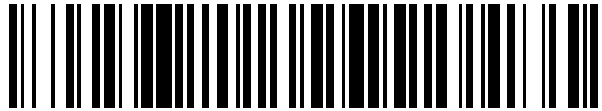


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 531 160**

51 Int. Cl.:

**A61H 1/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.03.2011 E 11713891 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.12.2014 EP 2549971**

54 Título: **Dispositivo de rehabilitación de la mano**

30 Prioridad:

**10.03.2011 IT MI20110088 U**  
**23.03.2010 IT MI20100466**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**11.03.2015**

73 Titular/es:

**IDROGENET S.R.L. (100.0%)**  
**Via Rose di Sotto 38/C**  
**25126 Brescia, IT**

72 Inventor/es:

**FAUSTI, DAVIDE y**  
**SENECI, CARLO**

74 Agente/Representante:

**RIERA BLANCO, Juan Carlos**

**ES 2 531 160 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

Dispositivo de rehabilitación de la mano

La presente invención se refiere a un dispositivo de rehabilitación de la mano.

5 Más en particular, la presente invención se refiere a un dispositivo usado en terapias de rehabilitación de la movilidad y la funcionalidad de articulaciones de metacarpo-falanges, interfalanges proximales e interfalanges distales, lesionadas o reducidas después de traumatismos, accidentes o acontecimientos desafortunados y similares o en el caso de paresia o parálisis posterior a lesiones del sistema nervioso central, lesiones de la espina dorsal, lesiones del sistema nervioso periférico; el mismo dispositivo puede ser aplicado en caso de terapias dirigidas a mejorar la movilidad y funcionalidad de articulaciones de la mano, opcionalmente en asociación con otros  
10 tratamiento de fisioterapia.

Como es sabido, en caso de daños de los tejidos articulares posteriores a cirugía o traumatismos o en caso de parálisis por lesiones medulares o del sistema nervioso central o periférico, la funcionalidad normal de las articulaciones de los dedos de la mano puede verse alterada e incluso bloquearse, con ambas consecuencia físicas y psíquicas.

15 Los procedimientos usados para tratar tales patologías utilizan programas de rehabilitación a menudo basados en la técnica llamada MPC (Movimiento Pasivo Continuo) o movimiento pasivo, que puede proporcionar el uso de dispositivos motorizados apropiados para mover las articulaciones sin que el individuo que padece la patología nueva de manera intencionada un solo músculo.

20 Las ventajas de la técnica de rehabilitación MPC, o rehabilitación pasiva, consisten en que permite mejorar el rango articular, evitar las adherencias intraarticulares, la contracturas y/o posibles lesiones extraarticulares resultantes de la inmovilización y facilitar una vuelta más rápida a la funcionalidad de la articulación.

25 La técnica de rehabilitación MPC también puede aplicarse posteriormente a cirugía, ya que permite prevenir la formación de rigidez que pueda reducir el movimiento de la articulación. La misma técnica se aplica para tratar a pacientes que padecen de hemiplejía, ya que permite reducir el edema de la mano y estimula la recuperación de las funciones motoras.

Se han diseñado y desarrollado múltiples dispositivos para llevar a cabo terapias de rehabilitación para las articulaciones de la mano sin la técnica de rehabilitación pasiva o CPM; sin embargo, casi todos están destinados a pacientes ortopédicos.

30 Algunos dispositivos tradicionales, como el objetivo de la patente US 4.875.469, comprenden un soporte de muñeca provisto de un cuerpo contenedor en el que están asentados los mecanismos actuadores definidos por motores y baterías, los medios de control y los sensores, el dispositivo comprende varillas o tirantes conectados a los dedos de la mano del paciente y a un carro o guía deslizante dentro del cuerpo de contenedor. Sin embargo, tal dispositivo lleva a cabo el movimiento pasivo de las articulaciones de la mano que mueve un solo dedo o grupos de dedos con el mismo movimiento y los mismos tiempos de movimiento/actuación y excluye el pulgar del tratamiento; además  
35 aparte de ser complejo, tal dispositivo es pesado, limitado y dificultoso de llevar por el paciente, ya que el sistema de movimiento ocupa el lado de la palma de la extremidad.

40 La patente US 5.178.137 divulga una férula dinámica que soporta y manipula articulaciones apropiadas para soportar un dedo u otra articulación corporal al tiempo que permite flexionar y extenderse mediante el desplazamiento de articulación normal; comprende una pluralidad de segmentos de manipulación de articulación adyacentes entre sí desde un extremo proximal a un extremo distal en una articulación, medios para fijar al menos uno de dicha pluralidad de segmentos de manipulación a las articulaciones y medios para girar dichos segmentos de manipulación unos respecto de otros. Los medios para girar los segmentos de manipulación entre sí para efectuar la flexión y la extensión están definidos por un cable conectado a un extremo con un motor y con el otro extremo opuesto roscado y acoplado a una ménsula roscada; el motor causa la rotación del cable y del extremo roscado de la misma, que girando dentro de la ménsula roscada causa el alargamiento o el acortamiento del propio cable. Dicho  
45 dispositivo tiene inconvenientes relacionados con el hecho de que no permite la total flexión de los dedos; esto es debido a que los bordes laterales de los segmentos de articulación interfieren durante el desplazamiento de los dedos y, durante la flexión fisiológica de los dedos, los propios dedos flanquean y se mantienen más cerca los unos de los otros con los bordes laterales de los segmentos de articulación que fuerzan los dedos a separarse.

50 La patente US 5.697.892 describe un dispositivo de rehabilitación para las articulaciones de la mano con técnica de MPC para de este modo permitir una flexión y extensión completa de las articulaciones de los dedos; tal dispositivo comprende un elemento de base dispuesto en la zona de la muñeca fijada a un soporte estabilizado al antebrazo, un brazo fijo estabilizado al elemento de base y un brazo móvil articulado al brazo fijo; una palanca giratoria fijada al brazo móvil provisto de una barra transversal sobre la cual se encuentran estabilizados los accesorios, que siguen el perfil del dedo de la mano. Sin embargo, asimismo tal solución de realización implica inconvenientes respecto de la complejidad constructiva, las dimensiones globales y el peso considerable y, además, solo permite mover todos los  
55 dedos al mismo tiempo, salvo para el pulgar, que solo puede moverse por separado.

La solicitud de patente US2003/0073939 describe un aparato de rehabilitación con técnica de MPC que comprende una unidad de movimiento fijada al antebrazo y un dispositivo para extender/flexionar los dedos de la mano fijados a la unidad de movimiento; la unidad de movimiento comprende un dispositivo de tornillo controlado por un motor que permite mover un acoplamiento al cual están conectados los elementos elásticos conectados a los dedos de la mano. Asimismo, este tipo de solución implica inconvenientes relacionados con las dimensiones globales y con los pesos de la estructura y, además, con la imposibilidad de mover cada dedo individualmente y con diferentes tipos de movimientos y/o tiempos. El movimiento del pulgar solo es permitido con el montaje de un accesorio especial.

El objetivo de la presente invención es obviar los inconvenientes típicos del equipo ya existentes en el mercado.

Más en particular, el objetivo de la presente invención es proporcionar un dispositivo de rehabilitación para las articulaciones de la mano, para su uso tanto en la rehabilitación pasiva o en el MPC como en tratamientos de rehabilitación activa, fácil de llevar, ligero y estéticamente limpio y para de este modo aplicarse al paciente también por una persona no profesional o que no trabaja en el campo específico de la rehabilitación.

Un objetivo adicional de la presente invención es proporcionar un dispositivo de rehabilitación que debería realizar la flexión-extensión de los cinco dedos de la mano o solo de algunos de los mismos, si se requiere por las condiciones clínicas.

Un objetivo adicional de la presente invención es proporcionar un dispositivo de rehabilitación muy flexible, modular, reconfigurable y fácilmente ajustable según las diferentes características anatómicas de los pacientes.

Un objetivo adicional de la presente invención es proporcionar un dispositivo que debería permitir realizar un movimiento único y/o simultáneo de los dedos de la mano, según los ejercicios, secuencias y combinaciones libremente programables por el operador.

Un objetivo adicional de la presente invención es proporcionar un dispositivo de rehabilitación que puede usarse para tratamientos de rehabilitación también posteriores a traumatismos o lesiones del sistema nervioso central causadas por enfermedades del sistema nervioso central u otras patologías que causan paresia o parálisis de la mano desde los días inmediatamente posteriores al grave acontecimiento, haciendo que la intervención de rehabilitación se produzca antes.

Un objetivo adicional de la presente invención es proporcionar un dispositivo de rehabilitación que deja el lado de la palma de la mano totalmente libre, para no favorecer el "reflejo de agarre" que caracteriza a algunos pacientes con lesiones del sistema nervioso.

Un objetivo adicional de la presente invención es proporcionar un dispositivo de rehabilitación que debería permitir que el brazo del paciente se mueva o sea movido durante la terapia y permitir que la mano agarre objetos y simular actividades de la vida diaria (AVD).

Un objetivo adicional de la invención es proporcionar un dispositivo de rehabilitación creado para posibles implementaciones dirigidas a tratar las articulaciones de la muñeca y/o a integrar sensores de posición y/o fuerza.

Un objetivo adicional de la presente invención es proporcionar un dispositivo de rehabilitación motorizado apropiado para asegurar un alto nivel de resistencia y fiabilidad a lo largo del tiempo y, además, para ser construido de manera fácil y no costosa.

Estos y otros objetivos son conseguidos por el dispositivo de rehabilitación de la mano de la presente invención, como se ha definido en la reivindicación 1.

Las características constructivas y funcionales del dispositivo de rehabilitación de la mano de la presente invención se entenderán mejor a partir de la siguiente descripción, en la que se hace referencia a los dibujos anexos que muestran una realización preferente y no limitativa del mismo, y en los que:

la figura 1 muestra una vista axonométrica esquemática del dispositivo de rehabilitación de la mano de la invención montado en la mano de la misma persona;

la figura 2 muestra una vista axonométrica esquemática de un elemento de componente del dispositivo de rehabilitación de la invención;

las figuras 3 y 4 muestran esquemáticamente una vista axonométrica básicamente lateral e inferior del movimiento del elemento del componente de la invención según la figura 2;

las figuras 5, 6 y 15, 16 muestran esquemáticamente una vista superior del movimiento de elementos de componentes adicionales del dispositivo de rehabilitación de la invención;

las figuras 7 a 10 muestran esquemáticamente vistas laterales de las secuencias de movimiento de algunas articulaciones de la mano equipada con el dispositivo de rehabilitación de la invención;

las figuras 11 a 14 muestran esquemáticamente las etapas de aplicación y conexión del dispositivo de rehabilitación de la invención;

las figuras 15 y 16 muestran esquemáticamente una vista axonométrica de un componente del dispositivo de la invención;

la figura 17 muestra una vista axonométrica esquemática del dispositivo de la invención provisto de un elemento opcional y accesorio;

la figura 18 muestra una vista lateral esquemática del dispositivo de rehabilitación según una realización alternativa y en una configuración con un dedo flexionado;

5 la figura 19 muestra una vista esquemática del dispositivo según la figura 18 en una configuración con dedos extendidos;

la figura 20 muestra una vista superior esquemática del dispositivo de rehabilitación según una realización alternativa;

10 la figura 21 muestra una vista esquemática de un detalle componente del dispositivo de la invención según la realización alternativa;

la figura 22 muestra la vista esquemática de un dispositivo para ajustar la tensión de las varillas flexibles según una realización preferente y no limitativa del dispositivo según la realización alternativa.

15 Con referencia particular a las figuras 1 a 17, el dispositivo de rehabilitación de la mano, globalmente indicado con el número de referencia 10, comprende un dispositivo 12 de movimiento o control que consiste en un cuerpo 14 de contenedor, realizado en material metálico o plástico o cualquier otro tipo, en el que están asentados los medios o componentes de movimiento que se describirán en detalle en lo sucesivo.

20 El cuerpo de caja 14 está dispuesto de manera deslizante respecto de un elemento 16 de guía situado en el fondo del mismo cuerpo de caja y que comprende un elemento 18 en forma de placa sobre la parte frontal superior del mismo, enfrente de la dirección de la superficie inferior del cuerpo de caja 14, está formada una guía lineal 20, con una sección en forma de "C", abierta por la parte frontal superior enfrentada a la dirección del cuerpo de caja 14 y sobre las caras laterales exteriores de la cual está formado una superficie 22 de cremallera o rugosa sustancialmente extendida por toda la longitud de la misma guía 20. El elemento 16 de guía es parte integral de una férula 17 a la que está fijado por Velcro u otro tipo de acoplamiento. La férula 17 está montada en la mano 19 del paciente o usuario y cubre la muñeca y una parte del antebrazo como se indica en las figuras 1 y 9 a 14. Dicha férula 25 17 está definida por un guante de dedos de tela u otro material transpirante y analérgico apropiado, enrollado en la mano y parte del antebrazo del paciente o usuario del dispositivo y cerrado por una cremallera 15, hebillas 21, Velcro 23 o similar. La férula 17 puede opcionalmente rodear también el pulgar, como se esquematiza en las figuras 9 a 14. La porción de palma de la férula 17 es preferentemente rigidizada por una varilla de material no deformable, apropiada para proporcionar estabilidad y soportar la mano del paciente o usuario.

30 Un carro 11 se aplica firmemente a la parte frontal inferior del cuerpo de caja 14 que, tras la instalación, se acopla deslizantemente en la guía lineal 20. Al menos un botón 25, situado en el lado del cuerpo de caja 14, permite bloquear/liberar el dispositivo 12 de movimiento o control respecto del elemento 16 de guía; esto ocurre, por ejemplo, mediante una cuña que coopera con un elemento elástico y apropiado para acoplarse a la superficie 22 de cremallera o rugosa. El modo deslizante del dispositivo 12 de movimiento o control respecto del elemento 16 de guía 35 permite por lo tanto ajustar la posición de dicho dispositivo de movimiento según las características anatómicas de la mano del usuario o paciente que lleva el dispositivo de la invención. Dentro del cuerpo de caja 14 del dispositivo 12 de movimiento o control están dispuestos cuatro actuadores 28 de tipo lineal en el dedo índice, dedo corazón, dedo anular y el dedo meñique de la mano; el pulgar está provisto de un medio de actuación separado y dedicado que se describirá en detalle en lo sucesivo. Los actuadores 28 pueden situarse en el mismo plano, como se muestra en la 40 figura 2, o como una alternativa pueden situarse sobre diferentes planos; en particular, los actuadores que se refieren al dedo índice y al dedo meñique pueden estar en una posición inferior a los actuadores que se refieren al dedo corazón y al dedo anular.

45 Los actuadores 28 están básicamente provistos de vástagos de empuje. Tales vástagos son deslizantes respecto de los bloques 32 y 33 de fijación dispuestos en el dedo índice, el dedo corazón, el dedo anular y el dedo meñique; en particular, el bloque 32 de fijación está dispuesto en los actuadores del dedo anular y el dedo corazón mientras los bloques 33 de fijación están dispuestos en el dedo meñique y el dedo índice.

50 Con referencia particular a las figuras 5 y 6, los bloques 33 de fijación están opuestos unos a otros y articulados al bloque 32 de fijación en los extremos; de este modo, los dos actuadores exteriores son capaces de cambiar la posición angular relativa, con ángulos superiores a 0°, favoreciendo de este modo el ajuste de la configuración de la mano del paciente. Como alternativa, el dispositivo 12 de movimiento y control puede tener la configuración descrita en las figuras 15 y 16 en las que el usuario puede generar la apertura, en el plano horizontal, de los actuadores 28 por la actuación de un control o palanca 70 manual que se proyecta respecto de la superficie superior de una placa 71. El mecanismo en el interior del cuerpo de caja 14 accionado por el control o palanca 70 manual fuerza las 55 patillas 72, fijadas a los actuadores 28, a deslizarse respecto de las ranuras 73 formadas en la placa 71. Las ranuras 82 y 83 adicionales, realizadas en el cuerpo de caja 14, permiten el deslizamiento de la palanca 70 manual y de las patillas 72 respecto del mismo cuerpo de caja. Los dos cilindros centrales permanecen separados en paralelo entre sí, mientras los cilindros exteriores están separados. Asimismo en esta configuración, los dos actuadores exteriores mantienen la posibilidad de cambiar la posición angular relativa, con ángulos superiores a 0°, favoreciendo el ajuste 60 a la configuración de la mano del paciente.

En el extremo libre del vástago de cada actuador 28 se fija un bloque 34 de acoplamiento para conectar los medios

de transmisión de movimiento que se describirán en lo sucesivo. Los actuadores 28 pueden ser de diferente tipo, tal como por ejemplo eléctrico, giratorio, transmisión por husillo, neumático, hidráulico o híbrido.

Los medios para transmitir el movimiento a los dedos de la mano del usuario del dispositivo de la invención están esquematizados en las figuras 1, 7, 8, 11 y 12; con referencia a dichas figuras, se describen los medios de transmisión relativos a un solo dedo seleccionado del dedo índice, el dedo corazón, el dedo anular y el dedo meñique, los medios de transmisión para las articulaciones del pulgar son objetivo de la siguiente descripción. Según una configuración de realización preferente y no limitativa, esquematizada en dichas figuras, los medios de transmisión comprenden una varilla flexible 36 realizada en un material metálico o plástico u otro material apropiado con propiedades elásticas cuyo extremo enfrentado a la dirección del dispositivo 12 de movimiento o control está provisto de un sistema 38 de acoplamiento rápido del mismo dispositivo de movimiento; el acoplamiento entre el sistema 38 de acoplamiento rápido y el bloque 34 de fijación puede ser del tipo de ajuste u otro tipo conocido. El bloque 34 de fijación puede configurarse de manera que se permita un ajuste preciso de la extensión de la porción de la varilla flexible 36 sometida a la acción de empuje del vástago de los actuadores 28. La varilla flexible 36 es deslizante respecto de un bloque o bucle 40 deslizante dispuesto en el metacarpo y al menos un bloque o bucle 42 deslizante adicional dispuesto en la primera falange. Tal bloque o bucle 40 deslizante y bloque o bucle 42 deslizante adicional pueden estar provistos internamente de rodillos o estar hechos de un material de baja fricción, para de este modo facilitar el deslizamiento de la varilla flexible 36. El bloqueo o bucle 40 deslizante y el bloque o bucle 42 deslizante adicional están respectivamente articulados respecto de un soporte 41 y de un anillo 45 y fijados, por Velcro o costura o similar, a un "guante de dedos" 46 realizado en tela u otro material apropiado para este fin, ajustado en los dedos del usuario o paciente y fijados a la férula 17 por bandas de Velcro u otros tipos de estabilización conocidos, como se esquematiza en las figuras 11 y 12. El extremo del "guante de dedos" 46 exhibe un dedal 50 rígido o elástico, opcionalmente internamente almohadillado con material apropiado para asegurar el confort de la falange distal del paciente. El "guante de dedos" 46, como alternativa, puede liberarse de la porción inferior de la tela en las falanges, manteniendo el dedal 50, el anillo 45 y el soporte 41 con los bloques o bucles 42 y 40 deslizantes respectivos. El anillo 45 se puede realizar para de este modo ajustarse (apretado o suelto) según las dimensiones de los dedos del paciente o usuario que aseguran su máxima adherencia. Los medios para transmitir el movimiento al dedo de la mano comprenden también una varilla 44 rígida, realizada en material metálico, plástico u otro material apropiado constreñido por un lado en el extremo de la varilla flexible 36 por una bisagra 43 y por otro lado rigidamente al dedal 50. La articulación entre la varilla flexible 36 y la varilla 44 rígida, definida por el acoplamiento entre un extremo de la varilla flexible 36 y la varilla 44 rígida, permite una rotación adecuada entre los mismos permitiendo la completa flexión de las articulaciones de los dedos de la mano.

Con referencia a las figuras 9 y 10 se han descrito los medios apropiados para realizar el sistema de transmisión de movimiento a las articulaciones del pulgar de la mano. Dichos medios comprenden un actuador 52 lineal constreñido respecto de un soporte 54 articulado respecto de un soporte 56 integralmente fijado a la férula 17; el soporte 54 permite ajustar tanto la posición lineal del actuador 52 lineal para de este modo ajustarlo a las características morfológicas del pulgar del usuario, como la posición angular para tener en cuenta las variaciones que se producen durante el movimiento de las articulaciones del mismo pulgar. Al igual que lo que se ha descrito con referencia a otros dedos, un bloque 53 de fijación del vástago 52' del actuador 52 lineal se fija, mediante un sistema 55 de acoplamiento rápido, a una varilla 58 flexible en su extremo, opuesto al de fijación respecto del vástago 52', se articula a una varilla 60 fija; el extremo de la varilla 60 fija, opuesta a la de conexión con la varilla 58 flexible, se constriñe al dedal que cubre el pulgar.

El bloque 55 de fijación está configurado para de este modo permitir un ajuste preciso de la extensión de la porción de la varilla flexible (comprendida entre el bloque de fijación y la bisagra) sometida a la acción de los actuadores.

El sistema de movilización de pulgar descrito anteriormente está conectado a un "guante de dedos" apropiado para el pulgar, que puede integrarse totalmente en la férula 17 o ser independiente y similar a los revestimientos de los otros dedos.

Asimismo, el dispositivo de la invención está provisto de un elemento 80 opcional y accesorio, mostrado en la figura 17 y que consiste en dos subelementos 80' y 80" con forma de "U" dispuestos en oposición uno encima del otro; el elemento 80 accesorio definido de este modo y dispuesto en los bloques 34 de fijación permite realizar los actuadores del dedo índice, dedo corazón, dedo anular y dedo meñique de manera integral en su movimiento lineal.

Para usar el dispositivo de rehabilitación motorizado de la invención, el paciente llevará en primer lugar la férula 17, estabilizará los medios para las articulaciones del pulgar y para las articulaciones de los otros dedos de la mano mediante la fijación respecto de la férula y de los bloques 34 de fijación y realizará las conexiones para accionar los actuadores 28. Posteriormente, el dispositivo es accionado por un control enviado a los actuadores 28 y el movimiento de los dedos de la mano se produce como se ha esquematizado en las figuras 7 y 8. Con la acción de empuje de los actuadores lineales, la varilla flexible tiende a flexionar causando el movimiento de cierre de los dedos de la mano y, al mismo tiempo, la misma causa una acción de empuje sobre la varilla rígida que conduce a la flexión de la falange distal de los dedos. El número de repeticiones realizadas por los dedos de la mano, su duración y el procedimiento de movimiento varían según protocolos específicos formulados basados en las características del paciente o usuario sometidos al tratamiento de rehabilitación motorizada asistida activa o pasiva.

Con referencia a las figuras 18 a 22, se muestra una realización alternativa del dispositivo de rehabilitación, globalmente indicado con el número de referencia 10', comprende una férula 90 definida por un guante realizado en tela u otro material transpirante y analérgico y/o elástico montado para cubrir parcialmente la mano 19 y el antebrazo 13 del usuario paciente del dispositivo estabilizado por hebillas o bandas/tiras de Velcro, cremalleras y similar.

- 5 En el extremo de dicha férula 90 dispuesta en la dirección de la mano 19 del paciente hay una porción o tira 92 de tela adhesiva del tipo Velcro apropiado para permitir la fijación de un guante 94 de dedos dispuesto internamente o que integra, como cuerpo único con el mismo, dedos 96 a ajustar en la falange de extremo del dedo índice, el dedo corazón, el dedo anular y el dedo meñique de la mano; en una realización alternativa adicional, el dispositivo de la invención está provisto de cuatro guantes 94 de dedos uno para el dedo índice, uno para el dedo corazón, uno para el dedo anular y otro para el dedo meñique.

Un guante 98 de dedos adicional provisto de un dedal 100 adicional se fija a la tira 92 en la articulación del pulgar con el dedal 100 adicional, insertado internamente o obtenido en un cuerpo único con el guante 98 de dedos adicional, ajustado sobre la segunda falange o el extremo del pulgar. En una realización alternativa, el guante 94 de dedos y el guante 98 de dedos adicional pueden ser definidos por una única pieza.

- 15 En una realización alternativa adicional, la férula 90 y los guantes 94 y 98 de dedos pueden ser definidos por una única pieza.

- 20 En cada dedal 96 del guante 94 de dedos y del dedal 100 adicional del guante 98 de dedos adicional se estabiliza, por adhesión, cosido u otro medio conocido de fijación, una placa 102 en un extremo de la cual está articulada, con un mecanismo de acoplamiento rápido, una varilla flexible 104 que se desliza respecto de un bucle 106 fijado, pegado o realizado en una pieza única con el guante 94 de dedos y con el guante 98 de dedos adicional del pulgar. La articulación entre la varilla flexible 104 y la placa 102, definida por el acoplamiento entre un extremo de la varilla flexible 104 y la placa 102 permite una rotación adecuada entre la misma permitiendo la flexión completa de los dedos de la mano.

- 25 Dicho bucle 106 se realiza en tela elástica u otro material flexible adecuado apropiado para permitir el deslizamiento de la varilla flexible 104 con un valor de fricción mínimo o incluso nulo.

- 30 En una configuración alternativa, esquematizada en la figura 20, cada varilla 104 es deslizante, aparte de estar soportada, respecto de al menos una hebilla 108 posicionada sobre la parte posterior de cada uno de los dedos de la mano y fijada al guante 94 de dedos y al guante 98 de dedos adicional; dicha al menos una hebilla 108 está realizada en un material metálico, plástico, de fibra de carbono, de vidrio u otro material adecuado apropiado para permitir el deslizamiento de la varilla flexible 104 con un valor de fricción mínimo o incluso nulo.

Una configuración alternativa adicional proporciona una presencia concurrente del bucle 106 y de al menos una hebilla 108 para cada dedo; dicha hebilla 108 puede posicionarse dentro del bucle 106.

- 35 Cada varilla flexible 104, se desliza, además, dentro de una funda 110 cuyo extremo enfrentado a la dirección de los dedos de la mano 19 está estabilizado respecto de una manga 112 fijada al guante 94 de dedos y del guante 98 de dedos adicional. Dicha funda 110 es de material metálico, plástico, fibra de carbono, vidrio o cualquier otro material flexible apropiado para permitir el deslizamiento de la varilla flexible 104 con un valor de fricción mínimo o incluso nulo.

- 40 Las varillas flexibles 104 que se deslizan dentro de fundas 110 son recogidas en una funda 114 de protección y conectadas a una unidad 116 de control remoto en la que están asentados cinco actuadores que permiten desplazar deslizantemente las varillas flexibles 104 para de este modo permitir el movimiento de flexión/extensión de las articulaciones de los dedos de la mano 19.

- 45 El extremo de las fundas 110 enfrentadas a la dirección de la unidad de control remoto está provisto de un sistema de ajuste que modifica la posición relativa de cada funda 110 respecto de la varilla flexible 104. Antes de poner en marcha el dispositivo, dicho sistema de ajuste permite llevar manualmente los dedos del paciente a la posición de partida deseada, según los protocolos de rehabilitación y las características anatómicas y clínicas del paciente.

- 50 Una realización preferente y no limitativa de dicho sistema de ajuste se muestra en la figura 22, en la que las fundas 110 (en las que se deslizan las varillas flexibles 104) se fijan respecto de abrazaderas o mangos 120 coaxiales respecto de los vástagos 122 del actuador y dispuestos giratoriamente respecto de un plano de la unidad de control. En particular, la conexión de fundas 110 con abrazaderas 120 se produce mediante sectores 128 rígidos axialmente deslizantes respecto de las abrazaderas 120 y provistos de un extremo 130 rugoso. Liberando o atornillando una abrazadera 120 es posible aflojar o aumentar el agarre de la misma sobre el sector 128 rígido al que está conectada la funda 110, permitiendo actuar apropiadamente con los dedos de la cabeza 130 rugosa del sector 128 rígido, causando el deslizamiento axial de la misma, para ajustar la longitud relativa de la funda 110 respecto de la varilla flexible 104 interior (conectada al vástago 122 del actuador), obteniendo una tensión mayor o más débil de la misma.

- 55 El uso del dispositivo de rehabilitación de la mano descrito anteriormente en detalle con referencia a las

características de construcción del mismo se detalla en lo sucesivo.

5 Antes de ensamblar o disponer el dispositivo respecto de la mano del paciente, es necesario seleccionar una dimensión apropiada de férula 90, de guantes 94 y 98 de dedos y de dedales 96 y 100. La férula 90, los guantes 94 y 98 de dedos y los dedales 96 y 100 pueden, de hecho, realizarse en diferentes dimensiones para de este modo asegurar la máxima adherencia a las características anatómicas de la mano del paciente.

Los dedales 96 y 100, a los que están fijadas las placas 102, también pueden extraerse de los guantes 94 y 98 de dedos y sustituirse por dedales apropiados para contener la última falange de los dedos del paciente.

10 Antes de realizar la rehabilitación es necesario ajustar la férula 90 en el antebrazo y muñeca del paciente, ajustar el o los guantes de dedos 94 y el guante de dedos 98 adicional sobre los dedos de la mano y fijarlos respecto de la misma férula, ajustando la posición de la misma según las características anatómicas de los dedos, insertar las varillas flexibles 104 dentro de los bucles 106 y/o dentro de las hebillas 108, conectar las varillas flexibles 104 a las placas 102 y estabilizar las fundas 110 en las mangas 112.

15 Como alternativa, el dispositivo puede también ensamblarse según la siguiente secuencia de actividades; ajustar la férula 90 sobre el antebrazo y muñeca del paciente, insertar las varillas flexibles 104 dentro de los bucles 106 y/o dentro de las hebillas 108, conectar las varillas flexibles 104 a las placas 102, ajustar el o los guantes 94 y 98 sobre los dedos de la mano y fijarlos respecto de la férula 90 de guante de dedos ajustando la posición de la misma según las características anatómicas de los dedos, estabilizar las fundas 110 en las mangas 112.

20 Antes de accionar el dispositivo es apropiado mover manualmente los dedos del paciente a la posición de partida deseada, cambiando la tensión de las varillas flexibles 104 a través del sistema de ajuste de la posición relativa de cada funda 110 respecto de la varilla flexible 104 que se desliza en su interior.

Más tarde, el dispositivo es accionado a través de la unidad de control que fuerza la flexión/extensión de las varillas flexibles según los procedimientos definidos por los diferentes protocolos de rehabilitación, causando una acción de flexión/extensión de las falanges de los dedos del paciente.

25 El dispositivo permite accionar una movilización de los dedos o grupos de dedos de la mano de una manera secuencial o sincrónica, según los ejercicios, secuencia y combinaciones que son libremente programables por el operador. El dispositivo permite excluir un dedo o más dedos del ejercicio, cambiando la velocidad de ejecución, definiendo el orden de los movimientos, diversificando el rango angular entre cada dedo, estableciendo cualesquiera pausas en flexión o extensión, determinando el número de repeticiones de los ciclos de flexión/extensión.

30 El dispositivo de la invención puede estar provisto de sensores de potencia y/o fuerza para de este modo tener realimentación para la activación de los actuadores y el ajuste del movimiento según las respuestas articulares espontáneas del paciente durante la sesión de rehabilitación y para medir las fuerzas aplicadas por el paciente durante el ejercicio.

35 Un software de gestión y control provisto de una interfaz gráfica para visualizar simulaciones del movimiento a realizar o que se están realizando, permite que el paciente y el fisioterapeuta vean el modelo de movimiento y lo controlen; de este modo es posible tener una visualización preventiva y simultánea de los movimientos ejecutados. Además, la asociación de realimentaciones de sonido y visuales respecto de los movimientos permite estimular la recuperación neurocognitiva del paciente.

40 Como se desprende de la descripción anterior, las ventajas conseguidas por el dispositivo de la invención, descrito en detalle anteriormente con referencia a sus componentes y sus realizaciones preferentes y no limitativas son claras.

45 El dispositivo de rehabilitación de la mano de la presente invención exhibe la ventaja de ser ligero y modular, aparte de ser fácil y rápido de llevar; este también permite su uso sin la estricta presencia del fisioterapeuta u otro personal médico. La flexibilidad de los componentes mecánicos del dispositivo, junto con la flexibilidad del software de control y con la simulación gráfica del movimiento permiten implementar terapias personalizadas por doctores y fisioterapeutas, para tratar discapacidades específicas de diferentes tipos de pacientes, incluyendo las personas postradas en cama y aquellas con un miembro superior flácido.

50 El dispositivo de rehabilitación de la mano de la presente invención asegura una baja impedancia a un movimiento voluntario del paciente y puede por lo tanto ser usado ventajosamente tanto para tratamientos de movilización activa como pasiva; de hecho, el dispositivo de la invención permite imponer el movimiento a las articulaciones de los dedos y asimismo permite que el paciente mueva espontáneamente los mismos, haciendo que los actuadores intervengan solo en algunas etapas del movimiento o cuando se producen condiciones predeterminadas.

55 Una ventaja adicional del dispositivo de rehabilitación es representada por el hecho de que permite la movilización concurrente y/o única en la flexión/extensión de los dedos, según los ejercicios, secuencias, y combinaciones libremente configurables por el operador que puede excluir uno o más dedos del ejercicio, variar la velocidad de ejecución, definir el orden de los movimientos, diversificar el rango angular para cada dedo, establecer cualquier

pausa en la flexión o extensión, determinar el número de repeticiones de los ciclos de flexión-extensión.

Una ventaja adicional del dispositivo de rehabilitación de la invención es representada por el hecho de que deja el lado de la palma de la mano totalmente libre, para de este modo favorecer el reflejo de agarre que caracteriza a algunos pacientes con lesiones del sistema nervioso.

- 5 El dispositivo de rehabilitación de la invención también tiene la ventaja de permitir que el brazo del paciente se mueva o sea movido durante la terapia y permitir que la mano agarre objetos y estimule actividades de la vida diaria (AVD), esenciales en la recuperación neuromotora.

- 10 Aunque la invención se ha descrito anteriormente con referencia particular a dos realizaciones a modo de ejemplo y no limitativas de la misma, varios cambios y versiones se pondrán de manifiesto para el experto en la técnica a la luz de la descripción anterior. La presente invención incluye por lo tanto todos los cambios y versiones que caen dentro del ámbito de las siguientes reivindicaciones.



## REIVINDICACIONES

- 1.- Un dispositivo de rehabilitación (10, 10') de la mano, usado en terapias de rehabilitación de la movilidad y la funcionalidad de articulaciones de metacarpo-falanges, interfalanges proximales e interfalanges distales, lesionadas o reducidas después de traumatismos o similares o en el periodo postquirúrgico, o en el caso de paresia o parálisis posterior a lesiones del sistema nervioso central, lesiones de la espina dorsal, neuropatías periféricas o similar y/o cuando los movimientos de las articulaciones de la mano se han de mejorar en asociación con el tratamiento del fisioterapeuta durante sesiones de rehabilitación, dicho dispositivo es flexible, modular ligero y comprende una férula (17, 90) ajustada para cubrir parcialmente la mano (19) y el antebrazo (13) del paciente, el dispositivo se **caracteriza porque** comprende todo colocado en el dorso de la mano con la palma totalmente libre, varillas (36, 58, 104) flexibles para una flexión/extensión asistida activa, concurrente y/o selectiva de los cinco dedos según un movimiento de flexión completo o agarre de objeto y/o simulación de actividad de la vida diaria, con ejercicios, secuencias y/o combinaciones de movimientos libremente configurables por el operador, elementos para el deslizamiento y el soporte de las varillas flexibles durante la flexión/extensión de los dedos, guantes de dedos (46, 94, 98) provistos de dedales (50, 96, 100), varillas fijas (44) o placas estabilizadas (102) en los dedales y articuladas en un extremo de las varillas flexibles (36, 58, 104), una unidad (12, 116) de movimiento/mando y control que es parte integrante de la férula o que está situada a distancia respecto de la misma y provista de cinco medios de actuación para mover las varillas flexibles y que comprende, además, medios para ajustar y adaptar el dispositivo de rehabilitación a las características anatómicas de la mano y un software de control y gestión provisto de una interfaz gráfica para visualizar simulaciones del movimiento a hacer o que se está haciendo y para producir realimentaciones de sonido y visuales asociadas a los movimientos de los dedos.
- 2.- El dispositivo de rehabilitación (10) según la reivindicación 1, **caracterizado porque** las varillas flexibles (36) para mover las articulaciones del dedo índice, dedo corazón, dedo anular y dedo meñique y las varillas (58) flexibles para mover las articulaciones del pulgar exhiben un extremo provisto de un sistema (38) y (53) de acoplamiento rápido respecto de los medios de actuación y el otro extremo articulado respectivamente respecto de la varilla (44) y (60) fija, cuyo extremo opuesto al de conexión a la varilla (36) flexible está constreñido en un dedal (50) rígido o elástico, opcionalmente almohadillado con material apropiado para asegurar el confort de las falanges distales del paciente, dichas varillas (36) flexibles colocadas respecto de los elementos para el deslizamiento y soporte definidas por un bloque o bucle (40) deslizante dispuestos en el metacarpo y por al menos un bloque o bucle (42) deslizante adicional dispuesto en la primera falange, con dicho bloque o bucle (42) deslizante y bloque o bucle (42) deslizante adicional provisto interiormente de rodillos o realizado en un material de baja fricción y respectivamente articulado respecto de un soporte (41) y de un anillo (45) ajustable fijo, por Velcro o costura o similar, sobre los "guantes de dedos" (46) realizados en tela u otro material ajustado sobre los dedos del usuario por los dedales (50) y fijado a la férula (17).
- 3.- El dispositivo de rehabilitación (10) según la reivindicación 2, **caracterizado porque** el sistema (38) de acoplamiento rápido de cada varilla (36) flexible se acopa a un bloque (34) de acoplamiento de un actuador (28) dispuesto dentro de la unidad (12) de movimiento/mando y control y el sistema (53) de acoplamiento de la varilla (58) flexible de la articulación del pulgar se acopa a un bloque (55) de acoplamiento de un actuador (52) constreñido respecto de un soporte (54) articulado a un soporte (56) integralmente fijado a la férula (17).
- 4.- El dispositivo de rehabilitación (10) según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la unidad (12) de movimiento/mando y control, colocada sobre la férula (17), comprende un cuerpo (14) de caja dispuesto de manera deslizante respecto de medios para ajustar y adaptar el dispositivo de rehabilitación definido por un elemento (16) de guía situado en el fondo de dicho dispositivo (14) de caja y por un carro (14) que forma parte integrante del cuerpo de caja, provisto de un tope mecánico definido por un botón (25) situado en el lado del cuerpo (14) de caja para bloquear/liberar el movimiento del dispositivo (12) de control respecto del elemento (16) de guía, con dicho elemento (16) de guía que comprende un elemento (18) en forma de placa sobre la parte frontal superior del mismo, enfrente de la dirección de la superficie inferior del cuerpo (14) de caja está formada una guía (20) lineal, sobre las caras laterales de la misma, está formada una superficie (22) de cremallera o rugosa sustancialmente extendida por toda la longitud de la misma guía lineal 20
- 5.- El dispositivo de rehabilitación (10) según la reivindicación 2, **caracterizado porque** los actuadores (28), de tipo eléctrico, giratorio, de transmisión por husillo, neumático, hidráulico o híbrido, dispuestos en el interior del cuerpo de caja (14) pueden disponerse sobre diferentes actuadores que se refieren al dedo índice y al dedo meñique en una posición inferior a los actuadores que se refieren al dedo corazón y al dedo anular, la posición angular de los actuadores (28) variable en apertura según un plano horizontal mediante dos bloques (33) de fijación y un bloque de fijación (32) opuestos entre sí y articulados a los extremos del bloque de fijación (32) situado en los dedos corazón y anular y de un sistema que comprende una placa (71) provisto, en la superficie superior, de un control o palanca (70) manual, patillas (72) fijadas a los actuadores (28) y con ranuras (81, 83) adicionales realizadas sobre el cuerpo (14) de caja y respectivamente apropiadas para permitir el deslizamiento de las patillas (72) y de la palanca (70) manual respecto del mismo cuerpo de caja.
- 6.- El dispositivo de rehabilitación (10) según la reivindicación 1, **caracterizado porque** comprende un elemento

accesorio (80) que consiste en dos subelementos (80', 80") en forma de "U" dispuestos en oposición uno encima del otro; dicho elemento dispuesto en los bloques (34) de fijación es apropiado para permitir realizar los actuadores del dedo índice, dedo corazón, dedo anular y dedo meñique de manera integral en el movimiento lineal del mismo.

- 5 7.- El dispositivo (10') de rehabilitación según la reivindicación 1, **caracterizado porque las varillas (104) flexibles exhiben un extremo articulado respecto de un mecanismo de acoplamiento rápido definido por las placas (102) estabilizadas en los dedales (96) para la articulación del dedo índice, el dedo corazón, el dedo anular y el dedo meñique, y en el dedal (100) adicional para la articulación del pulgar, con dicho dedales respectivamente insertados o integrados dentro de uno o más guantes (94) de dedos, y en el guante (98) de guantes adicional, ajustado sobre los dedos (19) de la mano y fijado a la férula (90) en una porción o banda (16) de tela adhesiva Velcro, las varillas (104) flexibles que se deslizan respecto de los elementos para deslizarse y soportar definidos por los bucles (106) y/o hebillas (108) fijados respecto del guante (94) de dedos y del guante (98) de dedos adicionales, las varillas (104) flexibles que son deslizantes dentro de las fundas (110) estabilizadas respecto de las mangas (36) estabilizadas respecto del guante (94) de dedos y del guante (98) de dedos adicionales y recogidos en una funda (114) de protección.**
- 10
- 15
- 8.- El dispositivo (10') según la reivindicación 1, **caracterizado porque los medios para ajustar la tensión de las varillas flexibles (104) están comprendidos dentro de la unidad (116) de movimiento/mando y control situada en una posición remota respecto de la férula (90) y están definidos por abrazaderas o mangos (120) coaxiales respecto de los vástagos (122) de los actuadores, sectores (128) rígidos axialmente deslizantes respecto de las abrazaderas (120) y provistos de un extremo rugoso (130) al que están conectadas las fundas (110), en el que se deslizan las varillas flexibles(104) , conectadas a los vástagos (122) de los mismos actuadores.**
- 20
- 9.- El dispositivo (10') según la reivindicación 7, **caracterizado porque los bucles (106) y las hebillas (108), pegados o realizados en una sola pieza con el guante (94) de dedos y con el guante (98) de dedos adicional, están respectivamente realizados en tela elástica u otro material flexible y en material metálico, plástico de fibra de carbono, vidrio u otro material adecuado apropiado para permitir el deslizamiento de la varilla (104) flexible con un valor de fricción mínimo o nulo y cada funda (110) está asimismo realizada en un material metálico, plástico, de fibra de carbono, de vidrio u otro material flexible apropiado para permitir el deslizamiento de las varillas flexibles con un valor de fricción mínimo o nulo.**
- 25
- 10.- El dispositivo (10, 10') según la reivindicación 1, **caracterizado porque comprende sensores de potencia y/o fuerza apropiados para liberar una realimentación para activar los actuadores y ajustar el movimiento según las respuestas espontáneas de las articulaciones del paciente durante la sesión de rehabilitación y medir las fuerzas aplicadas por el paciente durante los ejercicios.**
- 30

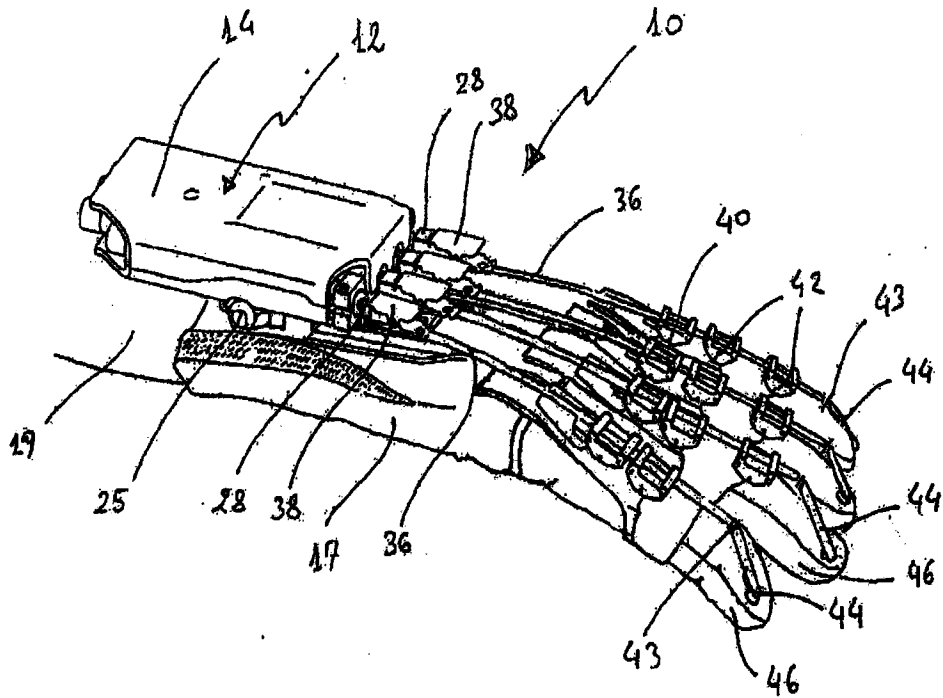


FIG. 1

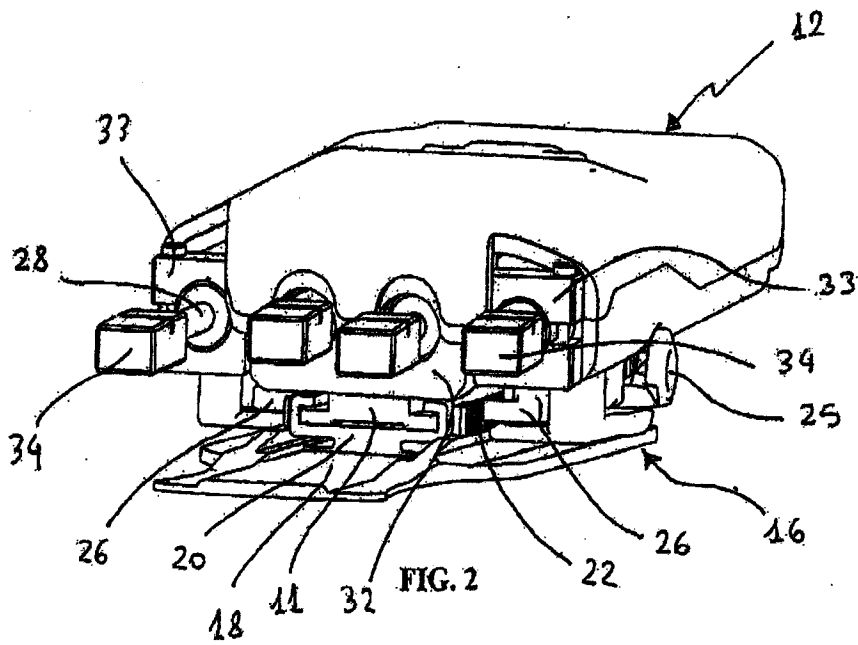
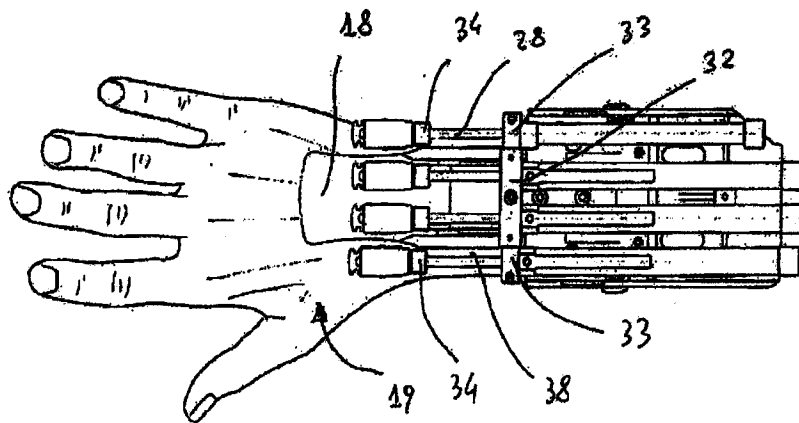
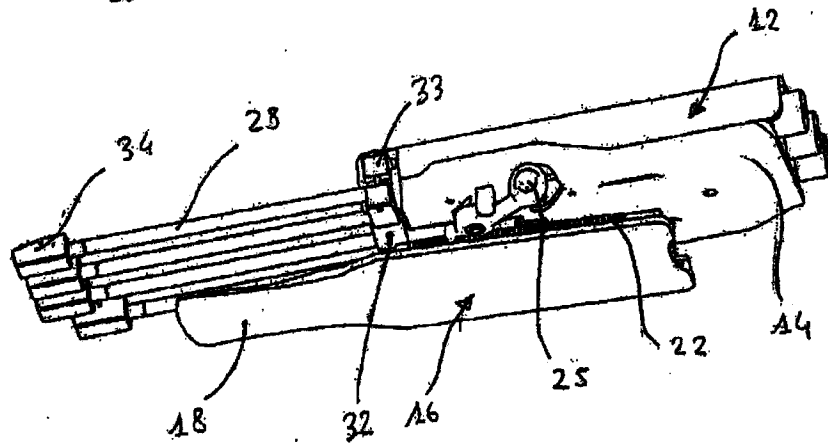
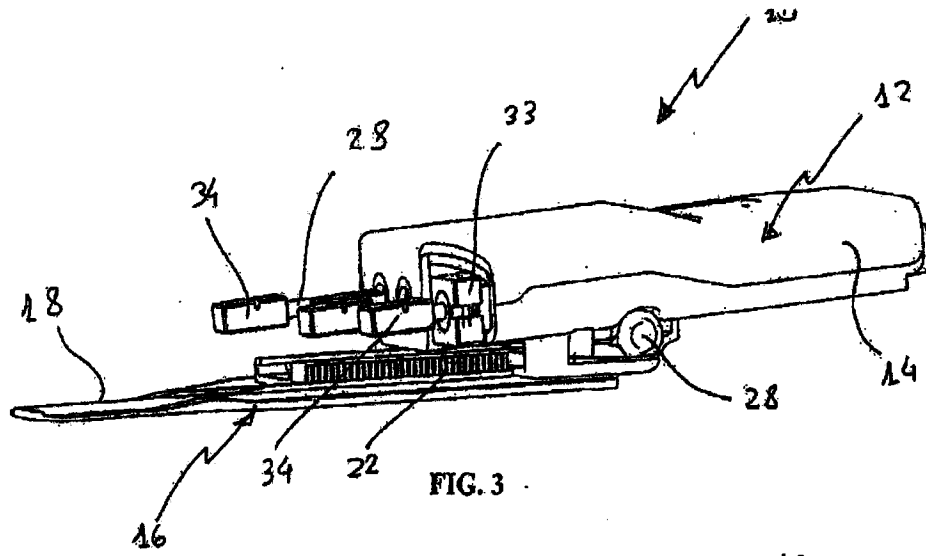


FIG. 2



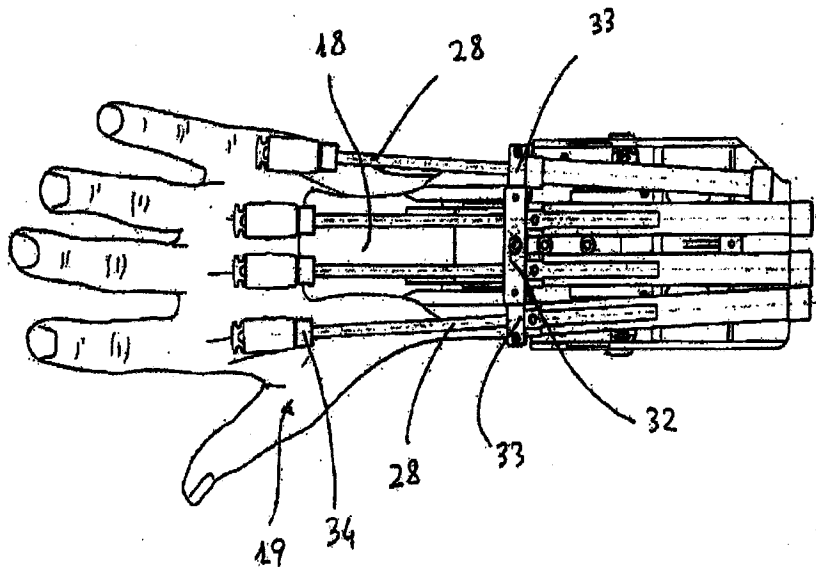


FIG. 6

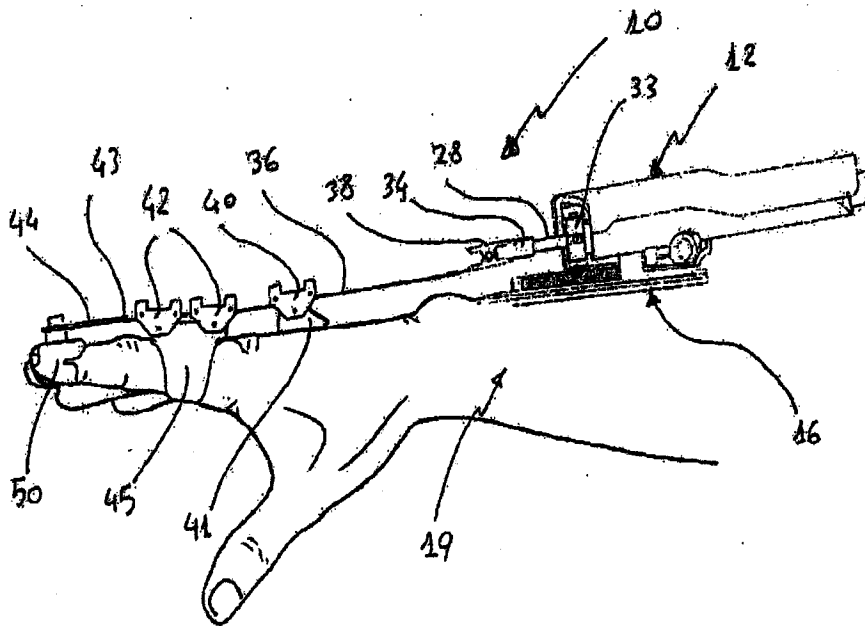


FIG. 7

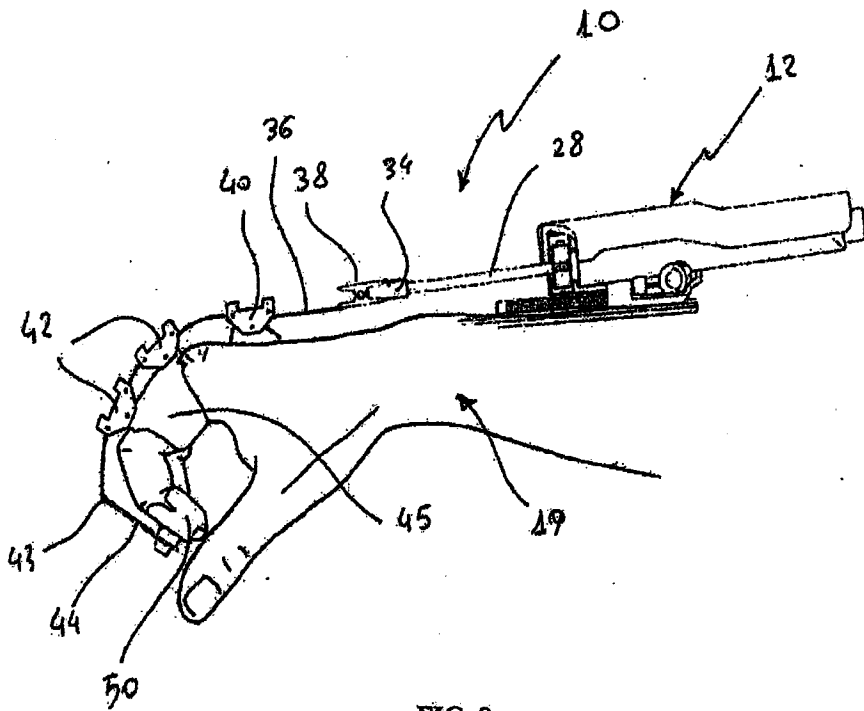


FIG. 8

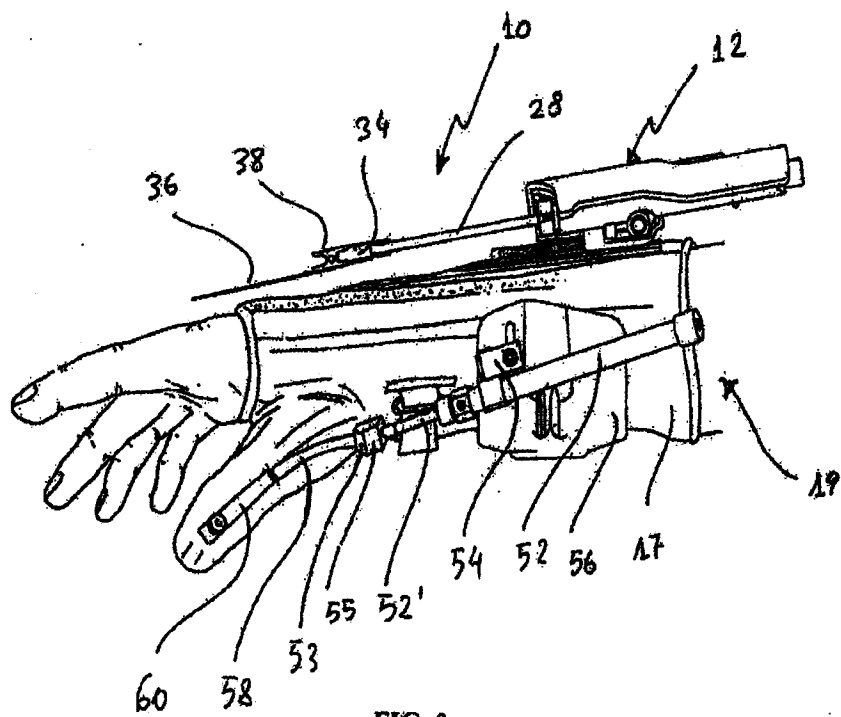
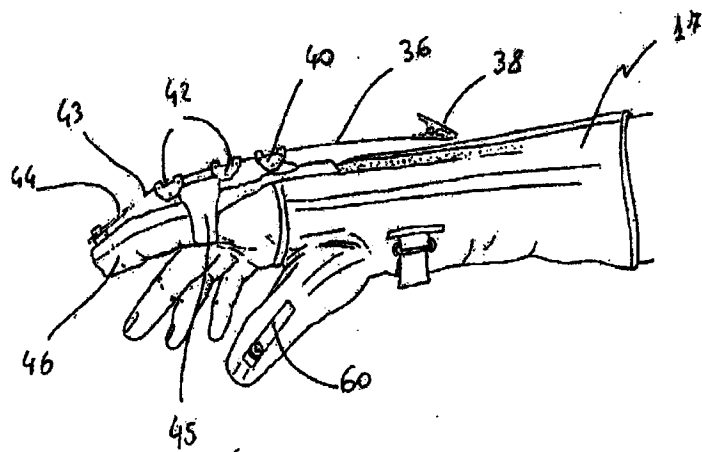
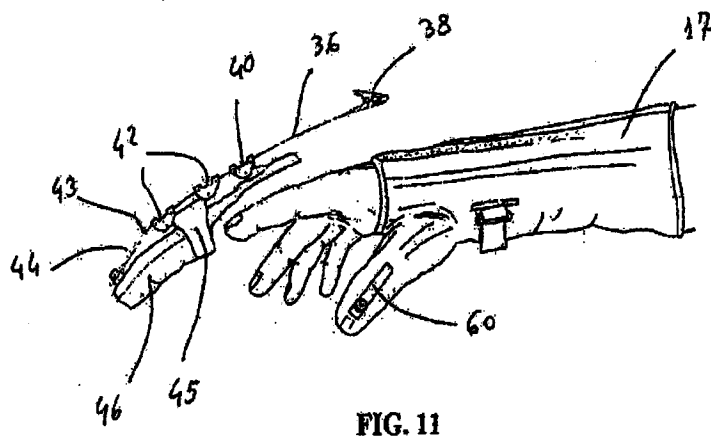
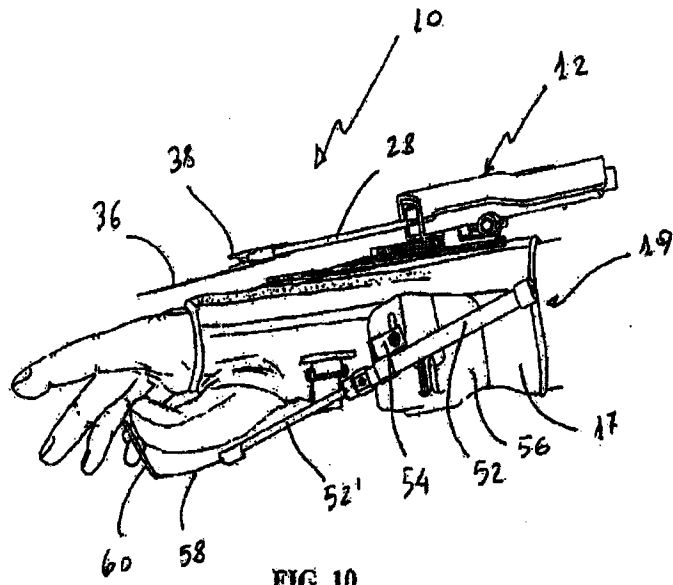


FIG. 9



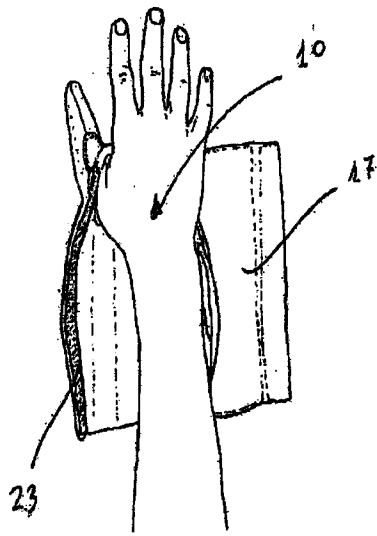


FIG. 13

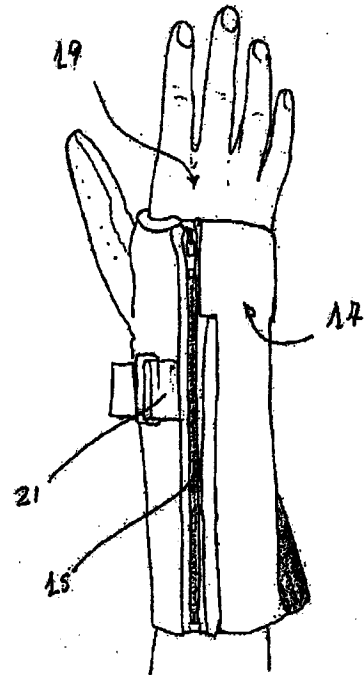


FIG. 14

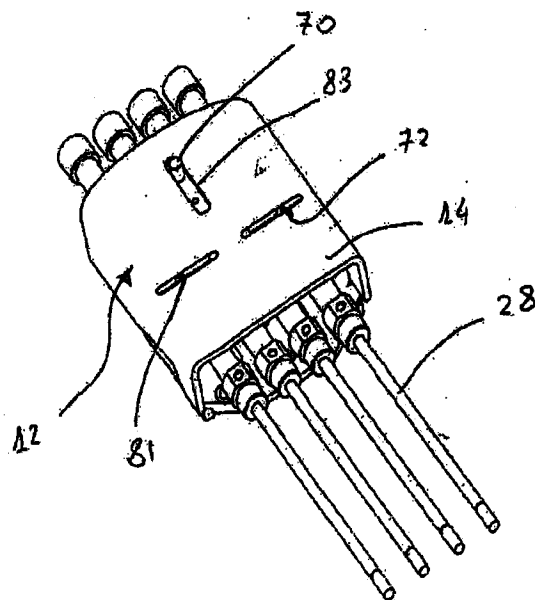


FIG. 15



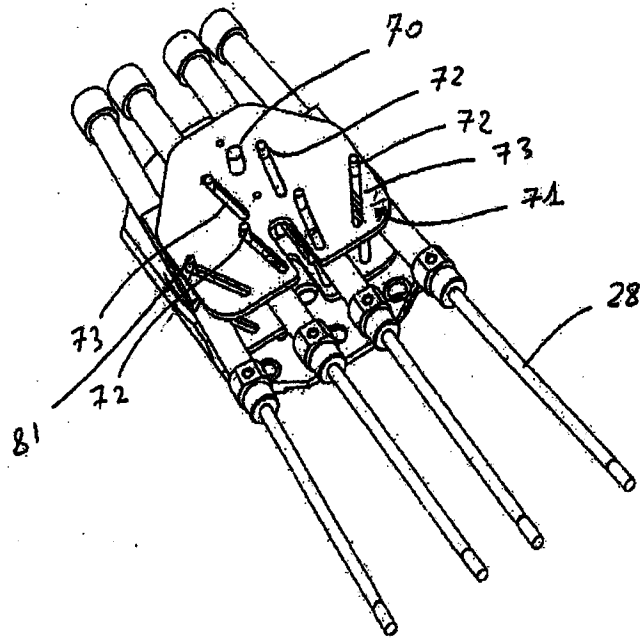


FIG. 16

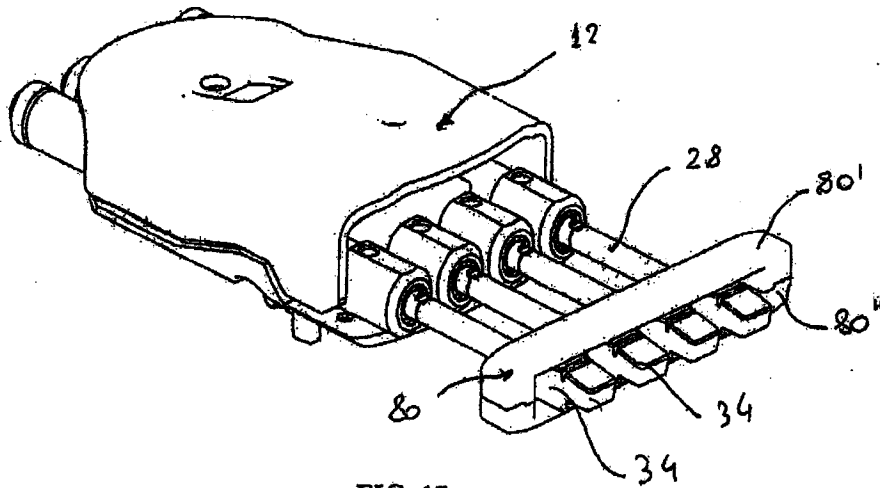


FIG. 17



