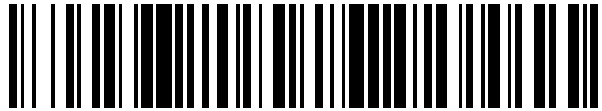


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 547 085**

51 Int. Cl.:

A61F 2/58

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.12.2010 E 10809251 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.07.2015 EP 2523636**

54 Título: **Prótesis modular de mano humana con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares**

30 Prioridad:

14.01.2010 PL 39018810

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

01.10.2015

73 Titular/es:

**TUMBAGA SP. Z.O.O. (100.0%)
ul. Bobrzynskiego 14
30-348 Krakow, PL**

72 Inventor/es:

**JOPEK, WOJCIECH;
TUROW, MICHAL;
WASIELEWSKI, MICHAL y
KUCHARSKI, MICHAL**

ES 2 547 085 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

Prótesis modular de mano humana con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares

5 La invención es una prótesis modular de mano humana con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares, que puede aplicarse en protésica como sustitución de un único dedo, un grupo de dedos o una mano o un brazo completos.

10 La prótesis de mano, conocida a partir de la solicitud de patente polaca n.º P.372638, consiste en un eje de árbol con dedos de agarre, que se somete a torsión en relación con el eje de árbol con un pulgar prensil, y el pulgar está integrado de manera rotatoria con un cambio del ángulo de torsión en la horquilla, mientras que los árboles con dedos se conectan entre sí por medio de un engranaje dentado esférico, y el árbol de accionamiento se conecta mediante el engranaje dentado cónico con un árbol con dedos de agarre, y con la horquilla por medio de un engranaje cilíndrico con una horquilla.

15 La prótesis de mano, conocida a partir de la solicitud de patente polaca n.º P.372639, consiste en un eje de árbol con dedos de agarre, que se somete a torsión con respecto al eje de árbol con un pulgar prensil, y el pulgar está integrado de manera rotatoria con el cambio del ángulo de torsión en la horquilla, mientras que los árboles con dedos se conectan entre sí por medio de una conexión rotatoria y un conector terminado con juntas de rótula que forman una junta pentagonal espacial. Al mismo tiempo, la horquilla se conecta mediante un engranaje cilíndrico dentado con el árbol de accionamiento, el árbol con dedos de agarre a través de un engranaje dentado cónico con el árbol de accionamiento, y el árbol junto con el dedo prensil se conecta con el árbol de accionamiento mediante un elemento rotatorio y un engranaje dentado cónico.

25 La prótesis de mano, conocida a partir de la solicitud de patente polaca n.º P.379607, consiste en un eje de árbol con dedos de agarre, que se somete a torsión en relación con el eje de árbol con un dedo prensil integrado por medio de una placa giratoria con bloqueo de movimiento en la horquilla, que permite un cambio del ángulo de torsión. Los árboles con dedos realizan cuatro tipos de movimientos debido a que están interconectados mediante un engranaje cilíndrico dentado separable controlado mediante un embrague de desacoplamiento y dos engranajes dentados cónicos permanentes. El árbol de accionamiento se conecta al árbol intermedio con dos engranajes dentados cilíndricos de desacoplamiento controlados mediante embragues de desacoplamiento. La prótesis de dedo de extremidad superior, conocida a partir de la solicitud de patente polaca n.º P.387380, tiene un elemento de accionamiento lineal, fijado a la base de dedo, equipado con una junta articulada conectada a través del primer vástago, la segunda junta articulada, la falange proximal y la quinta junta articulada con una falange distal y, al mismo tiempo, la segunda junta se conecta de manera rígida al cojinete de vástago de falange proximal y de manera rotatoria con la tercera junta articulada, que se coloca en el cojinete de base de dedo. La quinta junta articulada se conecta a través del vástago de falange distal, la sexta junta y el segundo vástago con la cuarta junta montada en la base de dedo. Las juntas están ubicadas en las esquinas del pentágono articulado que realizan un movimiento que se asemeja al movimiento de un dedo.

40 La prótesis, conocida a partir de la solicitud de patente n.º WO 9524875, consiste en al menos un segmento de dedo mecánicamente eficaz, con al menos un segmento de dedo colocado tangencialmente con respecto a una rueda de tornillo sin fin fijada en el cuerpo de la prótesis y al mismo tiempo unido por cojinete de manera rotacional en el eje de la rueda de tornillo sin fin. El segmento de dedo tiene un motor de accionamiento con un tornillo sin fin ubicado a lo largo del segmento de dedo y acoplado simultáneamente por medio de los dientes del tornillo sin fin a la rueda de tornillo sin fin. Mientras que se usa la prótesis, el segmento de dedo se mueve alrededor de la rueda de tornillo sin fin hasta o desde otro segmento de dedo y/o hasta la abertura de dedo natural con el fin de cerrar y abrir el agarre de la mano durante el funcionamiento del motor de de accionamiento.

50 La prótesis, conocida a partir de la solicitud de patente n.º WO 2007063266, consiste en al menos un segmento de dedo mecánicamente eficaz, que se coloca tangencialmente con respecto a una rueda de tornillo sin fin fijada en el segmento de soporte de la prótesis y al mismo tiempo unido por cojinete de manera rotacional en el eje de la rueda de tornillo sin fin. El segmento de dedo tiene un motor de accionamiento usado para accionar el tornillo sin fin. El tornillo sin fin se acopla con la rueda de tornillo sin fin de manera que cuando se enciende el motor, se usa la prótesis, el segmento de dedo se mueve alrededor de la rueda de tornillo sin fin, que está ubicada fuera del segmento de dedo.

60 En la actualidad, el desarrollo de una prótesis que permita agarrar objetos de diferentes formas, tamaños y dimensiones y pesos con una fuerza ajustable es un problema considerable. Un requisito adicional considerando el soporte para el movimiento independiente de dedos individuales de manera similar al movimiento natural de los dedos, mientras que se mantengan el peso y las dimensiones del dispositivo de manera similar a los típicos de la mano humana, hace que esta tarea sea incluso más complicada. Otro problema es el desarrollo de una prótesis que tenga un diseño modular caracterizada por dedos mecánicos independientes de al menos un grado de libertad independiente y uno dependiente, y de un sistema de accionamiento ubicado en el interior del dedo de tal manera que se permita que el dispositivo sustituya dedos perdidos individuales así como todo un brazo y/o una mano.

- La solución más popular en el mercado para prótesis de mano no tiene generalmente un diseño modular y sólo permite un simple movimiento de apertura y cierre de la mano y la rotación en la muñeca de la mano. El enfoque convencional se caracteriza por el uso de un único sistema de accionamiento que acciona todos los dedos simultáneamente. Los sistemas de accionamiento de otras soluciones que están disponibles, cuyos autores decidieron usar dedos independientemente accionados, se han desarrollado de tal manera que una parte del sistema junto con el motor está ubicada en el interior de un dedo. Sin embargo, desafortunadamente, el resto del sistema está ubicado dentro del metacarpo. Por consiguiente, limita la posibilidad de usar el dispositivo en caso de ausencia de un único dedo o un grupo de dedos.
- La invención de la prótesis modular de mano descrita a continuación, con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares, resuelve al menos parte de los problemas mencionados anteriormente mediante la colocación de todo el sistema de accionamiento de un único dedo en el interior del dedo y usando el espacio adicional disponible en la falange distal de la prótesis.
- La esencia de la invención se encuentra en el hecho de que tiene al menos un módulo de dedo mecánicamente independiente que consiste en particular en una base fija, un segmento proximal de dedo, un segmento distal de dedo, un vástago y un accionamiento de rotación, mientras que la base de dedo equipada con una junta proximal de rotación del vástago y una junta proximal de rotación de un segmento proximal de dedo se conecta mediante una junta proximal de vástago, el vástago, una junta distal de vástago y, simultáneamente, mediante la junta proximal del segmento proximal de dedo, el segmento proximal de dedo, la junta distal del segmento proximal de dedo con el segmento distal de dedo, y la junta distal del segmento proximal de dedo constituye el centro permanente del accionamiento de rotación.
- Un dedo se compone de al menos dos segmentos, de los que el segmento proximal de dedo se aplica como falange proximal y el segmento distal de dedo se usa como falange distal. Preferiblemente, en particular un motor eléctrico acoplado de manera permanente con un engranaje reductor, que se conecta con un engranaje de tornillo sin fin que consiste en un tornillo sin fin y una rueda de tornillo sin fin, se usa como accionamiento de rotación. El motor eléctrico junto con el engranaje reductor se fija en el segmento proximal de dedo de tal manera que el árbol de salida del engranaje reductor está enfrenteado al segmento distal de dedo. A su vez, la rueda de tornillo sin fin se fija al segmento distal de dedo, mientras que el tornillo sin fin, que se engrana con la misma, se monta en el árbol de salida del engranaje reductor. El motor eléctrico con un engranaje reductor está ubicado a lo largo de la sección proximal del dedo mientras que el eje de motor está inclinado con respecto al eje geométrico del segmento proximal de dedo en un intervalo de $\pm 30^\circ$.
- Preferiblemente, cuando se suministra energía eléctrica al motor, el tornillo sin fin montado en el árbol de salida de motor hace rotar la rueda de tornillo sin fin y el segmento distal de dedo asociado frente al segmento proximal de dedo y particularmente frente a la junta distal del segmento proximal de dedo.
- Preferiblemente, cuando el segmento distal de dedo se mueve, provoca el movimiento de rotación del segmento distal del dedo proximal en relación con la junta del vástago distal y el vástago en relación con la junta del vástago proximal, provocando el movimiento de rotación del segmento proximal de dedo en relación con la junta de segmento proximal del dedo proximal de la base de dedo.
- Preferiblemente, cuando se enciende el motor, el segmento proximal de dedo y el segmento distal de dedo realizan, en relación con la base de dedo, un movimiento complejo de tal manera que el segmento distal de dedo se aproxima o se aleja de la base de dedo y el segmento proximal de dedo realiza un movimiento de rotación en relación con la junta proximal del segmento proximal de dedo de la base de dedo, provocando el cierre o la apertura del módulo de dedo.
- Preferiblemente, la función de rotación del accionamiento se realiza mediante el motor eléctrico, neumático o hidráulico que, a través de un único engranaje, un conjunto de engranajes o sin un engranaje, permite el movimiento del módulo de dedo.
- Preferiblemente, el sistema mecánico que provoca el movimiento de rotación del segmento distal de dedo es en particular el engranaje mecánico y/o hidráulico y/o neumático. Preferiblemente, la razón de la distancia de la parte horizontal del segmento distal de dedo que comprende la junta distal del segmento proximal de dedo y la junta distal de vástago con respecto a la parte en perpendicular a la misma es de $0,24a:a$, en la que "a" es la dimensión característica para el segmento distal de dedo mientras que la razón de distancia entre la junta distal del segmento proximal de dedo y la junta distal de vástago con respecto a la parte del segmento distal de dedo en perpendicular a la parte horizontal que contiene la junta distal del segmento proximal de dedo y la junta distal de vástago es de $0,07 a$.
- Preferiblemente, las líneas formadas por las la junta proximal de vástago y la junta proximal del segmento proximal de dedo y la junta distal del segmento proximal de dedo y la junta distal de vástago son paralelas entre sí, si el módulo de dedo mecánicamente independiente está en su posición inicial.

Preferiblemente, la razón de la distancia entre la junta proximal de vástago y la junta proximal del segmento proximal de dedo con respecto a la distancia vertical entre la junta proximal del segmento proximal de dedo y la junta distal de vástago es de $0,32 b:b$, en la que b es la dimensión característica para el segmento proximal de dedo.

5 Preferiblemente, la razón de la distancia horizontal de la junta proximal del segmento proximal de dedo desde la parte de segmento distal de dedo en perpendicular a la parte horizontal que contiene la junta distal del segmento proximal de dedo y la junta distal de vástago, con respecto a la distancia vertical entre la junta proximal del segmento proximal de dedo y la junta distal de vástago es de $0,1 b.b$.

10 Preferiblemente, la razón de la dimensión característica "a" del segmento distal de dedo con respecto a la dimensión característica "b" del segmento proximal de dedo es de $0,9$.

Preferiblemente, según la invención, el dispositivo tiene un único módulo de dedo mecánicamente independiente junto con elementos que conectan la base del módulo de dedo con el cuerpo del paciente, sustituyendo un dedo perdido individual del paciente.

15 Preferiblemente, según la invención, hay hasta cuatro módulos de dedo mecánicamente independientes con la estructura y/o estructuras con capacidad de carga que conectan la base de todos los módulos o grupos de módulos, sustituyendo el grupo de dedos perdidos.

20 Preferiblemente, según la invención, el dispositivo tiene cinco módulos de dedo mecánicamente independientes con la estructura con capacidad de carga que conecta las bases de todos los módulos, y forma una estructura que sustituye todos los dedos perdidos con o sin sustituir la mano.

25 Preferiblemente, según la invención, hay estructuras con capacidad de carga y/o componentes adicionales especialmente en forma de conectores de muñeca, sistemas de sujeción a la muñeca en caso de amputación corta de extremidad superior, correas, arneses, y otros elementos que realizan la función estética y/o protectora en relación con la capacidad de carga y/o componentes adicionales mencionados.

30 Preferiblemente, el dispositivo se controla mediante señales procesadas digitales y/o analógicas electromiográficas (EMG) y/o señales mecanomiográficas (MMG), en particular señales acusticomiográficas y/o aceleromiográficas, y otras señales biológicas incluyendo en particular señales electrooculográficas (EOG) y electroencefalográficas (EEG).

35 Preferiblemente, según la invención, el dispositivo tiene una cubierta exterior y/o capas que realizan una función estética y/o protectora frente a factores externos.

40 El dispositivo tiene un diseño modular basado en el ajuste de un sistema de accionamiento totalmente funcional en el interior de un único módulo de dedo, haciendo que sea mecánicamente independiente en su totalidad. La estructura cinemática y el tipo de engranaje mecánico usados significan que el tamaño del dispositivo y su peso dependen casi exclusivamente de la fuerza deseada generada por un dedo de agarre. Además, un pequeño número de elementos en la cadena cinemática de un único módulo de dedo mecánicamente independiente aumentan significativamente la fiabilidad del dispositivo y la complejidad tecnológica.

45 Se muestra la invención en forma de una muestra en el dibujo, en el que la figura 1 muestra el diagrama cinemático del módulo de dedo mecánicamente independiente, la figura 2 una muestra del módulo de dedo mecánicamente independiente, la figura 3 un diagrama cinemático del módulo de dedo mecánicamente independiente con una dependencia geométrica marcada que describe la posición mutua del segmento 6 distal de dedo en relación con el segmento 5 proximal de dedo y los valores que caracterizan el segmento 5 proximal de dedo y la base 8 de dedo, la figura 4 un diagrama cinemático del módulo de dedo mecánicamente independiente con dependencias geométricas seleccionadas que describen el segmento 6 distal de dedo.

Ejemplo 1

55 La prótesis modular de mano humana con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares, tiene un único módulo de dedo mecánicamente independiente junto con elementos que conectan la base 8 del módulo de dedo con el cuerpo del paciente, sustituyendo un único dedo perdido del paciente, que consiste, en particular, en una base 8 de dedo fija, el segmento 5 proximal de dedo, el segmento 6 distal de dedo, el vástago 7 y el accionamiento 11 de rotación, en la que la base 8 de dedo, equipada con la junta 1 proximal de rotación de vástago y la junta de rotación del segmento 2 proximal de dedo, se conecta mediante la junta 1 proximal de vástago, el vástago 7, el segmento 4 distal de vástago y simultáneamente mediante la junta proximal del segmento 2 proximal de dedo, el segmento 5 proximal de dedo, la junta distal del segmento 3 proximal de dedo con el segmento 6 distal de dedo, en la que la junta distal del segmento 3 proximal de dedo es el centro de rotación permanente del accionamiento 11. El segmento 5 proximal de dedo se usa como falange proximal y el segmento 6 distal de dedo como falange distal. El accionamiento 11 de rotación se proporciona mediante el motor 12 eléctrico acoplado de manera permanente con el engranaje 13 reductor, que se conecta a un engranaje 9, 10 de tornillo sin fin. En el

segmento 5 proximal de dedo, el motor 12 eléctrico se fija junto con el engranaje 13 reductor de tal manera que el árbol de salida del engranaje reductor está enfrentado al segmento 6 distal de dedo. La rueda 10 de tornillo sin fin, que se conecta de manera permanente con el segmento 6 distal de dedo, se engrana con el tornillo 9 sin fin, montado en el árbol 13 de salida del engranaje reductor. El motor 12 eléctrico, junto con el engranaje 13 reductor, está ubicado a lo largo del segmento 5 proximal de dedo y el eje 12 de motor está inclinado con respecto al eje geométrico con el eje del segmento 5 proximal de dedo en el intervalo de $\pm 30^\circ$. La razón de la distancia de la parte horizontal del segmento 6 distal de dedo que comprende las juntas 3 y 4 con respecto a la parte en perpendicular a la misma es de $0,24a:a$, en la que a es la dimensión característica del segmento 6 distal de dedo mientras que la razón de distancia entre las juntas 3 y 4 con respecto a la parte del segmento 6 distal de dedo en perpendicular a la parte horizontal que contiene las juntas 3 y 4 es de $0,07a$. Las líneas formadas por las juntas 1 y 2 así como las juntas 3 y 4 son paralelas entre sí, si el módulo de dedo mecánicamente independiente está en su posición inicial. La razón de la distancia entre las juntas 1 y 2 con respecto a la distancia vertical entre las juntas 2 y 4 es de $0,32b:b$, en la que b es la dimensión característica del segmento 5 proximal de dedo mientras que la razón de la distancia horizontal de la junta 2 desde la parte del segmento 6 distal de dedo en perpendicular a la parte horizontal que contiene las juntas 3 y 4 con respecto a la distancia vertical entre las juntas 2 y 4 es de $0,1b:b$. La razón de la dimensión característica "a" del segmento 6 distal de dedo con respecto a la dimensión característica "b" del segmento 5 proximal de dedo es de $0,9$.

El dispositivo ofrece la posibilidad de usar capacidad de carga y/o componentes de construcción adicionales especialmente en forma de conectores de muñeca, sistemas de sujeción a la muñeca en caso de amputación corta de extremidad superior, correas, arneses, y otros elementos que sirven como función estética y/o protectora en relación con la capacidad de carga y/o componentes adicionales mencionados. Además, la prótesis según la invención se controla mediante señales procesadas digitales y/o analógicas electromiográficas (EMG) y/o señales mecanomiográficas (MMG), en particular señales acusticomiográficas y/o aceleromiográficas, y otras señales biológicas incluyendo en particular señales electrooculográficas (EOG) y electroencefalográficas (EEG). El dispositivo también puede estar equipado con una cubierta exterior y/o que tiene una función estética y/o protectora frente a factores externos.

El motor 12 eléctrico es responsable de forzar el movimiento del módulo de dedo de prótesis mecánicamente independiente. Cuando se activa, el tornillo 9 sin fin montado en el árbol 12 de salida de motor provoca la rotación de la rueda 10 de tornillo sin fin y del segmento 6 distal de dedo relacionado en relación con el segmento 5 proximal de dedo y en particular en relación con la junta distal del segmento 3 proximal de dedo. Entonces, cuando el segmento 6 distal de dedo se mueve, tiene lugar el movimiento de rotación de la junta distal del segmento 3 proximal de dedo frente a la junta distal de vástago 4 y el vástago 7 en relación con la junta 1 proximal de vástago, provocando el movimiento de rotación del segmento 5 proximal de dedo en relación con la junta proximal del segmento 2 proximal de dedo de la base 8 de dedo. Por tanto, cuando se enciende el motor 12, el segmento 5 proximal de dedo y el segmento 6 distal de dedo realizan un movimiento complejo frente a la base 8 de dedo de tal manera que el segmento 6 distal de dedo se aproxima o se aleja de la base 8 de dedo y del segmento 5 proximal de dedo, y el segmento proximal realiza un movimiento de rotación en relación con la junta proximal del segmento 2 proximal de dedo de la base 8 de dedo provocando que el módulo de dedo se abra o se cierre.

Ejemplo 2

La prótesis modular de mano humana con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares como en el ejemplo 1 excepto porque la función del accionamiento 11 de rotación se realiza mediante un motor eléctrico, neumático o hidráulico que, a través de un único engranaje, conjunto de engranajes o sin ningún engranaje, permite el movimiento de un módulo de dedo.

Ejemplo 3

La prótesis modular de mano humana con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares como en el ejemplo 1 excepto porque es el engranaje mecánico y/o hidráulico y/o neumático el que provoca el movimiento de rotación del segmento 6 distal de dedo frente al segmento 5 proximal de dedo.

Ejemplo 4

La prótesis modular de mano humana con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares como en el ejemplo 1 con la excepción de que tiene desde dos hasta cuatro módulos de dedo mecánicamente independientes con una estructura y/o estructuras con capacidad de carga que conectan las bases 8 de todos los módulos o grupos de módulos, sustituyendo el grupo de dedos perdidos.

Ejemplo 5

La prótesis modular de mano humana con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares como en el ejemplo 2, sustancial porque tiene desde dos hasta cuatro módulos de dedo mecánicamente independientes con la estructura y/o estructuras con capacidad de carga que conectan las bases 8 de todos los módulos o grupos de

módulos, sustituyendo el grupo de dedos perdidos.

Ejemplo 6

5 La prótesis modular de mano humana con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares como en el ejemplo 3 sustancial porque tiene desde dos hasta cuatro módulos de dedo mecánicamente independientes con la estructura y/o estructuras con capacidad de carga que conectan las bases 8 de todos los módulos o grupos de módulos, sustituyendo el grupo de dedos perdidos.

10 Ejemplo 7

15 La prótesis modular de mano humana con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares como en el ejemplo 1 sustancial porque tiene cinco módulos de dedo mecánicamente independientes, formando la estructura con capacidad de carga que conecta las bases 8 de todos los módulos un diseño que sustituye todos los dedos perdidos de la mano con o sin la necesidad de sustituir toda la mano.

Ejemplo 8

20 La prótesis modular de mano humana con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares como en el ejemplo 2 sustancial porque tiene cinco módulos de dedo mecánicamente independientes, formando la estructura con capacidad de carga que conecta las bases 8 de todos los módulos un diseño que sustituye todos los dedos perdidos de la mano con o sin la necesidad de sustituir toda la mano.

Ejemplo 9

25 La prótesis modular de mano humana con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares como en el ejemplo 3 sustancial porque tiene cinco módulos de dedo mecánicamente independientes, formando la estructura con capacidad de carga que conecta las bases 8 de todos los módulos un diseño que sustituye todos los dedos perdidos de la mano con o sin la necesidad de sustituir toda la mano.

30

REIVINDICACIONES

1. Prótesis modular de mano humana con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares que tiene al menos un módulo de dedo mecánicamente independiente que consiste particularmente en una base (8) de dedo fija, un segmento (5) proximal de dedo, un segmento (6) distal de dedo, un vástago (7) y un accionamiento (11) de rotación, caracterizada porque la base (8) de dedo, equipada con una junta (1) proximal de rotación de vástago y una junta de rotación de un segmento (2) proximal de dedo, se conecta mediante una junta (1) proximal de vástago, el vástago (7), un segmento (4) distal de vástago y simultáneamente mediante la junta proximal del segmento (2) proximal de dedo, el segmento (5) proximal de dedo, una junta distal del segmento (3) proximal de dedo con el segmento (6) distal de dedo, en la que la junta distal del segmento (3) proximal de dedo constituye el centro de rotación del accionamiento (11).
2. Mano de prótesis modular de mano humana con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares según la reivindicación 1, caracterizada porque el dedo se compone de al menos dos segmentos, de los que el segmento (5) proximal de dedo se aplica como falange proximal y el segmento (6) distal de dedo se usa como falange distal.
3. Prótesis modular de mano humana con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares según la reivindicación 1, caracterizada porque un motor (12) eléctrico, acoplado de manera permanente a un engranaje (13) reductor que se conecta a un engranaje (9, 10) de tornillo sin fin, se usa como accionamiento (11) de rotación principal.
4. Prótesis modular de mano humana con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares según la reivindicación 3, caracterizada porque el motor (12) eléctrico junto con el engranaje (13) reductor se fija de manera permanente en el segmento (5) proximal de dedo de tal manera que el árbol de salida del engranaje reductor está enfrentado al segmento (6) distal de dedo.
5. Prótesis modular de mano humana con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares según la reivindicación 3 y 4, caracterizada porque la rueda (10) de tornillo sin fin se fija al segmento (6) distal de dedo.
6. Prótesis modular de mano humana con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares según la reivindicación 4, caracterizada porque el tornillo (9) sin fin engranado con la rueda (10) de tornillo sin fin se monta en el árbol (13) de salida del engranaje reductor.
7. Prótesis modular de mano humana con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares según la reivindicación 4, caracterizada porque el motor (12) eléctrico junto con el engranaje (13) reductor se coloca a lo largo del segmento (5) proximal de dedo, en la que el eje (12) de motor está inclinado con respecto al eje geométrico del segmento (5) proximal de dedo en el intervalo de $\pm 30^\circ$.
8. Prótesis modular de mano humana con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares según la reivindicación 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7, caracterizada porque en el momento en que se enciende el motor (12), el tornillo (9) sin fin, montado en el árbol (12) de salida de motor, provoca la rotación de la rueda (10) de tornillo sin fin y la falange (6) distal de dedo asociada frente a la falange (5) proximal de dedo y, en particular, frente a la junta distal de la falange (3) proximal de dedo.
9. Prótesis modular de mano humana con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares según la reivindicación 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7, caracterizada porque cuando el segmento (6) distal de dedo se mueve, provoca el movimiento de rotación del segmento distal del segmento (3) proximal de dedo en relación con el segmento distal del vástago (4) y el vástago (7) en relación con el segmento proximal del vástago (1), provocando el movimiento de rotación del segmento (5) proximal de dedo en relación con la junta de segmento proximal del segmento (2) proximal de dedo de la base (8) de dedo.
10. Prótesis modular de mano humana con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares según la reivindicación 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7, caracterizada porque cuando se enciende el motor (12), el segmento (5) proximal de dedo y el segmento (6) distal de dedo realizan, en relación con la base (8) de dedo, un movimiento complejo de tal manera que el segmento (6) distal de dedo se aproxima o se aleja de la base (8) de dedo y el segmento (5) proximal de dedo, mientras que el segmento (5) proximal realiza un movimiento de rotación en relación con la junta proximal del segmento (2) proximal de dedo de la base (8) de dedo, provocando el cierre o la apertura del módulo de dedo.
11. Prótesis modular de mano humana con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares según la reivindicación 1, caracterizada porque el accionamiento (11) de rotación se proporciona mediante un motor eléctrico, neumático o hidráulico que, a través de un único engranaje, un conjunto de engranajes o sin ningún engranaje permite el movimiento de un módulo de dedo.

- 5
12. Prótesis modular de mano humana con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares según la reivindicación 1, caracterizada porque es el engranaje mecánico y/o hidráulico y/o neumático el que provoca el movimiento de rotación del segmento (6) distal de dedo frente al segmento (5) proximal de dedo.
- 10
13. Prótesis modular de mano humana con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares según la reivindicación 1, caracterizada porque la razón de la distancia de la parte horizontal del segmento (6) distal de dedo que comprende las juntas (3) y (4) frente a la parte en perpendicular con respecto a la misma es de $0,24a:a$, en la que "a" es la dimensión característica del segmento (6) distal de dedo.
- 15
14. Prótesis modular de mano humana con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares según la reivindicación 1, caracterizada porque la razón de la distancia entre las juntas (3) y (4) con respecto a la parte (6) distal de segmento en perpendicular a la parte horizontal que contiene las juntas (3) y (4) es de $0,07a$.
- 20
15. Prótesis modular de mano humana con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares según la reivindicación 1, caracterizada porque las líneas formadas por las juntas (1) y (2), así como las juntas (3) y (4), son paralelas entre sí, si el módulo de dedo mecánicamente independiente está en su posición inicial.
- 25
16. Prótesis modular de mano humana con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares según la reivindicación 1 y 15, caracterizada porque la razón de las distancias entre las juntas (1) y (2) con respecto a la distancia vertical entre las juntas (2) y (4) es de $0,32b:b$, en la que "b" es la dimensión característica del segmento (5) proximal de dedo.
- 30
17. Prótesis modular de mano humana con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares según la reivindicación 1 y 15, caracterizada porque la razón de la distancia horizontal de la junta (2) desde la parte (6) de segmento distal de dedo en perpendicular a la parte horizontal que contiene las juntas (3) y (4), con respecto a la distancia vertical entre las juntas (2) y (4) es de $0,1b:b$.
- 35
18. Prótesis modular de mano humana con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares según la reivindicación 1, caracterizada porque la razón de la dimensión característica "a" del segmento (6) distal de dedo con respecto a la dimensión característica "b" del segmento (5) proximal de dedo es de $0,9$.
- 40
19. Prótesis modular de mano humana con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares según la reivindicación 1, caracterizada porque tiene un único módulo de dedo mecánicamente independiente con un elemento que conecta la base (8) de módulo de dedo con el cuerpo del paciente y sustituye el dedo perdido individual del paciente.
- 45
20. Prótesis modular de mano humana con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares según la reivindicación 1, caracterizada porque tiene desde dos hasta cuatro módulos de dedo mecánicamente independientes sustituyendo la estructura y/o estructuras con capacidad de carga que conectan las bases (8) de todos los módulos o grupos de módulos, el grupo de dedos perdidos.
- 50
21. Prótesis modular de mano humana con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares según la reivindicación 1, caracterizada porque tiene cinco módulos de dedo mecánicamente independientes, formando la estructura con capacidad de carga que conecta las bases (8) de todos los módulos, una estructura que sustituye todos los dedos perdidos de la mano con o sin la necesidad de sustituir toda la mano.
- 55
22. Prótesis modular de mano humana con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares según la reivindicación 1, caracterizada porque tiene capacidad de carga y/o componentes adicionales especialmente en forma de conectores de muñeca, sistemas de sujeción a la muñeca en caso de amputación corta de extremidad superior, correas, arneses, y otros elementos que realizan funciones estéticas y/o protectoras en relación con la capacidad de carga y/o componentes adicionales mencionados.
- 60
23. Prótesis modular de mano humana con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares según la reivindicación 1, caracterizada porque el dispositivo se controla mediante señales procesadas digitales y/o analógicas electromiográficas (EMG) y/o señales mecanomiográficas (MMG), en particular señales acusticomiográficas y/o aceleromiográficas, y otras señales biológicas incluyendo en particular señales electrooculográficas (EOG) y electroencefalográficas (EEG).
- 65
24. Prótesis modular de mano humana con módulos de dedo mecánicamente independientes, modulares según la reivindicación 1, caracterizada porque tiene una capa y/o capas exteriores que realizan funciones estéticas y/o protectoras frente a factores externos.

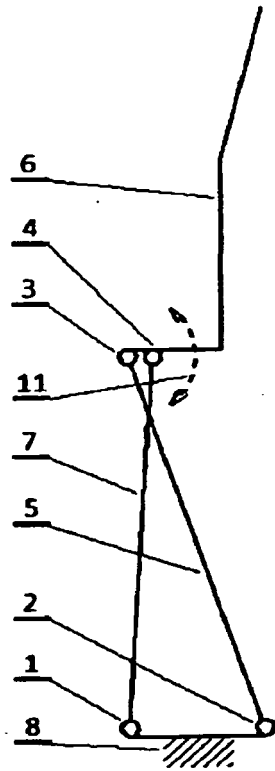


Fig.1.

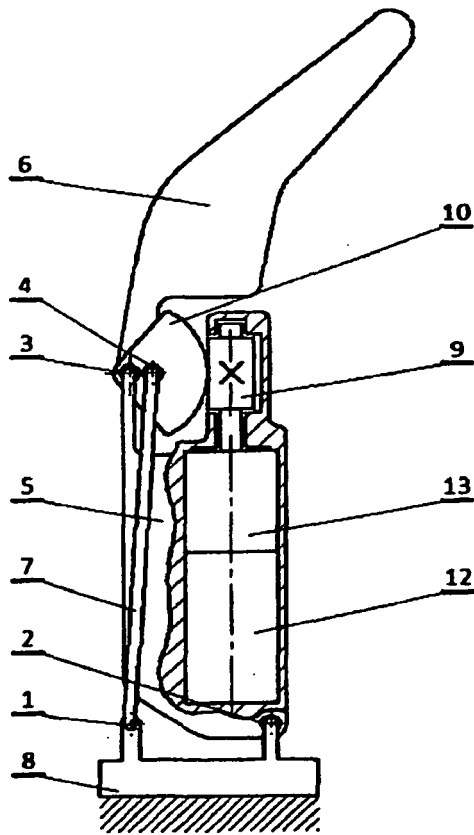


Fig. 2

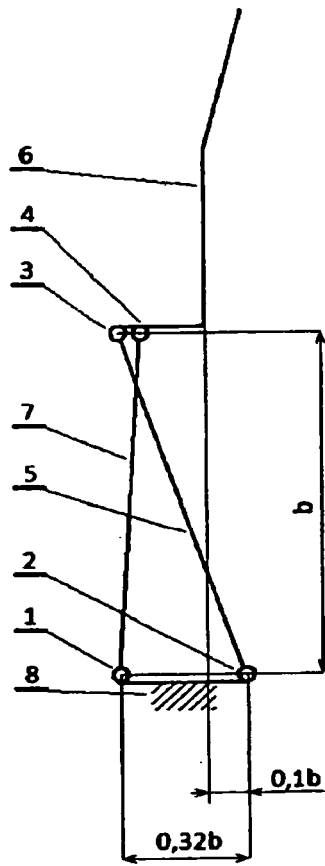


Fig. 3

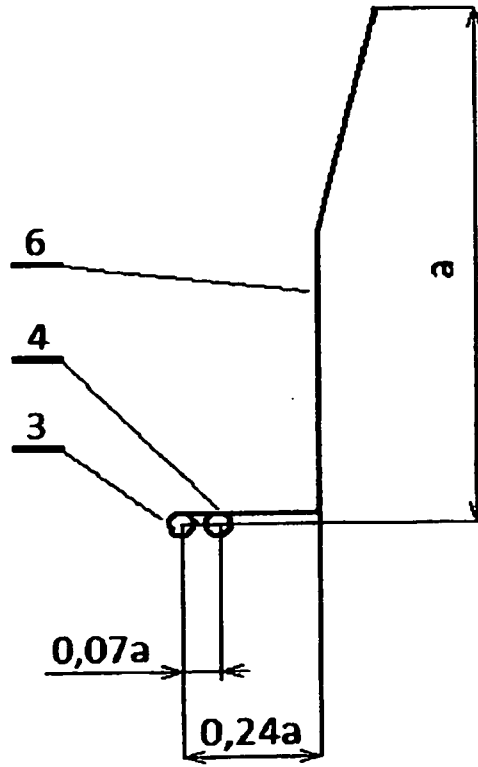


Fig. 4