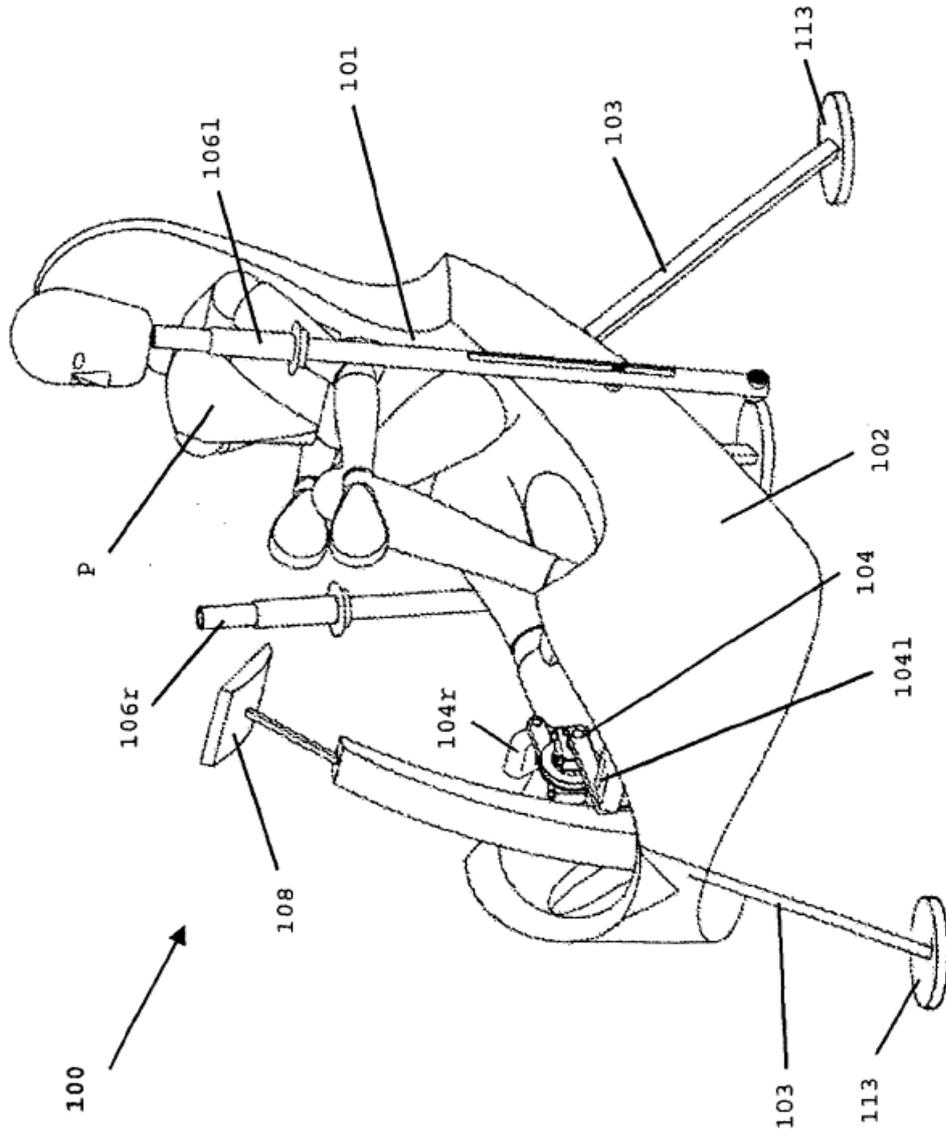


Fig. 2

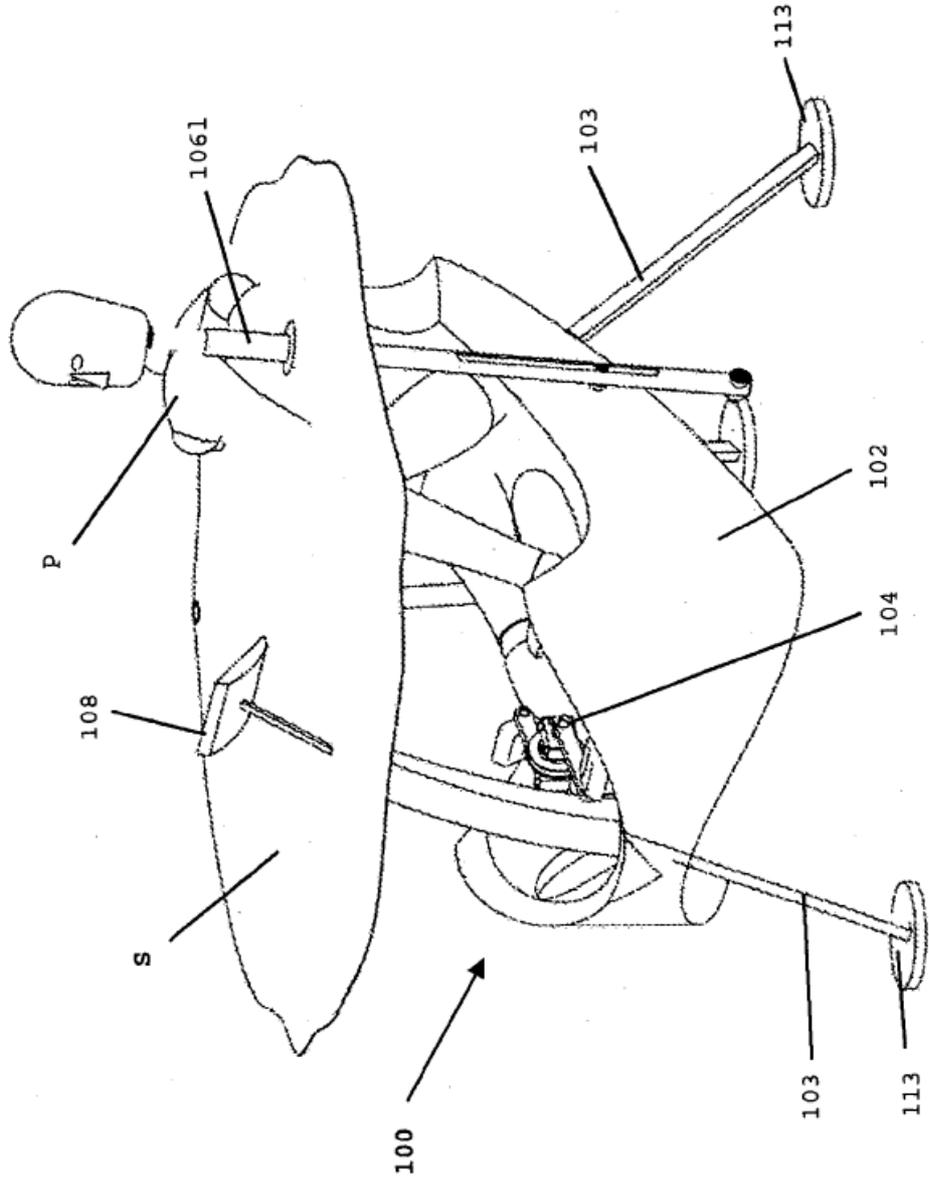


Fig. 3

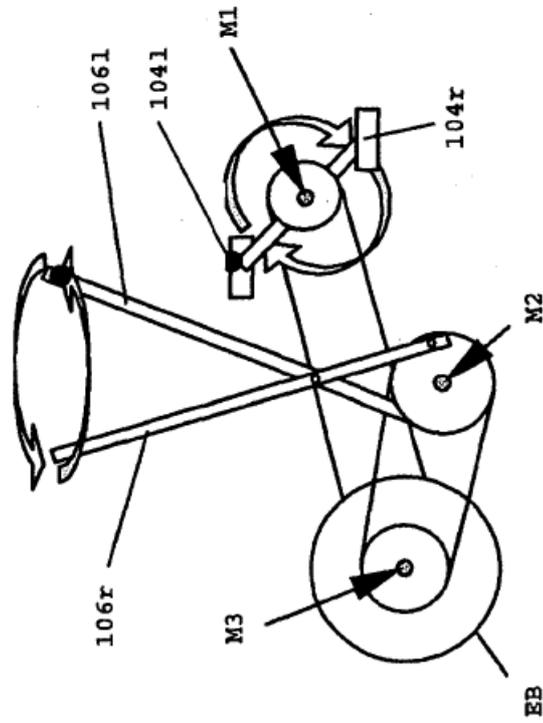


Fig. 4

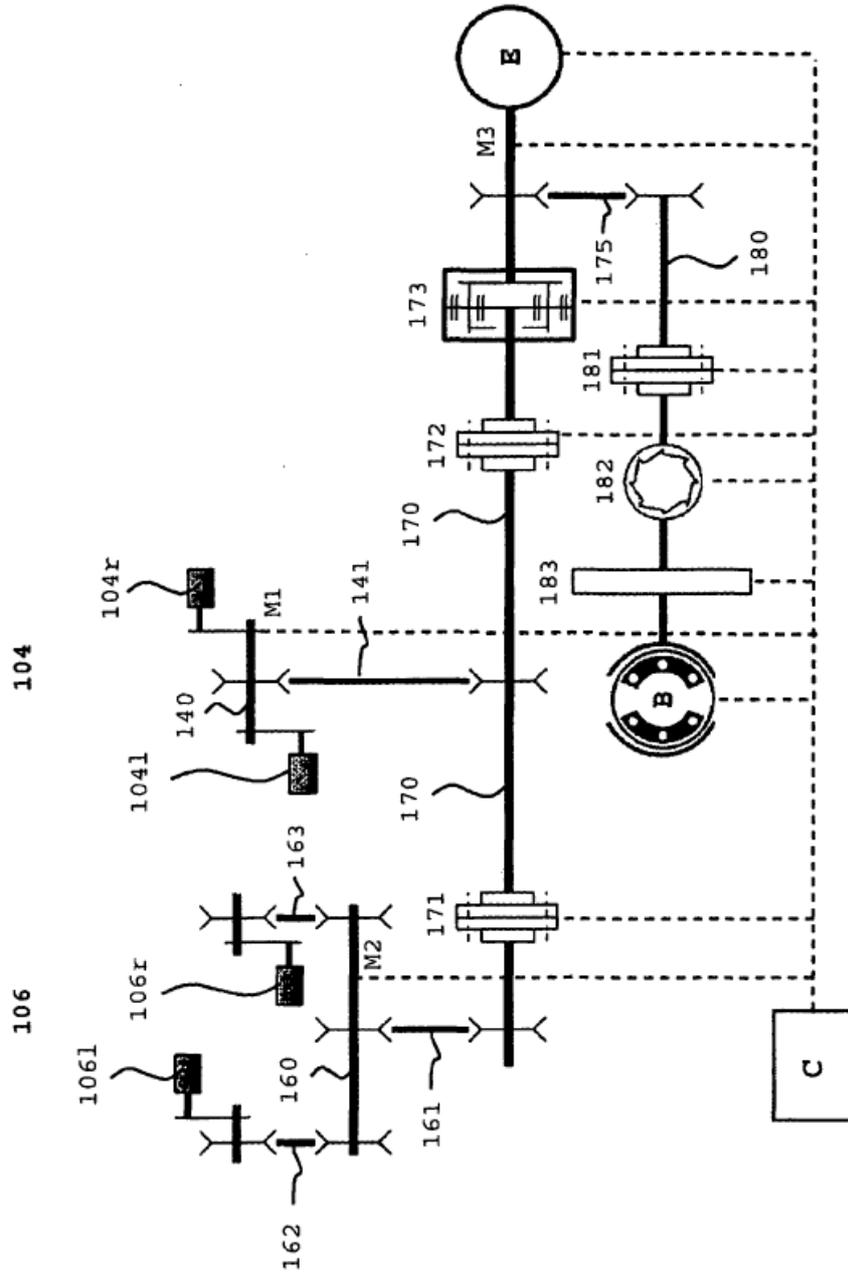


Fig. 5

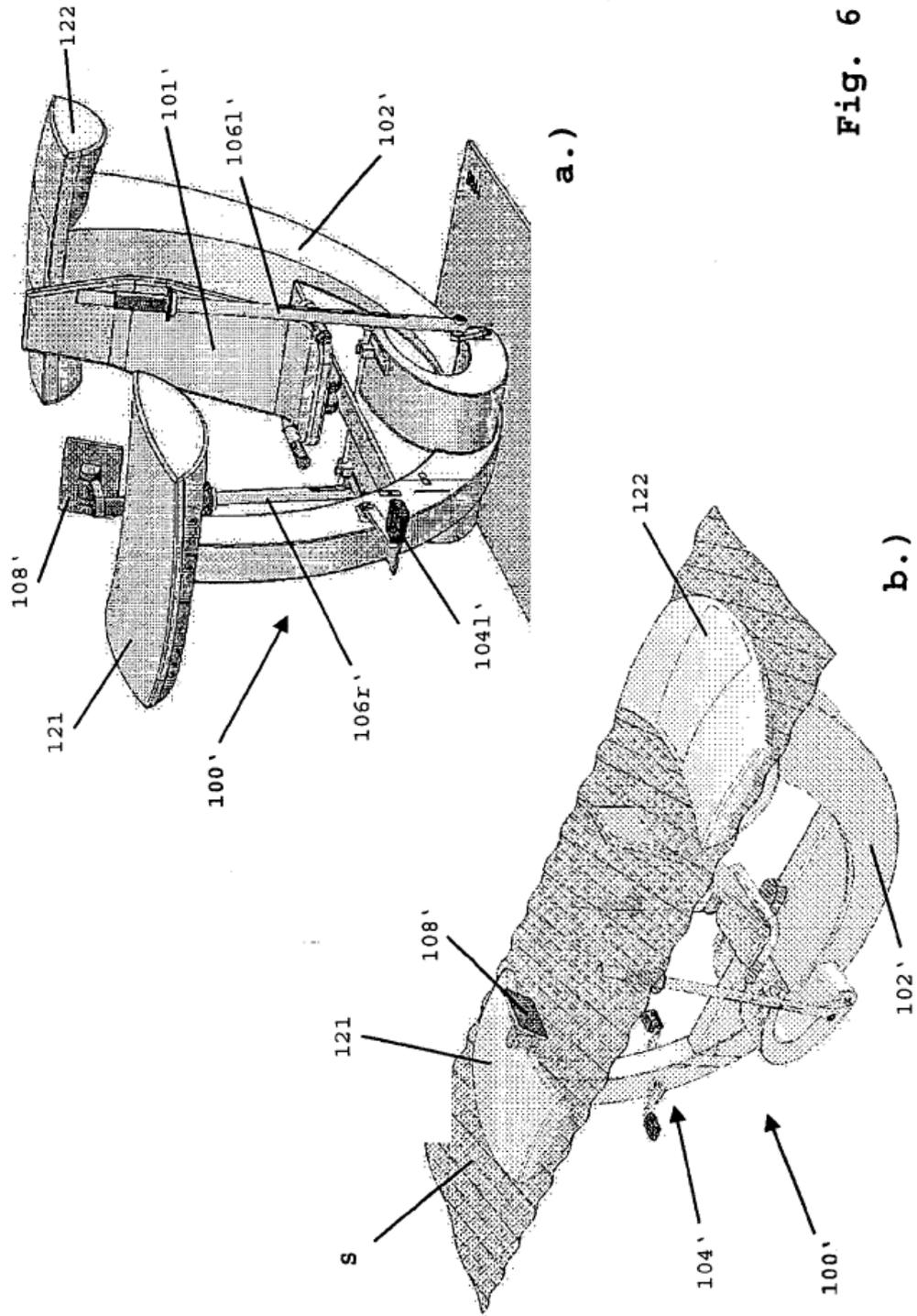
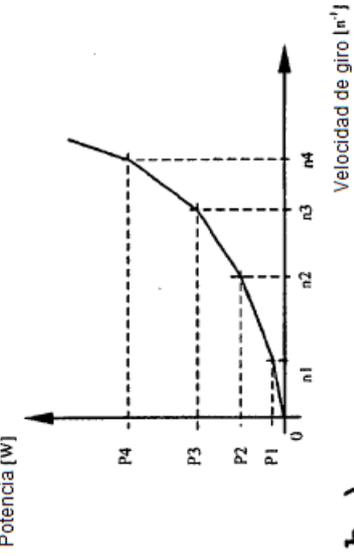
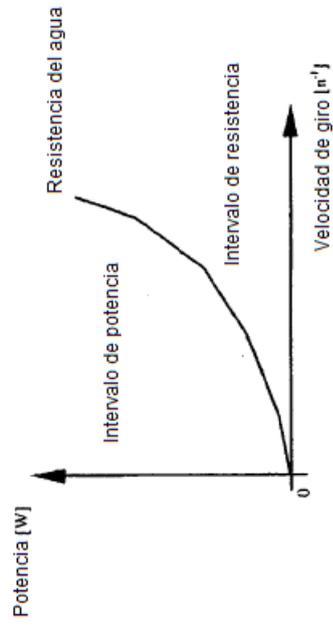


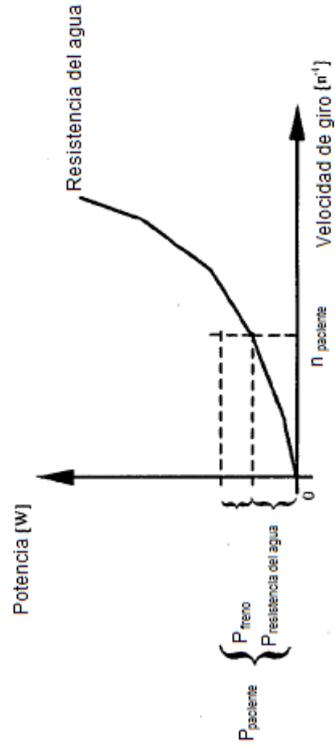
Fig. 6



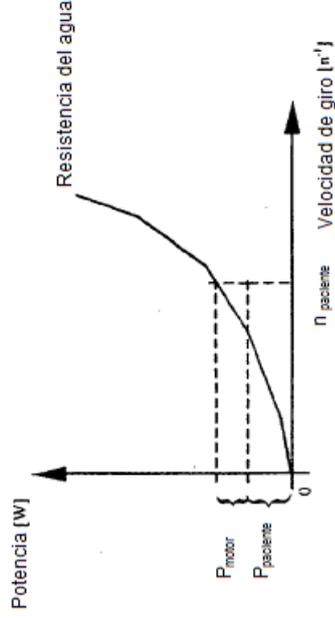
a.)



b.)



c.)



d.)

Fig. 7