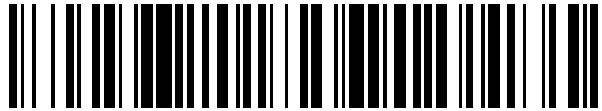


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 539 521**

51 Int. Cl.:

**A61H 1/02**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.10.2008 E 08805228 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.03.2015 EP 2349168**

54 Título: **Sistema universal de accionamiento háptico**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**01.07.2015**

73 Titular/es:

**FUNDACION FATRONIK (100.0%)  
Paseo Mikeletegi 7 Parque Tecnológico  
20009 San Sebastián, Gipuzkoa, ES**

72 Inventor/es:

**MATJACIC, ZLATKO;  
CIKAJLO, IMRE y  
OBLAK, JAKOB**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 539 521 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

Sistema universal de accionamiento háptico

**Antecedentes de la invención****Campo técnico**

- 5 La presente invención se refiere a un sistema de accionamiento háptico universal para la rehabilitación del brazo y la muñeca.

**Descripción de la técnica relacionada**

10 La función de la extremidad superior es de suma importancia para llevar a cabo diversas actividades de la vida diaria. Diversas enfermedades neurológicas, más notablemente un accidente cerebrovascular, así como condiciones ortopédicas resultan en un deterioro de la función de la manipulación de varios objetos mediante actividades de alcanzar, orientar y sujetar. Alcanzar o acercarse un objeto es realizado por el hombro y el codo, orientar el objeto se lleva a cabo por la muñeca, mientras que sujetar y soltar un objeto se lleva a cabo mediante la apertura y cierre de la mano.

15 Después de una lesión o deterioro neurológico se emplea fisioterapia intensiva a través del movimiento dirigido activo asistido y ejercicios con el objetivo de la restauración de la planificación sensorio-motor, la reducción de la espasticidad y la preservación de la amplitud de movimiento para facilitar la recuperación de la funcionalidad del brazo y la mano. Numerosos estudios clínicos han mostrado que una clave para la recuperación exitosa es un número suficiente de repeticiones que se relacionan con una tarea practicada. Aquí se pueden distinguir dos enfoques básicos: la práctica del movimiento complejo que implica actividades de alcanzar, orientar y sujetar combinadas en una sola tarea y el entrenamiento del movimiento específico bien definida aislado de cada componente aislado de la función de la extremidad superior. La especificidad de entrenamiento determina también el resultado de la terapia; es decir, ejercicios de alcanzar activan el hombro y el codo lo que resulta en la mejora de los transportes de la mano hacia el lugar de destino; el movimiento de los ejercicios del antebrazo y la muñeca sirven para orientar la mano y proporcionar estabilidad y control durante la sujeción resulta en una mejora de la función de la muñeca, mientras que ejercicios de sujetar y soltar resultan en una mejora de la función de sujeción. La práctica de movimiento anteriormente descrita se ve facilitada por un fisioterapeuta que utiliza la comunicación verbal, así como la interacción física para guiar a un aprendiz y ejecutar adecuadamente una tarea determinada.

20 La robótica de rehabilitación parece estar particularmente bien adaptada para la entrega de movimiento de masas practicadas. Aporta precisión, exactitud y repetibilidad y combinado con tareas de ordenador o de realidad virtual proporcionan un entorno estimulante de entrenamiento. El control de impedancia de los robots de rehabilitación permite la interacción háptico programable con el brazo y la mano paréticos. Se necesita dicha interacción háptico para iniciar, orientar y detener el movimiento dependiendo de la actividad del usuario. Se ha demostrado en numerosos estudios clínicos que estas características de los robots de rehabilitación producen resultados significativos de rehabilitación.

25 Un ejemplo de un dispositivo de rehabilitación conocido se divulga en el documento WO 2005/0743711.

30 El estado actual de la técnica incluye soluciones robóticas hápticos que tienen de uno a tres grados hápticos de libertad y fueron desarrollados para el entrenamiento del hombro y el codo. Ejemplos son MIT-MANUS descrito en la patente US 5.466.213 (Hogan et al.), y ARM Guide y EMUL descritas en un artículo de Krebs et al., *Robotic rehabilitation therapy*, Wiley enciclopedia de Ingeniería Biomédica, John Wiley & Sons, 2006. Otras soluciones robóticas fueron desarrolladas para la muñeca, como BI-MANU-TRACK, descrita por Hesse et al, *Upper and lower extremity robotic devices for rehabilitation and studying motor control*, *Current Opinion in Neurology* 2003, 16: 705-710 y el robot muñeca MIT descrito en el artículo anteriormente citado por Krebs et al. MIT-MANUS es un robot de dos grados de libertad, de tipo SCARA, impedancia planar controlada que permite practicar el movimiento de alcanzar en plano horizontal mediante la activación de hombro y codo. Con MIT-MANUS no es posible practicar el movimiento a lo largo del eje vertical. EMUL es un robot de tres grados de libertad, de tipo PUMA, de impedancia controlada que permite la práctica del movimiento de alcanzar del brazo dentro de todo el espacio de trabajo, que incluye el eje vertical. El ARM Guide, por otro lado, es un robot de un solo grado de libertad de impedancia controlada que permite el movimiento del brazo (hombro y codo) a lo largo de la línea y puede ser orientada en diferentes direcciones dentro del espacio de trabajo 3D para permitir la práctica del movimiento de alcanzar en diferente partes de un espacio de trabajo. BI-MANU-Track es un dispositivo que ofrece el entrenamiento activa (asistido por motor) o pasivo de la flexión/extensión de la muñeca o (dependiendo de la configuración mecánica del dispositivo) de la pronación/supinación del antebrazo que sigue a un enfoque bilateral, lo que significa que el lado no deteriorado impulsa el movimiento del lado alterado de una forma similar a un espejo o en paralelo. El robot de muñeca MIT es un dispositivo de tres grados de libertad que tiene tres ejes de impedancia controlada que se cruzan con los tres grados de libertad de la muñeca humana (flexión/extensión, abducción/aducción y pronación/supinación) que permiten practicar simultáneamente el movimiento de orientación de la muñeca. El denominador común de los dispositivos anteriores es que para exhibir un desempeño compatible (impedancia controlada) los grados de libertad accionados necesitan ser accionables de manera inversa, lo que significa que la impedancia inherente de los

accionadores debe ser baja. Esto hace necesario el uso de accionamiento directo, motores de alta torsión, así como el uso de sensores de posición y de fuerza precisas. Otro inconveniente de los dispositivos conocidos es que proporcionan un entorno de entrenamiento sólo para un componente/actividad del movimiento de alcanzar, ya sea el movimiento de alcanzado o movimiento de la muñeca.

**5 Sumario de la invención**

Es un objeto de la invención proporcionar un sistema de accionamiento háptico universal que permite la transformación fácil y rápida de un robot de rehabilitación de movimiento de alcanzar en un robot de rehabilitación del movimiento de la muñeca.

10 Para ello, se proporciona según un aspecto de la invención un sistema de accionamiento háptico universal según la reivindicación independiente 1. Realizaciones favorables se definen en las reivindicaciones dependientes 2-15.

15 El sistema de accionamiento háptico universal para la rehabilitación del brazo y de la muñeca de acuerdo con un aspecto de la presente invención comprende un accesorio de mano, un mango sustancialmente vertical para llevar el accesorio de mano, siendo el mango sustancialmente vertical movable en un plano transversal y un sistema accionador háptico para aplicar una fuerza al mango sustancialmente vertical. El mango sustancialmente vertical comprende una junta universal con capacidad de bloqueo. Cuando la junta universal está desbloqueada, permite movimientos para la rehabilitación de la muñeca, y cuando la junta universal está bloqueada provoca una rigidez del mango que permite movimientos verticales o casi verticales para la rehabilitación del brazo.

20 De esta manera, el sistema de accionamiento háptico universal puede ser transformado con facilidad y rapidez de un robot de rehabilitación del movimiento de alcanzar en un robot de rehabilitación del movimiento de la muñeca y viceversa, simplemente mediante el bloqueo y desbloqueo de la junta universal. Para ello el mango sustancialmente vertical puede estar provisto de una llave.

Por lo tanto, se propone una máquina de bajo coste que permite a dos grados de libertad hápticos y un grado balanceado de gravedad y no accionado pasivo de libertad que se puede utilizar para el entrenamiento del brazo y el movimiento de la muñeca, dependiendo de la configuración mecánica.

25 De acuerdo con una realización de la invención, el sistema accionador háptico comprende dos accionadores basados en cables aplicando cada uno una fuerza en una dirección sustancialmente perpendicular a la varilla sustancialmente vertical en su posición inicial, comprendiendo cada uno de los accionadores basados en cable un motor eléctrico y medios de transmisión de fuerza elástica conectados en serie al mismo, por ejemplo un muelle lineal. Según una forma de realización, los accionadores basados en cable comprenden cada uno medios para detectar una fuerza ejercida por un sujeto y una posición, tal como - medios de detección para detectar la elongación del muelle lineal, por ejemplo, potenciómetros lineales. De acuerdo con una realización adicional, los accionadores basados en cable comprenden además medios elásticos para la regulación de la tensión de un cable recurrente, siendo los medios elásticos, por ejemplo un muelle lineal. De acuerdo con una realización adicional más, los accionadores basados en cable comprenden cada uno poleas direccionales para asegurar una extensión uniforme del cable recurrente. Además, los accionadores basados en cable puede cada uno comprender además una polea montada en el eje del motor eléctrico, para enrollar un cable conectado a los medios de transmisión de fuerza elástica.

40 Como resultado, los motores eléctricos de CC fácilmente disponibles y baratos con trenes engranados pueden utilizarse para proporcionar un control de fuerza y el comportamiento háptico adecuados. El diseño mecánico único del sistema de accionamiento háptico universal propuesto permite que la información derivada de la posición y la fuerza aplicada al extremo efector del robot a partir de la medición de la longitud de los muelles mecánicos que se colocan entre los motores eléctricos y la barra de carga o mediante el uso de un sensor de fuerza o ambos.

Estos y otros aspectos de la invención serán evidentes a partir de, y se aclararán con referencia a, las realizaciones descritas en lo que sigue.

**45 Breve descripción de los dibujos**

La invención se entenderá mejor y sus numerosos objetos y ventajas se harán más evidentes para los expertos en la técnica por referencia a los siguientes dibujos, en conjunción con la especificación adjunta, en los que:

La figura 1 muestra los componentes principales del sistema de accionamiento háptico universal de acuerdo con una realización de la presente invención.

50 La figura 2 muestra los accionadores de hápticos impulsados por cable y el accesorio de mano del mismo.

La figura 3 muestra uno de los accionadores en detalle.

La figura 4 muestra el mecanismo accionador para ambas direcciones.

La figura 5 muestra el principio de movimiento de la barra vertical en una sola dirección.

La figura 6 muestra el principio de movimiento de la barra vertical en ambas direcciones.

La figura 7 muestra cómo los cables de ambos accionadores están conectados a la varilla vertical.

La figura 8 muestra la polea direccional de uno de los accionadores.

5 La figura 9 muestra el sistema de accionamiento háptico universal, cuando se usa para la rehabilitación de la muñeca.

La figura 10 muestra el sistema de accionamiento háptico universal cuando utiliza para la rehabilitación del brazo.

La figura 11 muestra el accesorio de mano fijado a la empuñadura vertical.

10 La figura 12 muestra cómo la posición de sujeción de mano se puede ajustar de acuerdo con la tarea especificada.

La figura 13 muestra la junta universal en un estado desbloqueado y bloqueado.

En la figura 14 se demuestra el entrenamiento del movimiento del brazo.

En la figura 15 se demuestra el entrenamiento del movimiento de la muñeca.

En todas las figuras los mismos números de referencia se refieren a elementos similares.

15 **Descripción detallada de la presente invención**

Haciendo referencia ahora a las figuras, se describirá una realización ejemplar de sistema de accionamiento háptico universal de acuerdo con la invención.

20 El sistema de accionamiento háptico universal propuesto consta de los siguientes componentes principales: un marco de aluminio 1, un sistema accionador háptico que comprende dos accionadores hápticos impulsados por cable 2,3 con dos motores eléctricos con un engranaje de reducción, un mango sustancialmente vertical 4 con un accesorio de mano 5, un sistema de equilibrio de peso del extremo efector 6, una pantalla visual 7, un soporte de brazo 8, donde los sujetos 9 ponen su brazo y una silla 10 (un lugar para sentarse) como se muestra en la figura 1. En el contexto de la presente descripción, el término "sustancialmente vertical" debe entenderse para incluir direcciones con una desviación de hasta 20 grados con respecto al eje vertical.

25 Cada uno de los accionadores 2,3 consisten en un motor eléctrico 2.1, 3.1 con caja de cambios, poleas 2.2, 3.2, muelles lineales 2.3, 2.4, 3.3, 3.4, una polea de dirección 2.5, 3.5, un potenciómetro lineal 2.6, 3.6 y cables 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, 3.7, 3.8, 3.10. En el eje de los motores eléctricos 2.1, 3.1, las poleas 2.2, 3.2 están montadas para enrollar los cables. Los cables 2.10, 3.10 fijados a las poleas 2.2, 3.2 están conectados a través de los muelles lineales 2.3, 3.3 a la base de una varilla vertical 1.2. Los cables recurrentes 2.8, 3.8 se conducen a través de las poleas 30 direccionales 2.5, 3.5 y muelles lineales 2.4, 3.4 trasero 2.9 a las poleas 2.2, 3.2.

35 El mango vertical 4 se inserta en la varilla vertical 1.2 creando una articulación pasiva lineal 4.1 y la varilla vertical 1.2 se inserta en un cojinete esférico 1.1, lo que permite el movimiento en un plano sustancialmente transversal (XZ) con respecto al mango vertical 4 en su posición inicial. En el contexto de la presente descripción, el término "plano sustancialmente transversal" debe entenderse que incluye planos que tienen una desviación de hasta 20 grados con respecto al plano que es perpendicular al mango vertical en su posición inicial.

40 El mango vertical 4 contiene una articulación lineal pasiva de 1 grado de libertad (DOF) 4.1, una articulación universal 2 DOF 4.3 con capacidad de bloqueo y un sensor de fuerza 4.4 y lleva el accesorio de mano 5. El accesorio de mano 5 consiste en una empuñadura 5.1 y un escudo de mano 5.2. Está montado en el mango vertical 4 con tornillos ajustables 5.3, 5.4 como se muestra en la figura 2 en el lado derecho. El tornillo 5.3 desactiva la rotación de la empuñadura 5.1 a partir de su posición seleccionada. Cabe señalar que la ubicación del sensor de fuerza 4.4 es un ejemplo posible. También podría ser colocado directamente debajo del accesorio de mano 5.

45 La figura 3 muestra uno de los accionadores. En el eje del motor eléctrico 2.1 con la caja de cambios está fijada una polea 2.2 y conectada con la varilla vertical 1.2 con cables. El cable 2,7 conectado a la base de la varilla vertical 1.2 en un lado y el muelle lineal 2.3 en el otro lado están fijados a la polea 2.2 por el cable 2.10. El cable recurrente 2.8 está dirigido a través de las poleas direccionales 2.5 y se conecta al muelle lineal 2.4. El otro lado del muelle 2.4 está conectado con el cable 2.9 que se enrolla en la polea 2.2. La figura 4 muestra los mecanismos accionadores para ambas direcciones. Los accionadores 2,3 utilizan el principio de accionamiento elástico de series para aplicar una fuerza a la varilla vertical 1.2 y de ese modo al mango vertical 4.

50 La figura 5A muestra el principio de movimiento de la varilla vertical 1.2 en una sola dirección en el cojinete esférico 1.1. El cable 2.10 dirigido a través de las poleas direccionales 2.5 se enrolla por la polea 2.2 accionada por el motor eléctrico 2.1 y provoca una extensión del muelle lineal 2.3 que está en el otro lado conectado a la varilla vertical 1.2

por el cable 2.7. La consecuencia es una rotación de la varilla vertical 1.2 en el cojinete esférico 1.1. La tensión del cable recurrente 2.8 está regulada por el otro muelle lineal 2.4 y el cable recurrente 2.9 que se desenrolla adecuadamente fuera de la polea 2.2. La extensión del muelle lineal 2.3 se mide por el potenciómetro lineal 2.6. La figura 5B muestra la posición inicial del sistema accionador para un solo DOF.

5 En la figura 6A se muestra la posición inicial de los accionadores 2.3 para ambas direcciones. La figura 6B muestra la situación cuando ambos accionadores cooperan activamente para permitir el movimiento planar de la varilla vertical 1.2. Los cables 2.7, 3.7, 2.8, 3.8 conectados a la varilla vertical 1.2 se ponen juntos casi en un único punto, como se muestra en la figura 7. Las poleas direccionales 2.5, 3.5 aseguran que los cables recurrentes 2.8, 3.8 funcionan suavemente, independientemente del ángulo vertical de la varilla 1.2, como se muestra en las figuras 8A y 8B.

10 El mango vertical 4 se inserta en la varilla vertical 1.2 creando una articulación lineal pasiva y una articulación de rotación pasiva en el punto de conexión 4.1. El mango vertical 4 se puede ajustar de acuerdo con la aplicación del usuario (rehabilitación del brazo, de la muñeca). La articulación universal 4.3 permite movimientos de 2 DOF, que son necesarios para la rehabilitación de la muñeca, como se muestra en la figura 9. En este caso, el soporte del brazo 8 con el soporte de brazo 8.1 están instalados en combinación con el mango vertical 4 de soporte de peso 6 para compensar la gravedad. La rehabilitación del brazo requiere una configuración diferente. La articulación universal 4.3 está bloqueada con la llave 4.2, el mecanismo de soporte de peso 6 está sujetando el mango vertical 4 y el soporte de brazo 8, pero no se requiere el soporte de brazo 8.1. Esta configuración se muestra en la figura 10. En la parte superior del mango vertical, está montado el accesorio de la mano 5. El accesorio de mano 5 está fijado al mango vertical 4 con el tornillo 5.4, véase la figura 11. En esta figura también se muestra cómo la altura y la posición del soporte de brazo 8 se pueden ajustar por diferentes configuraciones de soporte de brazo 8.1.

La posición de la empuñadura de mano 5.1 se puede ajustar de acuerdo a la tarea especificada. Cuando la empuñadura 5.1 se hace girar a la configuración deseada, la posición se puede bloquear apretando el tornillo 5.3, como se muestra en las figuras 12 A y 12 B.

25 Ahora se da una descripción funcional del sistema de accionamiento háptico universal. La figura 1 muestra la posible aplicación del sistema de accionamiento háptico universal para el tratamiento de la mano o la muñeca. De acuerdo con el tipo de aplicación, la llave de aluminio 4.2 desbloquea (véase la figura 13A) o bloquea (véase la figura 13B) la articulación universal 4.3 sobre el mango vertical 4. Apretando los tornillos del refuerzo 4.2 hace que un mango vertical rígido 4 sea adecuado para la rehabilitación del brazo.

30 En la figura 14 se muestra el entrenamiento movimiento del brazo (para esta aplicación se bloquea la articulación universal 4.3). El sujeto 9 mantiene el brazo en posición inicial conforme a lo solicitado por la tarea virtual 7, por lo tanto, no se proporciona información háptica en términos de fuerza de respuesta. Cuando el sujeto mueve el brazo hacia atrás (figura 14B) para llevar a cabo la tarea solicitada, la articulación universal háptica proporciona una fuerza adecuada en función de la tarea virtual 7. La fuerza aplicada por el sujeto se mide por el sensor de fuerza 4.4 instalado en el mango vertical 4. El sistema de equilibrio de peso 6 compensa la gravedad. En la figura 14C, el sujeto mueve el brazo a la izquierda y en la figura 14D hacia arriba.

40 En la figura 15 la articulación universal 4.3 está desbloqueada, lo que permite una mayor libertad necesaria para el entrenamiento del movimiento de la muñeca. La figura 15A (columna izquierda) muestra la configuración de la empuñadura 5.1 para la flexión/extensión de la muñeca (figura A3) o la pronación/supinación (figura A2), mientras que la figura 15B (columna derecha) muestra la configuración de la empuñadura (5.1) para la aducción (o flexión cubital) de la muñeca y la abducción (o flexión radial) (figura B3) o pronación/supinación (figura B2).

Aunque la invención se ha ilustrado y descrito en detalle en los dibujos y la descripción anterior, dicha ilustración y descripción han de considerarse ilustrativas o ejemplares y no restrictivas; la invención no se limita a las realizaciones descritas.

45 Por ejemplo, otras formas de implementar el principio de accionamiento elástico en serie que el que se muestra en las figuras 3-6 se pueden prever por el experto en la materia.

50 Otras variaciones a las realizaciones divulgadas pueden ser entendidas y efectuadas por los expertos en la técnica en la práctica de la invención reivindicada, a partir de un estudio de los dibujos, la descripción y las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, la palabra "comprende" no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido "un" o "una" no excluye una pluralidad. El mero hecho de que ciertas medidas se recitan en reivindicaciones dependientes mutuamente diferentes no indica que una combinación de estas medidas no se pueda utilizar ventajosamente. Cualquier signo de referencia en las reivindicaciones no debe interpretarse como limitante del alcance.

**REIVINDICACIONES**

1. Sistema de accionamiento háptico universal para la rehabilitación del brazo y de la muñeca, que comprende:

- un accesorio de mano (5) que comprende una empuñadura (5.1) cuya posición es ajustable de acuerdo a una tarea determinada;

5 - un mango sustancialmente vertical (4) para llevar el accesorio de mano (5), siendo el mango sustancialmente vertical (4) movable en un plano transversal;

- un sistema accionador háptico (2.3) basado en cable que tiene dos grados de libertad hápticos para aplicar una fuerza al mango sustancialmente vertical (4);

**caracterizado porque**

10 - el mango sustancialmente vertical (4) comprende una articulación universal de dos grados de libertad (4.3) con capacidad de bloqueo;

- la articulación universal (4.3) se encuentra en serie con el sistema de accionamiento háptico (2.3) entre un punto de accionamiento por una pluralidad de cables (2.7, 2.8, 3.7, 3.8);

15 - cuando la articulación universal (4.3) está desbloqueada, permite movimientos accionados de dos grados de libertad para la rehabilitación de la muñeca, y

- cuando la articulación universal (4.3) está bloqueada origina que un mango sustancialmente vertical rígido (4) permita movimientos accionados de dos grados de libertad para la rehabilitación del brazo.

2. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el mango sustancialmente vertical comprende una abrazadera (4.2) para bloquear y desbloquear la articulación universal (4.3).

20 3. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que el accesorio de mano (5) comprende una empuñadura (5.1) que puede girar, un escudo de mano (5.2) y medios (5.3) para desactivar la rotación de la empuñadura desde la posición seleccionada.

25 4. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el mango sustancialmente vertical está conectado a una varilla sustancialmente vertical (1.2) por medio de una junta pasiva lineal (4.1) y se inserta en un cojinete esférico (1.1) que permite el movimiento del mango sustancialmente vertical en el plano transversal, en el que el sistema de accionamiento háptico (2.3) actúa sobre la varilla sustancialmente vertical (1.2).

5. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema accionador háptico (2.3) utiliza un principio de accionamiento elástico en serie para aplicar la fuerza.

30 6. Sistema de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el sistema de accionamiento háptico comprende un primer accionador basado en cables (2) que aplica una fuerza en una primera dirección en un plano sustancialmente transversal a la empuñadura vertical en su posición inicial, comprendiendo el primer accionador basado en cables (2) un motor eléctrico (2.1) y medios de transmisión de fuerza elástica (2.3) conectados en serie al mismo, por ejemplo un muelle lineal.

35 7. Sistema de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el primer accionador basado en cable (2) comprende además medios (2.6) para detectar una fuerza ejercida por un sujeto y una posición, siendo los medios para la detección de la fuerza preferiblemente medios de detección para detectar la elongación del muelle lineal (2.3), por ejemplo un potenciómetro lineal.

40 8. Sistema de acuerdo con la reivindicación 6 ó 7, en el que el primer accionador basado en cable (2) comprende además medios elásticos (2.4) para regular la tensión de un cable recurrente (2.8), siendo los medios elásticos, por ejemplo, un muelle lineal.

9. Sistema de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el primer accionador basado en cable (2) comprende además poleas direccionales (2.5) para asegurar el buen funcionamiento de cable recurrente (2.8).

45 10. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, en el que el primer accionador basado en cable (2) comprende además una polea (2.2) montada sobre el eje del motor eléctrico (2.1) para enrollar un cable (2.10) conectado a los medios de transmisión de fuerza elástica (2.3).

11. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, en el que el sistema de accionamiento háptico (2.3) comprende un segundo accionador basado en cable (2) que aplica una fuerza en una segunda dirección sustancialmente perpendicular a la primera dirección.

50 12. Sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en el que los cables (2.7, 2.8, 3.7, 3.8) del primer (2) y segundo accionador basado en cable (3) están conectados a la varilla vertical en casi un único punto.

13. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el mango vertical (4) comprende medios de detección de fuerza (4.4).
14. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además, un soporte de brazo (8) y un soporte de peso (6) conectado al mismo.
- 5 15. Sistema de acuerdo con la reivindicación 14, que comprende además un soporte de brazo (8.1) con diferentes configuraciones para ajustar de ese modo la altura del soporte de brazo (8).

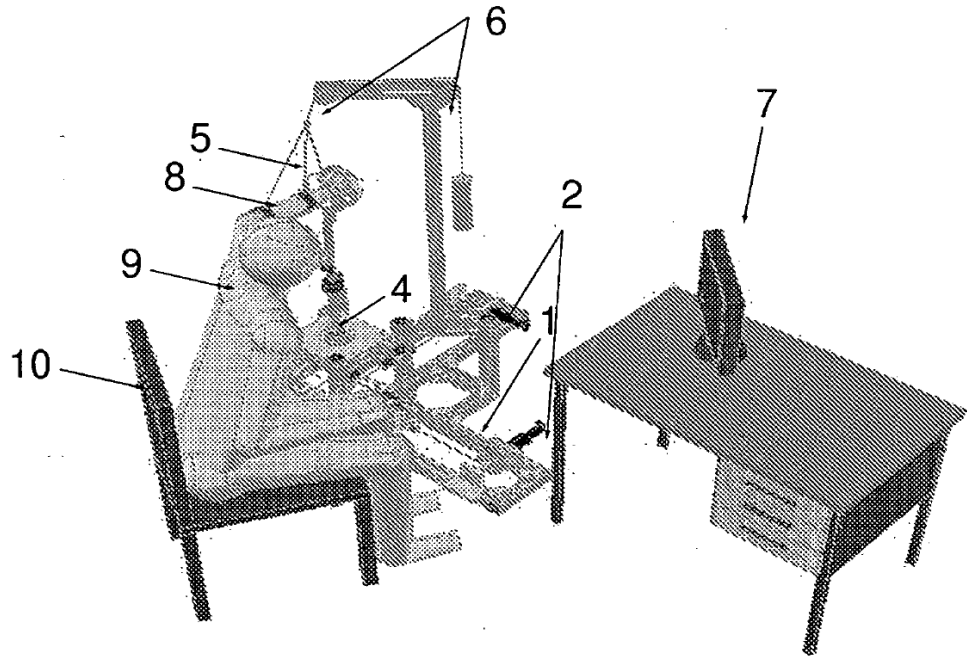


Fig 1

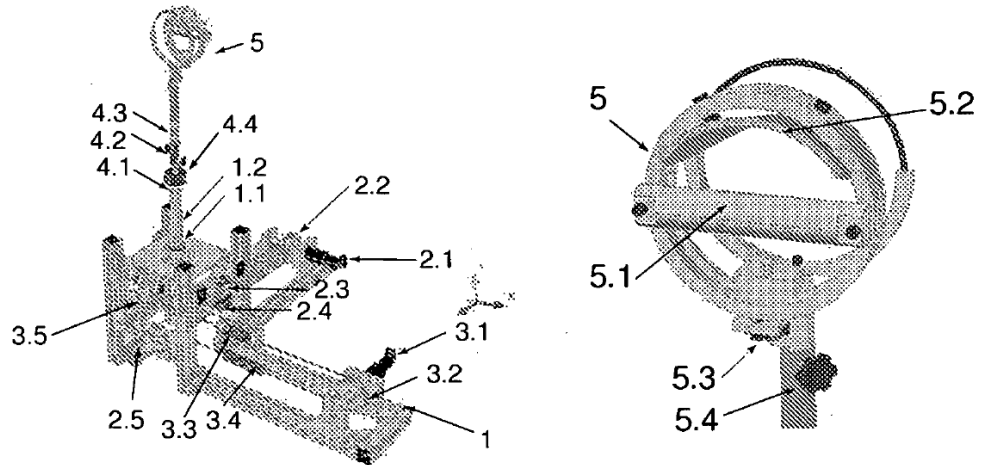


Fig. 2



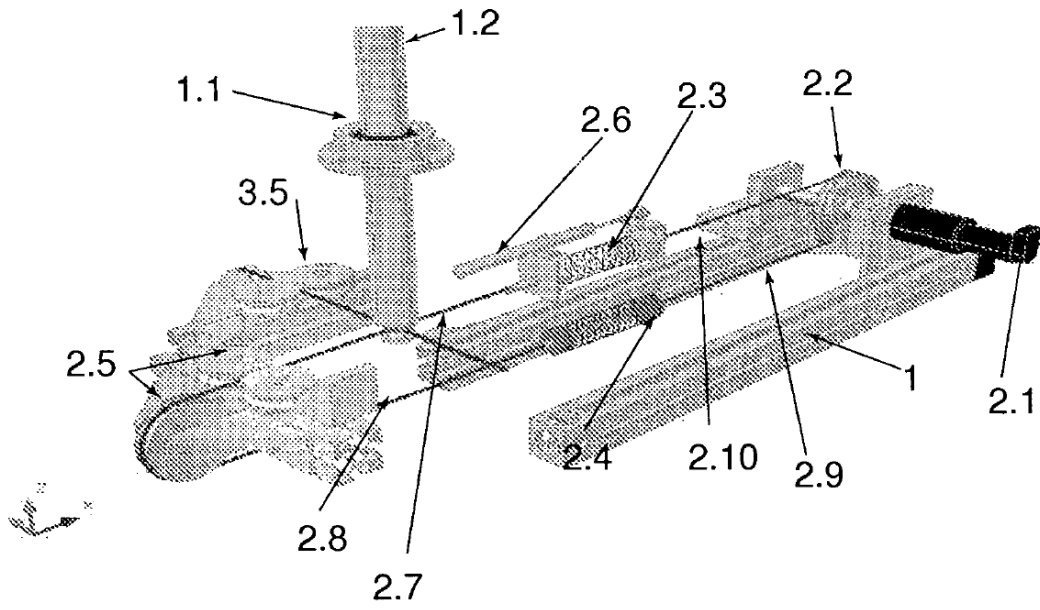


Fig. 3

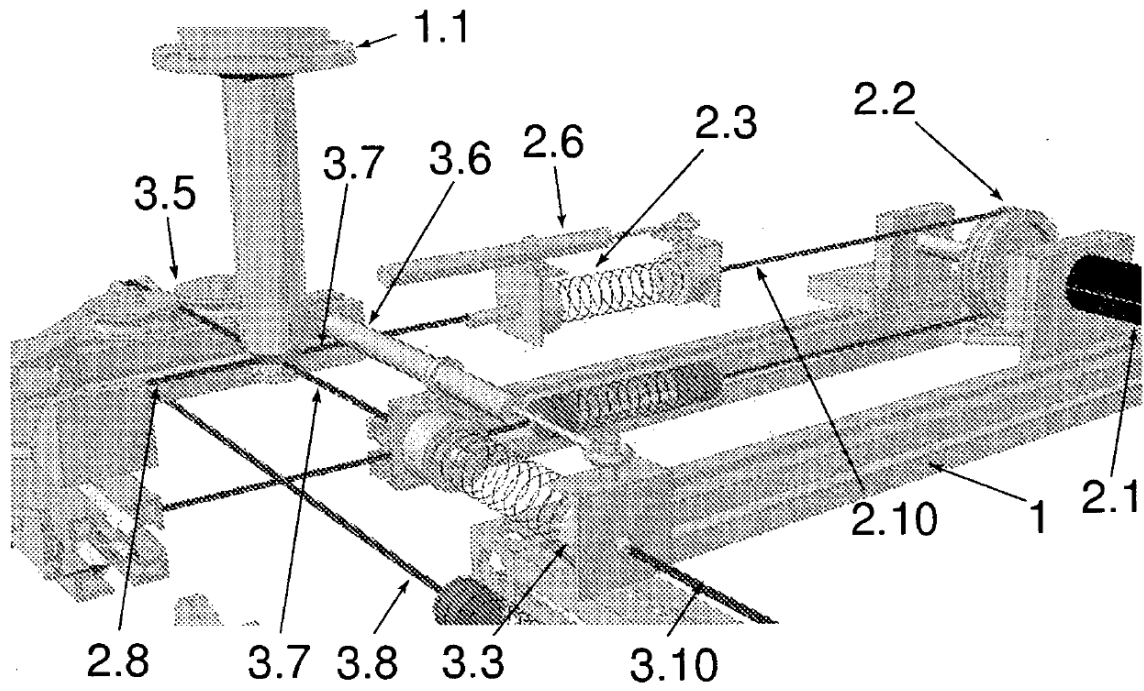
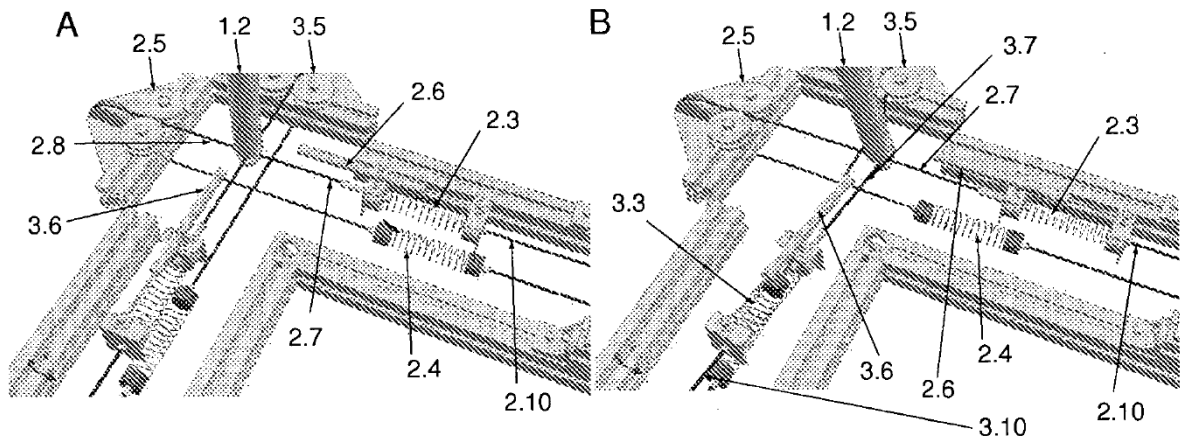
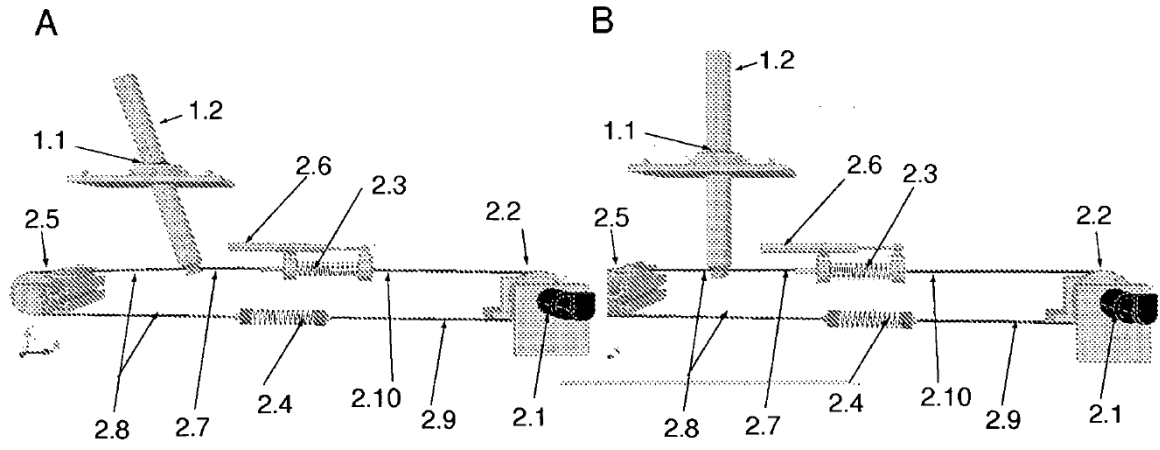


Fig. 4



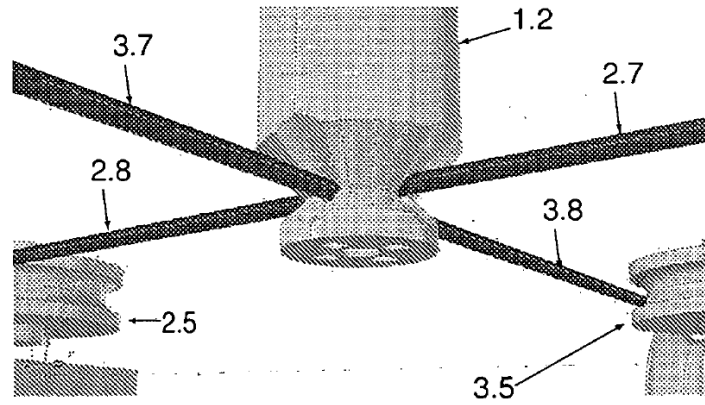


Fig. 7

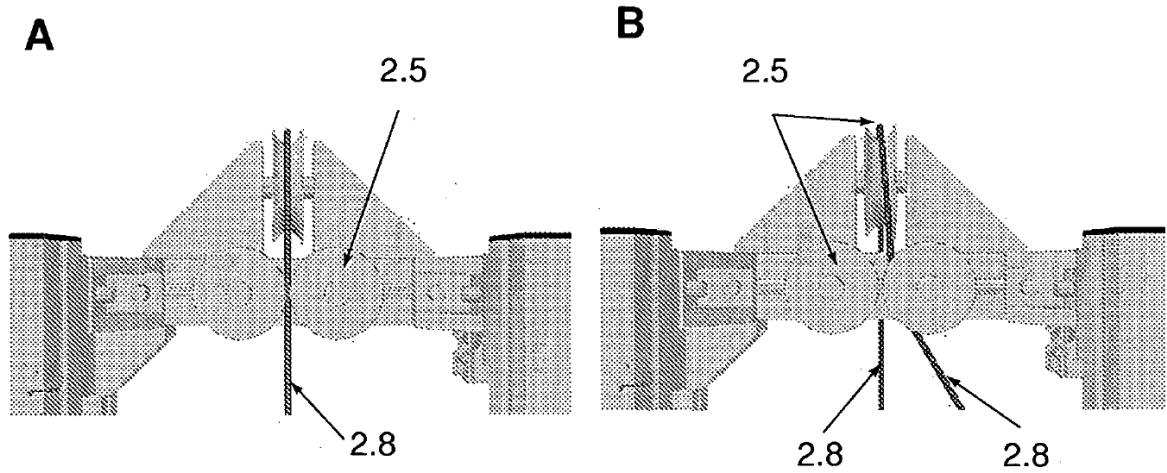


Fig. 8

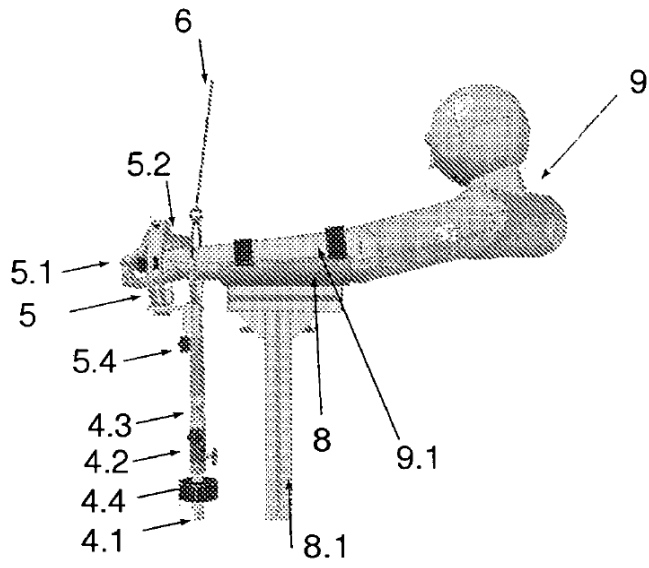


Fig. 9

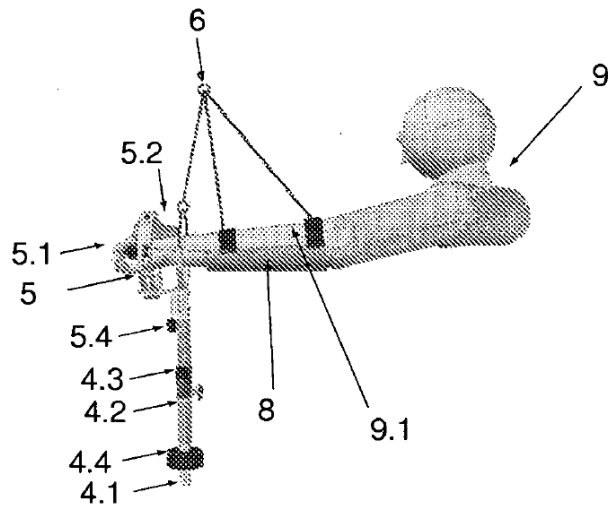


Fig. 10

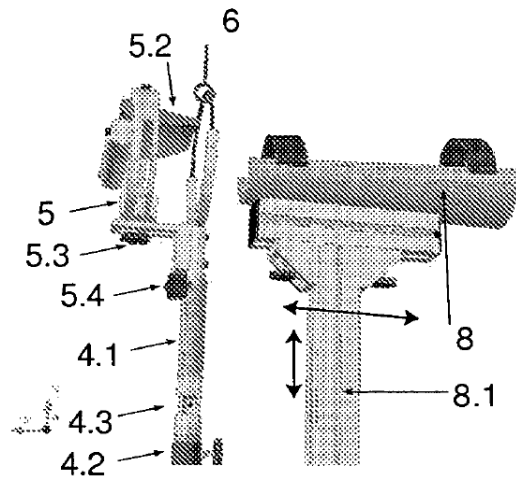


Fig. 11

A

B

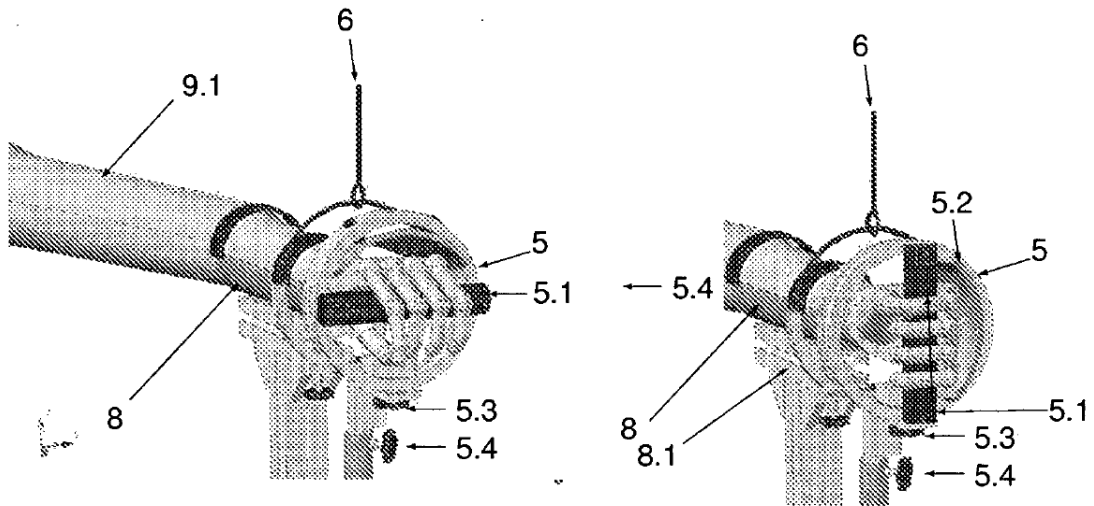


Fig. 12

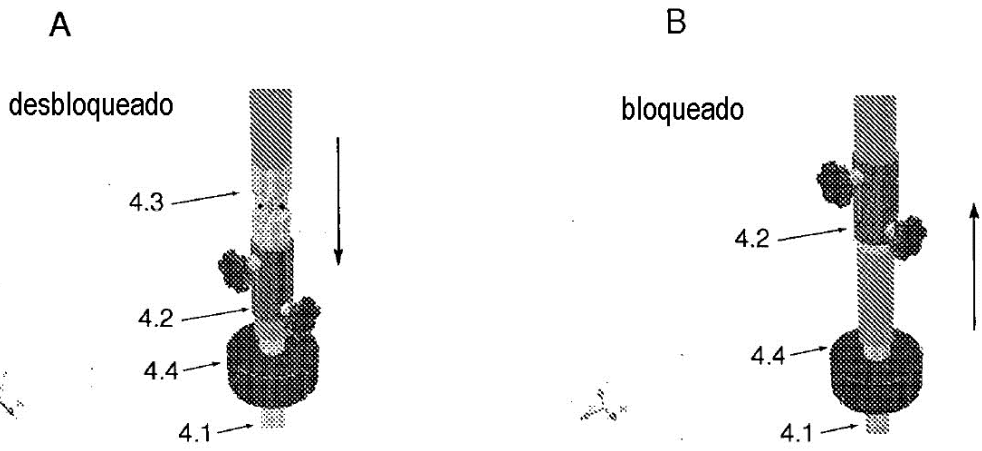


Fig. 13

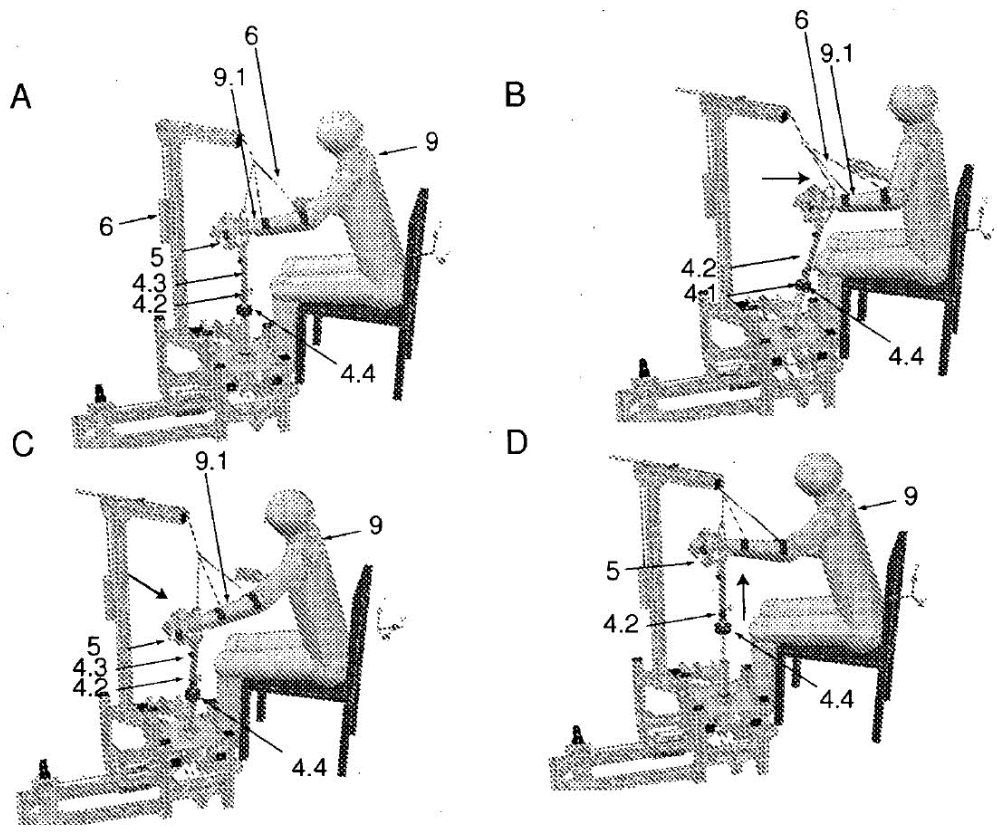


Fig. 14

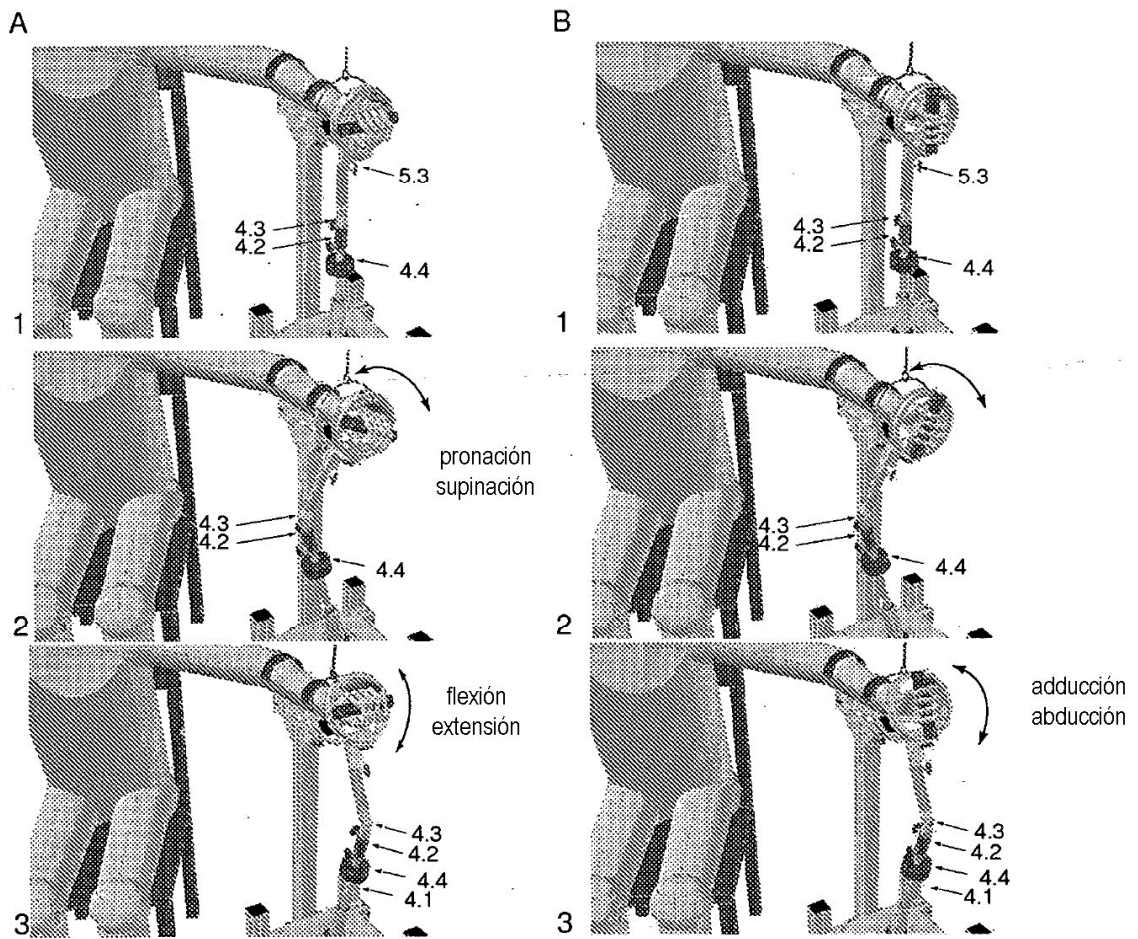


Fig. 15